FACULTAD:	**FACULTAD DE INGENIERÍA**						
PROYECTO CURRICULAR:	Maestria en Ciencias de la Información y las Comunicaciones				**CÓDIGO PLAN DE ESTUDIOS:**		
I. IDENTIFICACIÓN DEL ESPACIO ACADÉMICO							
NOMBRE DEL ESPACIO ACADÉMICO: Robótica							
Código del espacio académico:		79503008	Número de créditos académicos:			4	
Distribución horas de trabajo:		HTD	48	HTC	16	HTA	128
Tipo de espacio académico:		Asignatura	X	Cátedra			
NATURALEZA DEL ESPACIO ACADÉMICO:							
Obligatorio Básico		Obligatorio Complementario		Electivo Intrínseco	X	Electivo Extrínseco	
CARÁCTER DEL ESPACIO ACADÉMICO:							
Teórico		Práctico		Teórico-Práctico	X	Otros:	Cuál:_____
MODALIDAD DE OFERTA DEL ESPACIO ACADÉMICO:							
Presencial		Presencial con incorporación de TIC	X	Virtual		Otros:	Cuál:_____

II. SUGERENCIAS DE SABERES Y CONOCIMIENTOS PREVIOS

El estudiante debe tener conocimientos básicos sobre modelamiento de herramientas matemáticas para el manejo de la información e informática.

III. JUSTIFICACIÓN DEL ESPACIO ACADÉMICO

Durante las últimas décadas la robótica ha presentado avances extraordinarios en los sectores industrial, de servicio y social. Destacándose, en áreas como la manufactura, la medicina, la rehabilitación, la exploración, la agroindustria y la educación. En la actualidad, es necesario estudiar los sistemas robóticos considerando los últimos avances en mecánica, hardware y software, así como en el contexto de la robótica de interacción con el humano. Es de resaltar, que el avance de los sistemas de percepción, de los sistemas de comunicaciones, el desarrollo de nuevos actuadores, las innovaciones de sistemas de almacenamiento de energía, el uso de nuevos materiales, así como, los avances en inteligencia artificial y el control, han llevado al desarrollo de nuevas tecnologías robóticas. Por lo tanto, en este curso se presentan modelos de sistemas robóticos articulados y móviles, considerando la cinemática y la dinámica. También, se analiza el desempeño y la estabilidad de estos sistemas bajo el efecto de controladores óptimos, robustos, adaptativos lineales y no lineales, entre otros.

IV. OBJETIVOS DEL ESPACIO ACADÉMICO (GENERAL Y ESPECÍFICOS)

Presentar a los estudiantes las diferentes tecnicas de control de robots, sus ventajas, desventajas, formas de aplicación y desempeño. Ademas, capacitar a los estudiantes para diseñar e implementar sistemas de control para robots considerando la estabilidad y el desempeño.

V. PROPÓSITOS DE FORMACIÓN Y DE APRENDIZAJE (PFA) DEL ESPACIO ACADÉMICO

Competencias	Dominio-Nivel	RA	Resultados de Aprendizaje
Capacidad para modelar sistemas robóticos.	COGNITIVO-APLICACIÓN	01	Emplear modelos de sistemas robóticos articulados y móviles, considerando la cinemática y la dinamíca.
Creatividad para el análisis, el diseño, evaluación y gestión de sistemas robóticos.	COGNITIVO-ANÁLISIS	02	Analizar el desempeño de sistemas robóticos, a partir de modelos paramétricos y simulación en software especializado.
Habilidad para operar adecuadamente instrumentación electrónica y lazos de control de robots. Habilidad para usar aplicaciones computacionales que permitan implementar técnicas de control para robots.	COGNITIVO-APLICACIÓN	03	Implementar controladores para robots articulados y moviles, empleando tecnicas lineales y no lienales, optimas, robustas y adaptativas.
Capacidad para el trabajo en equipo. Resolución de problemas prácticos con criterios de ingeniería. Comprensión del contexto social, cultural y económico. Valoración del trabajo productivo. Habilidad comunicativa (interpretativa, comunicativa y propositiva). Comprensión de textos en una segunda lengua.	AFECTIVO-ORGANIZACIÓN	04	Adoptar criterios para utilizar sistemas de control para robots en los sectores industrial, de servicio y social, mediante trabajo en equipo y desarrollo de proyectos.

VI. CONTENIDOS TEMÁTICOS

1. Introducción

1.1. Panorama general y preliminares

2. Cinemática

2.1. Matrices de rotación, transformaciones, cuaterniones
2.2. Cinemática directa
2.3. Orientación del efector, ángulos de Euler
2.4. Cinemática de velocidad y matriz jacobiana
2.5. Cinemática inversa

3. Dinámica
3.1. Métodos
3.2. Equaiones de Euler-Lagrange
33. Modelado de la Dinámica de Manipuladores

4. Planificación de trayectoria
4.1. Formulación del problema de planificación de trayectorias
4.2. Trayectorias lineales
4.3. Trayectorias polinomiales

5. Sistemas de Control
5.1. Control PID
5.2. Método de par calculado
5.3. Control de impedancia
5.4. Control optimo
5.5. Control robusto
5.6. Control adaptativo

6. Control de robots
6.1 Robots móviles
6.2 Robots articulados

Co

Tradicional	X	Basado en Proyectos	X	Basado en Tecnología	X
Basado en Problemas	X	Colaborativo	X	Experimental	X
Aprendizaje Activo	X	Autodirigido	X	Centrado en el estudiante	X

VIII. EVALUACIÓN

Resultados de aprendizaje (RA) a ser evaluados:	Resultados de aprendizaje asociados a las evaluaciones					
	Actividades Entregables	Talleres	Parciales	Informes de proyecto final	Proyecto final	Exposiciones
RA01		X		X		
RA02		X		X		
RA03		X		X		
RA04		X		X		
Tipo de evaluación**		EHP		EBP		
Porcentaje de evaluación (%)		60		40		
Trabajo Individual (I) o Grupal (G)		G		G		
Tipo de nota	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5

IX. MEDIOS Y RECURSOS EDUCATIVOS

Medios y Ayudas: En el aula de clase se hace imprescindible contar con un Video Beam y un computador tipo PC para presentación de las exposiciones magistrales por parte del docente y de los estudiantes, así como de un tablero en acrílico, sus respectivos marcadores y borrador.

La universidad cuenta con los laboratorios de control y automatización en la Facultad de Ingeniería, en el cual se desarrollarán algunas prácticas. El acceso a los laboratorios de control y automatización de la facultad y a otros según convenios, así como a los centros de cómputo facilitara ciertas sesiones de demostración y simulación. Es recomendable que cada estudiante tenga acceso a un computador tipo PC y a Internet como el descrito para el aula, por lo menos 4 horas a la semana. El software necesario para el curso será suministrado por la Universidad por el Profesor para que el estudiante haga las respectivas copias, cuando la licencia lo permita o en caso contrario se empleará software libre.

Se promoverán las prácticas libres de los estudiantes (en la Universidad y en casa) utilizando las herramientas de software y hardware recomendadas por el curso y la instrumentación de propiedad de los estudiantes.

Metodología Pedagógica y Didáctica:
• Se solicita a los estudiantes lectura previa a cada clase del material de referencia publicado en el aula virtual del curso o en el One Drive.
• Presentación de los temas de fundamentación utilizando recursos del aula, material impreso y electrónico, videobeam, software de simulación y consultas en la Web (Internet).
• Realización de múltiples ejercicios (tareas, investigaciones, etc.) de análisis y diseños prácticos propuestos.
• Motivación de consultas intensivas y diversas de material en Internet, revistas, textos y afines, así como exposiciones y actividades didácticas sobre los mismos por parte de los alumnos, a nivel individual y grupal (Es indispensable que algunos temas del curso se desarrollen o profundicen por cuenta del estudiante).
• Lecturas en inglés sobre los temas propuestos en clase.
• Se desarrollarán prácticas con los módulos roboticos de los laboratorios de control y automatización.

X. PRÁCTICAS ACADÉMICAS - SALIDAS DE CAMPO

N/A

XI. BIBLIOGRAFÍA

Básicas:
[1] SICILIANO, B.; KHATIB, O. Springer handbook of robotics. [S.l.]: Springer, 2016.
[2] CRAIG, J. J. Introduction to robotics: mechanics and control, 3/E. [S.l.]: Pearson Education India, 2009.
[3] SICILIANO, B. et al. Robotics: modelling, planning and control. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2010.
[4] SIQUEIRA, A. A. G.; TERRA, M. H.; BERGERMAN, M. Robust Control of Robots: Fault Tolerant Approaches. London : Springer, 2011, v.1. p.228.
[5] SCIAVICCO, L.; SICILIANO, B; "Modeling and Control of Robot Manipulators" - McGraw-Hill. (1996).
[6] Bekey, George A. Autonomous Robots: From Biological Inspiration to Implementation and Control . The MIT Press: Cambrigde, London. 563p (2005).
[7] Romero, R; Osório, F; Prestes, E; Wolf, D. Robótica Móvel . LTC Editora (2014)

Complementarias:

[A] Cerri. J. P. Controle e Filtragem para Sistemas Lineares Discretos Incertos sujeitos a Saltos Markovianos. Tesis de Doctorado. Universidad de Sao Paulo. Brasil. 2013.
[B] Rodriguez. R.; and Lopez. M. Control Adaptativo y Robusto. Universidad de Sevilla. España. 1996.
[C] Franklin. G.F; Powell. D.J.; and Workman. M. Digital Control of Dynamic Systems. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc. Ed. 3. 1997.
[D] Balas. G.J.; et al. μ- Analysis and Synthesis Toolbox for use with Matlab. Math Works Inc. 1998.
[E]Balas. G.J.; et al. Robust Control Toolbox. Getting Started Guide. Math Works Inc. 2015.
[F] Hassibi. B.; Sayed, A. H.; and Kailath, T. Indefinite-Quadratic Estimation and Control: A Unified Approach to H 2 and H ∞ Theories. Society for Industrial and Applied Mathematics. 1999.
[G] J. P. Cerri and M. H. Terra. Recursive Robust Regulator for Discrete-Time Markovian Jump Linear Systems, in IEEE Transactions on Automatic Control, vol. 62, no. 11, pp. 6004-6011, Nov. 2017, doi: 10.1109/TAC.2017.2707335.
[H] Escalante, F. M., Jutinico, A. L., Terra, M. H., and Siquiera, A. A. G., Robust linear quadratic regulator applied to an inverted pendulum, Asian J Control 25 (2023), 2564– 2576. https://doi.org/10.1002/asjc.2978.
[I] Costa. O.L.V; Fragoso. M.D.; and Marques. R.P. Discrete-Time Markov Jump Linear Systems.Probability and Its Applications. Springer-Verlag London. Ed. 1. 2005.
[J] Skogestad. S.; and Postlethwaite. I. Multivariable Feedback Control: Analysis and Design. John Wiley and Sons. Ed.2. 2005.
[K] Bosgra. O.; Kwakernaak. H.; and Meinsma. G. Design Methods for Control Systems. Notes for a course of the Dutch Institute of Systems and Control. 2007.
[L] Gu. D; Petkov. P. H.; and Konstantinov, M. M. Robust Control Design with MATLAB. Springer Publishing Company, Incorporated. Ed.2. 2013.
[M] ETH Robot Dynamics Lecture Notes, <https://ethz.ch/content/dam/ethz/specialinterest/mavt/robotics-n-intelligent-systems/rsl-dam/documents/RobotDynamics2017/RD_HS2017script.pdf>
[N] SPONG, M. W.; VIDYASAGAR, M.; "Robot Dynamics and Control" - New York : Wiley, (1989).
[O] SICILIANO, B.; VILLANI, L.; "Robotic Force Control" - Kluwer Academic Publishers (Kluwer international Series in Engineering and Computer Science) (2000).
[P] Jutinico, A. L., Jaimes, J. C., Escalante, F. M., Perez-Ibarra, J. C., Terra, M. H., & Siqueira, A. A. (2017). Impedance control for robotic rehabilitation: a robust markovian approach. Frontiers in neurorobotics, 11, 43.

Revistas:
•IEEE Transactions on Robotics.
•IEEE Transactions on Robotics and Automation.
•Robotics and Autonomous Systems.
•IEEE Control Systems Magazine.

Páginas web
Bases de datos: www.elsevier.com -- www.sciencedirect.com -- www.ieeexplore.ieee.org

https://ieeexplore.ieee.org/
https://www.sciencedirect.com/
https://www.mathworks.com/products/matlab.html

XII. SEGUIMIENTO Y ACTUALIZACIÓN DEL SYLLABUS

Fecha revisión por Consejo Curricular:			
Fecha aprobación por Consejo Curricular:		Número de acta:	

XIII. DATOS DEL DOCENTE

NOMBRE: ANDRES LEONARDO JUTINICO ALARCÓN

PREGRADO: Ingeniero Electrónico, Universidad Distrital Francisco José deCaldas

POSGRADO: Magister en Automatización Industrial, Universidad Nacional de Colombia. Doctor en Ingeniería Mecánica - Dinámica de las máquinas y los sistemas, Universidad de Sao Paulo.

EMAIL: aljutinicoa@udistrirtal.edu.co

**Tipo de Evaluación	Abreviatura
1. Evaluación de habilidad	EHP
2. Evaluación basada en pr	EBP
3. Evaluación oral o prese	EOP
4. Evaluación escrita	EE
5. Evaluación formativa	EF
6. Evaluación de desempe	ED