

DISEÑO CURRICULAR BASADO EN COMPETENCIAS Y CONSTRUCCIÓN
DE UN RECURSO DIDÁCTICO EXPERIMENTAL PARA LA
ENSEÑANZA DE LA ASIGNATURA ROBÓTICA

ADRIANA DEL PILAR ESCOBAR QUINTERO

RICARDO ANTONIO GOMEZ VILLALOBOS



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA

2015

DISEÑO CURRICULAR BASADO EN COMPETENCIAS Y CONSTRUCCIÓN
DE UN RECURSO DIDÁCTICO EXPERIMENTAL PARA LA ENSEÑANZA DE LA
ASIGNATURA ROBÓTICA

ADRIANA DEL PILAR ESCOBAR QUINTERO

RICARDO ANTONIO GOMEZ VILLALOBOS

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO MECÁNICO

DIRECTOR
CARLOS BORRAS PINILLA
Ingeniero Mecánico, Ph.D

CODIRECTOR
GABRIEL ORDOÑEZ PLATA
Ingeniero Electricista, Ph.D

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA

2015

DEDICATORIA

A Dios por darme salud y fortaleza para afrontar este proyecto y permitir sacarlo adelante.

A toda mi familia especialmente a mi mamá, mi abuela, mi tía y mis hermanos que me apoyaron incondicionalmente en la realización y cumplimiento de esta meta.

Adriana del Pilar Escobar Quintero.

AGRADECIMIENTOS

Al ingeniero Carlos Borrás Pinilla, director de proyecto, por su dedicación a la orientación de este trabajo de grado, su apoyo moral, económico, logístico y su guía en el desarrollo éste.

Al ingeniero Gabriel Ordoñez (metodólogo) por la orientación en la metodología del diseño curricular.

A la escuela de ingeniería Mecánica por brindarnos los conocimientos necesarios para llevar a cabo la realización de este proyecto.

CONTENIDO

INTRODUCCION.....	19
1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	20
2. JUSTIFICACIÓN.....	22
3. OBJETIVOS.....	25
3.1 Objetivo general.....	25
3.2 Objetivos Específicos.....	25
4. MARCO TÉORICO	27
4.1 FORMACIÓN POR COMPETENCIAS.....	27
4.1.1 Competencias en el contexto educativo.. ..	31
4.1.2 Teorías de aprendizaje.	32
4.2 SIGNIFICADO DE CURRÍCULO	36
4.3 Caracterización del entorno externo.. ..	37
4.4 Caracterización del entorno educativo.	40
4.5 Descripción de la bibliografía básica del curso.	44
4.6 DISEÑO CURRICULAR.....	46
4.7 PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL DISEÑO CURRICULAR.....	47
4.7.1 Refefentes metodológicos.	47
4.7.2 Análisis funcional.. ..	48
4.7.2.1 En el ámbito laboral.. ..	48
4.7.2.2 En el ámbito académico.. ..	49

4.7.2.3	Principios del análisis funcional.....	49
4.7.2.4	Características y recomendaciones de aplicación del análisis funcional.....	51
4.7.2.5	Metodología del equipo de trabajo.....	54
4.8	ETAPAS DE DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA	56
4.8.1	Análisis de contenidos temáticos.....	57
4.8.2	Planteamiento de los saberes.....	60
4.8.3	Establecimiento de la relación propósitos-contenidos.	64
4.8.4	Estructuración modular.	67
4.8.4.1	Identificación de las actividades de formación.....	69
4.8.4.2	Estructuración de unidades de aprendizaje.	73
4.8.4.3	Identificación de los módulos de formación.	76
4.8.5	Planeación curricular.	78
4.8.5.1	Criterios.....	79
4.8.5.2	Contenidos.....	80
4.8.5.3	Estrategias y técnicas de enseñanza-aprendizaje.	80
4.8.5.4	Evidencias de aprendizaje.	81
4.8.5.5	Técnicas e instrumentos de evaluación.	83
4.8.5.6	Duración.	83
4.8.5.7	Recursos, medios y escenarios.	84
4.8.5.8	Perfil docente.....	85
4.9	GENERALIDADES DE ROBOTS AUTÓNOMOS.....	85
4.9.1	Clasificación de los robots.....	86
4.9.1.1	Robots utilizados en educación superior.	91
4.9.2	Locomoción en robots con ruedas.	93

4.9.2.1	Tipos de ruedas.	93
4.9.2.2	Configuración geométrica de las ruedas.....	94
4.9.2.3	Estabilidad..	97
4.9.2.4	Maniobrabilidad.....	98
4.9.2.5	Controlabilidad.	99
5.	IMPLEMENTACION DE LA PROPUESTA METODOLOGICA AL DISEÑO CURRICULAR DE LA ASIGNATURA ROBOTICA.....	101
5.1	EQUIPO DE TRABAJO	101
5.2	ETAPAS DE DESARROLLO DEL DISEÑO CURRICULAR	102
5.2.1	Análisis y selección de contenidos temáticos generales.	102
5.2.2	Planteamiento general de saberes.	106
5.2.3	Establecimiento de la relación propósitos – contenidos.	107
5.2.4	Estructuración modular.	108
5.2.5	Planeación curricular..	111
5.2.5.1	Técnicas e instrumentos de evaluación.....	114
5.2.6	Perfil Docente..	117
6.	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL ROBOT COMO RECURSO DIDÁCTICO EXPERIMENTAL DE LA ASIGNATURA ROBÓTICA.....	122
6.1	CLASIFICACIÓN DEL ROBOT QUE SE DESARROLLA.....	122
6.2	CARACTERÍSTICAS DE LAS FUNCIONES DEL RECURSO DIDACTICO EXPERIMENTAL	122
6.3	DESARROLLO DEL RECURSO DIDÁCTICO EXPERIMENTAL PARA LA ASIGNATURA ROBÓTICA.....	124
6.3.1.1	Sistema de control.	125
6.3.1.2	Sistema sensitivo.....	126

6.3.1.3 Sistema locomotor.....	129
6.3.1.4 Sistema de posicionamiento global GPS.....	142
6.3.1.5 Sistema Mecánico.. ..	147
6.3.2 Descripción de las funciones a realizar por el robot.. ..	148
6.3.2.1 Seguimiento de línea.	149
6.3.2.2 Evasión de obstáculos.....	155
6.3.2.3 Evasión de obstáculos y seguimiento de línea.. ..	159
6.3.2.4 Sistema de posicionamiento global (GPS).....	168
7. CONCLUSIONES.....	170
8. RECOMENDACIONES.....	172
BIBLIOGRAFIA.....	173
ANEXOS.....	176

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Campos de desempeño del ingeniero mecánico en el entorno laboral...	38
Figura 2. Metodología del equipo de trabajo.....	54
Figura 3. Etapas de desarrollo de la metodología.....	56
Figura 4. Análisis de contenidos temáticos	58
Figura 5. Clasificación contenidos.....	59
Figura 6. Planteamiento general de saberes	60
Figura 7. Guía tabla saberes.....	63
Figura 8. Establecimiento de la relación propósitos contenidos.....	64
Figura 9. Guía tabla establecimiento relación propósitos contenidos	66
Figura 10. Relación entre los niveles de estructuración.....	67
Figura 11. Actividades de formación	69
Figura 12. Unidades de aprendizaje	74
Figura 13. Módulos de formación.....	77
Figura 14. Planeación curricular	79
Figura 15. Tipos de ruedas	94
Figura 16. Robot móvil con dos ruedas.....	97
Figura 17. Robot con rueda esférica	98
Figura 18. Robot con ruedas suecas	100
Figura 19. Desagregación de lo general a lo particular.....	103
Figura 20. Relación de paralelismo.....	104
Figura 21. Relación de dependencia.....	104
Figura 22. Relación causa-consecuencia	105
Figura 23. Estructuración modular	110
Figura 24. Formato de planeación curricular.....	112
Figura 25. Evidencias de aprendizaje y técnicas e instrumentos de evaluación..	114
Figura 26. Arduino Yun	125

Figura 27. Sensore QTR-8A	126
Figura 28. Sensor de distancia GP2Y0A41SK0F 4-30cm Analogo.....	127
Figura 29. Gráfica distancia vs voltaje del sensor de distancia GP2Y0A41SK0F	128
Figura 30. Gráfica de regulación por ancho de pulso.....	130
Figura 31. Motorreductor 18 Kgcm 80 rpm con encoder.....	131
Figura 32. Encoder del motorreductor.....	131
Figura 33. Shield para motores VNH5019	132
Figura 34. Conexión entre la shield, el microcontrolador y dos motores.....	133
Figura 35. Diarama esquemático de conexión entre el microcontrolador y la placa de motores.....	134
Figura 36. Circuito integrado 4051	136
Figura 37. Tabla de verdad del integrado 4051	136
Figura 38. GPS L50 Quectel.....	142
Figura 39. Distancia de ubicación de los componentes aledaños GPS	143
Figura 40. Comunicación serial entre el GPS y el microcontrolador	144
Figura 41. Placa del GPS.....	145
Figura 42. Chasis del robot	147
Figura 43. Diagrama de flujo seguidor de línea	150
Figura 44. Diagrama de flujo evasión de obstáculos	155
Figura 45. Diagrama de flujo seguidor de línea y evasión de obstáculos.	159
Figura 46. Diagrama de flujo del subsistema GPS	169

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Características y recomendaciones del análisis funcional	51
Tabla 2. Estructuración modular	71
Tabla 3. Clasificación de los robots.....	86
Tabla 4. Configuraciones geométricas de ruedas.....	95
Tabla 5. Contenido Robótica.....	102
Tabla 6. Tabla de saberes	107
Tabla 7. Relación de propósitos contenidos	108
Tabla 8. Actividades de enseñanza-aprendizaje.....	109
Tabla 9. Estrategias y técnicas en la planeación curricular.....	113
Tabla 10. Técnicas e instrumentos de evaluación	115
Tabla 11. Planeación de recursos, medios y escenarios	116
Tabla 12. Funciones del recurso didáctico experimental	123
Tabla 13. Tabla conexión de los pines de la Arduino Yun.	137
Tabla 14. Conversión de valores del circuito inversor.....	146

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Taxonomía de bloom.....	179
Anexo B. Cotenido de la asignatura robótica.....	183
Anexo C. Diagrama secuencial de contenidos.....	187
Anexo D. Tabla de saberes.....	192
Anexo E. Tabla relación propósitos contenidos.....	217
Anexo F. Actividades de enseñanza-aprendizaje.....	257
Anexo G. Estructuración modular.....	324
Anexo H. Planeación curricular.....	334
Anexo I. Talleres.....	345
Anexo J. Listado de materiales.....	398
Anexo K. Diagramas de conexión.....	403

RESUMEN

TÍTULO: DISEÑO CURRICULAR BASADO EN COMPETENCIAS Y CONSTRUCCIÓN DE UN RECURSO DIDÁCTICO EXPERIMENTAL PARA LA ENSEÑANZA DE LA ASIGNATURA ROBÓTICA*

AUTORES: ADRIANA DEL PILAR ESCOBAR QUINTERO
RICARDO ANTONIO GOMEZ VILLALOBOS**

PALABRAS CLAVES: Robótica móvil autónoma, diseño instruccional, formación basada en competencias.

DESCRIPCIÓN:

El modelo pedagógico de formación por competencias y evaluación por competencias se ha venido implementando en algunos países. En Colombia, este sistema es novedoso y constituye una propuesta en la cual diferentes instituciones están trabajando desde hace varios años. Este sistema permite que la enseñanza no se base solo en los conocimientos teórico prácticos sino que también el aprendizaje se fundamente en el comportamiento, valores y actitudes que adquiere el estudiante en el transcurso del desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje.

La escuela de Ingeniería Mecánica ya cuenta con algunos diseños curriculares basados en competencias como es el caso de las asignaturas Sistemas dinámicos y Mecánica de Máquinas. Este proyecto busca desarrollar el diseño curricular basado en competencias para la asignatura Robótica, diseño que servirá de base para el desarrollo de la asignatura fundamentada en principios teóricos y metodológicos y para una posterior creación de otros recursos didácticos experimentales que abarquen la temática de la asignatura.

El desarrollo de esta propuesta metodológica orientada a la formación basada en competencias se elabora en 6 etapas: Análisis de contenidos temáticos, Diagrama secuencial de contenidos, Planteamiento general de saberes, estructuración modular, establecimiento de la relación propósitos-contenidos, y finalmente se elabora la planeación curricular, conformada por los criterios, los contenidos, las estrategias y técnicas de aprendizaje, las evidencias de aprendizaje, las técnicas y los instrumentos de evaluación, la duración, los recursos y escenarios. Posteriormente se procede a la elaboración del recurso didáctico experimental con el cual se ponen en práctica temas del contenido general como tipos de sensores y locomoción de robots móviles autónomos, este recurso permite que el estudiante correlacione el saber adquirido con el desarrollo de la asignatura y el saber hacer, el cual pondría en práctica con este recurso.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica. Director: Ing. Carlos Borrás Pinilla, Codirector: Gabriel Ordoñez Plata

SUMMARY

TITLE: CURRICULUM BASED ON SKILLS AND CONSTRUCTION OF A RESOURCE FOR TEACHING EXPERIMENTAL TRAINING COURSE ROBOTICS*

AUTHORS: ADRIANA DEL PILAR ESCOBAR QUINTERO
ANTONIO GOMEZ RICARDO VILLALOBOS**

KEYWORDS: Autonomous mobile robotics, instructional design, competency-based training.

DESCRIPTION:

The pedagogical model of competency-based training and skills assessment has been implemented in some countries. In Colombia, this system is new and is a proposal in which different institutions are working for several years. This system allows the teaching is not based only on theoretical and practical knowledge but also learning is based on behavior, values and attitudes that the student acquires in the course of developing the teaching-learning process.

School of Mechanical Engineering and has some competency-based curricula as in the case of subjects Mechanics Dynamical systems and machines. This project seeks to develop competency-based curriculum for the subject Robotics, design as a basis for the development of the subject based on theoretical and metodológcos principles and for further development of other experimental didáctios resources covering the topic of the course.

The development of this methodological proposal aimed at competency-based training is developed in 6 stages: Analysis of thematic content, sequence diagram contents, General approach to knowledge, modular structure, establishment of purpose-content relationship and finally made the curriculum planning, consisting of the criteria, content, strategies and learning techniques, evidence of learning, skills and assessment instruments, duration, resources and settings. Then proceed to the development of experimental teaching resource with which to implement the general content topics as types of sensors and autonomous locomotion mobile robots, this resource allows students to map the knowledge acquired with the development of the subject and the know-how, which would put into practice with this resource.

* Degree Work

** Faculty of Physics and Mechanics, School of Mechanical Engineering, Director: Carlos Borrás Pinilla, Codirector: Gabriel Ordoñez Plata.

INTRODUCCIÓN

Con el avance tecnológico y la creciente productividad que esto demanda una nueva rama ha surgido y cada vez más rápido se convierte en una parte integral de la ciencia y la ingeniería en el futuro. La robótica es la rama que en algunos países del mundo se ha desarrollado como una materia principal en las escuelas y en las universidades para que el estudiante adquiera conocimientos esenciales en el desarrollo de la sociedad.

La robótica ha tenido como cuna natural la industria. Gracias a las necesidades industriales, está ha avanzado enormemente y sigue desarrollándose en la medida del avance de nuevas necesidades, aplicaciones y desarrollos. La Robótica como una disciplina puede ayudar en el desarrollo e implantación de una nueva cultura tecnológica en todos los países, permitiendo el entendimiento mejoramiento y desarrollo de sus propias tecnologías.

Para que la enseñanza de la robótica se brinde de forma que el estudiante pueda desarrollar habilidades en los aspectos del saber, el saber hacer, el ser y el saber convivir es importante asumir con rigor la elaboración de la asignatura fundamentándola con el modelo de educación basado en competencias. Con las competencias se requiere conseguir que, desde el ámbito universitario en cualquiera de sus niveles, se trascienda el simple conocimiento y que no se limiten a acumular información, sino que los estudiantes aprendan lo que es pertinente para su vida y puedan aplicarlo para solucionar nuevos problemas en situaciones cotidianas y laborales. La formación por competencias exige ofrecer el espacio para que cada estudiante imagine, diseñe y construya un proyecto de vida basado en el conocimiento transformador del saber, del hacer, del ser y del convivir. Donde cada actor entienda que es protagonista de su propio proceso educativo y que su éxito personal depende de la sintonía y el equilibrio que logre entre sus metas y las propuestas por la escuela y la sociedad.

1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La robótica ha tenido como cuna natural la industria. Gracias a las necesidades industriales, está ha avanzado enormemente y sigue desarrollándose en la medida del avance de nuevas necesidades, aplicaciones y desarrollos. La Robótica como una disciplina puede ayudar en el desarrollo e implantación de una nueva cultura tecnológica en todos los países, permitiendo el entendimiento mejoramiento y desarrollo de sus propias tecnologías.

En la actualidad la robótica es de gran importancia debido a que va ligada con las necesidades que ha creado el hombre en torno a los distintos ámbitos como lo son el entretenimiento y la demanda que genera el mismo, lo que ocasiono buscar la manera de conseguir productos de mejor calidad y con menos dinero. Por otra parte el 99% de las industrias dependen de un robot por más mínimo que sea ya que este facilita el trabajo y realiza las actividades en menos tiempo y con menos errores. La robótica presenta diversidad de aplicaciones entre las cuales están los seguidores de línea los cuales facilitan el transporte de materiales desde un punto específico hasta una posición indicada.

Como respuesta a estas necesidades de la industria la universidad industrial de Santander cuenta con grupos de investigación que integran diferentes disciplinas referentes a la robótica como el grupo de investigación en sistemas dinámicos multifísicos, control y robótica DICBoT. De otro lado, en la Escuela de Ingeniería Mecánica se ofrece las asignaturas Sistemas Mecatrónicos y Automatización Industrial pero sus contenidos no tienen en cuenta temas referentes al diseño cinemático y dinámico y al control de las articulaciones de un sistema con

movimiento autónomo como los robots. En consecuencia los estudiantes no cuentan con estos conocimientos de robótica que demanda la industria actualmente, lo cual nos hace menos competitivos. Dado lo anterior se considera importante ofrecer una asignatura que supla los vacíos de formación en el área de robótica que existen actualmente.

2. JUSTIFICACIÓN

Por competencias se entiende la concatenación de saberes, no solo pragmáticos y orientados a la producción, sino aquellos que articulan una concepción del ser, del saber, saber hacer, del saber convivir. Esto significa que frente a una situación dada quien tiene la competencia para actuar posee los conocimientos requeridos y la capacidad para adecuarlos a las condiciones específicas, tiene las habilidades para intervenir eficaz y oportunamente y está imbuido también de los valores que le permite asumir actitudes acordes con sus principios y valores. La diferencia fundamental entre un currículo basado en competencias y un currículo convencional, es que en el primer caso la planificación de la docencia se hace a partir de un diagnóstico prospectivo de la realidad donde se va a desempeñar el egresado o la egresada y particularmente sobre la base de las áreas de desempeño las funciones y las tareas que determinan su ejercicio profesional.

Para asegurar que los estudiantes UIS sean competitivos en nuestra sociedad sin importar las fluctuaciones de los sistemas reales de esta, se debe ir de la mano con las estrategias adoptadas por países que han venido trabajando con éxito en la formación de profesionales, pero con el enfoque basado en el desarrollo de competencias.

La educación basada en competencias brinda alternativas diferentes a la educación tradicional. En la educación tradicional se cuestiona, especialmente, la calidad y pertinencia de los aprendizajes, que no parecen corresponder con las demandas del mundo contemporáneo y se hacen diversas recomendaciones orientadas para dar la máxima prioridad a las competencias para acceder a la

cultura, la información, a la tecnología y para continuar aprendiendo. El aprendizaje efectivo de estas competencias requiere la utilización de nuevos métodos y medios de enseñanza. El dominio de las competencias debe complementarse con aprendizajes que favorezcan el desarrollo de capacidades de equilibrio personal, de relación interpersonal, de inserción social y desarrollo cognitivo, prestando especial atención al aprendizaje de habilidades que permitan aprender a aprender e interpretar, a organizar, analizar y utilizar la información. En la formación basada por competencia la pertinencia y la calidad educativa remite a la necesidad de que ésta sea significativa para personas de distintos contextos sociales y culturales, y con diferentes capacidades e intereses, de tal forma que puedan apropiarse de los contenidos de la cultura mundial y local, y construirse como sujetos en la sociedad, desarrollando su autonomía, autogobierno, su libertad y su propia identidad. Para que haya pertinencia y calidad en la educación, la oferta educativa, el currículo y los métodos de enseñanza tienen que ser flexibles para adaptarse a las necesidades y características de los estudiantes y de los diversos contextos sociales y culturales; esta flexibilidad es ofrecida por la formación basada en competencia. La pertinencia en la Formación Basada en Competencia responderá a las necesidades y expectativas de los entornos, sean estos sociales, productivos o familiares; estas pertinencias estarán en condiciones de aportar a la transformación y desarrollo de las comunidades locales y nacionales, preparar para la inserción en el mundo del trabajo en la medida en que se articula con el sector productivo y aportar a la construcción de un mundo más justo, más equitativo y comprometido con el ambiente.

Dadas las características que presentan cada sistema de educación se puede establecer que el enfoque basado en competencias para el diseño de asignaturas se percibe como una estrategia para enriquecer los procesos de formación de la universidad.

La Robótica es la rama de la tecnología que se dedica al diseño, construcción, operación, disposición estructural, manufactura y aplicación de los robots. En particular la robótica móvil autónoma es aquella que se encarga de estudiar y desarrollar robots capaces de desplazarse y actuar sin intervención humana. La asignatura robótica brinda diversos conceptos enfocados a la robótica autónoma por lo cual para representar los conocimientos adquiridos en esta asignatura es necesario realizar la elaboración de un objeto por medio del cual se plasme lo aprendido.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general.

Contribuir con la misión de la Universidad Industrial de Santander en el mejoramiento de la formación académica de los estudiantes de pregrado de la Escuela de Ingeniería Mecánica, mediante el diseño basado en competencias y la elaboración de un recurso didáctico experimental para la enseñanza de la asignatura Robótica.

3.2 Objetivos Específicos

Realizar el diseño curricular para la asignatura Robótica bajo el enfoque de formación basada en competencias teniendo en cuenta las siguientes etapas:

- Caracterización del entorno externo: corresponde a la especificación de los escenarios en donde se desempeñará el Ingeniero Mecánico en términos sociales, educativos y productivos a nivel local, regional e internacional, lo que permitirá identificar las necesidades de formación de talento humano para la industria en el área de robótica.
- Caracterización del entorno educativo: análisis de la misión de la UIS en relación con los procesos de formación, así como de los propósitos educativos y el perfil de formación del Ingeniero Mecánico de la UIS.
- Definición de los propósitos a alcanzar con el ofrecimiento del curso.

- Formulación de competencias cognitivas, actitudinales y axiológicas con los respectivos niveles de logro, que posibiliten el logro de los propósitos de formación, el desarrollo del perfil de formación y la respuesta a las necesidades del entorno.
- Secuenciación de contenidos declarativos, procedimentales, actitudinales y axiológicos para el desarrollo de las competencias.
- Diseño de estrategias didácticas y definición de actividades para el logro de los propósitos y el desarrollo de las competencias y los contenidos.
- Elaboración del sistema de evaluación de competencias del curso teniendo en cuenta la formulación de los indicadores de aprendizaje, las estrategias de evaluación y la escala de clasificación.
- Descripción de la bibliografía básica del curso.
- Diseñar y construir un robot autónomo para verificar y aplicar los contenidos incluidos en la asignatura, de forma que sirva como recurso didáctico experimental para los estudiantes.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 FORMACIÓN POR COMPETENCIAS

El subsistema de formación por competencias es un proceso integral del sistema de competencias y hace parte del desarrollo aplicativo del mismo. El proceso de formación interactúa entre la evaluación por competencias y la certificación por competencias, convirtiéndose en la etapa de acciones de mejoramiento para cubrir las falencias evidenciadas en el proceso de evaluación y el hecho de alcanzar las competencias al momento de la certificación. Pero la trascendencia de la formación por competencias ha superado esta visión de etapa de mejora, convirtiéndose en una acción primordial para el sector productivo y dar respuesta a múltiples demandas. Algunos aspectos que conciernen al proceso de formación son:

- Propiciar y establecer un acercamiento entre los sistemas de formación profesional y la educación formal, de manera que haya una consecución de objetivos entre las competencias dadas por la educación y el proceso laboral posterior.
- Contar con trabajadores flexibles, con mayor capacitación y reconversión rápida en distintos ámbitos que le permita mantener una estabilidad laboral a pesar de los cambios de acciones.
- La necesidad de transferencia tecnológica en la organización, el conocimiento y manejo de los procesos de trabajo y las innovaciones tecnológicas.

- La identificación y aprovechamiento de las ventajas competitivas: aspectos tecnológicos, bases de conocimiento, entrenamiento y capacitación del talento humano, experiencia, adaptabilidad y capacidad de innovación.

La principal característica de la formación por competencias es un enfoque a la práctica y la posibilidad de estructurarlo y desarrollarlo sobre el mismo contexto laboral. Otras características fundamentales de la capacitación y entrenamiento en competencias son¹:

- a. Las competencias que los individuos tendrán que cumplir son cuidadosamente identificadas, verificadas por expertos locales y de conocimiento público.
- b. Los criterios de evaluación son derivados del análisis de competencias, implicando condiciones explícitamente especificadas y de conocimiento público.
- c. La instrucción se dirige al desarrollo de cada competencia y a una evaluación individual por cada competencia.
- d. La evaluación toma en cuenta el conocimiento, las actitudes y el desempeño de la competencia como principal fuente de evidencia.
- e. El progreso de los individuos en el programa de formación es a un ritmo que ellos determinen y según las competencias demostradas.
- f. La instrucción es individualizada al máximo posible.
- g. Las experiencias de aprendizaje son guiadas por una frecuente realimentación.
- h. El énfasis es puesto en el logro de resultados concretos.
- i. El ritmo de avance de la instrucción es individual y no de tiempo.
- j. La instrucción se hace con material didáctico que refleja situaciones de trabajo reales y experiencias en el trabajo.

¹ MERTENS, Leonard. Gestión por competencia laboral en la Empresa y la Formación Profesional. Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), 2000. p. 83.

- k. Los materiales didácticos de estudio son modulares, incluye una variedad de medios de comunicación, son flexibles en cuanto a materias obligadas y opcionales.
- l. El programa de formación en su totalidad es cuidadosamente planeado, y la evaluación sistemática es aplicada para mejorar continuamente el programa.
- m. Evitar la instrucción frecuente en grupos grandes.
- n. La enseñanza debe ser menos dirigida a exponer temas y más al proceso de aprendizaje de los individuos.
- o. Los hechos, conceptos y principios y otro tipo de conocimiento deben ser parte integral de las tareas y funciones.
- p. La participación de los individuos en la definición e implementación de la estrategia de formación es permanente y activa desde la identificación de competencias.

En el contexto laboral el desarrollo de currículos correspondientes a programas de formación de los trabajadores, se origina a partir de la norma de competencia y se obtienen los currículos, aplicando todos o algunos de los principios de las diferentes metodologías utilizadas para la identificación de competencias.

En el contexto del análisis ocupacional se encuentran como metodologías de diseño curricular el AMOD (A model) y el SCID (Desarrollo sistemático de currículo instruccional).

En el proceso del AMOD, después de obtener la matriz DACUM (Developing Curriculum), se realiza un ordenamiento de las tareas partiendo de las más fáciles hacia las más difíciles. Las diferentes tareas se agrupan en módulos, bajo la visión

de facilitar el aprendizaje, sin importar si las tareas pertenecen a diferentes funciones.

En el caso del SCID, después de la matriz DACUM, se realiza una fase de diseño que determina la modalidad de capacitación, los objetivos, los parámetros de desempeño requeridos y el programa de capacitación. La siguiente fase es la de desarrollo instruccional donde se conforma el perfil de competencia, las guías de aprendizaje, las ayudas y medios para el trabajo, realizando una prueba piloto y una revisión del material desarrollado. En la fase de operación se lleva a cabo la capacitación y la evaluación formativa (dentro del proceso de aprendizaje), finalmente esta la etapa de evaluación que consta de una evaluación sumativa, recolección y análisis de los resultados y se establecen las medidas correctivas necesarias.

4.1.1 Competencias en el contexto educativo. Con el panorama presentado por el contexto laboral respecto a las competencias, donde puede observarse una organización ampliamente difundida para la puesta en práctica de este concepto, y teniendo en cuenta el hecho de que al colectivo laboral lo alimenta los estudiantes egresados de la educación media vocacional y la educación superior, el sector educativo se ha visto en la necesidad de pensar en estrategias que le permitan relacionar la implementación de competencias llevada a cabo por el sector laboral, con los conocimientos suministrados por los sistemas educativos a los educandos. Junto a esta razón existe otra de mayor envergadura, la cual ha sido puesta en evidencia mediante las tendencias y transformaciones económicas y productivas del mundo: “el aprendizaje permanente que permita la adaptación de los profesionales entre contextos y se convierta en la herramienta y sustento de las ventajas competitivas de las organizaciones”.

Tomando como referencia que las competencias permiten identificar aspectos fundamentales de la formación integral de los individuos, estas se convierten en una herramienta apropiada para aplicar en el sistema educativo, donde cada vez más se reclama el seguimiento cercano del estudiantado y la necesidad de evaluar particularmente el desempeño de cada uno, sin establecer las generalizaciones dadas por las escalas numéricas. Debido a las características de identificación de acciones medibles de aprendizaje y evaluación que se realiza a través de evidencias que posee el subsistema de formación en competencias laborales, se pretende que estas ventajas sean aplicable debidamente adaptadas a las condiciones educativas.

En pro del acercamiento entre los sectores productivos y educativos, y tomando en consideración las ventajas de la formación por competencia, se han generado diferentes estrategias de reorganización y replanteamiento de las estructuras

educativas a nivel internacional y nacional, acciones que se reflejan en programas y metodologías desarrolladas.

4.1.2 Teorías de aprendizaje. Entre las diferentes teorías de aprendizaje que se tomaron en cuenta para el desarrollo de este trabajo de grado se encuentran las siguientes:

Conductismo: El conductismo es una teoría de la psicología que se basa en la suposición de que todas las cosas que hacen los organismos (incluyendo sentir, pensar y actuar) pueden ser observadas como conductas o comportamientos. Wilfred Sellars menciona que por su actitud una persona puede ser considerada como conductista si insiste en confirmar “hipótesis sobre eventos psicológicos en términos de criterios de comportamiento”². Para esta persona no existe diferencia apreciable entre dos estados mentales a menos de que exista una diferencia comprobable en el comportamiento asociado a cada estado.³

El conductismo se basa en las siguientes 3 proposiciones⁴:

1. La psicología es la ciencia del comportamiento, no la ciencia de la mente.

² SELLARS, Wilfred. Philosophy and the Scientific Image of Man, citado por GRAHAM, George, "Behaviorism", The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2007 Edition), Edward N. Zalta (ed.), [Citado 20 de enero de 2015]. Disponible en internet: URL = <<http://selfpace.uconn.edu/class/percep/SellarsPhilSciImage.pdf>>

³ GRAHAM, George, "Behaviorism", The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2007 Edition), Edward N. Zalta (ed.), [Citado 20 de enero de 2015]. Disponible en internet: URL = <<http://plato.stanford.edu/archives/fall2007/entries/behaviorism/>>.

⁴ Ibíd.

2. El comportamiento puede ser descrito y explicado sin hacer referencia a eventos mentales o procesos psicológicos internos. Las causas del comportamiento son externas (del ambiente), no internas (de la mente).

3. Si durante el desarrollo de teorías psicológicas, se utilizan conceptos o términos mentales para describir o explicar comportamientos, entonces estos términos o conceptos deben ser eliminados y reemplazados por términos de comportamiento, o pueden y deben ser traducidos a conceptos de comportamiento.

Cada una de estas tres proposiciones diferentes es la base de cada uno de los 3 diferentes tipos de conductismo existentes: El metodológico que se basa en la primera proposición; el psicológico, basado en la segunda; y por último el conductismo analítico que está basado en la tercera proposición.

El conductismo metodológico afirma que la psicología debería encargarse del comportamiento de los organismos (tanto humanos como el resto del reino animal) en vez de estados mentales. John Watson (1878-1958) fue uno de sus principales defensores de esta teoría.

El conductismo psicológico es una línea de investigación dentro de la psicología que pretende explicar el comportamiento humano y animal en función de estímulos físicos externos, respuestas, historiales de aprendizaje y reforzamiento. Entre los autores que trabajaron sobre el conductismo psicológico se encuentran Ivan Pavlov, Edward Thorndike, John Watson, y su principal exponente de esta disciplina, Burrhus Frederic Skinner con sus trabajos sobre horarios de reforzamiento.

Para aclarar un poco sobre el conductismo psicológico, considérese el siguiente ejemplo: un ratón privado de comida dentro de una cámara experimental. Si después de ejecutar un movimiento en particular, como presionar un pedal cuando una luz esté encendida, se le muestra comida, entonces la probabilidad de que el ratón presione el pedal nuevamente cuando tenga hambre y la luz esté encendida será mayor. En este caso, el acto de mostrar la comida es el refuerzo, la luz es el estímulo externo, la acción de presionar el pedal es la respuesta al estímulo y dichas asociaciones son el historial de aprendizaje.⁵

Y por último, el conductismo analítico (o lógico) es una teoría dentro de la filosofía acerca del significado de términos o conceptos mentales. Esta teoría afirma que la idea misma de un estado o condición mental es la idea de una disposición comportamental o una familia de tendencias comportamentales. Cuando por ejemplo se le atribuye una creencia a alguien, no se está diciendo que ese alguien está en un determinado estado mental, sino que esta persona está siendo caracterizada en función de lo que haga o pueda hacer en situaciones particulares o interacciones ambientales.⁶ Entre los autores que trabajaron sobre el conductismo analítico se encuentran Gilbert Ryle y Ludwig Wittgenstein.

Cognitismo: A diferencia del conductismo, que afirma que los comportamientos de la gente son simplemente respuestas ante estímulos externos y por tanto asigna al educando un rol pasivo en el aprendizaje, el cognitismo (o cognitivismo, como también se le llama) hace de los procesos mentales su principal objeto de estudio, y trata de descubrir y modelar estos procesos que ocurren en la mente del estudiante durante el proceso de aprendizaje. El conocimiento es visto como

⁵ Ibíd.

⁶ Ibíd.

construcciones simbólicas en la mente del individuo, y el aprendizaje es simplemente el proceso en el cual se generan o alteran dichas representaciones para ser posteriormente procesadas en la memoria. Para mayor claridad, se puede asumir que la mente humana es un computador, al cual le entra la información para luego ser procesada y producir así una salida (acciones realizadas por el individuo). Así entonces el estudiante cuenta con un rol más activo en el proceso de aprendizaje, ya que es él quien debe procesar la información que le llega.

Constructivismo: El constructivismo es una posición filosófica que ve al conocimiento como el producto de una experiencia mediada por su propio conocimiento previo y la experiencia de los demás. El constructivismo gira alrededor de dos preceptos:

- Los educandos construyen su conocimiento utilizando lo que ya sabían anteriormente. No hay ningún conocimiento que se genere “desde cero”. El conocimiento anterior determina qué conocimiento, bien sea nuevo o modificado, será construido a partir de nuevas experiencias de aprendizaje.
- El aprendizaje es más activo que pasivo. Los educandos confrontan su entendimiento a la luz de lo que encuentren en la nueva situación de aprendizaje. Si lo que encuentran no es consistente con su entendimiento actual, éste puede cambiar para acomodarse a esta nueva experiencia. Los estudiantes permanecen activos durante el proceso: aplican los entendimientos actuales, notan los elementos relevantes en las nuevas experiencias de aprendizaje, juzgan la

consistencia de tanto el conocimiento anterior como el emergente y, según este juicio, pueden modificarlo.⁷

4.2 SIGNIFICADO DE CURRÍCULO

Algunas definiciones de currículo aportadas por instituciones y personajes significativos en el contexto de la educación son las siguientes:

- “Currículo son todas las experiencias, actividades, materiales, métodos de enseñanza y otros medios empleados por el profesor o tenidos en cuenta por él, en el sentido de alcanzar los fines de la educación.”⁸
- “El curriculum es un eslabón que se sitúa entre la declaración de los principios generales y su traducción operativa, entre la teoría educativa y la práctica pedagógica, entre la planificación y la acción, entre lo que se prescribe y lo que realmente sucede en las aulas.”⁹
- “El currículo es una praxis antes que un objeto estático. Es una práctica de la función socializadora y cultural que tiene la institución. Es una práctica que se expresa en comportamientos prácticos y diversos ”¹⁰
- “El currículo es el proyecto formativo que se pretende llevar a cabo en una institución formativa, en este caso la Universidad. El currículo como proyecto

⁷ HOOVER, Wesley A. The Practice Implications of Constructivism. Southwest Educational Development Laboratory, SEDLetter Volume IX, Number 3 August 1996. [Citado 20 de enero de 2015]. Disponible en Internet: URL=<<http://www.sedl.org/pubs/sedletter/v09n03/practice.html>>.

⁸ UNESCO: Curriculum revision and research. [Base de datos en línea UNESCO Documents]. Educational studies and documents No. 28. París: UNESCO, 1958. [Citado 17 de Junio 2005]. Disponible en la página web <http://unesdoc.unesco.org/ulis/index.html>

⁹ COLL, Cesar. Psicología y Currículum. Barcelona: Ediciones Paidós, 1991. p.21

¹⁰ GIMENO SACRISTAN, Jose. El Currículum: Una reflexión sobre la práctica. Madrid: Morata, 1991.

formativo integra la idea que nos va a servir de punto de referencia, y que puede ser aplicada con facilidad a cualquiera de los niveles en que se desarrolla la actuación formativa de la Universidad: desde la elaboración de planes de estudio (como marco curricular institucional) hasta la programación que cada profesor hace de las asignaturas que imparte, pasando por todos aquellos planes anuales que pueden generarse en las diversas instancias intermedias (Facultades, Escuelas Superiores, Institutos universitarios, departamentos, etc.)”¹¹

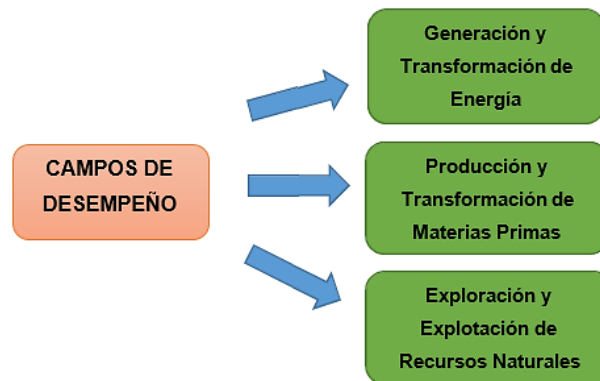
4.3 Caracterización del entorno externo. Las características del entorno externo donde se desempeñara el ingeniero mecánico de la UIS son una de las bases principales de la planeación curricular, debido a que delimitan, definen y orientan los propósitos para el diseño curricular de la asignatura Robótica.

Para el diseño curricular basado en competencias es indispensable plantear la asignatura de modo que el estudiante no se dedique solamente a la adquisición del conocimiento, ya que la eficacia de este deriva del conjunto de diversos ámbitos como son actitudes y valores que le permiten al estudiante desempeñarse de una forma puntal, responsable, respetuosa y demás características que lo formen competitivo en el contexto laboral, social y familiar.

El Ingeniero Mecánico de la UIS se desempeñará en diferentes contextos (véase Figura 1) los cuales consisten en el contexto académico, social y laboral. Para tener un buen desempeño en todas estas áreas es indispensable describir la fundamentación de cada una de estos.

¹¹ ZABALZA, Miguel A. Competencias docentes del profesorado universitario. Calidad y Desarrollo profesional. Madrid: Narcea, 2003. p 21.

Figura 1. Campos de desempeño del ingeniero mecánico en el entorno laboral



Generación y Transformación de Energía: Proyectar, diseñar, construir, instalar, mantener, operar, seleccionar, investigar y administrar lo relacionado con elementos, equipos y sistemas de generación y transformación de energías convencionales y no convencionales.

Producción y Transformación de Materias Primas: Proyectar, diseñar, construir, instalar, mantener, operar, seleccionar, investigar y administrar los

elementos, equipos, sistemas de transporte, procesos, métodos de automatización y control.

Exploración y Explotación de Recursos Naturales: Proyectar, diseñar, construir, instalar, mantener, operar, seleccionar, investigar y administrar los elementos, equipos, sistemas y de explotación de suelo y subsuelo, transformación de productos primarios y labores del campo.

En el contexto académico con la formación de la UIS el Ingeniero mecánico adquiere un empeño y protagonismo en el desarrollo de las competencias que desarrolla durante el proceso de aprendizaje apropiándose de estas de una manera integral, con elevados valores éticos y morales, compromiso y sentido de lo práctico y lo económico, con capacidad de análisis y de síntesis, acompañadas de una actitud innovadora para tomar decisiones acertadas, capacitado para relacionarse y asumir posiciones de dirección, gestión y liderazgo dentro de la empresa y la sociedad. Adquiere la capacidad para reconocer y hacer reconocer las fortalezas y debilidades que posee para comunicarse en forma oral y en forma escrita. Es decir, para ponerse frente a la estructura formal de su lengua nativa y reconocerse para cambiar y perfeccionar lo que sea necesario.

Posee competencias sociales ya que sabe colaborar con otras personas de forma comunicativa y constructiva y muestra un comportamiento orientado al grupo y un entendimiento interpersonal. El estudiante adquiere destreza en los pilares básicos como la parte social obteniendo así una formación integral y especializada

alcanzando una profesionalidad de alto nivel de calidad. Logra una formación socio humanista como un eje transversal a lo largo del proceso educativo, integrando como un todo las posibilidades que brindan las ciencias sociales, naturales y exactas, así como las técnicas desde enfoques interdisciplinarios y a largo de todo el proceso de formación profesional.

4.4 Caracterización del entorno educativo. La responsabilidad de las instituciones educativas, consiste en ofrecer a los estudiantes las opciones pedagógicas y didácticas, con recursos institucionales, materiales y humanos de alta calidad, que les permitan alcanzar los logros propuestos y reconocerse a sí mismos en un proceso continuo de autovaloración basada en estándares de calidad.

La universidad cuenta con diversos ciclos de aprendizaje los cuales consisten en el ciclo básico, el básico profesional o intermedio y el ciclo profesional o específico. En el ciclo básico se proponen competencias cuya adquisición tiene un alto nivel de dificultad para los estudiantes, ya que están basadas en la interacción con la ciencia, en la apropiación del conocimiento científico y en la comprensión de los principios, las teorías y las leyes de las ciencias fácticas y formales, así como en la aplicación a la solución de problemas de aula. A pesar de todas las asignaturas, el aprendizaje de algunos logros solamente se consolida en los ciclos siguientes. En el ciclo básico profesional o intermedio o genérico se desarrollan las competencias académicas que propician la capacidad de aplicación de saberes en una forma genérica para varias profesiones. También se desarrollan otras de menor complejidad que pasan los límites hacia las competencias profesionales. En el ciclo profesional o específico se incluye el conjunto de conocimientos, destrezas y aptitudes cuya finalidad es la realización de actividades definidas y vinculadas a una determinada profesión. Aunque muchas

veces estas competencias siguen siendo comunes a varias profesiones, como las que se desarrollan en el ciclo intermedio o básico profesional, la diferencia está en los contenidos y el contexto que se manejan para desarrollarlas.

Por lo anterior, el contenido de la formación profesional se refiere al saber que debe construir una persona para ejercer adecuadamente su profesión, que abarca no sólo los conocimientos científicos alcanzados en los ciclos básicos y básico profesional de la formación universitaria, sino al saber y al saber hacer alcanzados en el ciclo profesional y al saber ser y saber convivir alcanzados a lo largo de todo el proceso educativo; una cultura profesional, como resultado de un tipo específico de formación humanística-científica-tecnológica. La cuestión no estriba en tener una gran cantidad de información, sino de alcanzar un aprendizaje significativo y en los principios y las concepciones que el estudiantes posea para comprender a la sociedad y, en ella, el lugar de su profesión para gestionar adecuadamente la ciencia y la tecnología. [5]. La Universidad Industrial de Santander tiene en cuenta las características planteadas anteriormente para desarrollar todos los currículos y asignaturas ofrecidas por la misma. Por lo que esta plantea en la misión y demás ámbitos todas las particularidades que el egresado obtiene con la adquisición de conocimientos durante el estudio de la carrera.

De acuerdo a lo planteado en la misión de la UIS, la universidad tiene como propósito la formación de personas de alta calidad ética, política y profesional; la generación y adecuación de conocimientos; la conservación y reinterpretación de

la cultura y la participación activa liderando procesos de cambio por el progreso y mejor calidad de vida de la comunidad. Orientan su misión los principios democráticos, la reflexión crítica, el ejercicio libre de la cátedra, el trabajo interdisciplinario y la relación con el mundo externo. Todas estas características planteadas en la misión generan que los estudiantes desarrollen las cualidades apropiadas para desempeñarse de una manera adecuada para su vida personal, laboral y demás ámbitos en los que se desarrolle.

Con la formación de la UIS el Ingeniero mecánico se forma profesionalmente de una manera integral, con elevados valores éticos y morales, con responsabilidad y sentido de lo práctico y lo económico, con capacidad de análisis y de síntesis, acompañadas de una actitud innovadora para tomar decisiones acertadas, capacitado para relacionarse y asumir posiciones de dirección, gestión y liderazgo dentro de la empresa y la sociedad. Se forma con criterio de autonomía para generar su propio pensamiento y desarrollar creatividad, consciente de la realidad política, social y económica del medio en que se desempeña, comprometido con la problemática nacional en la generación de las soluciones prácticas que requiere el país, dispuesto a enfrentarse y adaptarse hábilmente a situaciones nuevas involucrándose en el cambio con mentalidad de servicio. Consciente de la necesidad de conservar el medio ambiente y los recursos naturales. Todos estos aspectos conllevan a que el ingeniero mecánico se forme con cualidades claves para un desarrollo óptimo de su personalidad.

En el ámbito ocupacional el ingeniero mecánico está en capacidad de desempeñarse en actividades propias de su profesión como lo son:

- Diseñar, proyectar, construir, montar, mantener, controlar, administrar y evaluar equipos e instalaciones de funcionamiento mecánico en general, en los que intervienen: elementos mecánicos, fluidos y térmicos.
- Realizar investigaciones relacionadas con los diferentes campos de la Ingeniería Mecánica.
- Manejar las herramientas computacionales y hacer uso de la tecnología disponible en apoyo del desempeño profesional.
- Incursionar con facilidad en las tecnologías de punta derivadas de la informática, la electrónica, la telemática, la biotecnología y los procesos de automatización y control.
- Supervisar diferentes procesos de fabricación, producción y otros relacionados con el campo de la Ingeniería Mecánica.
- Asesorar técnicamente en la selección de equipos y maquinaria, materiales, procesos, montajes e instalaciones diversas.
- Administrar empresas industriales y participar en negociaciones sobre tecnología.
- Realizar actividades docentes tanto en el ámbito industrial (capacitación) como en el ámbito universitario.

El ingeniero mecánico de la UIS además de formarse personal y ocupacionalmente también posee una sólida formación básica, con buena capacidad de análisis, síntesis y flexibilidad para aceptar el cambio, que le facilita la posibilidad de adquirir y asimilar conocimientos nuevos para actualizarse

científica y tecnológicamente con posterioridad a la terminación de sus estudios en la Universidad, permitiéndole estar al día en lo que respecta a nuevos conocimientos sobre materiales, procesos, desarrollo eléctrico y electrónico, nuevas tecnologías como la telemática, la informática, la biotecnología y las que de ella se deriven. Es capaz de familiarizarse con las tendencias de la economía en general y los cambios sociales y políticos.

4.5 Descripción de la bibliografía básica del curso. A continuación se muestra una descripción básica de los temas tratados en los libros relacionados con la asignatura.

SIEGWART, Roland y NOURBAKHS, Illah. Introduction autonomous mobile robots. London: A Bradford Book, 2004. 321 p.

Este libro presenta una introducción a los fundamentos de la robótica móvil abarcando temas como locomoción, cinemática y localización en los robots móviles, entre otros. Permite que el estudiante adquiera los conocimientos básicos y las herramientas analíticas para evaluar robots móviles y artefactos vistos durante su carrera.

CARRILLO, Daniel; AMAYA, Gary. y NIÑO, Jonathan. Seminario de investigación en robótica móvil autónoma. Trabajo de grado Ingeniería Mecánica. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico mecánicas. 2013. 655 p.

Este documento contiene las bases del estudio de la locomoción, cinemática, dinámica, percepción, localización y navegación de los robots móviles, temas necesario para el conocimiento de la robótica móvil autónoma la cual se encarga de estudiar y desarrollar robots capaces de desplazarse y actuar sin intervención humana, esta ha evolucionado enormemente con el paso del tiempo permitiéndole al ser humano alcanzar lugares o hacer labores que son difíciles o imposibles para él, tales como la desactivación de bombas, la vigilancia aérea, la exploración marítima y la exploración espacial

REYES, Fernando. Robótica control de robots manipuladores. México: Alfaomega Grupo editor, S.A, 2011. 592 p.

El libro presenta los fundamentos de la robótica, modelado y control de robots manipuladores, y los tópicos selectos sobre control de fuerza/impedancia, robótica móvil, visual servoing, robótica industrial e inteligencia artificial.

OLLERO, Anibal. Robotica manipuladores y robots móviles. Barcelona: Alfaomega, 2001. 447 p.

En este libro se ha adoptado como un objetivo básico la consideración tanto de robots manipuladores como de robots móviles. Otro aspecto es suministrar herramientas para la comprensión de los conceptos y métodos que se presentan. Incluye ejemplos utilizando la herramienta MATLAB. El texto puede considerarse

dividido en cuatro partes. La primera de ellas consiste de dos capítulos. El primero introduce nociones básicas sobre robótica y el segundo describe la morfología de los robots, incluyendo robots manipuladores como robots móviles. La segunda parte del libro se dedica al modelado de los robots, estando formada por los capítulos 3, 4, y 5. El capítulo 3 expone nociones básicas sobre sistemas de representación y las transformaciones entre ellos. Los capítulos 4 y 5 son específicos de modelado. El capítulo 4 considera modelos cinemáticos tanto de robots manipuladores como de robots móviles, entre otros.

4.6 DISEÑO CURRICULAR

El diseño curricular es el desarrollo, que se obtiene como resultado del currículo y el cual es un esquema que representa el conjunto de acciones que ayudan como pauta para formar el buscado currículo.

Esta conceptualización no es única, existen diferentes acercamientos a la definición de diseño curricular dados por múltiples autores:

“el diseño curricular implica especificar una estructura de objetivos de aprendizaje buscados”, Jonson (1970) o Gagné (1967).

“el diseño curricular exige la identificación de los elementos del currículum, sus relaciones, los principios de organización y las condiciones administrativas necesarias para implantarlo”, Hilda Taba (1976).

“el diseño curricular tiene que ver con la operación de darle forma a la práctica de la enseñanza. Desde una óptica procesual, el diseño agrupa una acumulación de decisiones que dan forma al currículum y a la acción misma, es el puente entre la intención y la acción, entre la teoría y la práctica”, Gimeno Sacristán (1992).

“el diseño curricular es un proceso complejo de elaboración y desarrollo cuyo producto es el currículo”¹², Rafael Flórez Ochoa.

4.7 PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL DISEÑO CURRICULAR

4.7.1 Refefentes metodológicos. La estructuración de la metodología aplicada en la construcción de una propuesta toma como referencia el análisis funcional, el cual es uno de los métodos más conocidos y utilizados para la elaboración de las normas de competencias en el contexto laboral. En esta propuesta se realiza una adaptación del análisis funcional, con el propósito de implementar su filosofía para la estructuración de los currículos de formación bajo la visión de competencias. A continuación, se presenta una breve descripción sobre esta metodología y los lineamientos utilizados para la construcción de esta propuesta.

¹² FLÓREZ OCHOA, Rafael. Evaluación pedagógica y cognición. Santafé de Bogotá, D.C.,: Mc Graw Hill Interamericana S.A., 1999. p.83

4.7.2 Análisis funcional. El análisis funcional es una metodología de investigación que permite identificar, luego de desarrollar una serie de etapas, las competencias inherentes al ejercicio de una función productiva. La base del análisis funcional es la identificación de las funciones productivas que se llevan a cabo en un sector, área y/o empresa mediante el desglose o desagregación y el ordenamiento lógico. Generalmente, la relación del análisis funcional con el proceso de formación está dada por el sustento que este provee para la elaboración de las normas. Sin embargo, se han generado diferentes propuestas para aplicar el análisis funcional en el diseño curricular de cursos de formación en competencias o basados en ellas.

4.7.2.1 En el ámbito laboral. El análisis funcional es una metodología de investigación que permite identificar, luego de desarrollar una serie de etapas, las competencias inherentes al ejercicio de una función productiva. Tal función puede estar relacionada con un área de desempeño, una ocupación, una empresa, un grupo de empresas o todo un sector de la producción y/o de los servicios. El análisis funcional es de amplia utilización en países que cuentan con sistemas de certificación de competencias basados en normas de competencia.

La base del análisis funcional es la identificación de las funciones productivas que se llevan a cabo en una empresa o en un conjunto representativo de ellas, mediante el desglose o desagregación y el ordenamiento lógico.

4.7.2.2 En el ámbito académico. Generalmente, la literatura recomienda a la metodología de análisis funcional como una herramienta para la identificación de competencias en el ámbito laboral, y su relación con el proceso de formación está dada por el sustento que provee para la elaboración de las normas. Sin embargo, se han generado diferentes propuestas para aplicar el análisis funcional en el diseño curricular de cursos de formación en competencias o basados en ellas.

En la presente propuesta se plantea la aplicación de algunos principios de la metodología de análisis funcional, para la elaboración de una propuesta metodológica de diseño curricular bajo una visión de competencias en la asignatura de Robótica, partiendo de sus contenidos temáticos.

4.7.2.3 Principios del análisis funcional¹³. A continuación, se realiza una descripción de los principios metodológicos del análisis funcional desde la visión de la futura implementación que se hace en el contexto de la formación profesional.

- El análisis funcional se aplica de lo general a lo particular

¹³ RAMÍREZ, Dorys y VERJEL, Dania. Diseño y elaboración de la estructura curricular para la asignatura tratamiento de señales bajo una visión de competencias y estudio de adaptación a una plataforma e-learning. Trabajo de grado ingeniero electrónico. Bucaramanga: Universidad industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico mecánicas. 2005. 162 p.

Desde la perspectiva de los programas de formación la implementación de lo general a lo particular en la estructuración de una asignatura, se realiza tomando los contenidos temáticos generales para consolidar un esquema estructural de la materia que permitirá delimitar, desde la visión académica, la secuencialidad con la que se desarrollara la actividad pedagógica y el proceso de formación. Esta estructura esquemática es desagregada a través del establecimiento de contenidos particulares que soportan el contenido general identificado, evitando la repetición de los contenidos en la estructuración esquemática. Es importante aclarar que estos contenidos temáticos son fácilmente identificados, pues se soportan en los contenidos descritos por la literatura y/o los definidos por los expertos docentes o por expertos pedagogos en la materia. Para ello los contenidos temáticos se identifican con un nombre específico.

- El análisis funcional debe identificar funciones delimitadas separándolas de un contexto específico.

La identificación de funciones desde la perspectiva de los programas de formación bajo la visión de las competencias, implica la descripción de los contenidos, que para este caso específico, hace referencia a tres tipos de contenidos: conceptuales, procedimentales y actitudinales. La planeación curricular describirá estos tipos de contenidos para cada actividad de enseñanza-aprendizaje. Los contenidos definidos para la asignatura deben tener un principio y un final con el propósito de denotar un alcance preciso. De igual manera deberán desglosarse hasta obtener contenidos individuales que serán adquiridos por los estudiantes de manera fácil y concreta. Por último deberán describirse los contenidos a través de una estructura gramatical uniforme constituida por: *Verbo + Objeto+ Complemento*.

- El desglose en el análisis funcional se realiza con base en la relación causa-consecuencia.

Al realizar la desagregación de los contenidos temáticos resulta útil identificar la correlación temática de un contenido general con uno o más contenidos temáticos particulares que soportarán la descripción del primero dentro de la secuencialidad que se espera esquematizar. La desagregación se soportará bajo la visión de una relación causa-consecuencia que sustentará la desagregación de un contenido temático general en la sumatoria equivalente de contenidos temáticos particulares¹⁴.

4.7.2.4 Características y recomendaciones de aplicación del análisis funcional. En la tabla 1 se presentan en compendio las características fundamentales junto con las recomendaciones propias del análisis funcional que atañen al desarrollo y aplicación de la metodología de diseño curricular de la propuesta.

Tabla 1. Características y recomendaciones del análisis funcional

De lo general a lo particular	Partir de los contenidos generales	Delimitar mediante el análisis y establecimiento de los contenidos el área de estudio de la asignatura
	Mantener la relación causa-consecuencia	Los conceptos desglosados y clasificados en conceptuales, procedimentales y actitudinales deben en conjunto proveer las herramientas para el cumplimiento de los propósitos y actividades de la

¹⁴ RAMÍREZ, Dorys y VERJEL, Dania. Diseño y elaboración de la estructura curricular para la asignatura tratamiento de señales bajo una visión de competencias y estudio de adaptación a una plataforma e-learning. Trabajo de grado ingeniero electrónico. Bucaramanga: Universidad industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico mecánicas. 2005. 162 p.

	Desglosar hasta lograr los contenidos de realización individual	El proceso de desglose o desagregación del contenido concluye cuando se identifican y enuncian competencias que puedan ser ejecutadas por un individuo y/o estudiante.
Enunciar contenidos discretos	Cada contenido tiene un comienzo y un fin, incluyendo en su descripción un alcance preciso	El enunciado del contenido permite delimitar el comienzo y final de la acción de dicho contenido y el resultado que pretende, proveyendo así las bases de las evidencias a recolectar para corroborar el aprendizaje.
	Los contenidos generales y/o desglosados parecen solo una vez	Los desgloses deben ser excluyentes entre sí. Si en el proceso de desagregación se repite algún contenido, es necesario analizar si no corresponde realmente a un contenido más general de lo que se planteó inicialmente.
	Describir las acciones de aprendizaje del estudiante	En la identificación de los saberes debe establecerse las acciones de aprendizaje del estudiante que permitan la adquisición de las concepciones de la asignatura y la evaluación
Utilizar una estructura gramatical uniforme	Los saberes y/o contenidos se enuncian bajo la estructura Verbo + Objeto + Condición	La normalización de la redacción permite mantener la consistencia en los enunciados y facilita la asociación y agrupamiento de los saberes y contenidos a lo largo del diseño curricular.
	El verbo debe ser "activo", con enfoque en la evaluación del estudiante	En lo posible debe usarse un solo verbo. El verbo es una acción real, medible y evaluable en términos de los resultados de aprendizaje que se buscan en el estudiante.
	El objeto es aquello sobre lo cual ocurre la acción de aprendizaje	El objeto especifica sobre qué contenido se realizará el Utilizar una estructura gramatical uniforme enfoque del verbo.

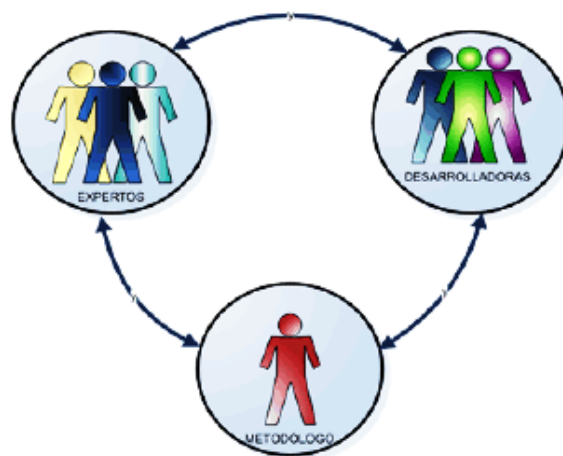
	<p>La condición debe ser evaluable y debe evitar el uso de calificativos y condiciones irreales</p>	<p>La condición debe estar directamente relacionada con el objeto, expresando parámetros o criterios contra los cuales se pueda comparar el resultado del aprendizaje. La condición define el alcance, la restricción y los límites para evaluar el aprendizaje del contenido.</p> <p>Se debe evitar incluir en la condición calificativos como “adecuado”, “correcto”, “óptimo”, “completo”, “preciso”, etc., porque dificultan una evaluación objetiva.</p>
<p>Evitar el análisis excesivo de una palabra o frase</p>		<p>Tener dificultades en el manejo del lenguaje es una situación general en el desarrollo del análisis funcional. Evitar la discusión exhaustiva en palabras determinadas permite un mejor desarrollo metodológico.</p>
<p>Evitar las discusiones pedagógicas y políticas</p>		<p>En la aplicación de la metodología es frecuente que se planteen discusiones sobre aspectos de diferentes índoles y que conciernen o tocan el proceso educativo. Es importante escuchar estas inquietudes y tenerlas en cuenta si lo ameritan, pero no debe dedicarse tiempo a discutir las sin sentido, ya que pueden alejar al equipo de desarrollo del camino metodológico.</p>

Fuente: GIRALDO PICÓN, Wilson. Normas de competencia Laboral: Desarrollo Metodológico de las titulaciones elaboradas por el personal técnico de Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P. y adaptación del modelo de evaluación por competencias, citado por VERJEL ARENAS, Dania Rubiela et al. Propuesta Metodológica para el Diseño Curricular bajo la Visión de Competencias. Trabajo de grado ingeniero electrónico. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones, 2005. p. 8-9.

4.7.2.5 Metodología del equipo de trabajo. La metodología utilizada en la elaboración de esta propuesta curricular es una adaptación de algunos principios del análisis funcional al entorno académico. Con el fin de desarrollar un proceso consecuente con esta metodología, se conforma un equipo de trabajo integrado por los siguientes actores (véase Figura 2):

- Metodólogo: quien conoce y maneja los principios metodológicos del análisis funcional.
- Grupo de expertos: Integrado por los docentes expertos en la asignatura.
- Grupo de desarrolladoras (es): Conocedoras (es) de los principios de la metodología y de la asignatura en estudio.

Figura 2. Metodología del equipo de trabajo



Fuente: RAMÍREZ, Dorys y VERJEL, Dania. Diseño y elaboración de la estructura curricular para la asignatura tratamiento de señales bajo una visión de competencias y estudio de adaptación a una plataforma

Luego de conformar este equipo de trabajo se da inicio a la realización de cada una de las etapas de la propuesta siguiendo la mecánica descrita a continuación:

- Los desarrolladores elaboran los productos asociados a cada una de las etapas tomando como referente el marco teórico y los principios metodológicos de la propuesta establecidos con anterioridad.
- En reunión con los desarrolladores, el metodólogo realiza una revisión de estos productos para verificar la correcta aplicación de estos principios en el desarrollo de cada fase y realizar las apreciaciones relacionadas con los aspectos por mejorar y/o los factores positivos del producto. Esto con el objetivo de presentar, a los expertos de la asignatura, un producto ajustado a los principios metodológicos.
- Los desarrolladores ajustan la propuesta según las recomendaciones sugeridas por el metodólogo para luego llevar a cabo otra revisión por parte del mismo.
- Después de esta validación, los expertos de la asignatura, en reunión con las desarrolladoras, estudian el producto aplicando su criterio como docentes de la asignatura.
- Los desarrolladores ajustan la propuesta según las recomendaciones sugeridas por los expertos para luego llevar a cabo otra revisión con los mismos.

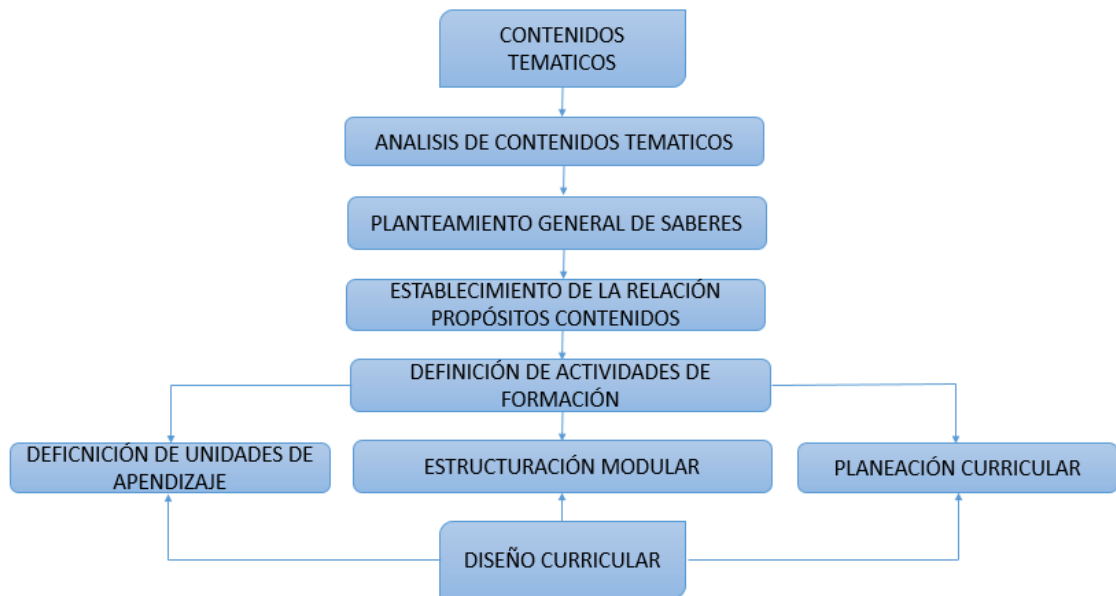
Lo anterior corresponde a un proceso cíclico puesto que se realiza, tantas veces como sea necesario, hasta obtener una versión del producto acorde con el enfoque deseado por los expertos en la asignatura y con el objetivo de la propuesta que se está desarrollando.¹⁵

4.8 ETAPAS DE DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

Las etapas de desarrollo (véase Figura 3) de la metodología se describen a continuación:

Figura 3. Etapas de desarrollo de la metodología

¹⁵ RAMÍREZ, Dorys y VERJEL, Dania. Diseño y elaboración de la estructura curricular para la asignatura tratamiento de señales bajo una visión de competencias y estudio de adaptación a una plataforma e-learning. Bucaramanga: Universidad industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico mecánicas. 2005. 162 p.



Fuente: CABRERA, Kary y GONZALEZ, Luis. Currículo universitario basado en competencias. Bogotá D.C.: Ediciones Uninorte, 2006. p. 351.

4.8.1 Análisis de contenidos temáticos. En esta fase se parte del programa planteado por los expertos y de los recursos bibliográficos disponibles para la asignatura Robótica y discretas para elaborar la estructura temática de la asignatura, es decir la organización de los contenidos temáticos en forma secuencial, mediante la agrupación de temáticas.

En la estructuración de la asignatura se aplicaron los siguientes principios del análisis funcional:

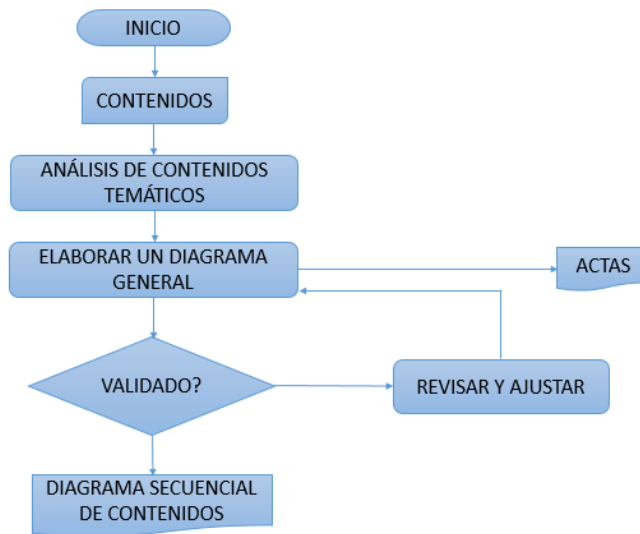
- Partir de lo general hacia lo particular.
- Delimitar el entorno, en este caso la asignatura Robótica.
- Mantener una relación causa-consecuencia.
- Evitar la redundancia de contenidos temáticos.

- Mantener una secuencia lógica y clasificar los contenidos temáticos en básicos, genéricos y específicos.
- Agrupar y estructurar los contenidos de acuerdo a su clasificación en básicos, genéricos y específicos. Esta clasificación de los contenidos también se realiza para los saberes y actividades, las cuales se expondrán posteriormente.

El resultado de esta etapa es el diagrama secuencial de contenidos el cual es elaborado mediante el trabajo mutuo entre desarrolladoras, metodólogo y expertos de la asignatura. En la Figura 4 se visualiza el flujograma que representa el procedimiento seguido para la obtención del diagrama secuencial de contenidos temáticos.¹⁶

Figura 4. Análisis de contenidos temáticos

¹⁶ RAMÍREZ, Dorys y VERJEL, Dania. Diseño y elaboración de la estructura curricular para la asignatura tratamiento de señales bajo una visión de competencias y estudio de adaptación a una plataforma e-learning. Trabajo de grado ingeniero electrónico. Bucaramanga: Universidad industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico mecánicas. 2005. 162 p.



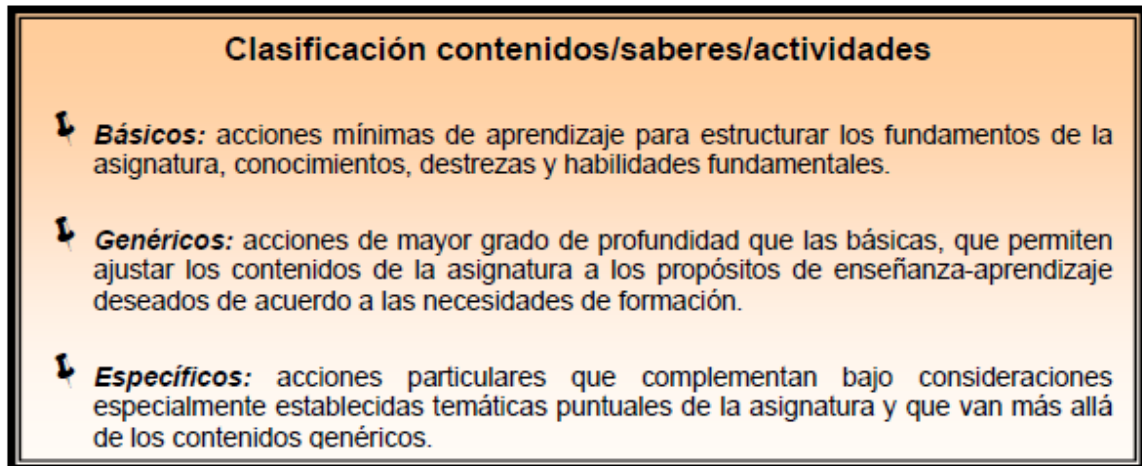
Fuente: CABRERA, Kary y GONZALEZ, Luis. Currículo universitario basado en competencias. Bogotá D.C.: Ediciones Uninorte, 2006. p. 351.

El diagrama secuencial de contenidos se caracteriza por mostrar gráficamente el entorno temático delimitado para la asignatura, identificar los temas que puedan ser desarrollados en forma paralela y aquellos que deben seguir una secuencia lógica.

También agrupa en bloques aquellas temáticas que están caracterizadas por contenidos generales, con lo cual se evita redundancia en el contenido. Este diagrama enmarca el entorno de la asignatura sobre la cual se va a desarrollar la propuesta, por lo tanto constituye un elemento de soporte fundamental para el desarrollo de las demás fases.

En la estructuración de la asignatura se aplican los siguientes principios del análisis funcional como se puede ver en la Figura 5:

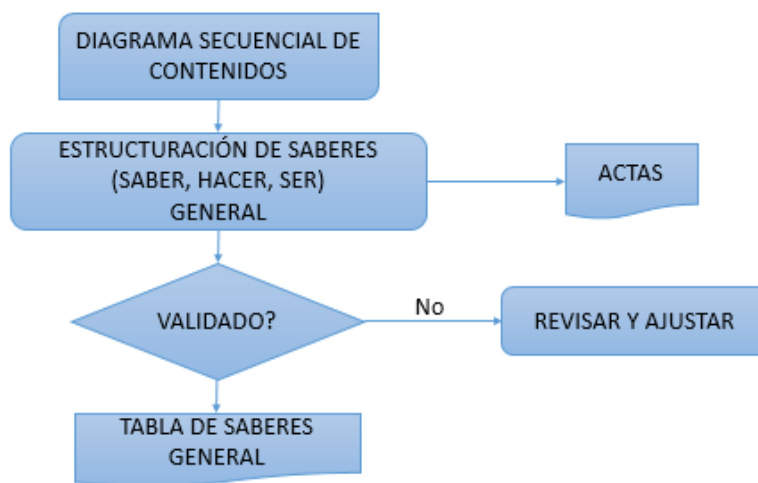
Figura 5. Clasificación contenidos



Fuente: ESTRADA, Lilia. Elaboración y documentación de una propuesta de diseño curricular bajo la visión de competencias para la asignatura mediciones eléctricas y estudio de su implementación en una plataforma e-learning. Trabajo de grado ingeniero electrónico. Bucaramanga: Universidad industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico mecánicas. 2005. p. 101.

4.8.2 Planteamiento de los saberes. El planteamiento de los saberes (véase Figura 6) se lleva a cabo a partir del diagrama secuencial de contenidos. El proceso que se realiza es la desagregación de los contenidos temáticos en contenidos conceptuales y procedimentales. En este trabajo se elabora una propuesta preliminar de las actitudes (ser) necesarias para favorecer y motivar que el estudiante adquiera, durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, las capacidades y desempeños deseados en el desarrollo de la asignatura.

Figura 6. Planteamiento general de saberes



Fuente: CABRERA, Kary y GONZALEZ, Luis. Currículo universitario basado en competencias. Bogotá D.C.: Ediciones Uninorte, 2006. p. 351.

Los saberes son acciones puntuales de aprendizaje que se esperan desarrollar en el estudiante y son de tres tipos, el saber, que se refiere a hechos, teorías y principios del conocimiento, el saber hacer, donde están los procedimientos, técnicas, métodos, habilidades y destrezas que desarrolla el estudiante y el saber ser, que concierne a las actitudes y valores. Esta clasificación es análoga a la dada en contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, respectivamente.

❖ Propósitos

- Desagregar los contenidos generales en contenidos y/o saberes individuales realizables por un estudiante.
- Clasificar los saberes en saber y saber hacer.
- Construir una propuesta del saber ser teniendo en cuenta las actitudes que apoyen el proceso de enseñanza-aprendizaje dado en la asignatura.

- Identificar las competencias individuales a desarrollar en la asignatura.
- ❖ Principios metodológicos aplicados
 - Partir de lo general a lo particular.
 - Mantener la relación causa-consecuencia entre saberes.
 - Evitar la redundancia o repetición de saberes.
 - Estructurar los saberes de acuerdo a su clasificación en básicos, genéricos y específicos.
 - Describir las contribuciones individuales del estudiante.
 - Emplear una estructura gramatical uniforme.
 - Uso de verbos activos (medibles, reales y evaluables)
- ❖ Resultado

La tabla de saberes (véase Figura 7) surge de la desagregación de los contenidos generales, su posterior clasificación y secuenciación. Las siguientes son características de la tabla de los saberes que la conforman:

- La tabla muestra en forma ordenada la clasificación de los saberes
- Los saberes describen las acciones específicas de aprendizaje que desarrollará el estudiante y son los ejes rectores que guían al docente respecto a los resultados que busca el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- El saber y el saber hacer se relacionan verticalmente en forma secuencial, y jerárquica en algunos casos; y se establece su relación causa-consecuencia de forma horizontal.
- Los saberes se enuncian de acuerdo a una estructura gramatical uniforme que consta de verbo+objeto+condición.

Figura 7. Guía tabla saberes

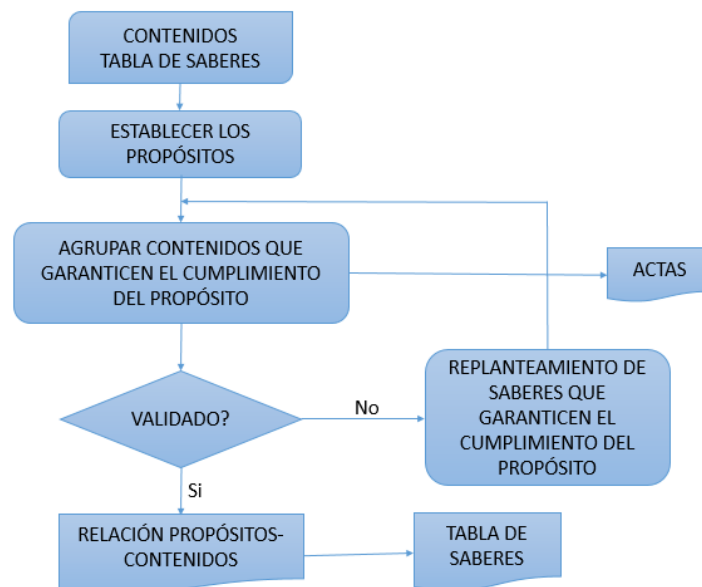
SABER	HACER	SER
CONTENIDO GENERAL		Desarrollo personal
1. Definir.....	a. Nombrar.....(1)	• Tomar y ejecutar.....
2. Describir.....	b. Discernir.....(1,2)	• Argumentar.....
3. Interpretar.....	c. Relacionar.....(2,3)	
Causa-consecuencia →		↓ Secuenciación

Fuente: ESTRADA, Lilia. Elaboración y documentación de una propuesta de diseño curricular bajo la visión de competencias para la asignatura mediciones eléctricas y estudio de su implementación en una plataforma e-learning. Trabajo de grado ingeniero electrónico. Bucaramanga: Universidad industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico mecánicas. 2005. p. 103.

Los verbos de cada saber enunciados son medibles, reales y evaluables, representan acciones concretas de aprendizaje y permiten establecer más fácilmente evidencias e indicadores de evaluación. En esta propuesta la elección de los verbos se apoya en la taxonomía de Bloom quien define seis niveles de conocimiento (véase el Anexo A).

4.8.3 Establecimiento de la relación propósitos-contenidos. Esta etapa (véase Figura 8) se realiza luego de haber definido los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales para la asignatura, y de agrupar éstos en la tabla general de saberes. Se establece una relación entre los contenidos (manteniendo una relación causa-consecuencia) asociando a los contenidos procedimentales aquellos contenidos conceptuales que garanticen el logro de éstos. Luego de tener relacionados los contenidos, se procede a la definición y elaboración de los propósitos asociados a cada grupo de contenidos planteados.

Figura 8. Establecimiento de la relación propósitos contenidos



Fuente: CABRERA, Kary y GONZALEZ, Luis. Currículo universitario basado en competencias. Bogotá D.C.: Ediciones Uninorte, 2006. p. 351.

En esta etapa se analizan las relaciones de afinidad entre saberes para realizar agrupaciones a las cuales corresponderá un propósito que también deberá enunciarse, a su vez se definen los contenidos temáticos particulares que

involucran el desarrollo de los diferentes saberes de las agrupaciones realizadas. De estos elementos se obtiene una relación horizontal donde se enumeran los propósitos de la asignatura junto con los saberes y haceres asociados y a su vez se evidencia la relación causa-consecuencia entre saberes y haceres. Si la relación se visualiza verticalmente se obtiene la secuencia respectiva en la que deberán abordarse los contenidos en el desarrollo de la asignatura, secuencia que rige tanto para los propósitos como para los saberes. El principio básico a tener en cuenta para la generación de la relación propósitos-contenidos es que la conjugación de los saberes asociados a cada propósito permita su alcance en toda la extensión que se define en él. En el establecimiento de las relaciones mencionadas pueden presentarse ajustes o replanteamientos de saberes y haceres que deberán realimentarse a la tabla de saberes desarrollada en la etapa anterior, generando de esta forma una nueva versión de la tabla.

❖ Propósitos

- Establecer la causa-consecuencia entre los diferentes saberes.
- Enunciar los propósitos de la asignatura.
- Relacionar los propósitos con los saberes necesarios para su cumplimiento.
- Analizar y plasmar las relaciones de causa-consecuencia entre propósitos y saberes y a su vez entre saber y saber hacer.
- Mostrar la secuencialidad de los propósitos y los saberes de la asignatura.
- Replantear o ajustar los saberes según las necesidades planteadas por las relaciones establecidas.

Los propósitos de la asignatura son el primer elemento del currículo y establecen el para qué del proceso de enseñanza-aprendizaje, y presentan las siguientes características:

- Establecen claramente la situación de aprendizaje que se desea lograr.
- Siguen la estructura gramatical uniforme dada por los principios metodológicos, junto con la recomendación de emplear verbos “activos”.
- Engloban los saberes asociados para su cumplimiento.

La relación propósitos-contenidos (véase Figura 9) es un formato de presentación de los diferentes análisis realizados en la presente etapa y muestra la relación vertical de secuencialidad de propósitos y saberes, la relación horizontal de causa-consecuencia entre propósitos y saberes y a su vez la relación existente entre el saber y el saber hacer.

Figura 9. Guía tabla establecimiento relación propósitos contenidos

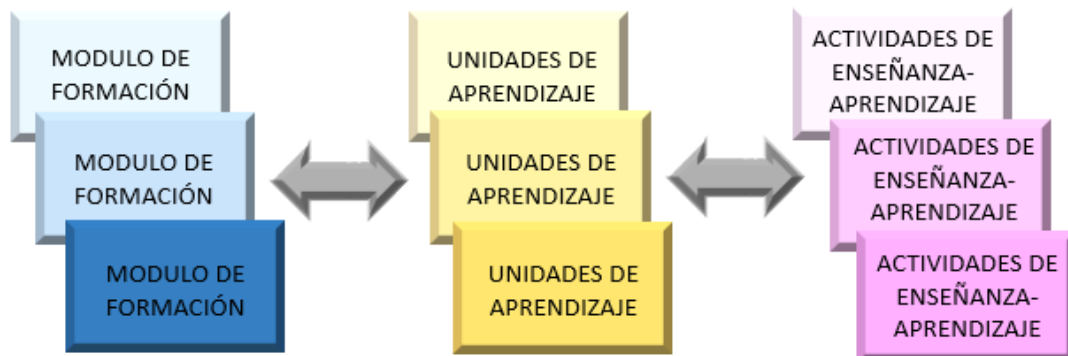
PROPÓSITOS	CONTENIDOS TEMÁTICOS	SABER	HACER
Identificar.....	Tema..... Tema.....	4. Definir..... 5. Definir.....	d. Nombrar.....(1) e. Discernir.....(2) f. Relacionar.....(2)
Examinar.....	Tema..... Tema.....	1. Precisar..... 2. Establecer.....	a. Mencionar.....(1)

Diagram illustrating the relationship between Propósitos, Contenidos Temáticos, Saber, and Hacer. The table shows a vertical sequence of items. A blue arrow labeled 'Secuenciación' points downwards from the top row to the bottom row in the 'PROPÓSITOS' and 'SABER' columns. Another blue arrow labeled 'Causa-consecuencia' points from the 'SABER' column to the 'HACER' column, indicating a causal relationship between the two.

Fuente: ESTRADA, Lilia. Elaboración y documentación de una propuesta de diseño curricular bajo la visión de competencias para la asignatura mediciones eléctricas y estudio de su implementación en una plataforma e-learning. Trabajo de grado ingeniero electrónico. Bucaramanga: Universidad industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico mecánicas. 2005. p. 106.

4.8.4 Estructuración modular. Una vez los propósitos de la asignatura y todos los contenidos relacionados se encuentran establecidos, a continuación se realizan una serie de agrupaciones de dichos propósitos y por lo tanto de los contenidos que permiten estructurar la asignatura en bloques de procesos de enseñanza-aprendizaje cuya complejidad aumenta de acuerdo al nivel de jerarquía. En esta propuesta los niveles de estructuración son tres: actividades de enseñanza-aprendizaje, unidades de aprendizaje y módulos de formación. En la tabla 2 se mencionan las definiciones de los tres niveles de estructuración, junto con las clasificaciones correspondientes para las actividades y las unidades; y en la figura 10 se evidencia la relación entre los diferentes niveles.

Figura 10. Relación entre los niveles de estructuración



Fuente: ESTRADA, Lilia. Elaboración y documentación de una propuesta de diseño curricular bajo la visión de competencias para la asignatura mediciones eléctricas y estudio de su implementación en una plataforma e-learning. Trabajo de grado ingeniero electrónico. Bucaramanga: Universidad industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico mecánicas. 2005. p. 107.

❖ Propósitos

- Agrupar los diferentes propósitos en estructuras modulares.
- Enunciar e identificar las actividades de enseñanza-aprendizaje que desarrollará el estudiante en forma individual.
- Identificar las unidades de aprendizaje de la asignatura.
- Identificar los módulos de formación de la asignatura.
- Mantener la relación causa-consecuencia entre las diferentes agrupaciones de la estructura modular: módulos-unidades-actividades-propósitos y saberes.

❖ Principios metodológicos aplicados

- Mantener la relación causa-consecuencia entre las diferentes estructuras: módulos, unidades y actividades.
- Secuenciar las actividades, unidades y módulos de acuerdo a sus clasificaciones.
- Emplear una estructura gramatical uniforme en la enunciación de las actividades de enseñanza-aprendizaje y las unidades de aprendizaje.
- Uso de verbos activos (medibles, reales y evaluables).
- El nivel de mayor jerarquía en la estructura modular debe englobar la totalidad de los niveles de menor jerarquía asociados al mismo e igualmente los niveles menores deben en su conjunto proveer las herramientas para cumplir con el nivel de mayor jerarquía.¹⁷

¹⁷ ESTRADA, Lilia. Elaboración y documentación de una propuesta de diseño curricular bajo la visión de competencias para la asignatura mediciones eléctricas y estudio de su implementación en una plataforma e-learning. Trabajo de grado ingeniero electrónico. Bucaramanga: Universidad industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico mecánicas. 2005. 413 p.

4.8.4.1 Identificación de las actividades de formación. Las actividades de formación (véase Figura 11) son los elementos fundamentales del diseño curricular. Objetivo de esta propuesta, puesto que es a partir de estas que se constituyen las unidades de aprendizaje que dan origen a la estructura modular de la asignatura.

Las actividades de formación corresponden a las actividades que el estudiante debe estar en capacidad de desarrollar de manera individual durante su proceso de formación en la asignatura. El éxito de dichas actividades depende del cumplimiento de uno o varios propósitos de la asignatura en estudio. De ahí la importancia de definir para cada actividad una planeación curricular (etapa que se describirá más adelante) en la que se describa el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje incluyendo los contenidos, las estrategias de enseñanza, las técnicas de enseñanza, los criterios, las técnicas de evaluación, las evidencias, los recursos y la duración, con el fin de definir las condiciones en las cuales se va a desarrollar la actividad de formación.

Una actividad de formación es el resultado de agrupar los saberes de la asignatura con el fin de identificar los desempeños individuales que el estudiante estará en capacidad de demostrar durante su proceso de formación.

Figura 11. Actividades de formación



La identificación de actividades se realiza aplicando los siguientes principios del análisis funcional:

- Mantener una relación causa-consecuencia
- Presentar una estructura gramatical uniforme
- Utilizar verbos activos (reales, medibles y evaluables)

El proceso de definición de las actividades de formación se realiza siguiendo la mecánica ya descrita para el equipo de trabajo. Los desarrolladores deben tener presente las siguientes recomendaciones:

- Las actividades de formación como ya se definió son agrupaciones de propósitos, sin perder el referente de los contenidos temáticos particulares relacionados y los saberes involucrados. Para realizar esta agrupación se tienen en cuenta las diferentes afinidades posibles entre propósitos, algunos tipos de afinidades se enumeran a continuación, sin embargo es el equipo de trabajo el que finalmente establece la razón por la cual realiza cada una de las agrupaciones.

Tabla 2. Estructuración modular

ESTRUCTURACION MODULAR	
➤	<p>ACTIVIDADES DE FORMACION: Son conjuntos de propósitos en torno a un contenido general que pueden ser realizadas de forma individual por un estudiante en su proceso de formación. Son el primer nivel de la estructura modular. Se pueden clasificar de igual forma que los saberes y los contenidos, en básicas, genéricas y específicas.</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Actividades básicas: Actividades pedagógicas mínimas para la estructuración de los conocimientos, destrezas, habilidades y valores.▪ Actividades genéricas: Actividades que representan el hacer, el saber y el ser para cumplir con los requerimientos de formación▪ Actividades específicas: actividades particulares que complementan el referente [de contenidos] “
➤	<p>Unidades de aprendizaje: son conjuntos de actividades de orientación semejante ya sea de tipo temático, pedagógico, tecnológico, cronológico, entre otras. Las unidades de aprendizaje pueden clasificarse en:</p> <ul style="list-style-type: none">○ Unidades obligatorias: comprenden diferentes actividades básicas que presentan cierta afinidad y definen la base de la asignatura.○ Unidades opcionales: conjunto de actividades genéricas que forman el enfoque dado a la asignatura dentro del área de estudio en la que se encuentra.○ Unidades adicionales: formadas por actividades específicas profundizan el enfoque de la asignatura.
➤	<p>Módulos de formación: son conjuntos de unidades de aprendizaje y son el último nivel de agrupación de la estructura. Son independientes entre sí igual que las unidades que lo conforman. Son elementos que reúnen los conceptos, procedimientos, capacidades y habilidades que deben desarrollarse alrededor de una situación temática. Igual que las actividades pueden clasificarse en básicos, genéricos y específicos.</p>

Fuente: ESTRADA, Lilia. Elaboración y documentación de una propuesta de diseño curricular bajo la visión de competencias para la asignatura mediciones eléctricas y estudio de su implementación en una plataforma e-learning. Trabajo de grado ingeniero electrónico. Bucaramanga: Universidad industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico mecánicas. 2005. p. 109.

- Afinidad temática: Teniendo en cuenta las relaciones conceptuales, se constituyen cuerpos de conceptos interrelacionados a partir de ejes organizadores.
- Afinidad psicológica: Tomando en cuenta al sujeto de aprendizaje para promover la integración de los nuevos contenidos en la estructura cognitiva en él preexistente: sus conocimientos y experiencias previas.
- Afinidad social: De acuerdo a una relación entre los aprendizajes y las demandas del medio profesional, el comunitario y el laboral, entre otros.
- El tipo de afinidad presente entre los propósitos de la asignatura no está limitado a los ejemplos expuestos anteriormente, dependiendo de la asignatura en estudio y de la delimitación que se haga de esta es posible que los desarrolladores o los expertos utilicen otro criterio de agrupación que garantice la flexibilidad y coherencia al proceso de diseño curricular.
- Una vez determinada la afinidad más adecuada se realiza la agrupación de los propósitos evaluando siempre que se pueda identificar de forma clara una relación causa consecuencia entre los mismos. Para realizar esta identificación, el desarrollador puede utilizar como instrumento guía, el diagrama secuencial de contenidos, el cual enmarca la asignatura y aporta una visión general sobre las relaciones presentes entre los contenidos temáticos de la misma. Terminado este proceso, se han establecido junto con los propósitos los saberes asociados a una actividad de formación.
- Para describir una actividad de formación se utiliza la estructura gramatical uniforme que haga referencia a los propósitos, así como a los saberes asociados a la misma.
- Dependiendo de la extensión y/o de la complejidad que represente el alcance de los propósitos, es posible que la actividad de formación esté relacionada solo con uno de estos.
- En caso de que una actividad sea demasiado extensa o compleja se hace necesario desagregar su descripción hasta encontrar varias acciones que el

estudiante pueda realizar de forma individual y obtener de este modo varias actividades de formación descritas de forma clara y específica.

Después de haber identificado la actividad de formación se debe evaluar la correspondencia entre los propósitos asociados a esta, corroborando además la precisión de los saberes que la conforman y la existencia de una relación causa-consecuencia entre los saberes, los propósitos y la actividad. Una forma de verificar estas relaciones es preguntándose si a través del cumplimiento de los propósitos asociados, el estudiante puede realizar la actividad de formación y si el desarrollo de la actividad permite cumplir los propósitos involucrados. De acuerdo a la mecánica establecida por el equipo de trabajo, las actividades identificadas son objeto de varias revisiones antes de ser validadas por el grupo de expertos de la asignatura.

4.8.4.2 Estructuración de unidades de aprendizaje. Para el desarrollo de esta etapa se toman como referente principal las actividades de formación identificadas para la asignatura. Estas actividades se asocian por afinidad pedagógica para conformar las unidades de aprendizaje las cuales constituyen un elemento de mayor nivel en la estructura modular que se quiere establecer.

Con la conformación de las unidades de aprendizaje (véase Figura 12) se comienza a evidenciar la Flexibilidad que ofrece el diseño curricular de esta propuesta, ya que a partir de los

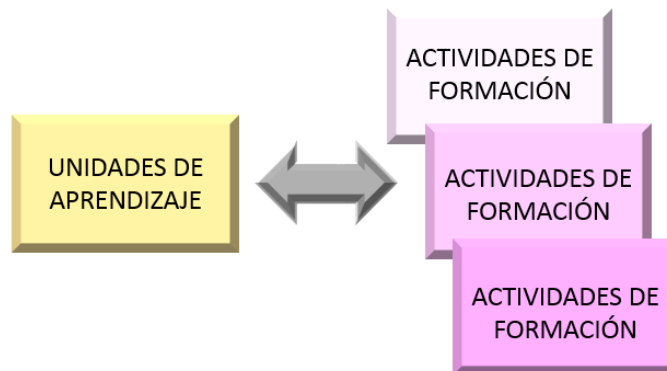
Elementos básicos (actividades de formación) cada desarrollador y/o experto puede

Estructurar de forma diferente las unidades de aprendizaje de acuerdo al enfoque y

Organización que desee darle al desarrollo del proceso de formación. Esta variedad de combinaciones puede presentarse sin afectar el cumplimiento de los logros de la asignatura, si las actividades de formación fueron identificadas sin dejar de lado el marco de referencia proporcionado por el diagrama secuencial de

contenidos y la correspondencia entre los contenidos temáticos, la tabla de saberes y las relaciones presentadas en el cuadro de relación propósitos – contenidos

Figura 12. Unidades de aprendizaje



Los principios del análisis funcional presente en la identificación de las unidades se enuncian a continuación.

- Presentar una estructura gramatical uniforme
- Mantener una relación causa-consecuencia.
- Utilizar verbos activos (reales, medibles y evaluables)
- Mantener una secuencia lógica

Como se mencionó anteriormente, para estructurar las unidades de aprendizaje los

Desarrolladores toman como base las actividades de formación. Además se deben tener presente los siguientes factores:

- La descripción de la unidad de aprendizaje debe hacerse en forma precisa empleando una estructura gramatical uniforme que represente o identifique las actividades que la componen.
- De forma similar a las actividades de formación, la complejidad de las unidades de formación debe ser evaluada por el grupo de expertos.
- Una unidad de aprendizaje puede contener tantas actividades de formación como se puedan agrupar según los principios metodológicos que orientan la estructuración de la asignatura. Es posible que se den situaciones en las cuales una unidad de aprendizaje esté compuesta por una sola actividad de formación. Esto se presenta dependiendo del nivel o grado de profundidad y complejidad de la actividad. Generalmente cuando se hace la consideración de que la actividad de formación es básica dentro del proceso de formación y se considera relevante para el proceso, es cuando se desarrolla una única actividad de aprendizaje o se considera la alternativa de visualizar si es factible su desagregación. En caso de no poderse desagregar, se asigna ésta actividad a una unidad de aprendizaje.
- En el agrupamiento de las actividades de formación debe conservarse una secuencia lógica que permita establecer relaciones de dependencia entre las mismas, es decir, identificar actividades cuyo cumplimiento previo sea requisito para el desarrollo de otras. Además es necesario verificar constantemente el cumplimiento de la relación causa - consecuencia entre los propósitos de la asignatura, las actividades de formación y las unidades de aprendizaje.¹⁸

¹⁸ RAMÍREZ, Dorys y VERJEL, Dania. Diseño y elaboración de la estructura curricular para la asignatura tratamiento de señales bajo una visión de competencias y estudio de adaptación a una plataforma e-learning. Trabajo de grado ingeniero electrónico. Bucaramanga: Universidad industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico mecánicas. 2005. 162 p.

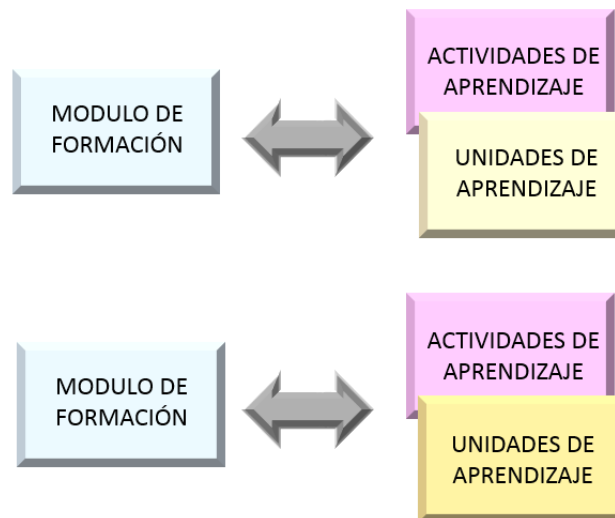
4.8.4.3 Identificación de los módulos de formación. El mayor nivel de la estructura de la asignatura está dado por los módulos de formación, los cuales poseen la característica de flexibilidad para ser trasladados entre contextos o entre asignaturas ya que encierran en ellos los contenidos, saberes, propósitos y actividades propias de un aspecto temático determinado, manteniendo la independencia con otros módulos y a la vez permitiendo la incorporación de nuevos elementos dentro de sí, los cuales enriquecen el módulo de acuerdo a las necesidades percibidas por los expertos docentes y/o el equipo de trabajo para la aplicación del diseño curricular desarrollado.

Algunas de las características concedidas al módulo basadas en Catalano, Avolio y Sladogna e Irigoien y Vargas, se describen a continuación:

- Tener sentido e independencia en sí mismo.
- Capacidad de combinarse con otros módulos en una red o malla curricular modular.
- Presenta precisión en los objetivos que lo conforman.
- Permite la comprobación individual de los propósitos.
- Los módulos pueden presentarse precurrencia, es decir siendo uno antecedente del otro o en concurrencia, lo cual significa en forma paralela, cualidad que heredan todos los elementos que lo integran.
- Flexibilidad de uso en diferentes contextos y/o asignaturas relacionadas.
- Adaptación a las necesidades de la asignatura en forma especial añadiendo o modificando partes específicas del módulo, partes que son fácilmente identificables debido a la estructura interna del módulo.
- Se basa en la concepción de competencias, por lo cual incluye conocimientos teóricos y prácticos junto con las actitudes de la persona en formación.

Los módulos de formación (véase Figura 13) se identifican bajo los mismos principios metodológicos de las unidades de aprendizaje y de las actividades de enseñanza-aprendizaje, por lo cual se puede constituir de múltiples unidades de acuerdo a la organización y afinidades que los expertos docentes y/o el equipo de trabajo consideren convenientes, manteniendo las características fundamentales del módulo:

Figura 13. Módulos de formación



Fuente: ESTRADA, Lilia. Elaboración y documentación de una propuesta de diseño curricular bajo la visión de competencias para la asignatura mediciones eléctricas y estudio de su implementación en una plataforma e-learning. Trabajo de grado ingeniero electrónico. Bucaramanga: Universidad industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico mecánicas. 2005. p. 114.

En la expresión del módulo de formación no es estrictamente necesario emplear el orden de la estructura gramatical dada por la metodología, pero puede usarse si se desea. Sin embargo si debe contener los mismos elementos y como ya se ha mencionado su definición debe contener los alcances descritos en todas las unidades de aprendizaje que lo conforman y estas a su vez deben ser el camino para el cumplimiento del logro propuesto por el módulo de formación; verificando

al tiempo que estas relaciones se cumplan de igual forma en contraste con las actividades, los propósitos y los saberes.¹⁹

4.8.5 Planeación curricular. La planeación curricular (véase Figura 14) constituye un proceso fundamental en el desarrollo de esta propuesta metodológica, pues a través de ella se consolida el diseño curricular de la asignatura. La planeación se obtiene implementando las etapas previas, y condensa las decisiones y las acciones previstas para el cumplimiento de los propósitos para el área de formación previamente delimitada.

La planeación pretende dar respuesta principalmente a preguntas tales como: ¿qué enseñar?, ¿cuándo enseñar?, ¿cómo enseñar?, ¿qué, cómo y cuándo evaluar?, etc.

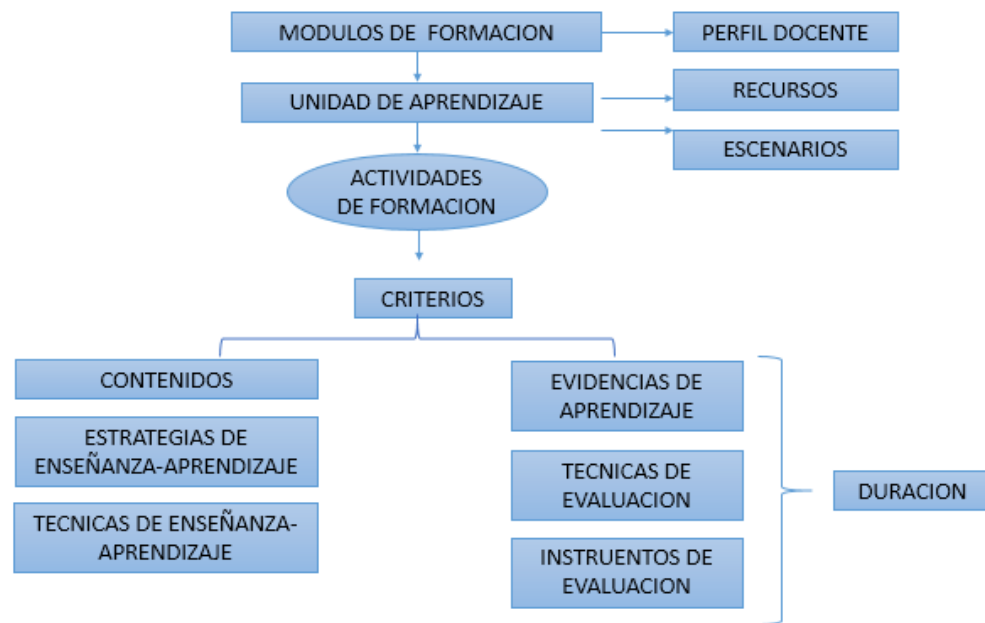
El objetivo de la planeación es presentar al docente una propuesta que oriente el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje, buscando efectividad y coherencia con éste. No se pretende dar una única respuesta a cada una de las preguntas relacionadas anteriormente, ni establecer una normalización para el desarrollo de las actividades de la asignatura, sino elaborar un plan o documento guía estructurado con base en un proceso de reflexión y concertación, que permita al educador clarificar ideas, tomar decisiones y establecer, con un sustento teórico y metodológico, los parámetros que orientarán el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje con los estudiantes.

Los elementos de planeación, para una actividad de formación, identificados en esta propuesta, son: los criterios, los contenidos, las estrategias y técnicas de

¹⁹ ESTRADA, Lilia. Elaboración y documentación de una propuesta de diseño curricular bajo la visión de competencias para la asignatura mediciones eléctricas y estudio de su implementación en una plataforma e-learning. Trabajo de grado ingeniero electrónico. Bucaramanga: Universidad industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico mecánicas. 2005. 413 p.

enseñanza, las evidencias de aprendizaje, las técnicas e instrumentos de evaluación y la duración. Como elementos de planeación para una unidad de aprendizaje se indican los recursos y escenarios, y por último se presenta una aproximación al perfil del docente que desarrolle la asignatura.

Figura 14. Planeación curricular



Fuente: Cabrera, Kary y Gonzalez, Luis. Currículo universitario basado en competencias. Bogotá D.C.: Ediciones Uninorte, 2006. p. 351.

4.8.5.1 Criterios. Indican el (los) propósito(s) que se persigue(n) con el desarrollo de cada actividad de formación. El diseño de los demás elementos de la planeación debe estar orientado al logro de estos propósitos; por lo tanto, pueden ser planteados utilizando como referencia los propósitos trazados para la asignatura.

4.8.5.2 Contenidos. Son las acciones individuales que atañen a la actividad de enseñanza-aprendizaje y se especifican para cada criterio. Los criterios y los contenidos deben mantener la relación de causa-consecuencia y la secuenciación lógica entre sí mismos, este objetivo bajo un desarrollo cuidadoso de la metodología ya se ha logrado desde el momento en que se realizó la identificación de las actividades de enseñanza-aprendizaje, por lo cual en este punto de la propuesta, la reafirmación del principio de causa-consecuencia y de secuenciación lógica corresponde a una revisión de su cumplimiento.

Los contenidos son de tres tipos: conceptuales, procedimentales y actitudinales y son equivalentes al saber, saber hacer y saber ser, como ya se había mencionado, por lo cual a la planeación se traen los saberes debidamente clasificados ahora en las categorías de los contenidos, pero para el caso de los actitudinales o saber ser se realiza una nueva revisión y ajuste que permita complementar la lista con las actitudes propias dadas por la estructura modular que ya ha sido identificada, es decir por el contexto del módulo de formación y la unidad de aprendizaje a la cual pertenece la actividad.

4.8.5.3 Estrategias y técnicas de enseñanza-aprendizaje. Las estrategias y las técnicas de enseñanza deben estar encaminadas hacia el logro de los propósitos planteados para cada actividad. La planificación de éstas, además de estar sujeta a los principios metodológicos que orientan esta propuesta, está sustentada en la alta participación y orientación pedagógica de los expertos de la asignatura y en un estudio diligente sobre los fundamentos teóricos y básicos de la pedagogía.

4.8.5.4 Evidencias de aprendizaje. Son los referentes estructurados que permiten contrastar la asimilación del aprendizaje del estudiante, o en otras palabras las acciones demostrables que debe realizar el estudiante para corroborar ante sí mismo y ante el proceso de la asignatura, el aprendizaje de los diferentes contenidos y por ende el cumplimiento de los criterios, además del logro del alcance de la actividad y el conjunto de la unidad de aprendizaje y del módulo de formación.

Las evidencias establecidas en esta propuesta son de tres clases: de conocimiento, de desempeño y de producto.

- Evidencias de conocimiento: precisan los requerimientos de conocimiento y comprensión necesarios para el cumplimiento del criterio y el aprendizaje del contenido y deben ser demostrados por el estudiante para evidenciar que los posee y puede emplearlos en la ejecución de evidencias de desempeño y/o producto.
- Evidencias de desempeño: hacen referencia a las técnicas y procedimientos desarrollados por el estudiante para la concreción de un aprendizaje respecto a un contenido específico; se relacionan con la observación o demostración tangible del proceso de ejecución de un aprendizaje.
- Evidencias de producto: son los resultados finales y tangibles de un proceso y proveen la evidencia de que la acción solicitada se realizó sin tener en cuenta la forma, lo cual si atañe a la evidencia de desempeño. Este tipo de evidencia mezcla los requerimientos de conocimiento y comprensión con los de técnicas y procedimientos por lo cual sirve como evidencia de apoyo para las anteriores.

Las evidencias de aprendizaje son complementarias ya que no puede limitarse la demostración del aprendizaje solo a lo que se sabe, o a lo que se hace o a como se hace; por lo cual se hace necesario establecer como mínimo dos evidencias por contenido que pertenezcan a diferentes categorías. En general las evidencias

de conocimiento y de desempeño se complementan y de igual forma las de producto y desempeño.

Entre más evidencias puedan establecerse para un contenido mejor demostrado quedará la asimilación del aprendizaje, sin embargo es recomendable encontrar un compromiso entre cantidad y factibilidad de ejecución de las evidencias.

La generación de las evidencias se realiza teniendo en cuenta de primera mano el tipo de contenido: conceptual o procedimental; las evidencias de conocimiento y desempeño son más apropiadas para los contenidos conceptuales y las de desempeño y producto para los procedimentales, aunque no es una regla de estricto cumplimiento. También se debe tener en cuenta la relación entre el criterio y el contenido y a su vez los referentes ya desarrollados en la propuesta: el diagrama secuencial de contenidos y la estructuración modular.

Las evidencias deben redactarse como un enunciado crítico, deben ser interpretadas como un juicio del aprendizaje del estudiante, por lo tanto no aceptan ambigüedades, ni generalidades por el contrario son puntuales y específicas. La evidencia sigue la estructura gramatical ya mencionada para la propuesta metodológica y para la elección del verbo activo se puede igual que en los propósitos y saberes tomar el sustento de la taxonomía de Bloom y/o la recopilación de verbos realizada en este proyecto.²⁰

²⁰ ESTRADA, Lilia. Elaboración y documentación de una propuesta de diseño curricular bajo la visión de competencias para la asignatura mediciones eléctricas y estudio de su implementación en una plataforma e-learning. Trabajo de grado ingeniero electrónico. Bucaramanga: Universidad industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico mecánicas. 2005. 413 p.

4.8.5.5 Técnicas e instrumentos de evaluación. Luego de haber establecido las evidencias de aprendizaje para la actividad de formación, es necesario determinar cuáles técnicas e instrumentos puede utilizar el docente para recoger la evidencia de aprendizaje, y así realizar el proceso de evaluación.

De acuerdo con los tipos de contenidos, y tomando como base las evidencias formuladas para la actividad de formación, el grupo de trabajo selecciona, para cada una de las evidencias, un conjunto de técnicas de evaluación que metodológicamente sean consecuentes con el proceso de enseñanza- aprendizaje que se está diseñando, y además permitan desarrollar un proceso de evaluación objetivo e integral que identifique con claridad las dificultades y las habilidades que el estudiante presenta en cada una de las áreas del conocimiento (ser, saber y hacer).

4.8.5.6 Duración. El tiempo que se empleara en el desarrollo de la actividad, es una aproximación basada primordialmente en las estrategias y técnicas de enseñanza-aprendizaje seleccionadas, las técnicas e instrumentos de evaluación y la complejidad misma de la actividad, razones por las cuales son los expertos docentes quienes poseen la experiencia para determinar la duración de la actividad, aunque debe ser flexible y ajustarse de acuerdo al desarrollo de todas las actividades²¹

²¹ RAMÍREZ, Dorys y VERJEL, Dania. Diseño y elaboración de la estructura curricular para la asignatura tratamiento de señales bajo una visión de competencias y estudio de adaptación a una plataforma e-learning. Trabajo de grado ingeniero electrónico. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico mecánicas. 2005. 162 p.

4.8.5.7 Recursos, medios y escenarios. Como se mencionó, los recursos y escenarios propuestos en la fase de planeación, se describen para cada unidad de aprendizaje con el fin de presentarle al docente una visión más amplia sobre los medios, recursos y ambientes de aprendizaje que pueden servir de apoyo para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje.

La identificación de los recursos, los medios y escenarios se realiza mediante el análisis de las necesidades y/o requerimientos cada una de las actividades que forman la unidad, los cuales surgen principalmente de las técnicas de enseñanza-aprendizaje y de las técnicas e instrumentos de evaluación. Los recursos y medios se definieron en el capítulo anterior en el numeral 2.3.6 e igualmente se realizó una recopilación de los medios comúnmente empleados en el contexto educativo. Los escenarios se definen como los espacios físicos en que se desarrollan las acciones de aprendizaje.

Un segundo factor para establecer los recursos, medios y escenarios es la experiencia docente en el uso de los elementos que se están planeando, junto con la existencia y disponibilidad de los mismos.

4.8.5.8 Perfil docente. Como elemento extra de la planeación, se presenta el perfil docente el cual es una reunión de características deseadas y esperadas del docente que se hará cargo del desarrollo de la asignatura, el cual incluye aspectos como experiencia laboral, conocimientos del área de formación, la capacitación previa. Para la presente propuesta se realizó una concertación del equipo de trabajo sobre las características que conforman el perfil docente y que incluyen entre otros aspectos las actitudes, preparación, capacitación y formación para el desarrollo de la asignatura.²²

4.9 GENERALIDADES DE ROBOTS AUTÓNOMOS

La robótica es una tecnología multidisciplinaria que reúne de manera concurrente conocimientos de ciencias aplicadas como, la ingeniería de sistemas, la ingeniería mecánica, la ingeniería electrónica, la ingeniería de control y la inteligencia artificial, dirigidos al diseño y la construcción de máquinas o artefactos que realizan tareas específicas sin la intervención directa del hombre, mejor conocidos como robots. Hay quienes definen a la robótica de una manera más simplista como una ciencia que se ocupa del estudio, desarrollo y aplicaciones de los robots.

²² ESTRADA, Lilia. Elaboración y documentación de una propuesta de diseño curricular bajo la visión de competencias para la asignatura mediciones eléctricas y estudio de su implementación en una plataforma e-learning. Trabajo de grado ingeniero electrónico. Bucaramanga: Universidad industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico mecánicas. 2005. 413 p.

4.9.1 Clasificación de los robots. Debido a los diferentes tipos de robots que han aparecido a lo largo de la historia se hizo necesario hacer una clasificación para facilitar la caracterización de cualquiera de ellos²³. En la Tabla 3 se muestra la clasificación de los robots y las relaciones más importantes entre las diferentes clases existentes.

Tabla 3. Clasificación de los robots

SEGÚN SU CRONOLOGÍA	
Primera generación	Son sistemas mecánicos multifuncionales con un sencillo sistema de control el cual puede ser manual, de secuencia fija o de secuencia variable.
Segunda generación	Robots de aprendizaje. Repiten una secuencia de movimientos que ha sido ejecutada previamente por un operador humano. El modo de hacerlo es a través de un dispositivo mecánico. El operador realiza los movimientos requeridos mientras el robot le sigue y los

²³ CARRILLO, Daniel; SANCHEZ, Gary y NIÑO, Jonathan. Seminario de investigación en robótica móvil autónoma. Trabajo de grado ingeniero mecánico. Bucaramanga: Universidad industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico mecánicas. 2013. 655 p.

Tercera Generación	Robots con control sensorizado. El controlador es una computadora que ejecuta las órdenes de un programa y las envía al manipulador para que realice los movimientos necesarios.
Cuarta Generación	Robots inteligentes. Son similares a los anteriores, pero además poseen sensores que envían información a la computadora de control sobre el estado del proceso. Esto permite una toma inteligente de decisiones y el control del proceso en tiempo real.
Quinta Generación	Esta generación es una nueva tecnología que incorpora 100% inteligencia artificial y utiliza métodos como modelos de conducta y una nueva arquitectura de subsunción, además de otras tecnologías actualmente en desarrollo como la nanotecnología.
SEGÚN SU MORFOLOGÍA	
Poliarticulados	En este grupo están los Robots de muy diversa forma y configuración cuya característica común es la de ser básicamente sedentarios y estar estructurados para mover sus elementos terminales. En este grupo se encuentran los manipuladores, los Robots industriales, los Robots cartesianos y se emplean cuando es preciso abarcar una zona de trabajo relativamente amplia o alargada, actuar sobre objetos con un plano de simetría vertical o reducir el
Móviles	Son Robots con gran capacidad de desplazamiento, basada en carros o plataformas y dotada de un sistema locomotor de tipo rodante. Siguen su camino por telemando o guiándose por la información recibida de su entorno a través de sus sensores
Androides	Son Robots que intentan reproducir total o parcialmente la forma y el comportamiento cinemática del ser humano. El principal problema es controlar dinámica y coordinadamente en el tiempo real el proceso y mantener simultáneamente el equilibrio del robot

Zoomórficos	Los Robots zoomórficos, que considerados en sentido no restrictivo podrían incluir también a los androides, constituyen una clase caracterizada principalmente por sus sistemas de locomoción que imitan a los diversos seres vivos. Las aplicaciones de estos Robots serán interesantes en el campo de la exploración espacial y en el estudio de los volcanes.
Híbridos	Corresponden a aquellos de difícil clasificación cuya estructura se sitúa en combinación con alguna de las anteriores ya expuestas, bien sea por conjunción o por yuxtaposición. Por ejemplo, un dispositivo segmentado articulado y con ruedas, es al mismo tiempo uno de los atributos de los Robots móviles y de los Robots zoomórficos.
SEGÚN SU GRADO DE INTELIGENCIA	
Control manual o Tele-operados	Son los robots que requieren de un operador humano para realizar la tarea para la cual fueron diseñados. Carecen por sí solos de conocimientos de su entorno y sus movimientos dependen exclusivamente de las órdenes dadas por el operador. La comunicación con la estación de control puede hacerse por diferentes tipos de enlace inalámbrico e incluso haciendo uso de redes de telefonía móvil o por medio de un cable como en algunos robots submarinos.
Programables	Carecen de conocimientos de su entorno, tienen un programa que repiten cíclicamente para realizar su función. La mayoría de los robots industriales Poliarticulados y cartesianos son de este tipo. Las trayectorias de movimientos son predefinidas y programadas. No responden satisfactoriamente ante cambios inesperados de su entorno.
Autónomos	Poseen los elementos básicos y funciones de un sistema de control retroalimentado con la capacidad de adquirir datos de su entorno por medio de sensores, hacer la adaptación y el procesamiento de las señales provenientes de dichos sensores y emitir señales a los actuadores. El procesador tiene grabado un programa que le permite al robot tomar decisiones en respuesta a las variaciones que le impone su entorno y readaptar sus funciones. No interviene la mano de un operador.

SEGÚN SU CAPACIDAD DE MOVIMIENTO	
Estáticos	La mayoría de robots industriales Poliarticulados y cartesianos son de este tipo. Trabajan en un espacio limitado en el que son instalados, anclados el suelo y no poseen un mecanismo de
Móviles	Estos poseen un mecanismo de locomoción que les permite desplazarse en un espacio determinado para realizar su tarea o misión. Pueden estar diseñados para trabajar en tierra, aire o agua. Pueden ser autónomos, programados o teleoperados.
SEGÚN SU APLICACIÓN	
Industriales	Los robots industriales son artilugios mecatrónicos reprogramables destinados a realizar de forma automática determinados procesos de fabricación o manipulación. Son en la actualidad los de mayor uso y producción.

<p>Exploración</p>	<p>Estos robots son utilizados para realizar labores de exploración o misiones en lugares de difícil acceso para el hombre o que representan un riesgo para su integridad, tales como zonas volcánicas, desiertos, zonas contaminadas, naufragios, exploración planetaria, zonas de desastre (robots ápodas), detección de explosivos, etc. Para poder llevar a cabo su misión deben tener las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un tipo de locomoción acorde al medio donde se va a desempeñar. • Manipuladores y/o herramientas especializadas en las tareas requeridas según la misión. Esto hace que algunos de estos robots puedan ser considerados de morfología híbrida. <p>En caso de ser autónomos además requieren:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de percepción del entorno, posicionamiento y orientación para realizar su desplazamiento de manera controlada • Dispositivos de comunicación que permitan intercambiar información con controlador humano.
<p>Didácticos</p>	<p>Son robots utilizados para enseñar la robótica a nivel de educación básica, media y superior.</p>

Fuente: Adaptado de SIEGWART, Roland y NOURBAKHSA, Illah. Autonomous mobile robots. Londres: The mit Press, 2004. 336 p.

4.9.1.1 Robots utilizados en educación superior. A nivel de educación superior, los robots se utilizan para la enseñanza de temas relacionados con sensores, control automático, programación, micro-controladores, microprocesadores, sistemas embebidos y manejo de actuadores como servomotores, motores DC y motores paso a paso. Se trata de llevar los conceptos teóricos a la práctica, además, también se pretende enfrentar al estudiante con los retos que plantea un sistema robótico real que son más complejos, en comparación con un sistema simulado.

Las plataformas que se utilizan en este nivel tienen un grado de complejidad un poco mayor. Generalmente se trata de manipuladores robóticos (poliarticulados), robots tipo vehículo o artrópodos que se hacen con cierta robustez tanto en la parte mecánica como en la electrónica, para permitir, además de la práctica y enseñanza de la robótica a nivel de pregrado, la comprobación y/o refinamiento de diferentes algoritmos de control desarrollados en investigaciones de posgrado.

En el caso específico de los robots móviles, en la parte mecánica se exigen las siguientes características:

- Un sistema de locomoción acorde con el medio en el cual será utilizado, sea un laboratorio o ambientes externos. Tener en cuenta aspectos ergonómicos.
- Buena estabilidad, alta controlabilidad y buena maniobrabilidad.
- Resistencia de sus componentes, ajustes adecuados entre las piezas, poco juego entre elementos de transmisión (backslash) para facilitar y dar precisión en el control.
- Flexibilidad en la orientación de los sensores para facilitar el planteamiento de diferentes estrategias de navegación y evasión de obstáculos.
- Facilitar el montaje de diferentes tipos de sensores para la realización de diferentes prácticas.
- Confiabilidad y vida útil prolongada.

En cuanto a la parte electrónica las características exigidas son:

- Tarjeta de control expandible mediante la adición de tarjetas electrónicas con micro-controladores o microprocesadores adicionales.
- Entradas y salidas de diferentes tipos que permitan el uso de varios protocolos (I2C, SPI, etc.), para poder utilizar sensores de diferentes tipos.
- Sistemas de auto-protección eléctrica.
- Baterías sin efecto de memoria que permitan el funcionamiento prolongado por varias horas.
- Confiabilidad, facilidad en la conexión de los componentes (ergonomía y Poka Yoke) y una larga vida útil.

Cuando se desea implementar un curso de robótica se tienen tres opciones en cuanto a la plataforma de desarrollo:

1. Diseñar y construir la plataforma mecánica y electrónica conformando equipos interdisciplinarios de ingenieros electrónicos, mecánicos y/o diseñadores industriales. Este precisamente es el principal objetivo de este proyecto.
2. Montar el sistema de control y sensores sobre carros a control remoto modificados para poder ser utilizados como robots autónomos.
3. Utilizar plataformas mecánicas de desarrollo y kits de robótica con características ideales para los trabajos que se desarrollan a nivel de educación superior, ofrecidos por diversas empresas como LYNXMOTION Inc., LEGO®, Tecnología educativa S.A de argentina, Acroname Robotics, BlueBotics, CYE educational robots, entre otras.²⁴

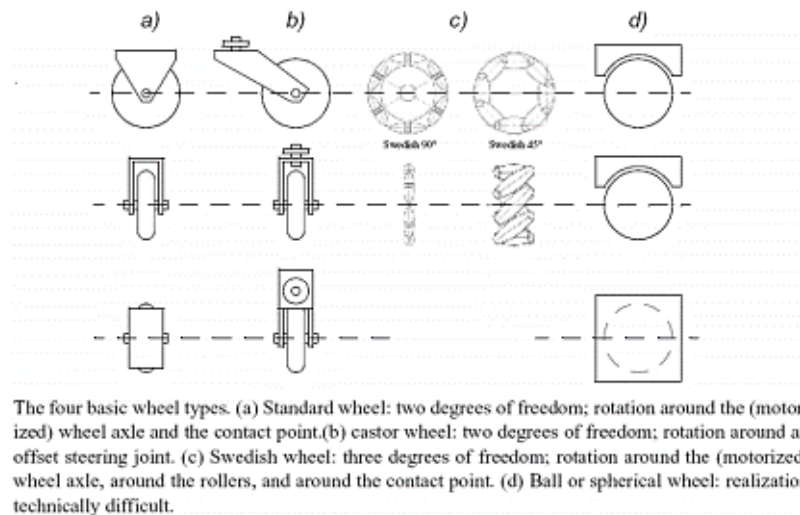
²⁴ PINEDA, Diego y PRADA, Fredy. Diseño y construcción de un prototipo de robot móvil autónomo de exploración. Trabajo de grado ingeniero mecánico. Bucaramanga: Universidad industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico mecánicas. 2009. p. 29

4.9.2 Locomoción en robots con ruedas²⁵. Con esta configuración se puede obtener un buen desempeño, con una ejecución mecánica relativamente simple. Además, el equilibrio no es generalmente un problema de investigación en los diseños de robots con ruedas, porque estos están casi siempre diseñados de manera que todas las ruedas están en contacto con el suelo en todo momento. Por lo tanto, tres ruedas son suficientes para garantizar el equilibrio estable. La investigación en robots con ruedas tiende a centrarse en los problemas de tracción y estabilidad, maniobrabilidad y el control: es decir que puedan las ruedas del robot proporcionar tracción y estabilidad suficientes para que el robot cubra todo el terreno deseado, y que la configuración de las ruedas del robot permita un control suficiente sobre la velocidad del robot.

4.9.2.1 Tipos de ruedas. Existen cuatro clases principales de ruedas que son mostradas en la Figura 15. Todas difieren ampliamente en su cinemática y por consiguiente la selección de un tipo específico tiene un gran efecto en la cinemática total del robot móvil.

²⁵ CARRILLO, Daniel; SANCHEZ, Gary y NIÑO, Jonathan. Seminario de investigación en robótica móvil autónoma. Trabajo de grado ingeniero mecánico. Bucaramanga: Universidad industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico mecánicas. 2013. p. 179.

Figura 15. Tipos de ruedas







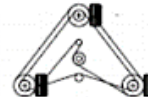

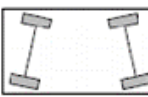

Fuente: CARRILLO, Daniel; SANCHEZ, Gary y NIÑO, Jonathan. Seminario de investigación en robótica móvil autónoma. Trabajo de grado ingeniero mecánico. Bucaramanga: Universidad industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico mecánicas. 2013.

4.9.2.2 Configuración geométrica de las ruedas. La configuración geométrica de las ruedas tiene que ver con el número de ruedas que son utilizadas y la distribución que se haga de las mismas. Esta selección debe basarse en las características del terreno a través del cual navegará el robot y debe tener en cuenta el sistema de suspensión a utilizar buscando maximizar la controlabilidad, maniobrabilidad y estabilidad.

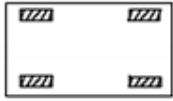

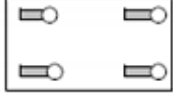
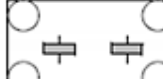
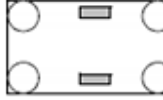







En la Tabla 4 se muestran algunas configuraciones geométricas de 2, 3, 4 y 6 ruedas que han sido utilizadas en robots móviles desarrollados en todo el mundo, detallando los tipos de rueda utilizados en cada una de ellas. La mayoría de las configuraciones mostradas han sido utilizadas en robots indoors que no requieren complejos sistemas de suspensión, sin embargo algunas pueden considerarse

para robots outdoors agregando sistemas de suspensión que mejoren su adaptabilidad a las irregularidades del terreno.

Tabla 4. Configuraciones geométricas de ruedas

# of wheels	Arrangement	Description	Typical examples
2		Two-wheel differential drive with the center of mass (COM) below the axle	Cye personal robot
3		Two-wheel centered differential drive with a third point of contact	Nomad Scout, smartRob EPFL
		Two independently driven wheels in the rear/front, 1 unpowered omnidirectional wheel in the front/rear	Many indoor robots, including the EPFL robots Pygmalion and Alice
		Three motorized Swedish or spherical wheels arranged in a triangle; omnidirectional movement is possible	Stanford wheel Tribolo EPFL, Palm Pilot Robot Kit (CMU)
		Three synchronously motorized and steered wheels; the orientation is not controllable	"Synchro drive" Denning MRV-2, Georgia Institute of Technology, I-Robot B24, Nomad 200
4		Two motorized wheels in the rear, 2 steered wheels in the front; steering has to be different for the 2 wheels to avoid slipping/skidding.	Car with rear-wheel drive
		Four steered and motorized wheels	Four-wheel drive, four-wheel steering Hyperion (CMU)
		Two traction wheels (differential) in rear/front, 2 omnidirectional wheels in the front/rear	Charlie (DMT-EPFL)

Fuente: CARRILLO, Daniel; SANCHEZ, Gary y NIÑO, Jonathan. Seminario de investigación en robótica móvil autónoma. Bucaramanga: Universidad industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico mecánicas. 2013. p. 183.

# of wheels	Arrangement	Description	Typical examples
4		Four omnidirectional wheels	Carnegie Mellon Uranus
		Two-wheel differential drive with 2 additional points of contact	EPFL Khepera, Hyperbot Chip
		Four motorized and steered castor wheels	Nomad XR4000
6		Two motorized and steered wheels aligned in center, 1 omnidirectional wheel at each corner	First
		Two traction wheels (differential) in center, 1 omnidirectional wheel at each corner	Terregator (Carnegie Mellon University)
Icons for the each wheel type are as follows:			
	unpowered omnidirectional wheel (spherical, castor, Swedish);		
	motorized Swedish wheel (Stanford wheel);		
	unpowered standard wheel;		
	motorized standard wheel;		
	motorized and steered castor wheel;		
	steered standard wheel;		
	connected wheels.		

Fuente: CARRILLO, Daniel; SANCHEZ, Gary y NIÑO, Jonathan. Seminario de investigación en robótica móvil autónoma. Trabajo de grado ingeniero mecánico. Bucaramanga: Universidad industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico mecánicas. 2013. p. 184.

4.9.2.3 Estabilidad. El menor número de ruedas requerido para garantizar estabilidad estática es dos. Como se muestra en la tabla 4, dos ruedas motrices que hagan dirección por diferencial pueden lograr la estabilidad estática del robot si el centro de masa está por debajo del eje de las ruedas (véase figura 16). Sin embargo, esta solución requiere que el diámetro de las ruedas sea muy grande, lo que en algunas circunstancias puede resultar impráctico. Además, es posible que en condiciones dinámicas, como en el arranque o al detenerse, el robot roce el piso con un tercer punto, ya que su cuerpo debe ser muy bajo. Normalmente, la estabilidad estática requiere de un mínimo de tres ruedas, con la salvedad adicional que el centro de gravedad este contenido dentro del triángulo formado por los tres puntos de contacto con el suelo. La estabilidad puede mejorarse adicionando más ruedas, aunque una vez el número de puntos de contacto es mayor que tres, la naturaleza hiperestática de la geometría requerirá de alguna forma de suspensión flexible para desplazarse sobre terrenos no uniformes y garantizar el contacto de todas las ruedas con el suelo en todo momento.

Figura 16. Robot móvil con dos ruedas



Fuente: HOBBY ENGINEERING. Sumovore mini-sumo robot kit w/Arduino Inventor's kit. <http://www.hobbyengineering.com/H4749.html>. Consultado: 1 de noviembre de 2014

4.9.2.4 Maniobrabilidad. Ésta tiene que ver con la capacidad del robot de desplazarse en cualquier dirección. Los robots que utilizan ruedas suecas o ruedas esféricas son los únicos verdaderamente omnidireccionales, es decir, pueden moverse incluso en dirección perpendicular a la orientación de las ruedas o del chasis del móvil (véase Figura 17). Cuando un robot puede girar sobre su propio eje puede decirse que tiene gran maniobrabilidad y esta habilidad puede ser utilizada en diferentes estrategias de evasión de obstáculos. Utilizando cuatro ruedas caster un robot se puede desplazar en dirección oblicua con respecto a la orientación de su chasis o girar sobre su propio eje obteniendo por lo tanto gran maniobrabilidad. Los robots con el sistema de dirección ackerman tienen pobre maniobrabilidad mientras que los robots que hacen dirección por diferencial como los de dos ruedas cuyo centro de gravedad está por debajo del eje de las mismas tienen gran maniobrabilidad. Existen robots de cuatro ruedas no dirigibles que hacen dirección por diferencial (SR2 de la Universidad de Oklahoma) con gran maniobrabilidad pero presentan alto consumo de energía debido al deslizamiento que sufren sus ruedas al hacer diferencial.

Figura 17. Robot con rueda esférica



Fuente: Historia de los robots, estructura, clasificación, aplicación y elementos para construir un robot básico. <http://blogdetareasdepablo.blogspot.com/2014/01/historia-de-los-robots-estructura.html>. Consultado: 1 de noviembre de 2014.

4.9.2.5 Controlabilidad. Generalmente existe una relación inversa entre controlabilidad y maniobrabilidad. Por ejemplo, el diseño omnidireccional tal como el de las cuatro ruedas caster, requiere de un procesamiento significativo para convertir las velocidades de rotación y de translación deseadas en comandos individuales a cada una de las ruedas. Además, estos diseños frecuentemente agregan más grados de libertad a la rueda. Por ejemplo, la rueda sueca tiene un set de rodillos libres a lo largo de su perímetro. Esos grados de libertad causan una acumulación de deslizamientos, que conllevan a reducir la precisión e incrementan la complejidad en el control.

Controlar un robot omnidireccional en desplazamiento recto resulta más difícil y frecuentemente menos preciso que un diseño con menor maniobrabilidad. Por ejemplo, un vehículo con una dirección tipo ackerman puede moverse en línea recta simplemente impidiendo la desorientación de las ruedas de la dirección y moviendo las de tracción. En un vehículo diferencial, los dos motores unidos a las dos ruedas deben ser manejados exactamente con el mismo perfil de velocidad, el cual se ve afectado por variaciones en las ruedas, motores y diferencias de contacto entre el suelo y cada una de las ruedas. En robots con ruedas suecas como el Uranus (Véase Figura 18) el problema es incluso más complejo, debido a que todas las ruedas deben tener exactamente la misma velocidad para que el robot pueda moverse en una línea recta perfecta.

En conclusión, no hay una configuración ideal que maximice simultáneamente la estabilidad, maniobrabilidad y controlabilidad. Cada aplicación trae consigo restricciones únicas y la tarea del diseñador es escoger la configuración más apropiada.

Figura 18. Robot con ruedas suecas



Fuente: URANUS. An omni-directional mobile robot. <http://www.cs.cmu.edu/~gwp/robots/Uranus.html>. Consultado: 1 de noviembre de 2014.

5. IMPLEMENTACION DE LA PROPUESTA METODOLOGICA AL DISEÑO CURRICULAR DE LA ASIGNATURA ROBOTICA

A continuación se muestra la descripción de los resultados obtenidos al implementar cada una de las etapas de la propuesta metodológica adjunto con sus principios explicados en el capítulo 2 para la generación del diseño curricular basado en competencias de la asignatura Robótica en la Escuela de ingeniería mecánica de la Universidad Industrial de Santander.

5.1 EQUIPO DE TRABAJO

Con el fin de desarrollar un proceso consecuente con esta propuesta metodología, el equipo de trabajo está integrado por los siguientes actores:

- Metodólogo: Gabriel Ordóñez Plata
- Experto docente: Carlos Borrás Pinilla
- Desarrolladores: Adriana Del Pilar Escobar Quintero

Ricardo Antonio Gómez Villalobos

5.2 ETAPAS DE DESARROLLO DEL DISEÑO CURRICULAR

5.2.1 Análisis y selección de contenidos temáticos generales. El desarrollo inicial para esta etapa es la recopilación de contenidos y referencias bibliográficas de la asignatura, el cual se soportó en los programas planteados por el experto docente y su experiencia sobre el campo de conocimiento y aplicación de la misma, estableciendo así listados de contenidos o conceptos generales.

El programa planteado por el experto docente para la asignatura robótica está compuesto por los contenidos temáticos relacionados en la Tabla 5. Para ver la tabla de contenido completa (véase Anexo B)

Tabla 5. Contenido Robótica

<p>CONTENIDO:</p> <p>1. INTRODUCCIÓN ROBÓTICA MÓVIL AUTÓNOMA Aborda los conceptos básicos de la robótica móvil</p> <p>1.1 Definición de robótica.</p> <p>1.2 Clasificación de los robots.</p> <p>1.2.1 Según su morfología</p> <p>1.2.2 Según su grado de inteligencia</p> <p>1.2.3 Según su capacidad de movimiento</p> <p>1.2.4 Según su aplicación</p> <p>1.3 Sensores</p> <p>1.3.1 Clasificación de los sensores</p> <p>1.3.2 Sensores de ruedas/motor</p> <p>1.3.3 Detectores de rumbo</p> <p>1.3.4 Acelerómetros</p>	<p>6. PLANIFICACIÓN Y NAVEGACIÓN DE LOS ROBOTS MÓVILES AUTÓNOMOS</p> <p>6.1 Generalidades</p> <p>6.2 Competencias para la navegación: Planificación y reacción</p> <p>6.3 Planificación de ruta</p> <p>6.3.1 Búsqueda gráfica</p> <p>6.3.2 Planificación de trayectorias de campo potencial</p> <p>6.4 Evasión de obstáculos</p> <p>6.4.1 Algoritmos de Bug</p> <p>6.4.2 Histograma de campo vectorial</p> <p>6.4.3 Técnicas de banda de burbuja</p> <p>6.4.4 Técnicas de velocidad de curvatura</p> <p>6.4.5 Enfoques dinámicos de</p>
--	--

Con el fin de obtener un diagrama secuencial de la asignatura según lo planteado en la descripción de la propuesta se tomaron los contenidos referenciados en la tabla y se organizan teniendo en cuenta la secuencialidad y las relaciones de dependencia entre ellos dentro del contexto de las actividades pedagógicas a desarrollar, y de acuerdo a los lineamientos demarcados por los expertos.

La estructuración de contenidos generales incluye identificar los contenidos relevantes que engloban otros del listado previamente desarrollado y nominarlos de tal forma que se refieran a sí mismos y al entorno que encierran y establecer las relaciones de secuencialidad entre los contenidos generales seleccionados.

Las relaciones observables en el diagrama secuencial de contenidos establecido para la asignatura Robótica son:

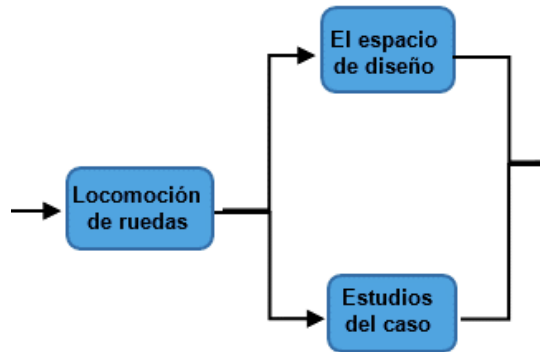
- Desagregación de lo general a lo particular, a través de su lectura en sentido horizontal que se representa en el diagrama a través de bifurcaciones de un contenido hacia otro u otros, como se aprecia en la figura 19.

Figura 19. Desagregación de lo general a lo particular



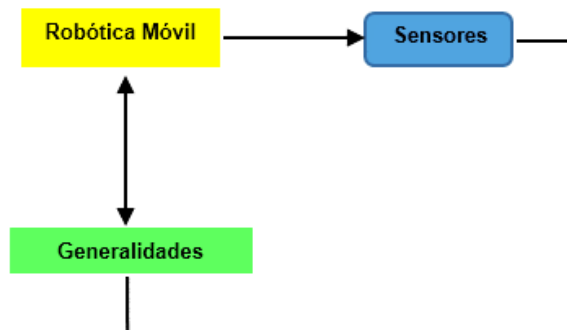
- El paralelismo nos muestra la posibilidad de presentar cualquiera de los contenidos por separado sin tener en cuenta el orden cronológico e identificar los temas que pueden ser desarrollados de forma paralela y por lo tanto que los contenidos pertenecen a un mismo nivel de relevancia. En la figura 20 se observa la forma de representación del paralelismo, dos o más contenidos en un mismo nivel de desagregación.

Figura 20. Relación de paralelismo



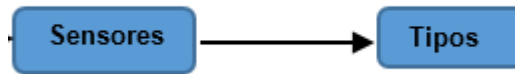
- La dependencia se muestra en la figura 21 y como su nombre lo indica establece la necesidad mutua de los conceptos. Se representa mediante flechas de doble vía.

Figura 21. Relación de dependencia



- La Relación causa-consecuencia, representada mediante flechas horizontales que van de un contenido a otros figura 22, es decir el contenido al inicio de la flecha es causa para el que se encuentra al final, por lo cual debe abarcarse primero el contenido establecido al inicio de la flecha y posteriormente el que se encuentra al final de la flecha.

Figura 22. Relación causa-consecuencia



- Relación de preconceptos, en algunos casos existen ciertos contenidos que se relacionan con otros aunque no de forma evidente, para representar estas relaciones se emplean las flechas discontinuas.
- Transversalidad, algunos contenidos son referencia y complemento de dos o más al tiempo, aunque en contextos diferentes, por lo cual no es fácil establecer una secuencia cronológica para estos; por lo tanto se establecen como contenidos transversales, de esta forma se puede abordar dicho contenido en varias ocasiones, proveyéndole el contexto asociado al contenido al que complementa o que lo necesita como referencia.

El esquema secuencial de contenidos se convierte en el punto de partida para el desarrollo de las demás etapas que constituyen la propuesta de diseño curricular. El diagrama secuencial de contenidos completo se encuentra en el Anexo C como resultado de la aplicación de cada una de las etapas y relaciones del diagrama secuencial de la metodología ²⁶

²⁶ ESTRADA, Lilia. Elaboración y documentación de una propuesta de diseño curricular bajo la visión de competencias para la asignatura mediciones eléctricas y estudio de su implementación en una plataforma e-learning. Trabajo de grado ingeniero electrónico. Bucaramanga: Universidad industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico mecánicas. 2005. 413 p

5.2.2 Planteamiento general de saberes. El planteamiento de saberes se realiza a partir del diagrama secuencial de contenidos determinado en la etapa anterior. Siguiendo la aplicación de la propuesta metodológica, el siguiente paso es la desagregación de los contenidos generales presentes en el diagrama secuencial en saberes. Para identificar los saberes asociados a la asignatura se lleva a cabo la desagregación de los contenidos temáticos en contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales. Es decir, se interioriza en cada uno de los bloques del esquema secuencial de contenidos para identificar lo que “se debe saber” y lo que “se debe hacer” dentro del proceso de formación, en primera instancia, para luego de configurados los dos tipos de contenidos mencionados poder correlacionar el comportamiento, las actitudes y los valores requeridos para el proceso de formación.

La desagregación se plasma en la tabla de saberes y como se enunció en el capítulo 3 numeral 3.3.2, cada saber presenta la estructura gramatical uniforme Verbo + Objeto + Condición. Para la selección de los verbos se utilizó una clasificación hecha por Benjamín Bloom, comúnmente conocida como la Taxonomía de Bloom (véase el Anexo A). El planteamiento del “saber” y el “hacer” se realiza partiendo del contenido de la asignatura, y se agrupan los saberes de acuerdo a la temática a la que pertenecen.

En la tabla 6 se muestra una parte de la tabla de saberes final que se desarrolló para la asignatura Robótica, en ella se presenta la relación de los saberes y acciones mediante la convención de asignar al final cada saber hacer, entre paréntesis, la numeración dada a los saberes que se relacionan con él. También se resalta el uso de la estructura gramatical uniforme.

Tabla 6. Tabla de saberes

SABER	HACER	SER
INTRODUCCIÓN ROBÓTICA MÓVIL AUTÓNOMA		Desarrollo personal
1. Definir el concepto de robótica	a. Nombrar los elementos de estudio de la robótica.(1)	✓ Tomar y ejecutar decisiones propias en el desarrollo de las actividades de la asignatura.
2. Conocer la clasificación de los robots móviles	b. Relacionar los tipos de robots móviles según su clasificación con sus características. (2,3)	✓ Argumentar lógicamente sus ideas, aportes, propuestas y pensamientos incluyendo su posible modificación.
3. Distinguir los tipos de robots móviles según su clasificación	c. Relacionar los tipos de sensores utilizados en la robótica móvil. (4)	✓ Demostrar interés, curiosidad, apertura y capacidad de indagación de las temáticas y contenidos de la asignatura.
4. Distinguir los tipos de sensores utilizados en robótica móvil	d. Manejar el tipo de sensor adecuado de acuerdo a la necesidad de empleo. (4,5)	
5. Conocer la aplicación de los sensores.		

5.2.3 Establecimiento de la relación propósitos – contenidos. En esta etapa para los diferentes contenidos generales presentes en el diagrama secuencial de contenidos y también para los particulares que se clasifican y compendian en la tabla de saberes se construyen los propósitos de la asignatura. De este modo se constituyen las finalidades de la asignatura.

Según su semejanza los saberes se agrupan con los contenidos temáticos de la asignatura, estos contenidos temáticos son ramificaciones más específicas de cada uno de los contenidos generales del diagrama. Para cada agrupación se establece un propósito que defina la finalidad del aprendizaje de los contenidos y saberes que conforman el grupo, obteniendo al final del proceso los propósitos correspondientemente relacionados en causa-consecuencia con sus saberes y

contenidos temáticos asociados. En este proceso de relación se revisa y ajustan a la vez las relaciones internas determinadas para el saber y el saber hacer. La Tabla 7 muestra un fragmento de la relación propósitos-contenidos de la asignatura Robótica

Tabla 7. Relación de propósitos contenidos

PROPÓSITOS	CONTENIDOS TEMÁTICOS	SABER	HACER
Identificar las áreas de estudio de la robótica	Definición de robótica Clasificación de los robots móviles: <ul style="list-style-type: none"> • Según su morfología • Según su grado de inteligencia • Según su capacidad de movimiento • Según su aplicación 	1. Definir el concepto de robótica 2. Conocer la clasificación de los robots móviles 3. Distinguir los tipos de robots móviles según su clasificación	a. Nombrar los elementos de estudio de la robótica.(1) b. Relacionar los tipos de robots móviles según su clasificación con sus características. (2,3)

5.2.4 Estructuración modular. En la Tabla 8 se observa el registro de una actividad identificada para la asignatura Robótica, en el cual con la finalidad de no perder de vista los referentes, se mantienen presentes los propósitos, contenidos y saberes asociados a cada actividad. Para enunciar las actividades de enseñanza-aprendizaje también se emplea la estructura gramatical uniforme y a su vez se busca que el verbo o verbos seleccionados para su definición engloben los propósitos, contenidos y saberes que la conforman.

Tabla 8. Actividades de enseñanza-aprendizaje

PROPÓSITOS	CONTENIDOS TEMÁTICOS	SABER	HACER	ACTIVIDADES
Identificar las áreas de estudio de la robótica	Definición de robótica Clasificación de los robots móviles: <ul style="list-style-type: none"> • Según su morfología • Según su grado de inteligencia • Según su capacidad de movimiento • Según su aplicación 	1. Definir el concepto de Robótica 2. Conocer la clasificación de los robots móviles 3. Distinguir los tipos de robots móviles según su clasificación	a. Nombrar los elementos de estudio de la robótica.(1) b. Relacionar los tipos de robots móviles según su clasificación con sus características. (2,3)	Identificar y describir los campos de estudio y aplicación de la robótica móvil

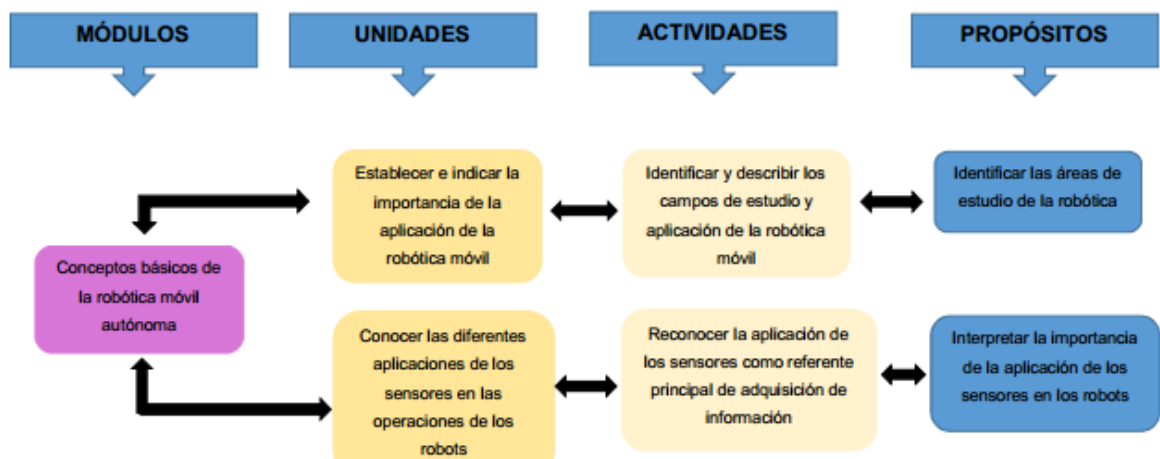
La segunda agrupación se denomina unidades de aprendizaje y se realiza sobre las actividades de enseñanza-aprendizaje. Para identificar las unidades de aprendizaje, los referentes a tener en cuenta se acumulan, es decir, hay que retomar el diagrama secuencial de contenidos, la tabla de saberes, la relación propósitos-contenidos y además las actividades de enseñanza-aprendizaje diseñadas.

La tercera agrupación y el mayor nivel que se alcanza es el módulo de formación formado por múltiples unidades de aprendizaje afines entre sí. De igual forma para el proceso de identificación de módulos se debe tener en cuenta el diagrama secuencial de contenidos, la tabla de saberes, la relación propósitos-contenidos, las actividades de enseñanza-aprendizaje establecidas, sumando ahora las unidades de aprendizaje diseñadas.

El módulo de formación no necesariamente debe nominarse empleando la estructura gramatical uniforme, dado el grado de globalidad que representa.

Con la identificación de los módulos termina la etapa de estructuración modular, obteniendo un conjunto de cuatro niveles básicos de desagregación como se observa en la Figura 23.

Figura 23. Estructuración modular




La estructura modular de la asignatura se interpreta de izquierda a derecha como las acciones a realizar para el cumplimiento del nivel anterior y de derecha a izquierda provee la finalidad por la que realizamos las diferentes acciones en cada nivel.

5.2.5 Planeación curricular. Para la aplicación de la etapa metodológica de planeación curricular se escogió uno solo de los módulos de formación estructurados, con el propósito de dejar una referencia de las acciones que se llevan a cabo para dicha planeación, pero dejando abierta la posibilidad de que el docente de la asignatura continúe con este proceso, que forma parte esencial de su perfil y base de su labor al momento de embarcarse en el proceso de enseñanza-aprendizaje de un curso.

El modulo seleccionado fue “Localización en los robots móviles autónomos” que contiene 5 unidades de aprendizaje y 6 actividades de enseñanza aprendizaje; para el cual se aplicaron los elementos de planeación ya mencionados y explicados en el capítulo 3, numeral 3.3.5.

En la Figura 24 se observa la primera parte del formato de planeación, para los elementos de las actividades enseñanza–aprendizaje, desarrollado en la asignatura robótica. Se identifica, el encabezado con la identificación del módulo de formación, la unidad de aprendizaje y la actividad de enseñanza-aprendizaje la cual se refiere a la planeación, duración de la actividad, contenidos conceptuales y procedimentales, Estrategias y técnicas de enseñanza-aprendizaje.

Figura 24. Formato de planeación curricular

	ROBÓTICA	PLANEACIÓN CURRICULAR
MODULO DE FORMACIÓN		Localización en los robots móviles autónomos
UNIDAD DE APRENDIZAJE		Identificar el aliasing y el ruido del sensor
ACTIVIDAD DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE		Distinguir e interpretar las fuentes del ruido y el aliasing del sensor y el actuador

DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD				
CRITERIOS	CONTENIDOS		METODOLOGÍA	
	CONCEPTUALES		Estrategias de enseñanza-aprendizaje	Técnica de enseñanza-aprendizaje
Conocer e interpretar los conceptos y expresiones matemáticas del ruido y el aliasing del sensor y el actuador	A. Conocer los conceptos e inconvenientes del ruido del sensor.		1. Aprendizaje interactivo 2. Aprendizaje colaborativo 3. Aprendizaje individual 4. Aprendizaje significativo	a. Exposición (1,2) b. Presentación participativa (1) c. Consulta (2,3) f. Ilustraciones (1,4)
	C. Interpretar y explicar el significado del ruido y el aliasing del sensor (A)		1. Aprendizaje interactivo 2. Aprendizaje colaborativo 3. Aprendizaje individual 4. Aprendizaje significativo	a. Exposición (1,2) b. Presentación participativa (1) c. Consulta (2,3) f. Ilustraciones (1,4)
Conocer e interpretar los conceptos y expresiones matemáticas del ruido y el aliasing del sensor y el actuador	D. Plantear alternativas para disminuir las fuentes que causan el ruido en el actuador efector.(B)		1. Aprendizaje interactivo 2. Aprendizaje colaborativo 3. Aprendizaje individual	b. Presentación participativa (1) d. Resolución y análisis de problemas (2,3,4)

Las estrategias y técnicas presentadas son un grupo de opciones dadas por el equipo de desarrollo para el contenido específico que se abarca en cada fila y se basan en una recopilación realizada para esta propuesta, la cual se presenta en la Tabla 9. Esta propuesta de estrategias y técnicas tiene como fin proveer un panorama de acción en el cual el docente pueda basarse para obtener en el estudiante el aprendizaje esperado, considerando la flexibilidad y multiplicidad; sin embargo este listado no es restrictivo, puede ser enriquecido con otras estrategias y técnicas desarrolladas por el docente. De igual forma no es necesario emplear todas las estrategias y técnicas recomendadas en la planeación, el docente puede

seleccionar la(s) que considere más apropiadas al curso de acuerdo a su situación.

Tabla 9. Estrategias y técnicas en la planeación curricular

ESTRATEGIA	TECNICA	
<i>Aprendizaje interactivo</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Presentación participativa • Conferencia por un experto • Panel • Formulación de preguntas • Phillips 6.6 • Foro de discusión • Simposio 	<ul style="list-style-type: none"> • Exposición • Entrevista • Debate • Seminario • Visitas • Mesa redonda • Cineforo, foroteatro o discoforo
<i>Aprendizaje individual</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Consulta • Elaboración de ensayo • Resumen • Análisis e interpretación de lectura 	<ul style="list-style-type: none"> • Reporte • Tareas individuales • Laberintos de acción • Análisis y resolución de problemas
<i>Aprendizaje colaborativo</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Consulta • Análisis e interpretación de lectura • Taller de ejercicios • Técnica del rompecabezas • Proyecto • Debate • Concurso • Lluvia de ideas 	<ul style="list-style-type: none"> • Resumen • Análisis y resolución de problemas • Exposición • Investigación • Panel • Seminario • Juego de roles • tutorial
<i>Aprendizaje por descubrimiento</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de ejercicios • Análisis y resolución de problemas 	<ul style="list-style-type: none"> • Resolución y análisis de ejercicios • Simulaciones
<i>Aprendizaje basado en problemas</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Analogía • Organizador previo • Mapas conceptuales • Mapa mental • Lluvia de ideas 	<ul style="list-style-type: none"> • Resumen • Ilustraciones • Redes semánticas • Diagramas • Formulación de preguntas

La segunda parte de la planeación se observa en la Figura 25 y contiene como secciones principales: las evidencias de aprendizaje y las técnicas e instrumentos de evaluación.

Figura 25. Evidencias de aprendizaje y técnicas e instrumentos de evaluación.

EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	EVALUACIÓN	
CONOCIMIENTO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
1. Define el enfoque de la técnica de la localización basada en navegación y las soluciones programadas para la navegación del robot. (A)	1. Diagramas de información 2. Actividades complementarias 3. Prueba o examen	a. Tabla (1) b. Mapa conceptual (1,2) c. Cuestionario (3) e. Test (3)
DESEMPEÑO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
1. Explica el funcionamiento de navegación basada en comportamiento. (A)	1. Actividades complementarias 2. Prueba o examen 3. Seguimiento de actividades	a. Test (1,2) b. Autoevaluación (3) c. Resumen (1) d. Esquema (2,4)
PRODUCTO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
4. Aplica la arquitectura para navegación más óptima hacia la solución de un problema específico. (A)	1. Actividades complementarias 2. Prueba o examen 3. Seguimiento de actividades	a. Test (1,2) b. Autoevaluación (3) c. Resumen (1) d. Taller (2)

5.2.5.1 Técnicas e instrumentos de evaluación. Se encuentran establecidas bajo el encabezado de evaluación y se definen para cada una de las evidencias de aprendizaje previstas, presentando la misma estructura que las estrategias y técnicas de enseñanza-aprendizaje, es decir, la planificación provee un abanico de opciones que se ha consolidado bajo los criterios del equipo de trabajo y bajo el hecho de dichas técnicas e instrumentos permitan recolectar en forma fiel y tangible el cumplimiento de la evidencia de aprendizaje que se les ha relacionado. También la finalidad de los instrumentos se relaciona mediante anotación entre paréntesis, las técnicas de evaluación asociadas con él.

Para este proceso de planeación se realizó una recopilación de técnicas e instrumentos de evaluación que pueden servir de guía para el docente que planifique otras actividades (véase tabla 10), en cualquier caso, esta recopilación no es una frontera insuperable, ya que se pueden añadir otras técnicas y/o

instrumentos o seleccionar y emplear solo los que se considere cumplen con la tarea de recolectar la evidencia, según las decisiones docentes.

Tabla 10. Técnicas e instrumentos de evaluación

TÉCNICA	INSTRUMENTOS
Observación	<ul style="list-style-type: none"> • Lista de verificación • Ficha de observación
Entrevista	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario formal • Cuestionario informal
Debate	<ul style="list-style-type: none"> • Anecdótico • Toma de notas • Resumen
Mesa Redonda	<ul style="list-style-type: none"> • Anecdótico • Resumen • Toma de notas • Cuestionario informal
Exposición	<ul style="list-style-type: none"> • Lista de verificación • Anecdótico • Resumen • Preguntas informales • Informe • Toma de notas • Relatoría
Ensayo	<ul style="list-style-type: none"> • Ensayo • Lista de verificación
Prueba o examen	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario • Ejercicios • Taller de problemas • Test
Mapa conceptual	<ul style="list-style-type: none"> • Mapa conceptual
Diagramas de información	<ul style="list-style-type: none"> • Mapa mental • Esquema • Algoritmo • Tablas • Cuadro sinóptico • Redes semánticas • Panel de información
Proyectos	<ul style="list-style-type: none"> • Informe • Portafolio • Productos asociados
Actividades Complementarias	<ul style="list-style-type: none"> • Relatorías • Ejercicios • Visitas técnicas • Resumen • Taller de problemas • Portafolio
Seguimiento de Actividades	<ul style="list-style-type: none"> • Encuestas • Registro de actividades • Auto evaluación • Bitácoras • Anecdótico • Coevaluación
Práctica de laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> • Informe • Cuestionario • Lista de chequeo • Algoritmo

	• Anecdótico
--	--------------

Los últimos tres elementos de la planeación son los recursos, los medios y los escenarios, los cuales se seleccionan revisando las necesidades y requerimientos dados por el ramillete de técnicas de enseñanza-aprendizaje y técnicas e instrumentos de evaluación propuestas para cada una de las actividades que conforman la unidad de aprendizaje y a la vez conociendo los recursos y escenarios disponibles para la asignatura Robótica y que pertenecen a la Escuela de ingeniería mecánica, o en otras palabras, limitando el campo de selección de recursos, medios y escenarios a lo disponible en el entorno cercano.

La planeación de recursos, medios y escenarios se muestran en la Tabla 11 donde se observa que el encabezado presenta el nombre del módulo de formación y de la unidad de aprendizaje con el fin de saber el referente al que atañen los recursos, medios y escenarios planeados.

Tabla 11. Planeación de recursos, medios y escenarios

	ROBÓTICA	PLANEACIÓN CURRICULAR
MODULO DE FORMACION		Localización en los robots móviles autónomos
UNIDAD DE APRENDIZAJE		Identificar el <u>aliasing</u> y el ruido del sensor

MEDIOS DIDÁCTICOS	RECURSOS EDUCATIVOS	ESCENARIOS
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Diapositivas ➤ Guías o talleres de casos ➤ Talleres de ejercicios y/o problemas ➤ Materiales audiovisuales ➤ Simulaciones ➤ Objeto de aprendizaje 	<ul style="list-style-type: none"> ✂ Video <u>Beam</u> ✂ Textos impresos: Libros, fotocopias, periódicos, documentos ✂ Textos digitales ✂ Software de simulación ✂ Robot 	<ul style="list-style-type: none"> 📁 Aula de clases 📁 Salones de conferencias

5.2.6 Perfil Docente. Para complementar la planeación curricular se estableció un listado de aspectos alrededor del docente encargado de la asignatura Robótica, quien se guiara por el diseño curricular bajo la visión de competencias desarrollado.

En este perfil se presentan nueve aspectos fundamentales y a partir de ellos se desglosan diferentes competencias sobre el rol y persona que es el docente. Dos referentes principales para el establecimiento de este perfil son los dados por Zabalza²⁷ y Perrenoud²⁸, quienes han construido diferentes aproximaciones a las competencias docentes. Los aspectos y las competencias desglosadas se presentan a continuación:

- Desarrollo y evolución de su identidad docente
- Presentar compromiso con la profesión docente.
- Mostrar firmeza en el cumplimiento de sus acciones y propósitos.
- Ser dinámico, innovador, creativo y motivador.
- Ser crítico de sí mismo y de los procesos que emprende, a través de la autoevaluación.
- Buscar su crecimiento personal, profesional y social.
- Propiciar la reflexión permanente sobre el proceso docente y el contexto de su asignatura y disciplina en el mundo.
- Incentivar y generar alternativas de acción para involucrar su disciplina con la sociedad.
- Informarse y apoyar en acciones la pedagogía diversificada.

²⁷ ZABALZA, Miguel A. Op. cit.

²⁸ PERRENOUD, Phillipe. Dix nouvelles compétences pour enseigner. Referencia realizada por Michael Develay en <<http://francois.muller.free.fr/diversifier/10nouvellescompetences.htm>>. [consultado 30 de Julio2005].

- Educarse y actualizarse continuamente en las temáticas que le atañen a su papel docente: la asignatura, las disciplinas, la pedagogía, las metodologías, etc.
- Promover y realizar investigación y consulta en lo concerniente a su disciplina y al proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Fomento y participación en la integración y coordinación del contexto institucional
- Poseer conocimiento sobre la estructura total del proceso formativo de la carrera.
- Gestionar y participar en la coordinación de propósitos, metas y planes de su asignatura con otras asignaturas afines y con el programa de la carrera en general.
- Incentivar y participar en experiencias compartidas de planificación, actividades, materiales y evaluación.
- Generar y hacer parte de iniciativas de mejora y reestructuración de la forma y calidad de los procesos educativos.
- Diseño y planificación del proceso de formación
- Estructurar y desarrollar los elementos del currículo para la asignatura.
- Buscar coherencia entre la planeación e implementación de la asignatura.
- Establecer coordinación entre los diferentes elementos de la asignatura (objetivos, contenidos, metodología, evaluación, etc).
- Buscar y gestionar un equilibrio entre la teoría y la práctica de la asignatura.
- Orientar y explicitar previamente a los estudiantes sobre los diferentes aspectos del diseño y la planificación de la asignatura.
- Alimentar y discutir el diseño y la planificación con el estudiantado.
- Reconocer la incidencia y posibilidades metodológicas de los recursos, medios y espacios educativos en el proceso de formación.

- Planificar las actividades a desarrollar para cada uno de los propósitos de la asignatura: las estrategias y técnicas de aprendizaje, los medios y recursos, las evidencias y la evaluación.
- Selección y preparación de los contenidos de la asignatura
- Diferenciar y secuenciar los contenidos de generales a específicos.
- Mostrar las relaciones de los contenidos con otras temáticas de la asignatura, de otras asignaturas y del mundo profesional.
- Construir y evaluar la riqueza informativa de la asignatura, el equilibrio entre la cantidad, la profundidad y la aplicabilidad de los contenidos.
- Incluir estrategias de realimentación de los estudiantes respecto al contenido de la asignatura.
- Desarrollar actividades de revisión de los contenidos vistos en otras asignaturas o en otros ámbitos educativos previos y que son necesarios para la asignatura.
- Generar acciones de repaso y consolidación de los contenidos en la asignatura.
- Conocimiento y uso de orientaciones metodológicas en el proceso de formación
- Generar o adoptar metodologías de enseñanza-aprendizaje que generen inquietud hacia la asignatura.
- Mantener un equilibrio entre el control y la autonomía dada al estudiantado por parte de la metodología empleada.
- Ser versátil e innovador en el uso de diferentes estrategias y técnicas de enseñanza-aprendizaje e igualmente en las técnicas e instrumentos de evaluación.
- Discutir y evaluar la selección y resultados de la metodología con los estudiantes.
- Organización de las condiciones y recursos del proceso de formación

- Velar y gestionar la existencia y calidad de los recursos, medios y espacios educativos necesarios y suficientes para el proceso de formación
- Construir y elaborar recursos y materiales educativos que contribuyan al proceso.
- Indicar y facilitar el acceso a fuentes de información y/o materiales de apoyo específicos para la asignatura.
- Incorporación de las tecnologías de información y comunicación en el proceso de formación.
- Analizar los nexos reales de la asignatura y las tecnologías de la información e implementarlos en lo posible.
- Aprovechar las potencialidades de innovación y horizontalidad de los aprendizajes, dadas por las tecnologías de información y comunicación.
- Emplear en la asignatura procesos de las tecnologías de información que incentiven el aprendizaje autónomo, como simulaciones, contenidos digitales, autoevaluaciones o bases de datos.
- Enriquecer los procesos de aprendizaje colaborativo mediante foros, chats, correos electrónicos u otras formas de intercambio comunicativo entre estudiantes y docentes.
- Gestionar y facilitar el acceso a las tecnologías de la información y comunicación para el estudiantado y para sí mismo en igualdad de condiciones.
- Apoyo a los estudiantes.
- Reconocer al estudiante como un interlocutor válido en el proceso de enseñanza-aprendizaje
- Ser accesible y cordial en el intercambio de conocimientos, acciones e ideas con los estudiantes
- Interpretar y valorar las peticiones, recomendaciones y proposiciones de los estudiantes hacia los diferentes procesos de desarrollo y comunicación de la asignatura, la carrera y disposición docente.

- Motivar en el estudiante el interés por los problemas, los retos y las exigencias de la asignatura, de la institución educativa, de su vida y ámbito profesional.
- Permitir y procurar actividades de contacto fuera del aula: tutorías, investigaciones, extensión cultural, entre otras.
- Desarrollar estrategias de acercamiento y seguimiento del proceso grupal e individual de los estudiantes.
- Generar espacios de autonomía y compromiso que desarrollen el criterio del estudiante en las decisiones relacionadas consigo mismo y con los demás.
- Orientar en los estudiantes las capacidades asociadas al autoaprendizaje y al aprendizaje colaborativo.
- Favorecer la construcción del proyecto personal de vida del estudiante
- Estructuración del sistema de evaluación del proceso de formación.
- Evidenciar en el desarrollo de la asignatura la diferencia entre evaluación de seguimiento (aprender para formarse) y evaluación de control o rendimiento (aprender para ser medido) y explicitarlo a los estudiantes.
- Mantener coherencia entre el proceso de enseñanza-aprendizaje realizado (objetivos, contenidos, metodologías) y la estructura y fines de la evaluación.
- Presentar variedad y gradualidad de las formas de evaluación.
- Informar y discutir previamente y posteriormente de las condiciones y resultados de la evaluación.
- Integrar a la evaluación conocimientos y experiencias de otras asignaturas asociadas.
- Desarrollar procesos evaluativos que evidencien actitudes y características personales de los estudiantes.

6. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL ROBOT COMO RECURSO DIDÁCTICO EXPERIMENTAL DE LA ASIGNATURA ROBÓTICA

Con el robot como recurso didáctico experimental se pueden poner en práctica contenidos generales de la asignatura sobre robots móviles autónomos como tipos de sensores, locomoción de robots móviles autónomos, localización en los robots móviles autónomos.

6.1 CLASIFICACIÓN DEL ROBOT QUE SE DESARROLLA

De manera general las características del robot que se está desarrollando son las siguientes:

- Según su grado de inteligencia: Autónomo.
- Según su capacidad de movimiento: Móvil por ruedas.
- Según su morfología: Móvil.
- Según su aplicación: Didáctico.

6.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS FUNCIONES DEL RECURSO DIDACTICO EXPERIMENTAL

Se hace una descripción de los requerimientos del problema de acuerdo a las necesidades planteadas por la materia (véase Tabla 12) para lograr que el robot cumpla la función de ser didáctico y haga parte del proceso de aprendizaje de la asignatura.

Tabla 12. Funciones del recurso didáctico experimental

CARACTERÍSTICA	FUNCIÓN
Seguidor de línea	Seguir línea por medio de sensores infrarrojos que permiten detectar objetos o colores que reflejen la luz infrarroja. El reflejo de la luz por medio de este objeto es lo que se utiliza para seguir la línea.
Evasión de obstáculos	La función de evasión de obstáculos consiste en que al detectar la plataforma móvil un obstáculo esta lo evada moviéndose en alguna dirección contraria a la que presenta en ese instante.
Seguidor de línea y evasión de obstáculos	La función de seguidor de línea y evasión de obstáculos consiste en que por medio de sensores infrarrojos el robot detecte la línea negra y siga el recorrido, en el momento en que el sensor para evadir obstáculos detecte un objeto en el recorrido, el robot lo evade y busca de nuevo la línea negra.
Sistema de posicionamiento global (GPS)	Ubicación de la plataforma por medio de un módulo GPS.
Plataforma sencilla	La programación y configuración de la plataforma debe ser sencilla de modo que los estudiantes puedan manipularla y entenderla para de esta manera poner en práctica los conocimientos adquiridos en la materia.

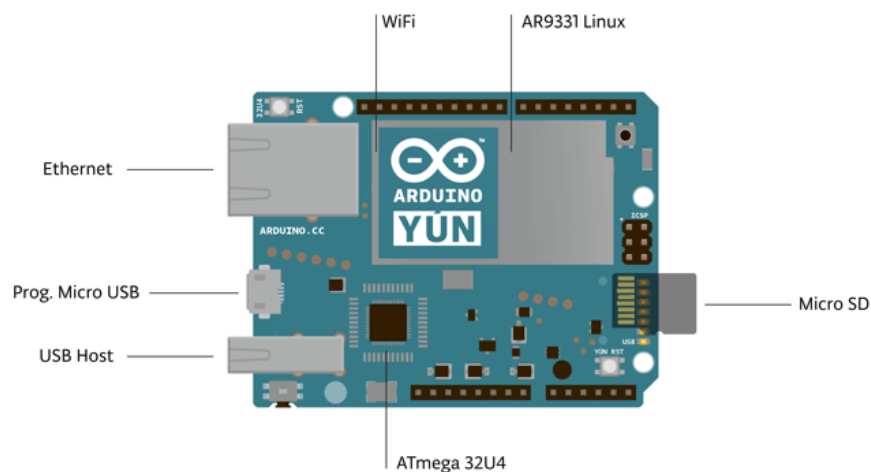
6.3 DESARROLLO DEL RECURSO DIDÁCTICO EXPERIMENTAL PARA LA ASIGNATURA ROBÓTICA

En esta parte del proyecto se diseña un recurso didáctico experimental para una actividad de formación del diseño curricular. Uno de los criterios que tiene mayor relevancia en la selección de los subsistemas a usar es el factor económico. Aunque es difícil lograr un diseño de bajo costo cuando se trabaja en proyectos de robótica, no se puede desconocer que este es uno de los aspectos principales a tener en cuenta y que la parte económica juega un papel fundamental en la toma de decisiones trascendentales durante el desarrollo del proyecto. Teniendo en cuenta que a largo plazo se pretende reproducir el prototipo y formar un equipo de robots para utilizarlos en la realización de prácticas de laboratorio, es necesario mantener un bajo costo del mismo para facilitar la reproducción de estos.

6.3.1 Selección de materiales. A continuación se muestra los materiales a usar en la construcción del robot. Para ver la lista completa de los materiales usados dirigirse al Anexo J.

6.3.1.1 Sistema de control. En términos generales es la recolección y manipulación de datos para producir información con la cual se logrará controlar el robot. Existen dispositivos que se pueden emplear dependiendo del tipo de datos utilizados, velocidad o funciones necesarias para lograr los objetivos. Para el sistema de control se implementó la tarjeta Arduino Yun (véase Figura 26) la cual es una plataforma de hardware libre basado en microcontroladores Atmel, que cuenta con su propio entorno de desarrollo programado mediante un lenguaje propio de alto nivel llamado Processing, aunque es posible utilizar otros lenguajes como Java, C++, Python, entre otros. El Yun se distingue de otras placas Arduino en que se puede comunicar con la distribución de Linux a bordo, que ofrece un sistema de red de gran alcance con la facilidad de Arduino. Además de los comandos de Linux como CURL, se le puede escribir su propio Shell y python scripts para las interacciones fuertes.

Figura 26. Arduino Yun



Fuente: ARDUINO. Arduino Yun. <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardYun?from=Products.ArduinoYUN>. Consultado: 1 de noviembre de 2014.

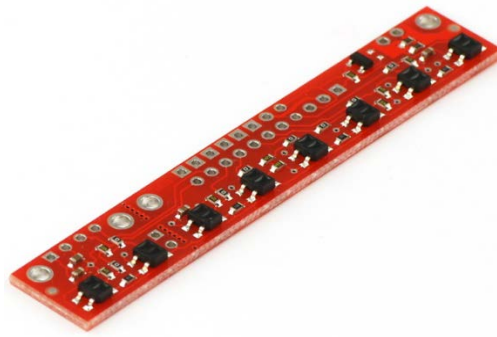
6.3.1.2 Sistema sensitivo. Se implementan 8 sensores QTR-8A (véase Figura 27) que se encargan de referenciar la línea negra a seguir y un sensor GP2Y0A41SK0F (véase Figura 28) para detectar los obstáculos.

El sensor QTR 8A es un arreglo de sensores reflectivos usados como sensor de línea. Este modulo, contiene 8 emisores IR y sus receptores (phototransistor) espaciados 9.525 mm. Cada fototransistor es conectado a una resistencia de pullup y a un divisor de voltaje el cual puede ser de un valor análogo entre 0 V y VIN (típicamente 5 V). La corriente del led esta limitada por una resistencia a 5V.

Características del sensor QTR-8A

- Tamaño: 2.95" x 0.5" x 0.125"
- Voltaje de operación: 3.35.0 V
- Corriente de consumo: 100 mA
- Salida: 8 voltajes analogos
- Rango de salida: 0 V a voltaje aplicado
- Distancia optima de sensado 0.125" (3 mm)
- Distancia maxima de sensado: 0.25" (6 mm)

Figura 27. Sensore QTR-8A



Fuente: Dynamo electronics. Detección de líneas y objetos.
http://www.dynamoelectronics.co/index.php?page=shop.product_details&flypage=dynamo.tpl&product_id=830&category_id=96&option=com_virtuemart&Itemid=58. Consultado: 20 de noviembre de 2014.

El sensor de distancia GP2Y0A41SK0F es un sensor infrarrojo análogo para medir distancia usando el principio de triangulación el cual mide la distancia por medio de la medida del ángulo de luz que incide en el fodetector por lo que el tipo de objeto, temperatura ambiente, y otros factores no alteran la medición de la distancia. Las interfaces para la mayoría de los microcontroladores consiste en que la salida analógica solo puede ser conectada a un convertidor de analógico a digital para la toma de mediciones de distancia, o la salida puede ser conectada a un comparador para la detección de umbral.

Características del sensor GP2Y0A41SK0F.

- Voltaje: 5Vdc
- Distancia sensada: 4-30cm
- Tipo de salida: análogo
- Tipo de sensor: Infrarojo

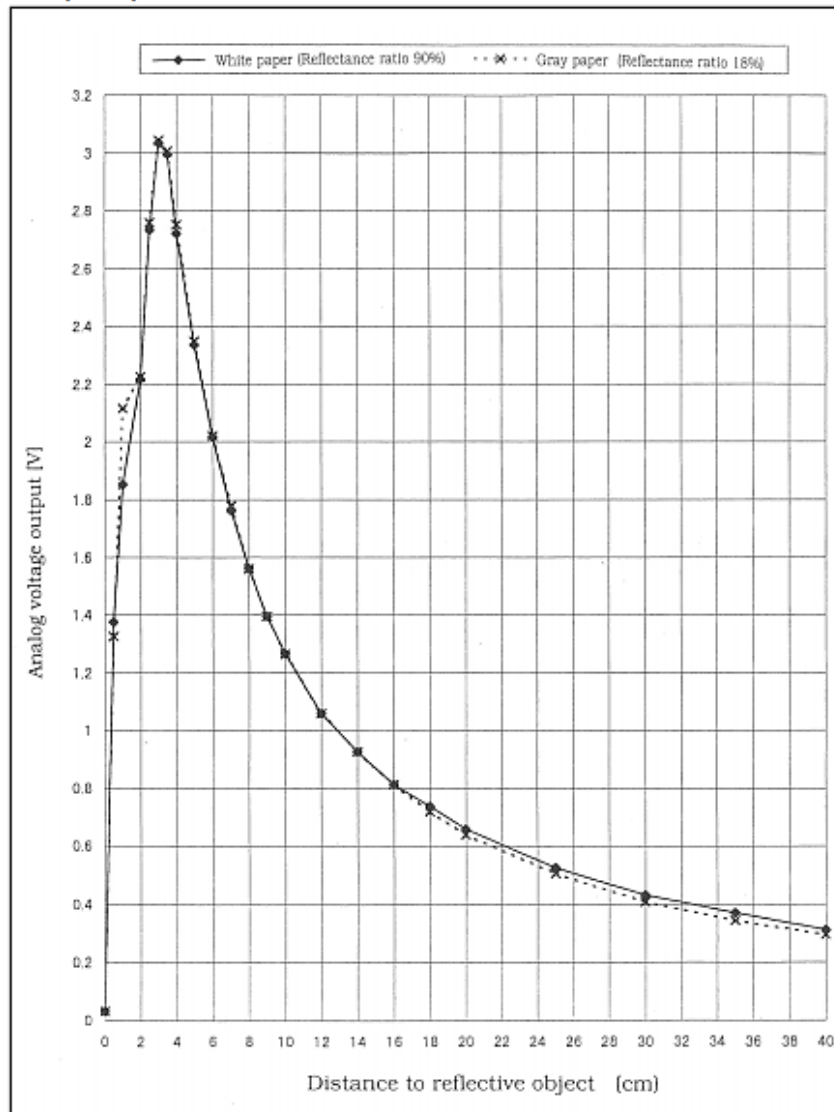
Figura 28. Sensor de distancia GP2Y0A41SK0F 4-30cm Analogo



Fuente: Dynamo electronics. Medir distancias, sensor fotoeléctrico.
http://www.dynamoelectronics.co/index.php?page=shop.product_details&flypage=dynamo.tpl&product_id=1104&category_id=95&option=com_virtuemart&Itemid=5. Consultado: 20 de noviembre de 2014.

A continuación se muestra la gráfica (véase Figura 29) distancia vs voltaje con la cual se determina el voltaje equivalente a una distancia determinada.

Figura 29. Gráfica distancia vs voltaje del sensor de distancia GP2Y0A41SK0F



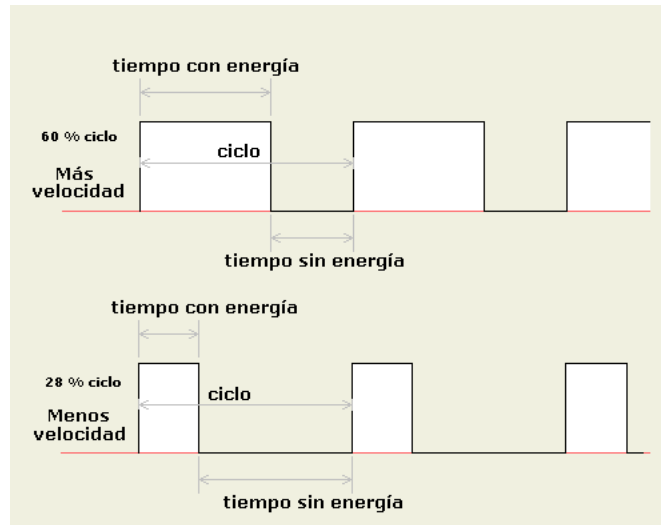
Fuente: GP2Y0A41SK0F. http://www.sharp-world.com/products/device/lineup/data/pdf/datasheet/gp2y0a41sk_e.pdf. Consultado 11 de enero de 2015.

6.3.1.3 Sistema locomotor. El robot se moverá por medio de 4 motores dc los cuales emplean el protocolo PWM para su control.

La regulación por ancho de pulso (PWM) (véase Figura 30) de un motor dc esta basada en el hecho de que si recorta la corriente directa (DC) de alimentación en forma de onda cuadrada, la energía que recibe el motor disminuirá de manera proporcional a la relación entre la parte alta (habilita corriente) y baja (cero

corriente) del ciclo de la onda cuadrada. Controlando esta relación se logra variar la velocidad del motor.

Figura 30. Gráfica de regulación por ancho de pulso



Fuente: Control de motores de cc. Control por ancho de pulso PWM. http://robots-argentina.com.ar/MotorCC_ControlAncho.htm. Consultado 10 de enero de 2015.

Motorreductor. El motor utilizado es un motor dc (véase Figura 31) de alto torque con piñonería metálica, shaft de salida 6mm y cuerpo metálico con encoder integrado.

El encoder (véase Figura 32) de cuadratura es de efecto hall y provee una resolución de 64 pulsos por vuelta. Debido a que el encoder esta en el eje del motor, en la salida del motorreductor se tiene que en una vuelta se producen 8384 pulsos, dando una precisión significativa para cualquier aplicación de control de movimiento.

Figura 31. Motorreductor 18 Kgcm 80 rpm con encoder



Fuente: Dynamo electronics. Motoreductores.
http://www.dynamo-electronics.co/index.php?page=shop.product_details&flypage=dynamo.tpl&product_id=896&category_id=100&option=com_virtuemart&Itemid=58. Consultado: 20 de noviembre de 2014.

Figura 32. Encoder del motorreductor



Fuente: Dynamo electronics. Motoreductores.
http://www.dynamo-electronics.co/index.php?page=shop.product_details&flypage=dynamo.tpl&product_id=896&category_id=100&option=com_virtuemart&Itemid=58. Consultado: 20 de noviembre de 2014.

Datos del motor

- Voltaje: 12 V
- Revoluciones: 80 RPM
- Stall torque: 250 ozin (18 kgcm)
- Corriente Stall: 5A
- Corriente freerun: 300 mA.

Para el control de los motores se utiliza una shield para motores VNH5019.

La Shield para motores VNH5019 (véase Figura 33) permite controlar dos motores de alta potencia dc con la placa Arduino. Sus conductores permiten trabajar con motores que operen a 5,5 a 24 V y puede suministrar una corriente continua de 12 A (30 a pico) por motor, o de manera continua a un solo motor suministrando una corriente de 24 A (60 a pico). Estos controladores también ofrecen grandes corrientes en sentido de retroalimentación y aceptan frecuencias ultrasónicas PWM para un funcionamiento más silencioso.

Figura 33. Shield para motores VNH5019



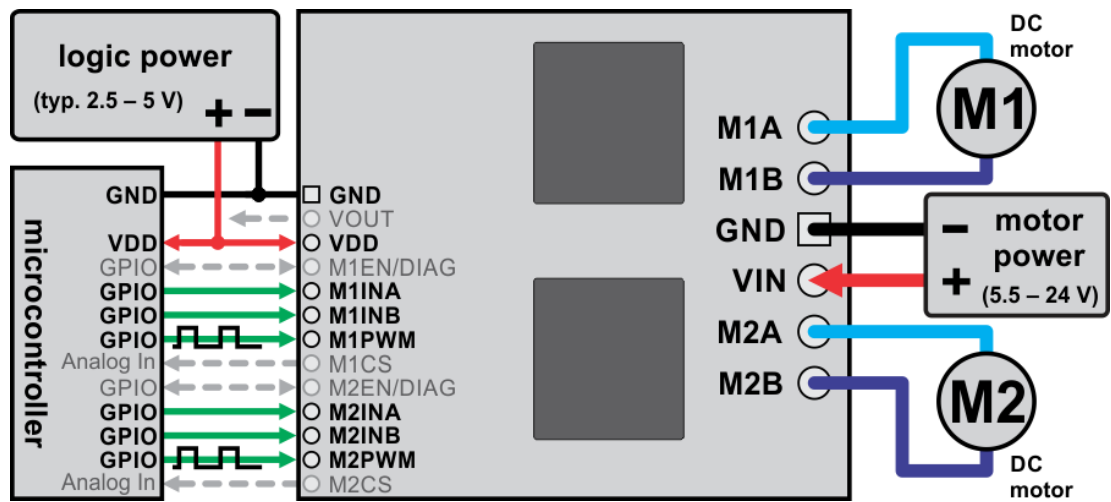
Fuente: Pololu robotics y electronics. Pololu Dual VNH5019 Motor Driver Shield for Arduino.
<https://www.pololu.com/product/2502>. Consultado 10 de enero de 2015.

Características de la shield para motores VNH5019

- Amplio rango de tensión: 5,5 a 24V1.
- Altacorrente de salida: Hasta 12 A continua (30máximo) por motor.
- Las salidas de los motores pueden combinarse para proporcionar hasta 24A continuos (60 Amáximo) a un solo motor.
- Entradas compatibles con ambos sistemas de 5V y 3,3 V (el umbral lógico alto es de 2,1V).
- PWM de hasta 20kHz, esta es ultrasónica y permite un funcionamiento más silencioso del motor.
- El sentido de la corriente de salida y del voltaje es proporcional a la corriente del motor (aprox. 140mV /A).
- Los Motor indicadores LED muestran lo que las salidas están haciendo, incluso cuando el motor no está conectado.

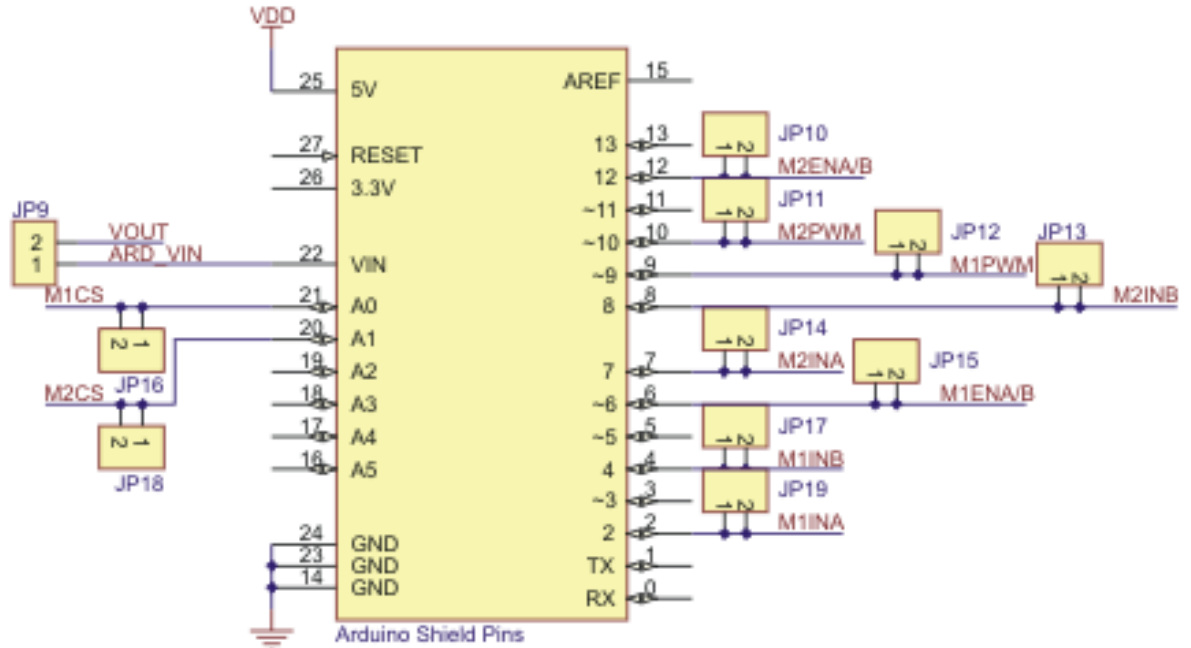
A continuación se muestra un esquema (véase Figura 34) en el que se muestra la conexión entre la placa de motores, el microcontrolador (Arduino) y dos motores y un diagrama esquemático (véase Figura 35) de la conexión entre la placa de motores y el microcontrolador.

Figura 34. Conexión entre la shield, el microcontrolador y dos motores.



Fuente: Pololu robotics y electronics. Pololu Dual VNH5019 Motor Driver Shield for Arduino (ash02a).
<https://www.pololu.com/product/2502>. Consultado 11 de enero de 2015.

Figura 35. Diagrama esquemático de conexión entre el microcontrolador y la placa de motores



Fuente: Pololu robotics y electronics. Pololu Dual VNH5019 Motor Driver Shield for Arduino (ash02a). <https://www.pololu.com/product/2502>. Consultado 11 de enero de 2015.

La tarjeta arduino Yun tiene disponibles los pines 0 a 16 (digitales) y los pines análogos A0 a A5. La Shield de motores utiliza los pines 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 12, A0, A1. De acuerdo a pololu (empresa que diseñó el shield de motores) no es necesario utilizar todos los 10 pines (2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 12, A0, A1) son necesarios solamente 6, los otros 4 son útiles en caso de necesitar mas. Al colocar el shield de motores quedan disponibles (sin usar) los pines 0, 1, 3, 5, 11, 13, A2, A3, A4, A5. Sin embargo se necesita conectar los sensores de línea y el de obstáculo los cuales son de tipo analógico. Debido a las conexiones que deben realizarse con el shield quedan libres los pines A2, A3, A4 y A5; estos no son suficientes para todos los sensores de línea (8 sensores) y el sensor de obstáculos que también es analógico, por lo cual se emplea el integrado 4051 demultiplexor-multiplexor (véase Figura 36) que permite obtener 8 entradas

analógicas adicionales controladas a través de 3 líneas digitales y una analógica. Los pines que se van a utilizar son los 11, 5 y 3 (pines de la arduino Yun) como digitales para controlar al 4051 y el pin A5 va a registrar el valor analógico presente bien sea en la entrada analógica X0 ó X1 al X7 del 405, esto depende del código seleccionado con los pines 11, 5, 3. El integrado 4051 trabaja con la tabla de verdad (véase Figura 37) que muestra el valor de verdad de una proposición compuesta, para cada combinación de verdad que se pueda asignar.

Figura 36. Circuito integrado 4051

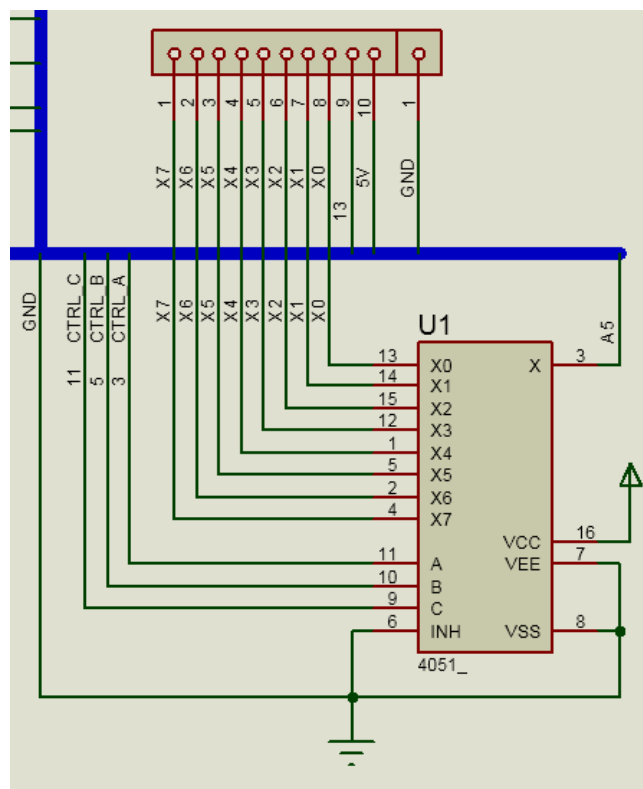


Figura 37. Tabla de verdad del integrado 4051

INPUT STATES				"ON" CHANNEL(S)
INHIBIT	C	B	A	
CD4051B				
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	X	X	X	None

Fuente: Texas instruments. Data sheet CD4051B, CD4052B, CD4053B.
<http://www.microelectronicos.com/datasheets/CD4051.pdf>. Consultado 20 de enero de 2015.

A continuación se muestra una tabla (véase Tabla 13) con todas las conexiones de los pines de la tarjeta Arduino Yun.

Tabla 13. Tabla conexión de los pines de la Arduino Yun.

Pines Arduino Yun	Shield motores	Sensores de línea y obstáculos
0		
1		
2	M1INA	
3		Control A1 – Control A2
4	M1INB	
5		Control B1 – Control B2
6	M1E NA/B X	ED
7	M2INA	
8	M2INB	
9	M1PWM	
10	M2PWM	
11		Control C1 – Control C2
12	M2E NA/B X	EI
13		Enable QTR8-A (ON-OFF GPS)
A0	M1CS X	
A1	M2CS X	
A2		
A3		
A4		Análogo obstáculos
A5		Análogo QTR8-A
14		Rx in gps
15		Tx pin gps
16		Libre

- **CONTROL DE VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DE LOS MOTORES**

Los motores están conectados a los pines de salida PWM de la tarjeta Arduino Yun por medio de la placa de motores, esto permite controlar la velocidad mediante la amplitud de la señal y la dirección mediante el cambio de voltaje a las entradas de los motores.

Conexión de los motores con los pines de la Arduino Yun.

Motores derecha:

Pines: 7, 8 y 10.

Motores izquierda:

Pines: 2, 4 y 9.

La dirección de los motores es controlada por la shield VNH5019, la cual cumple la función de un puente H que puede controlar hasta cuatro motores a la vez.

Movimiento del robot hacia adelante:

DigitalWrite (M2INA, HIGH)

DigitalWrite (M2INB, LOW)

DigitalWrite (M1INA, HIGH)

DigitalWrite (M1INB, LOW)

Movimiento del robot hacia atrás:

DigitalWrite (M2INA, LOW)

DigitalWrite (M2INB, HIGH)

DigitalWrite (M1INA, LOW)

DigitalWrite (M1INB, HIGH)

Movimiento del robot sobre su propio eje hacia la derecha:

DigitalWrite (M1INA, LOW)

DigitalWrite (M1INB, HIGH)

DigitalWrite (M2INA, HIGH)

DigitalWrite (M2INB, LOW)

Movimiento del robot sobre su propio eje hacia la izquierda:

DigitalWrite (M2INA, LOW)

DigitalWrite (M2INB, HIGH)

DigitalWrite (M1INA, HIGH)

DigitalWrite (M1INB, LOW)

Movimiento del robot hacia la derecha con un ángulo determinado.

DigitalWrite (M1INA, LOW)

DigitalWrite (M1INB, HIGH)

AnalogWrite (M1PWM, 200)

DigitalWrite (M2INA, LOW)

DigitalWrite (M2INB, HIGH)

AnalogWrite (M2PWM, 60)

Movimiento del robot hacia la izquierda con un ángulo determinado.

DigitalWrite (M2INA, LOW)

DigitalWrite (M2INB, HIGH)

AnalogWrite (M2PWM, 200)

DigitalWrite (M1INA, HIGH)

DigitalWrite (M1INB, LOW)

AnalogWrite (M1PWM, 60)

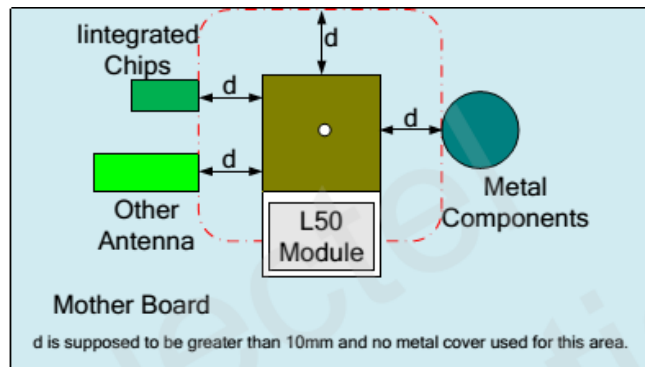
6.3.1.4 Sistema de posicionamiento global GPS. Dentro de lo que se encuentra en el mercado hay varias opciones, siendo entre las más económicas y fáciles de manejar el GPS L50 (véase Figura 38) fabricado por Quectel. Posee una precisión de 2,5 metros, viene en forma para soldar en montaje superficial, un consumo máximo de 60 miliamperios y trabaja a 1,8V; además posee integrada la antena lo que permite que no se necesite conector externo ni antena al chip. Para la ubicación del módulo se debe tener en cuenta que los componentes que se van a ubicar a los alrededores de este deben estar a una distancia de 10 milímetros del módulo (véase Figura 39).

Figura 38. GPS L50 Quectel.



Fuente: QUECTEL L50. Slim GPS module integrated patch antenna. http://www.quectel.com/UploadFile/Product/Quectel_L50_GPS_Specification_V2.0.pdf. Consultado: 1 de noviembre de 2014.

Figura 39. Distancia de ubicación de los componentes aledaños GPS

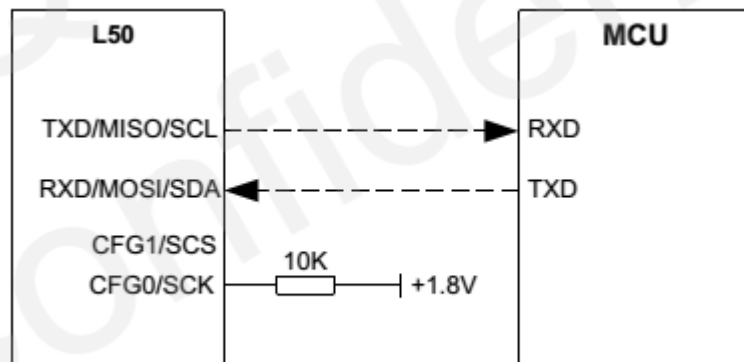


Fuente: QUECTEL. L50 Hardware design. http://www.quectel.com/UploadImage/Downlad/L50_Hardware_Design_V2.0.pdf. Consultado: 1 de noviembre de 2014.

La comunicación entre el Arduino y el GPS es serial. La comunicación serial es un protocolo muy común para comunicación entre dispositivos que se incluye de manera estándar en prácticamente cualquier computadora. El concepto de comunicación serial es sencillo. El puerto serial envía y recibe bytes de información un bit a la vez. Aun y cuando esto es más lento que la comunicación

en paralelo, que permite la transmisión de un byte completo por vez, este método de comunicación es más sencillo y puede alcanzar mayores distancias. Para activar la comunicación serial se conecta el pin CFG0/SCK a VCC (véase Figura 40) mediante una resistencia de 10 kilo-ohmios (pin a pull-up).

Figura 40. Comunicación serial entre el GPS y el microcontrolador



Fuente: QUECTEL. L50 Hardware design.
http://www.quectel.com/UploadImage/Downlad/L50_Hardware_Design_V2.0.pdf. Consultado: 1 de noviembre de 2014.

Este módulo permite la facilidad de comunicación a diferentes velocidades de datos; pero el default o como viene predeterminado por la fábrica es de 4800 bps (baudios por segundo), de 8 bits, sin bits de paridad, un bit de parada y sin control por hardware del flujo. Luego que se enlace la comunicación serial entre el mando o cerebro (Arduino Yun) y el módulo GPS L50, estas características podrán ser cambiadas para la configuración preferida o escogida. En este caso se cambia la velocidad de datos de 4800 a 9600.

Normalmente en arduinos como el uno y el Leonardo los pines 0 y 1 son utilizados para la comunicación UART de este con otros dispositivos, pero debido a que el arduino Yun trae un sistema con WiFi estos pines son utilizados para funciones internas de este microcontrolador, por lo cual para realizar la comunicación UART se utiliza una librería denominada software serial. Para el uso de esta librería el fabricante recomienda usar los pines 8, 9, 10, 11, 14, 15 y 16. En este caso se utilizaron los pines 14 y 15; estos pines se encuentran en una bornera ICSP ubicada de la arduino (véase Figura 41), el pin 14 se puede identificar como el que tiene un punto muy cercano a este.

Figura 41. Placa del GPS



Para activar el GPS se utiliza un pin ON-OFF que en este caso es el pin 13. Mediante este pin se envía una señal que opera a unos voltajes dirigidos hacia el GPS de 1,8 como señal alta y de 0v. Para poder enviar esta señal se realiza un

circuito inversor recomendado por el fabricante con el cual se envía la señal de la siguiente manera (véase Tabla 14):

Tabla 14. Conversión de valores del circuito inversor

YUN	GPS
0 V	→ 1,8 V
5V	→ 0V

El protocolo utilizado por el GPS es el NMEA 0183 el cual es una especificación combinada eléctrica y de datos entre aparatos electrónicos marinos y, también, más generalmente, receptores GPS. El protocolo NMEA 0183 es un medio a través del cual los instrumentos marítimos y también la mayoría de los receptores GPS pueden comunicarse los unos con los otros. Su estructura o como va organizado el mensaje comienza con el carácter '\$' (inicializador del mensaje); luego viene el identificador del dispositivo; para el caso del GPS sería 'GP', seguido del tipo de mensaje de salida que nos está entregando el módulo. Posteriormente estarían los datos que se recibirán (depende del momento del GPS como del sistema de coordenadas escogido, pero por defecto ha de ser WGS84). Luego el carácter '*' que indica el final del mensaje. Por último están dos caracteres de valor hexadecimal que también sirven para ayudar a identificar el tipo de mensaje recibido. Por último están los valores de retorno de carro y finalización de línea (equivalente a dar enter en un teclado común, en una computadora).

Entonces, con el módulo se podría decir que se establece una comunicación en la cual el Arduino inicia dando las pautas para la comunicación, luego el GPS

responde y empieza a dar información sobre la ubicación; así como la fecha y la hora (UTC time). La frecuencia con la que el GPS da la información, así como los datos adquiridos son seleccionados en la parte inicial, cuando se configuran las pautas de la comunicación²⁹.

Para el uso del GPS es necesario un regulador de voltaje TPS79333 que va conectado a los 5 v de la tarjeta arduino Yun, y un traductor de voltaje LSF0204X que permite la comunicación UART entre el GPS y la arduino Yun.

6.3.1.5 Sistema Mecánico. Se seleccionó una plataforma robótica (véase Figura 39) todo terreno diseñada en paneles de lexan que garantiza alta durabilidad. Tiene llantas de plástico de 12 cm de diámetro.

Figura 42. Chasis del robot



Fuente: [Dynamo electronics.](http://www.dynamoelectronics.co/index.php?page=shop.product_details&flypage=dynamo.tpl&product_id=178&category_id=63&option=com_virtuemart&Itemid=58)
[http://www.dynamoelectronics.co/index.php?page=shop.product_details&flypage=dynamo.tpl&product_id=178](http://www.dynamoelectronics.co/index.php?page=shop.product_details&flypage=dynamo.tpl&product_id=178&category_id=63&option=com_virtuemart&Itemid=58)
&category_id=63&option=com_virtuemart&Itemid=58. Consultado: 2 de febrero de 2015.

Características del chasis

Largo: 11 in

²⁹ Disponible en internet: http://www.quectel.com/UploadImage/Downlad/L50_Hardware_Design_V2.0.pdf

Ancho: 12.50 in

Alto: 4.75 in

Chasis largo: 8.75 in

Chasis ancho: 7.00 in

Chasis alto: 3.50 in

Distancia al piso: 1.63 in

Peso: 4 libras.

Peso a cargar: 5 libras

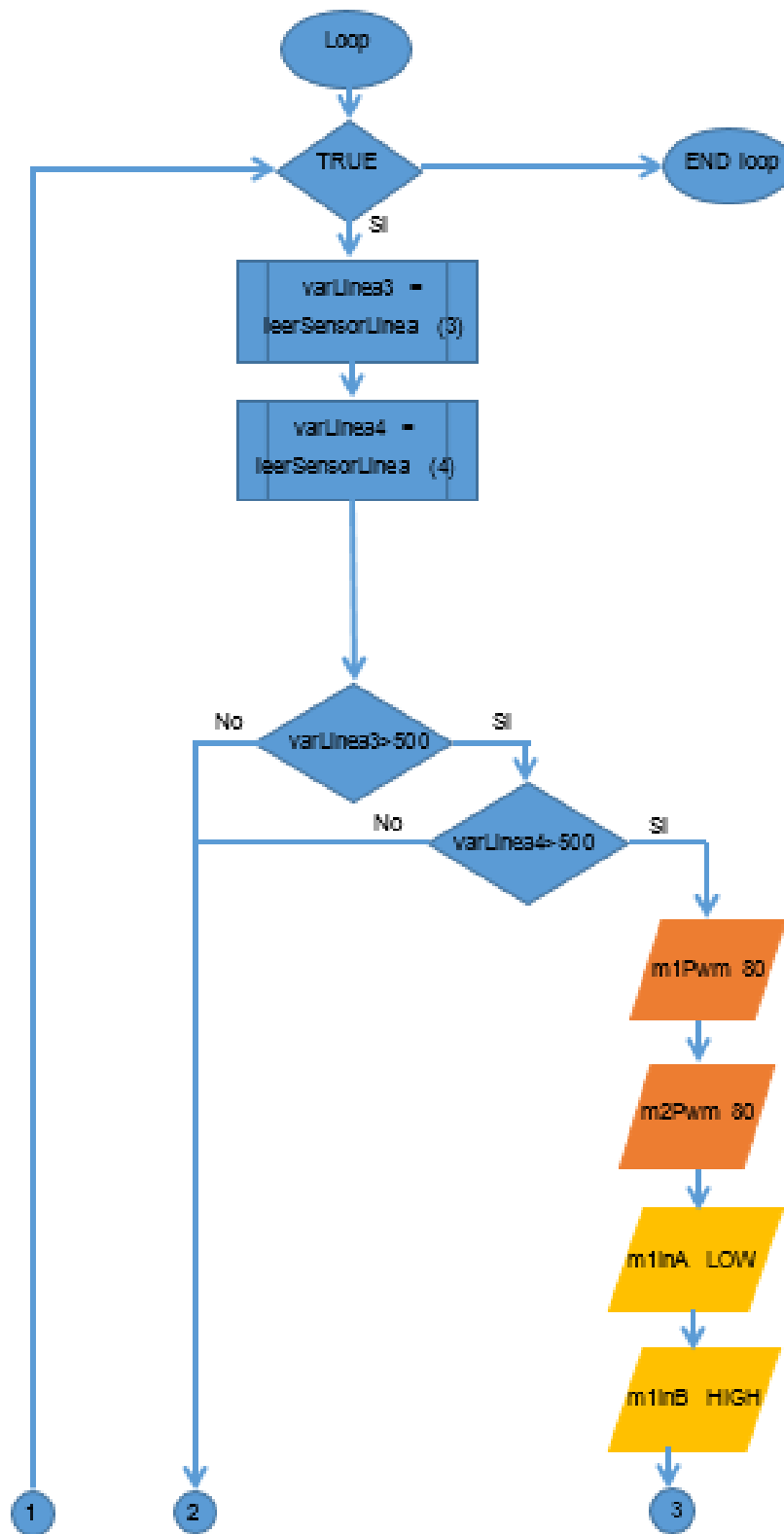
6.3.2 Descripción de las funciones a realizar por el robot. A continuación se muestra la explicación de cada una de las funciones que va a realizar el robot.

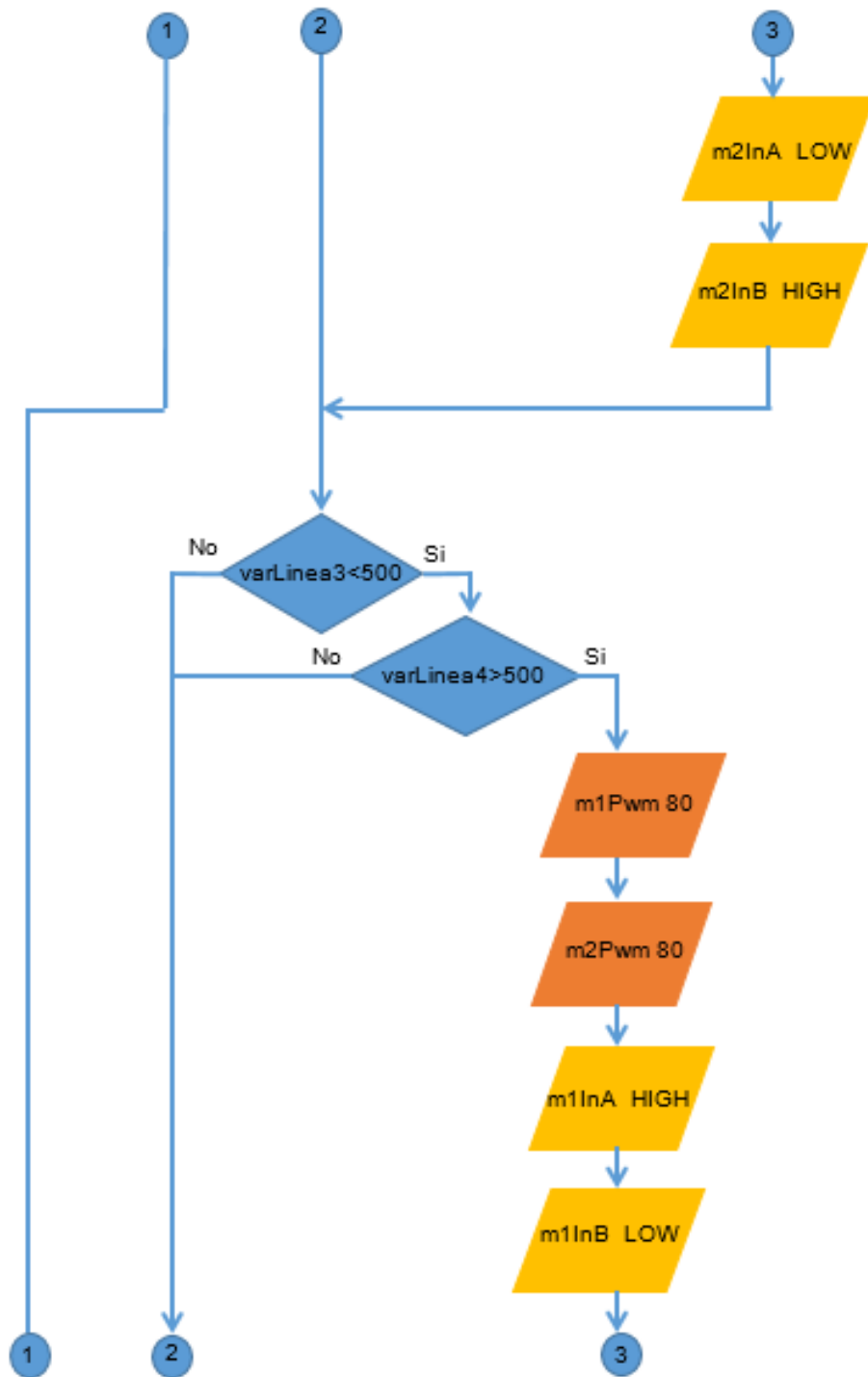
6.3.2.1 Seguimiento de línea. El objetivo de esta función en el robot consiste en que este siga una línea marcada en el suelo normalmente de color negro sobre un tablero blanco. Su funcionamiento se basa en los sensores. Estos se ubican en la parte inferior de la estructura, uno junto al otro; cuando uno de los sensores detecta el color blanco, significa que el robot está saliendo de la línea negra por ese lado; en ese momento, el robot gira hacia el lado contrario hasta que vuelve a estar sobre la línea. Ver talleres de las funciones en el Anexo I.

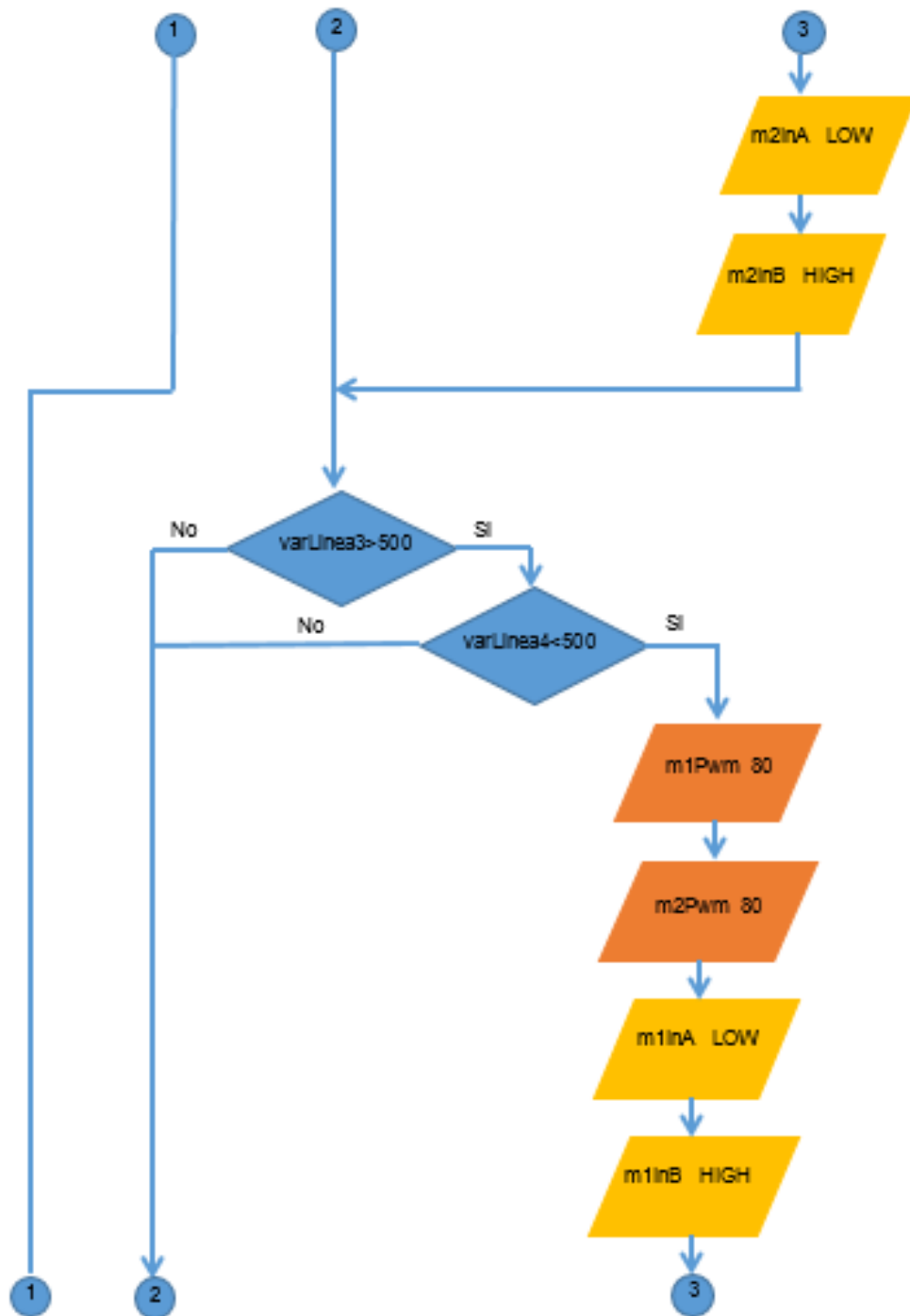
A continuación se muestra el diagrama de flujo (véase Figura 43) de la función.

Figura 43. Diagrama de flujo seguidor de línea



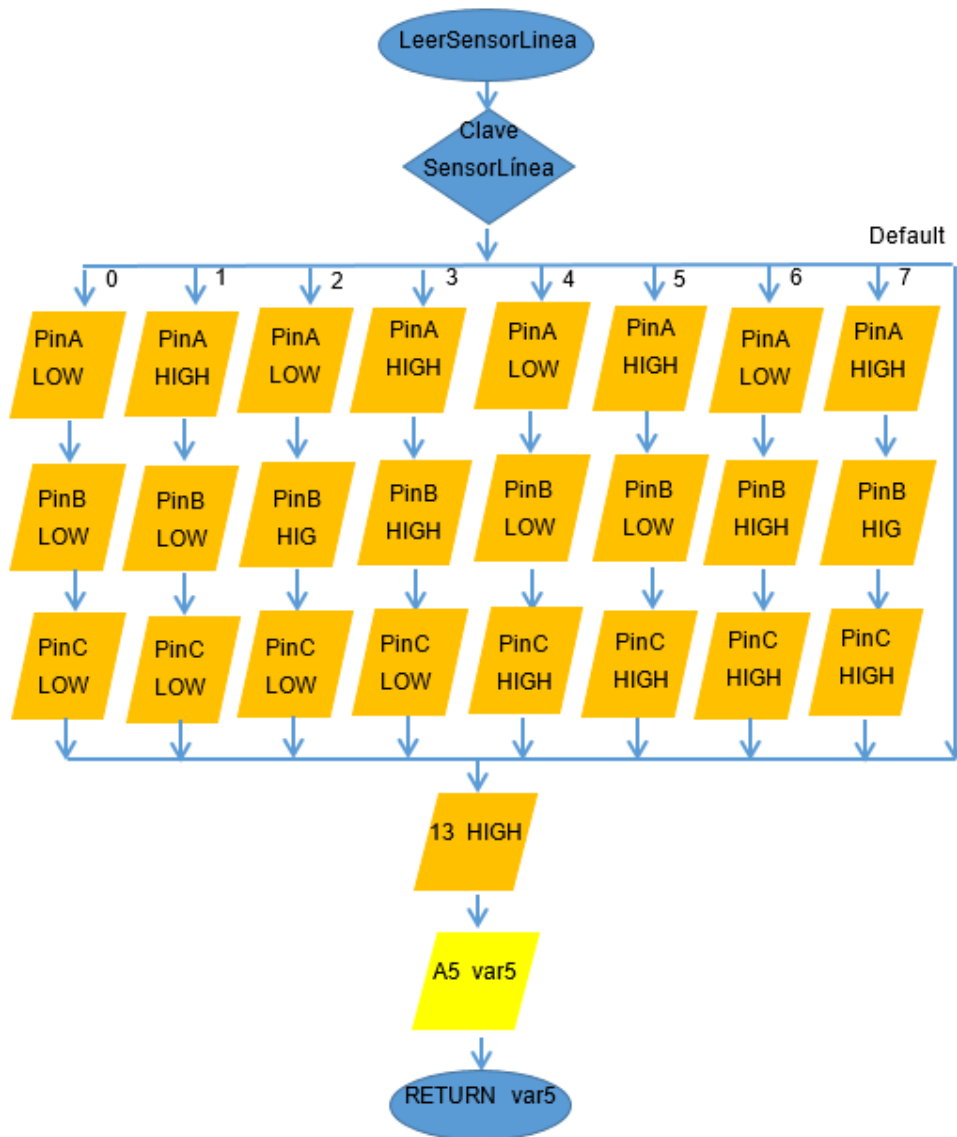








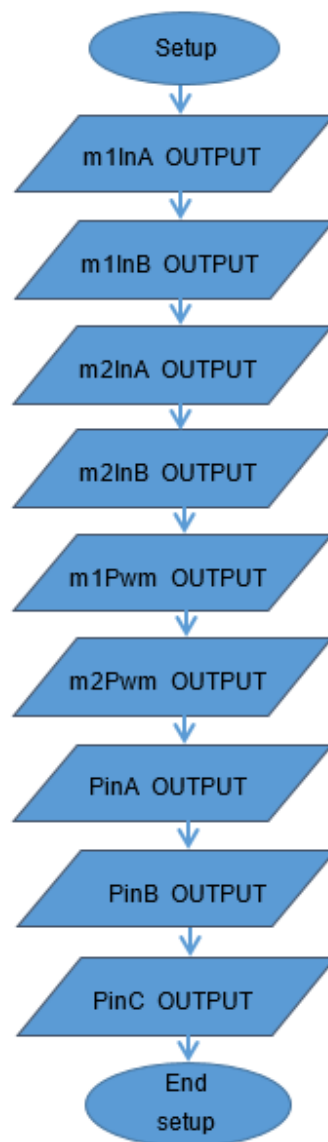
□

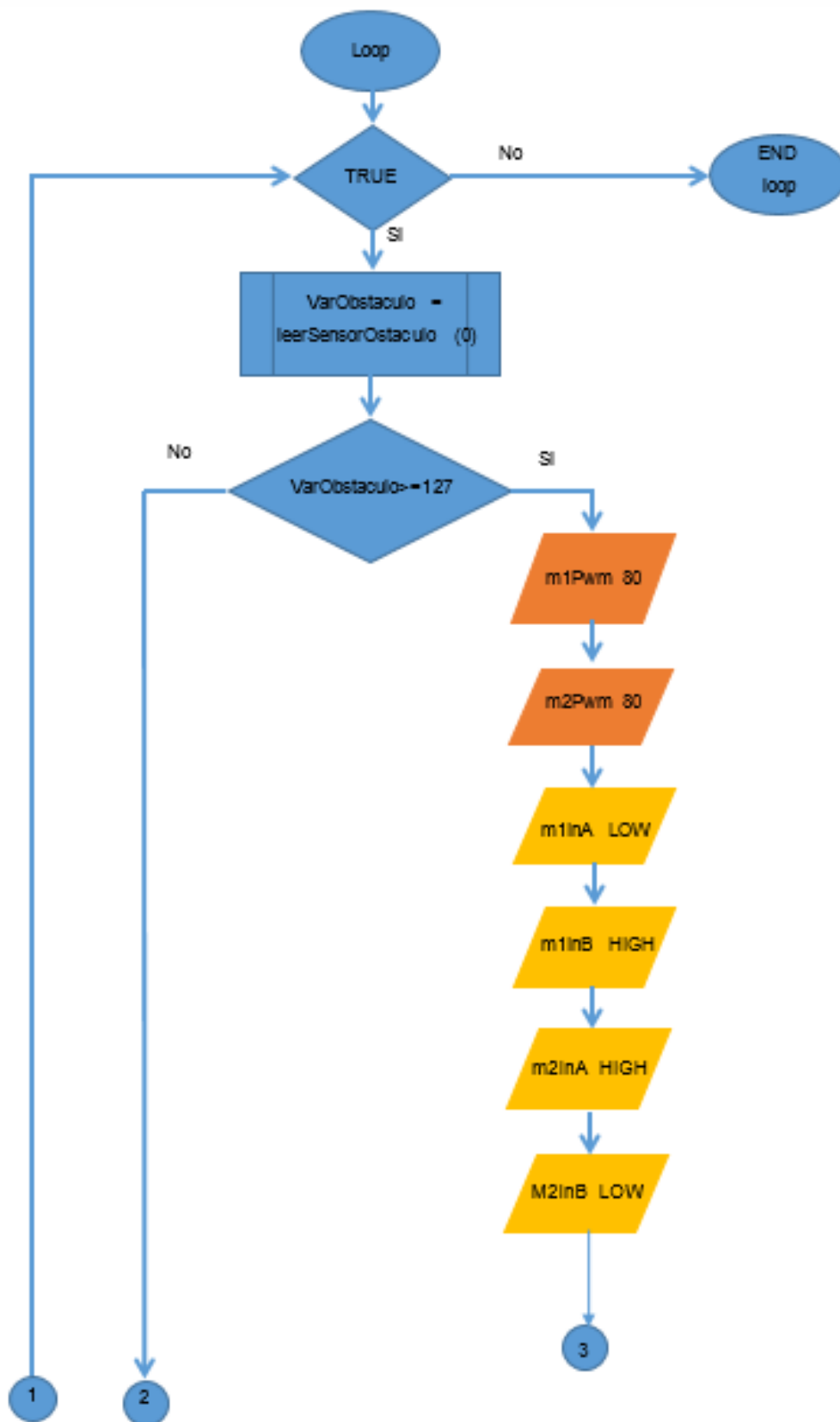


6.3.2.2 Evasión de obstáculos. El objetivo de esta función consiste en que al detectar la plataforma móvil un obstáculo esta lo evada moviéndose en alguna dirección contraria a la que presenta en ese instante.

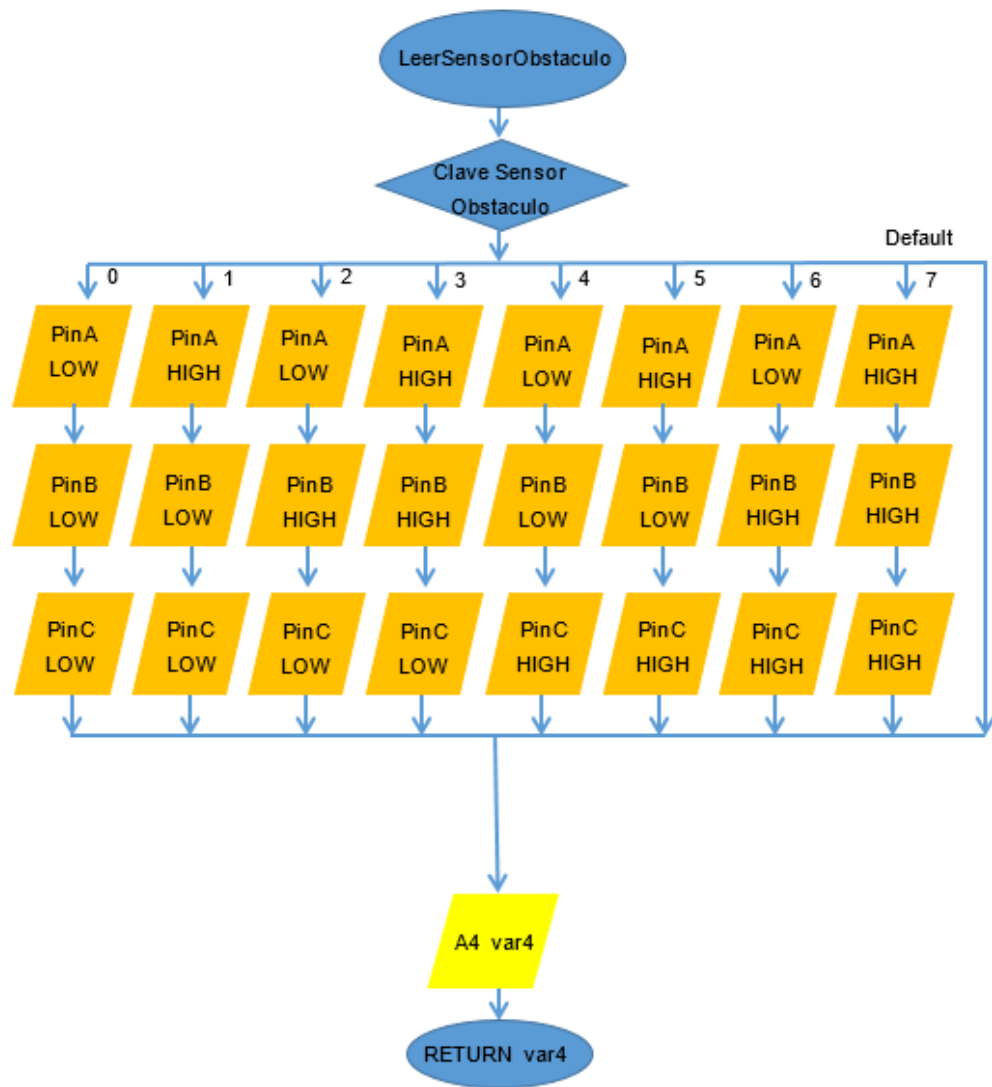
A continuación se muestra el diagrama de flujo (véase Figura 44) de la función.

Figura 44. Diagrama de flujo evasión de obstáculos



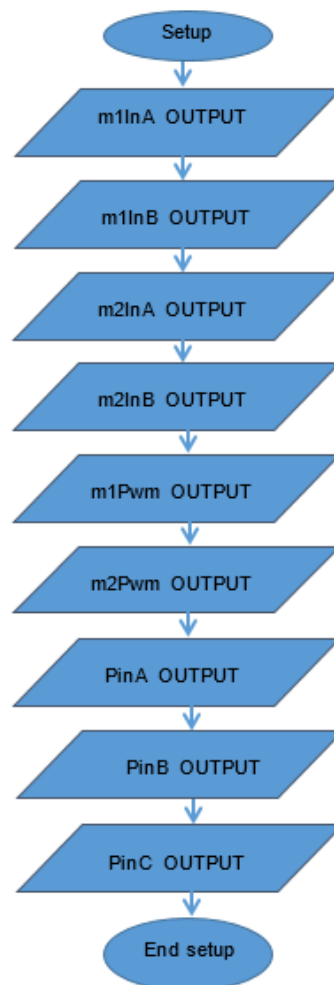


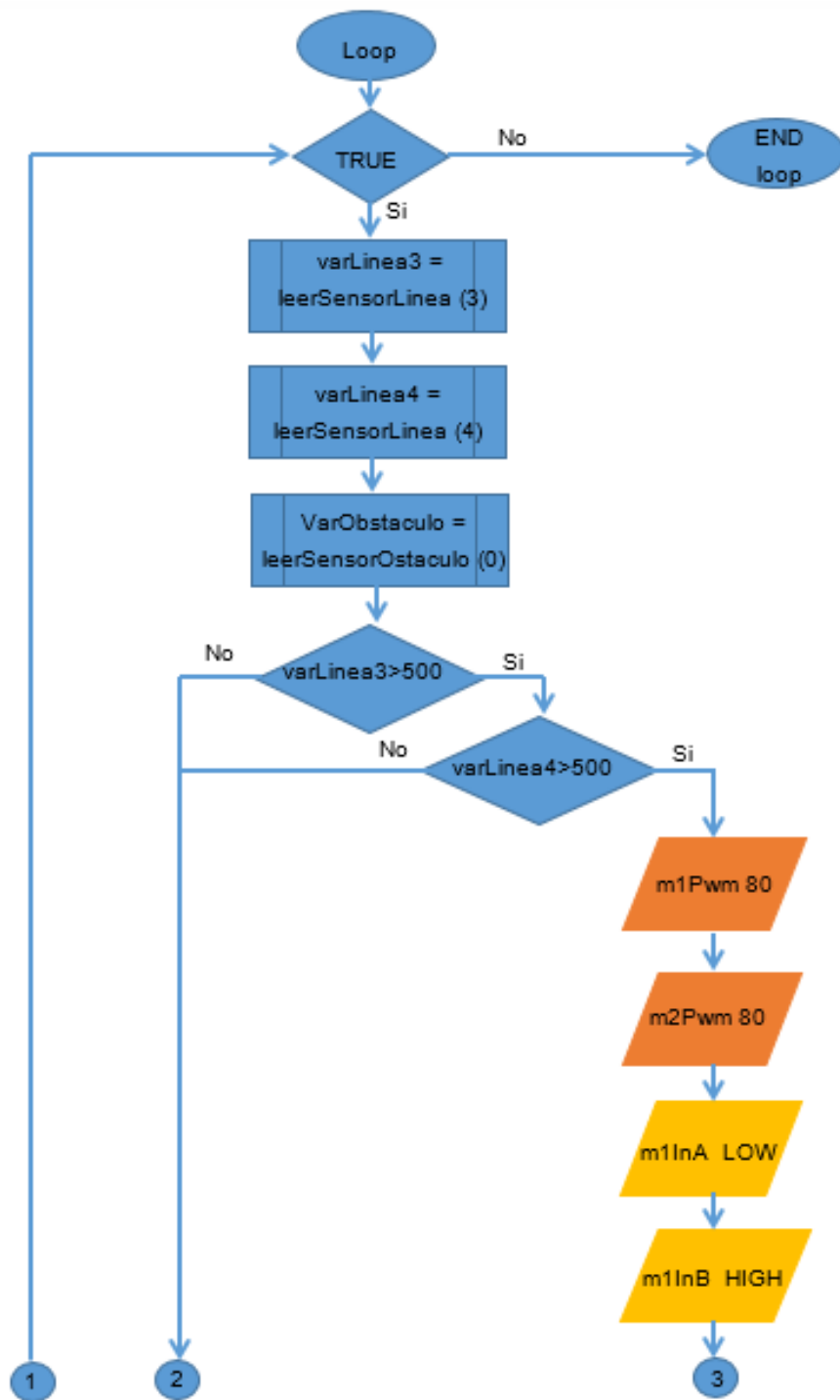


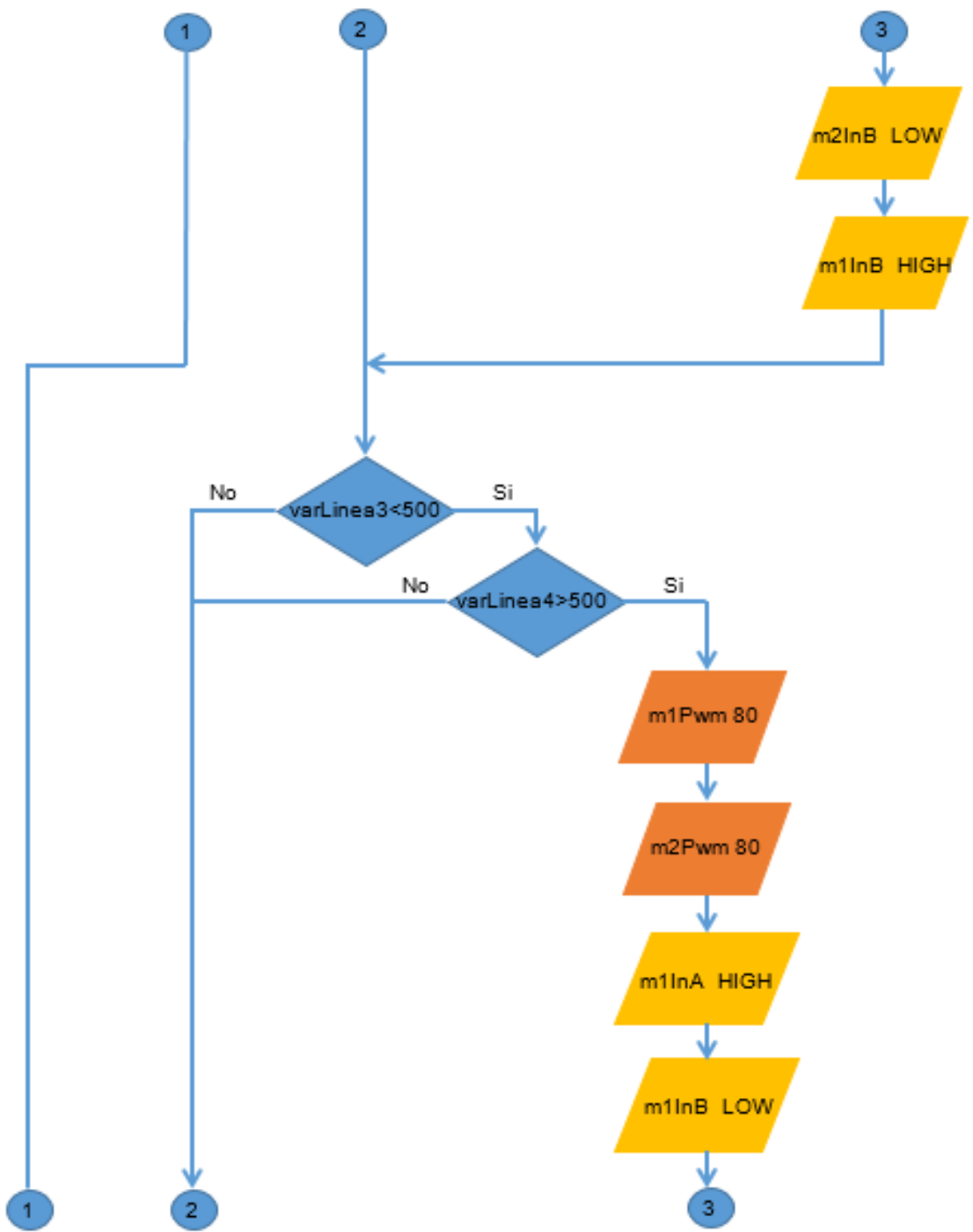


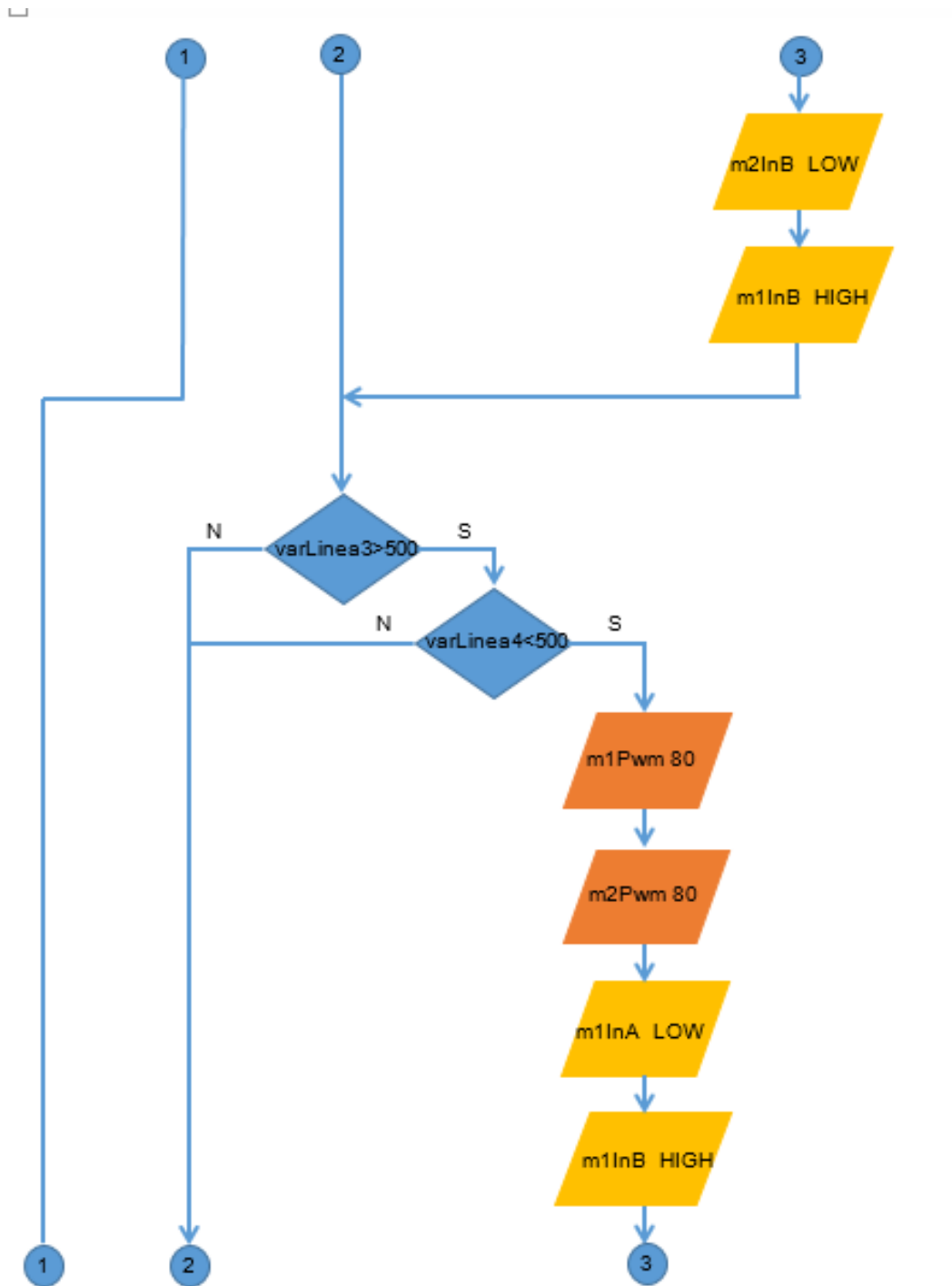
6.3.2.3 Evasión de obstáculos y seguimiento de línea. El objetivo de esta función consiste en que el robot por medio de la programación en arduino tiene en funcionamiento los sensores de seguimiento de línea y de evasión de obstáculos de modo que este puede seguir una trayectoria determinada por una línea negra además de evadir los obstáculos que se le presenten en el recorrido. A continuación se muestra el diagrama de flujo (véase Figura 45) de la función.

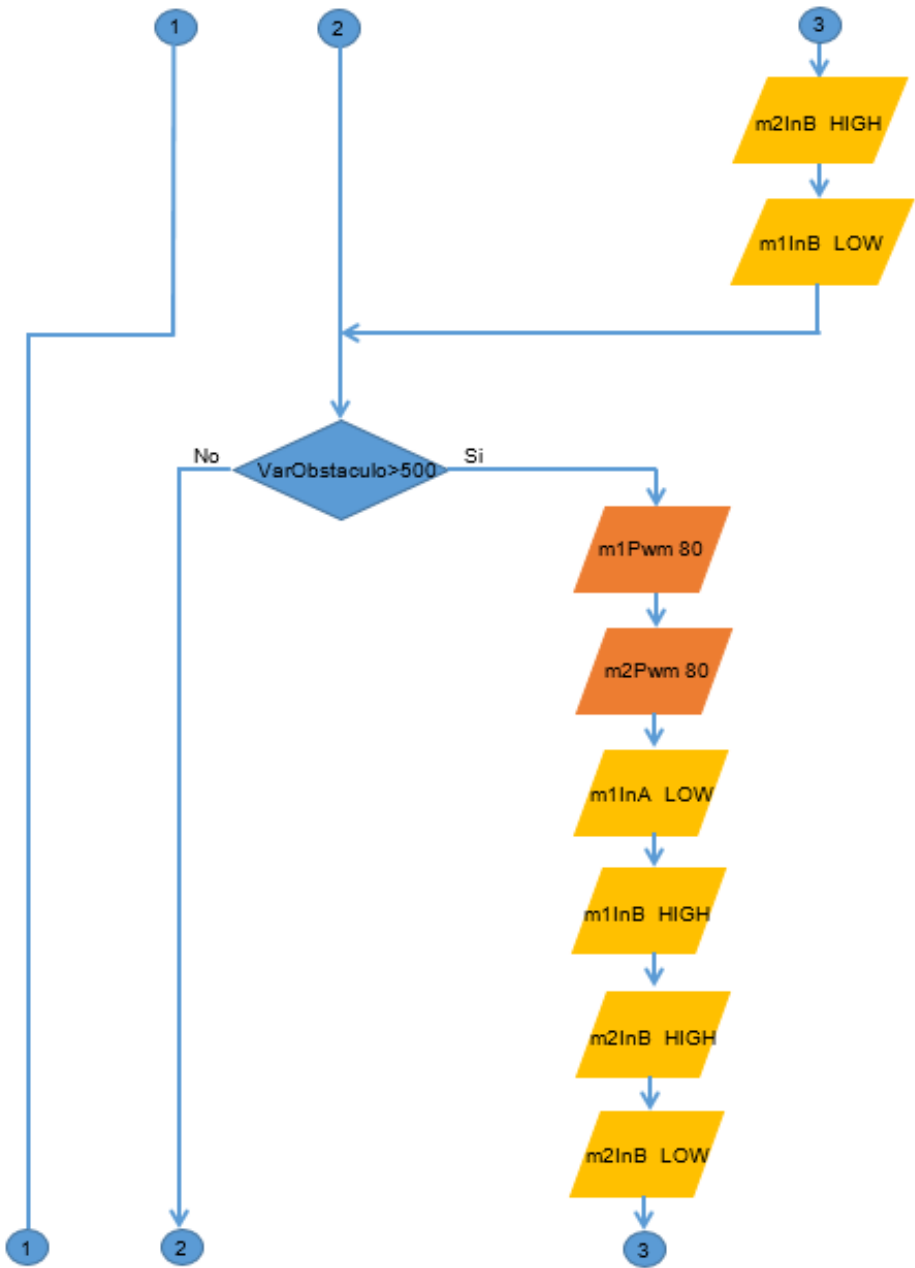
Figura 45. Diagrama de flujo seguidor de línea y evasión de obstáculos.

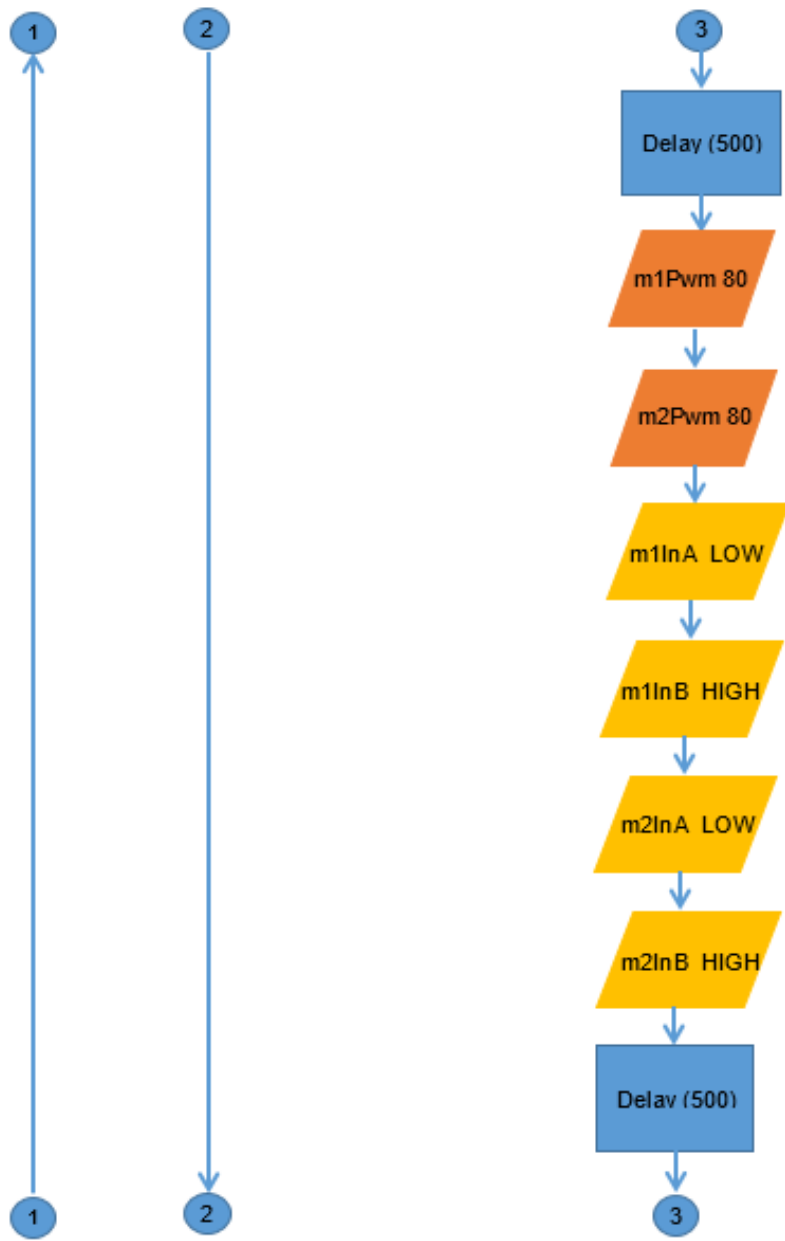




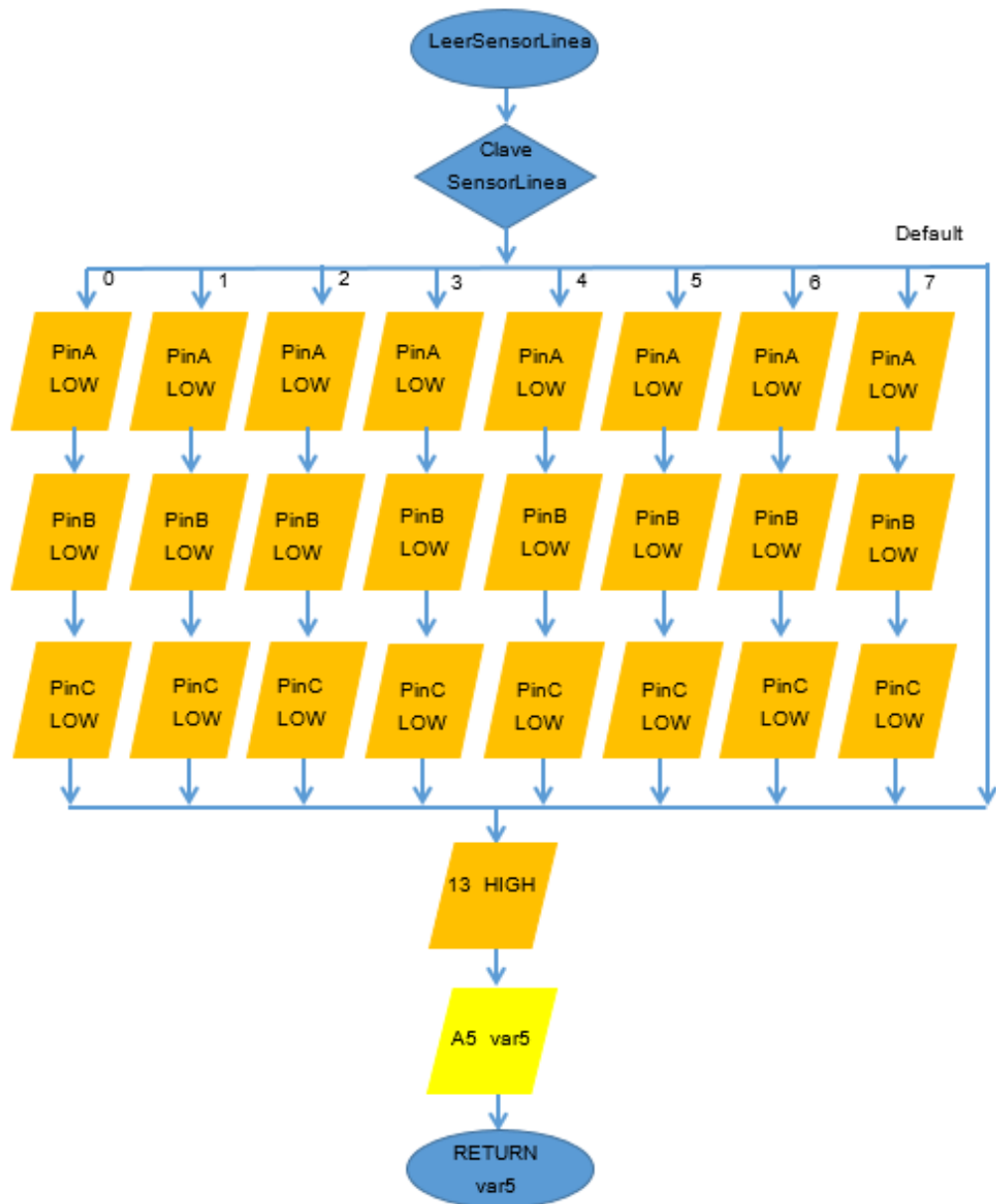


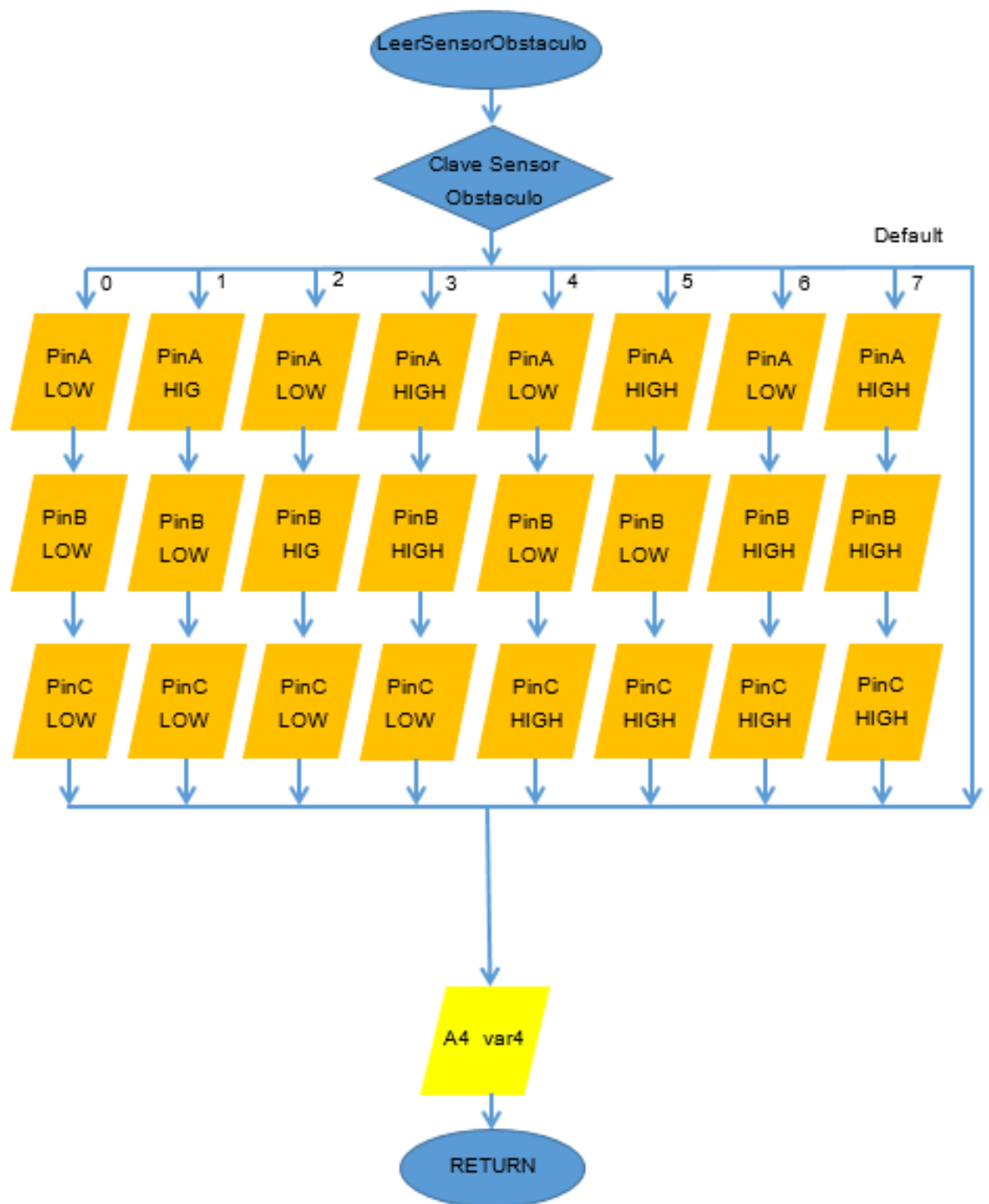








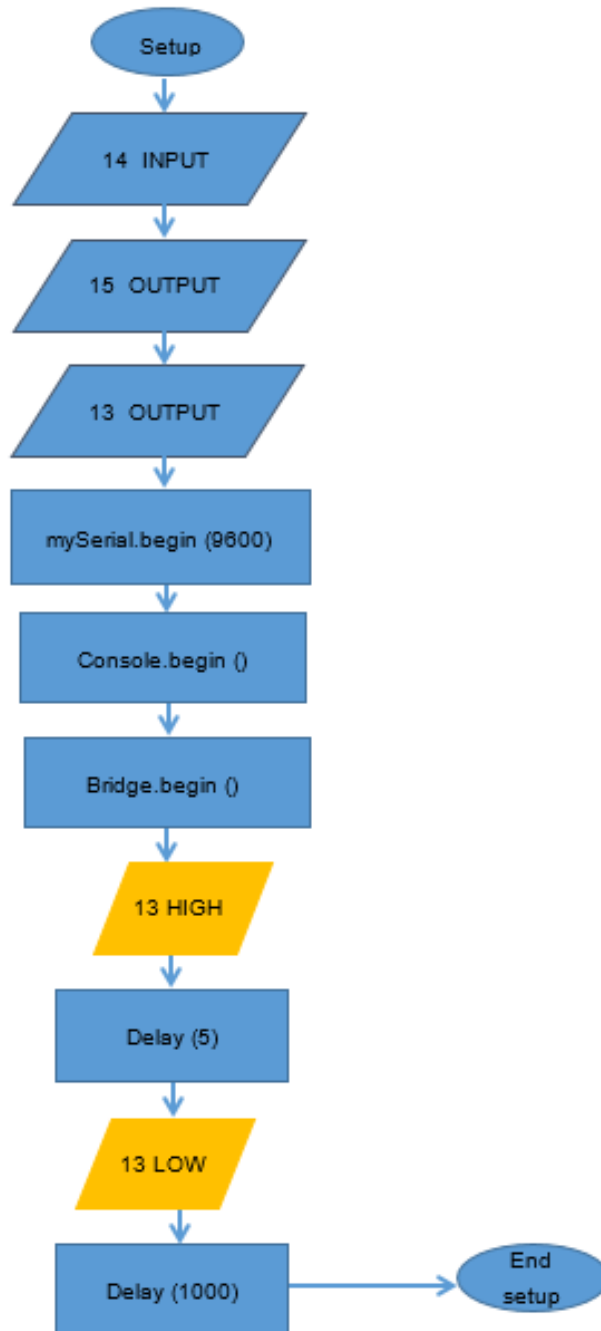


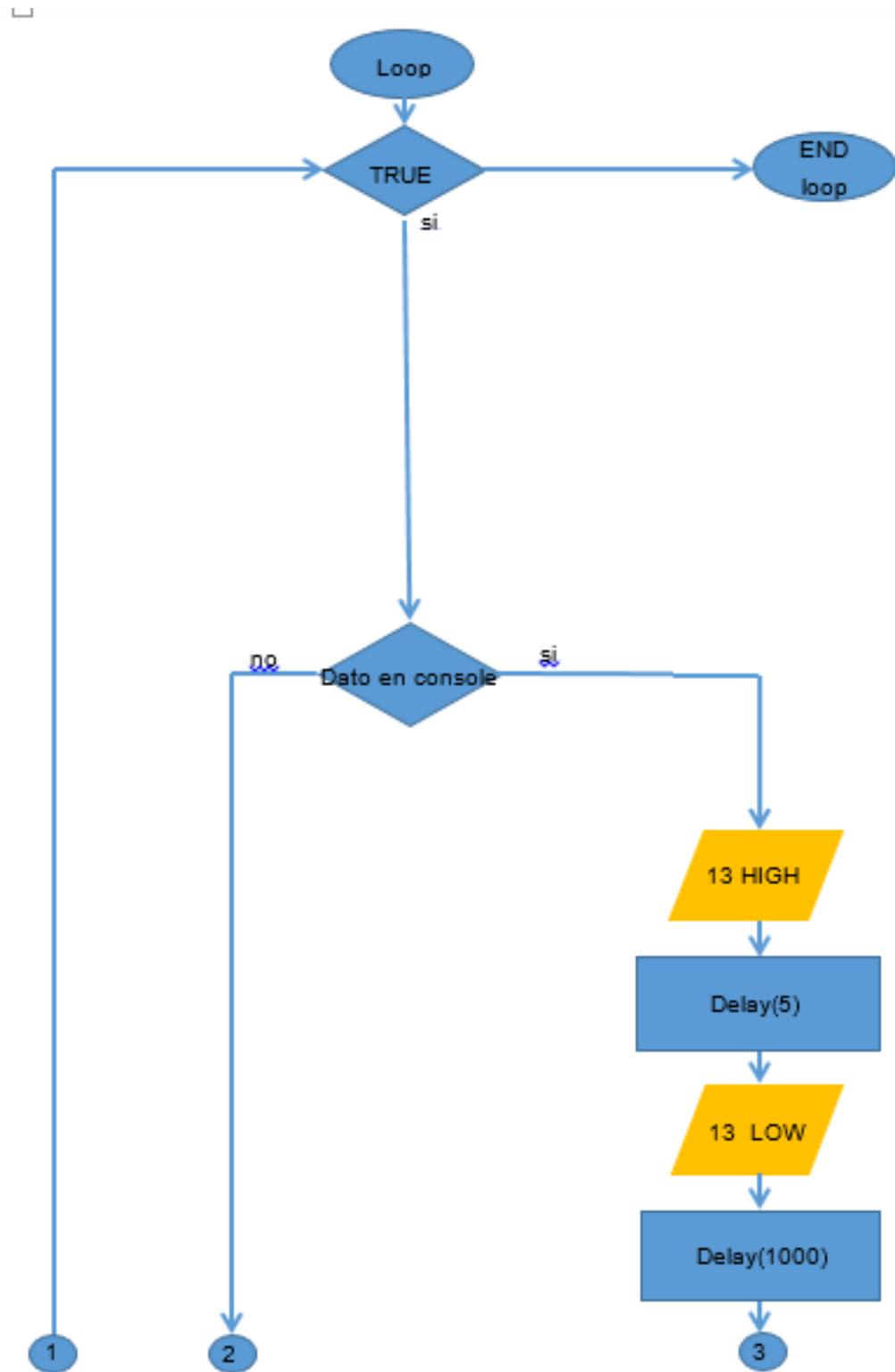


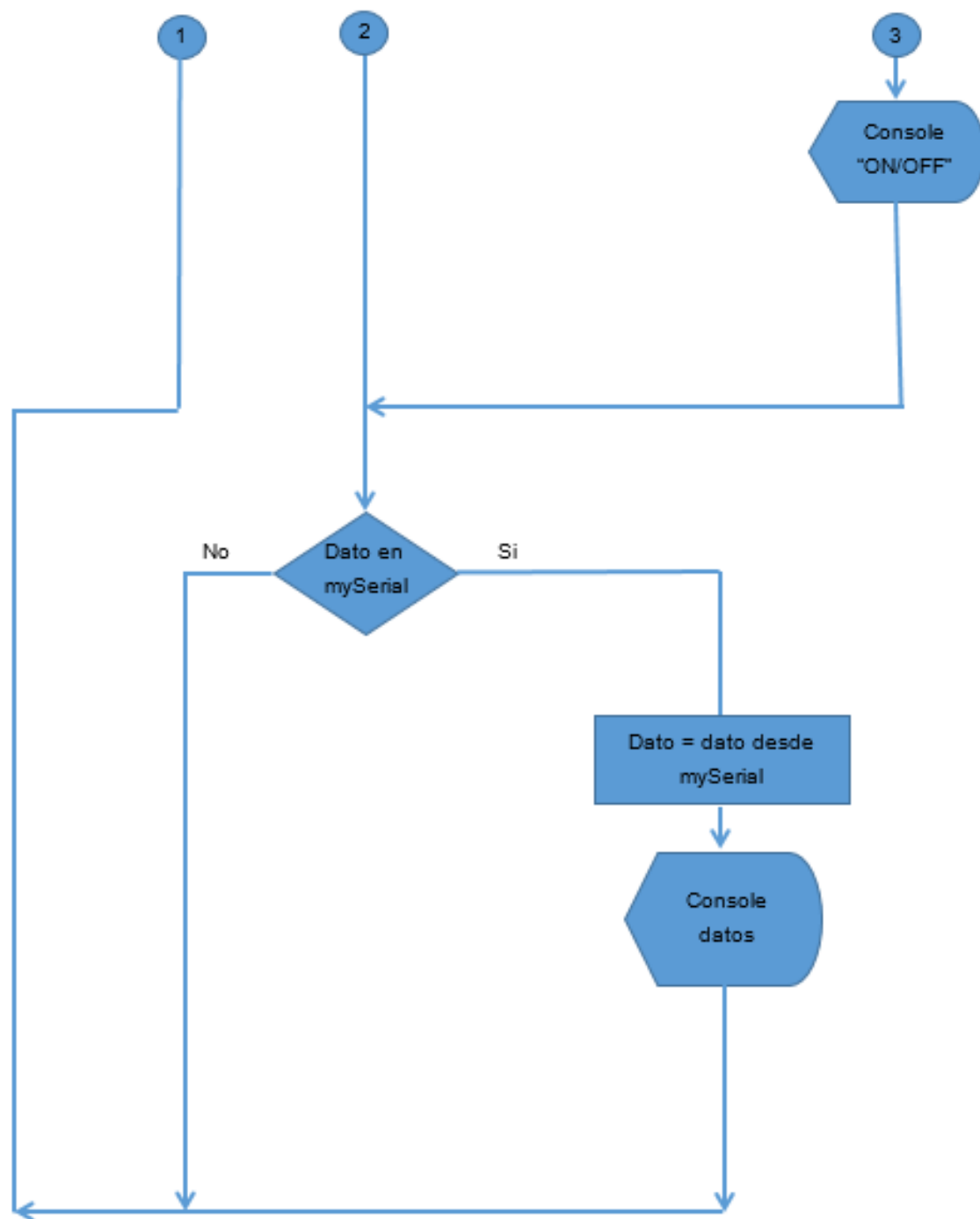
6.3.2.4 Sistema de posicionamiento global (GPS). El sistema global de navegación por satélite (GNSS) permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto. El GPS funciona mediante una red de 24 satélites en órbita sobre el planeta tierra, a 20 200 km de altura, con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie de la Tierra. Cuando se desea determinar la posición, el receptor que se utiliza para ello localiza automáticamente como mínimo tres satélites de la red, de los que recibe unas señales indicando la identificación y la hora del reloj de cada uno de ellos. Con base en estas señales, el aparato sincroniza el reloj del GPS y calcula el tiempo que tardan en llegar las señales al equipo, y de tal modo mide la distancia al satélite mediante "triangulación" (método de trilateración inversa), la cual se basa en determinar la distancia de cada satélite respecto al punto de medición. Conocidas las distancias, se determina fácilmente la propia posición relativa respecto a los tres satélites. Conociendo además las coordenadas o posición de cada uno de ellos por la señal que emiten, se obtiene la posición absoluta o coordenadas reales del punto de medición. El objetivo de esta función consiste en que el robot por medio de la programación en arduino realiza un recorrido hasta llegar a un punto determinado, en ese momento por medio del GPS se envía la información que el dispositivo suministra sobre el punto donde se encuentra el robot.

A continuación se muestra el diagrama de flujo (véase Figura 46) de la función.

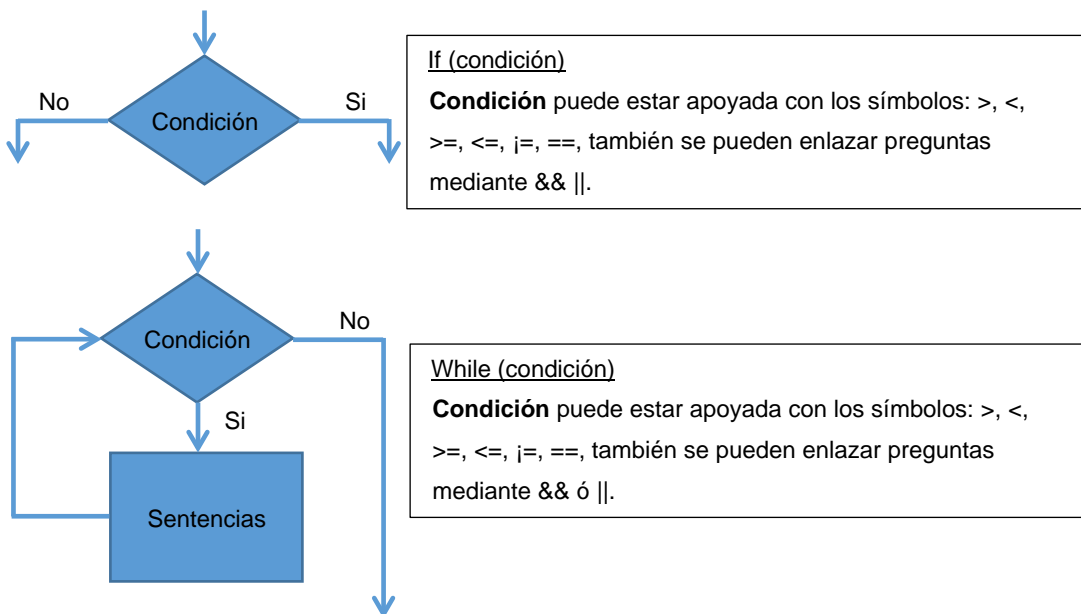
Figura 46. Diagrama de flujo del subsistema GPS







Pin tipo	<u>Declaración de pines (pinMode)</u> pin representa a cualquiera de los digitales de la tarjeta arduino (D0...Dn), tipo representa si es de tipo INPUT ó OUTPUT
AX var (int)	<u>Entrada de datos de tipo analógico (analogRead)</u> AX representa a cualquiera de los pines analógicos de la tarjeta arduino (A0...An), var representa la variable que almacena el valor analógico.
DX var	<u>Entrada de datos de tipo digital (digitalRead)</u> DX representa a cualquiera de los pines digitales de la tarjeta arduino (D0...Dn), var representa la variable que almacena el valor digital.
DX estado	<u>Salida de datos de tipo digital (digitalWrite)</u> DX representa a cualquiera de los pines digitales de la tarjeta arduino (D0...Dn), estado representa el valor que se le va a asignar al pin (H ó L).
~DX duty	<u>Salida de datos de tipo digital PWM (analogWrite)</u> ~DX representa a cualquiera de los pines digitales de la tarjeta arduino que tengan función PWM (~), duty es el valor asignado (0-255).
Sentencias	<u>Proceso</u> sentencias representa las líneas o proceso a ejecutar.



If (condición)
Condición puede estar apoyada con los símbolos: >, <, >=, <=, |=, ==, también se pueden enlazar preguntas mediante && ||.

While (condición)
Condición puede estar apoyada con los símbolos: >, <, >=, <=, |=, ==, también se pueden enlazar preguntas mediante && ó ||.

7. CONCLUSIONES

- Se elaboró un diseño curricular basado en competencias para la asignatura robótica, a partir de la metodología Análisis Funcional, con el propósito de ofrecer a los estudiantes y al docente de la Escuela de Ingeniería Mecánica una herramienta que apoye el proceso de enseñanza-aprendizaje. Los productos finales de este proceso son: el diagrama secuencial de contenidos (véase Anexo C), la tabla de saberes (véase Anexo D), la tabla de relación propósitos contenidos (véase Anexo E), actividades de enseñanza-aprendizaje (véase Anexo F), la estructuración modular (véase Anexo G) y la planeación curricular (véase Anexo H).
- Se propusieron varias actividades de evaluación bajo la guía del docente. Estas actividades se relacionan con la temática tratada con el recurso didáctico experimental y están organizadas por tipo de competencia.
- Se generó material de investigación mediante la ejecución del presente proyecto, de modo que se aproveche para futuros proyectos en el área de robots móviles autónomos, contribuyendo de esta forma al desarrollo de la robótica en este país.
- Se logró diseñar y construir un prototipo experimental de robot móvil autónomo para implementar sus funciones en las áreas adecuadas, en el caso del seguimiento de línea necesita una superficie plana con una línea negra, la evasión de obstáculos necesita una superficie plana con objetos y para el GPS se necesita un campo abierto.

- Se desarrollo un código en la plataforma Arduino para implementar las diferentes funciones programadas como lo son: Seguimiento de línea, evasión de obstáculos y sistema de posicionamiento global (GPS)

8. RECOMENDACIONES

- Esta propuesta metodológica se hizo teniendo en cuenta el estado del arte actual de la educación por competencias. La labor hecha en este proyecto debe estar bajo constante supervisión y ajuste de modo que los contenidos, objetivos y estrategias de aprendizaje se adapten a los avances científicos, tecnológicos, industriales y pedagógicos que se vayan dando.
- Futuras propuestas de diseño curricular basadas en competencias se deben realizar bajo la supervisión de todos los expertos temáticos de la asignatura ya que los elementos del diseño curricular pueden variar según el criterio de cada experto temático.
- Se sugiere que los profesores de la asignatura Robótica estén capacitados en el manejo de las herramientas utilizadas en este trabajo de grado.
- Se sugiere continuar con el trabajo realizado en este proyecto de grado, mediante los ajustes que se deban hacer al recurso didáctico experimental de modo que se adapte a los avances tecnológicos y pedagógicos que se presenten en la materia.
- Se sugiere adquirir componentes de mejor tecnología (sensores, motores, etc.) para que la plataforma sea mas robusta y funcional en cualquier situación.

BIBLIOGRAFÍA

CABRERA, Kary y GONZALEZ, Luis. Currículo universitario basado en competencias. Bogotá D.C.: Ediciones Uninorte, 2006. 445 p.

CARRILLO, Daniel; SANCHEZ, Gary y NIÑO, Jonathan. Seminario de investigación en robótica móvil autónoma. Trabajo de grado ingeniero mecánico. Bucaramanga: Universidad industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico mecánicas. 2013. 655 p.

CARRILLO, Daniel; SÁNCHEZ, Gary y NIÑO, Jonathan. Seminario de investigación en robótica móvil autónoma. Trabajo de grado ingeniero mecánico. Bucaramanga: Universidad industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico mecánicas. 2009. 655 p.

COLL, Cesar. Psicología y Currículum. Barcelona: Ediciones Paidós, 1991. 182 p.

ESTRADA, Lilia. Elaboración y documentación de una propuesta de diseño curricular bajo la visión de competencias para la asignatura mediciones eléctricas y estudio de su implementación en una plataforma e-learning. Trabajo de grado ingeniería electrónica. Bucaramanga: Universidad industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico mecánicas. 2005. 413 p.

FLÓREZ OCHOA, Rafael. Evaluación pedagógica y cognición. Santafé de Bogotá, D.C.: Mc Graw Hill Interamericana S.A., 1999. 226 p.

GIMENO SACRISTAN, Jose. El Currículum: Una reflexión sobre la práctica. Madrid: Morata, 1991. 424 p.

GONZALEZ, Javier y ZAPATA, Oscar. Diseño y construcción de un prototipo experimental de robot escalador semiautónomo para inspección en una palma. Trabajo de grado ingeniero mecánico. Bucaramanga: Universidad industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico mecánicas. 2013. 246 p.

GRAHAM, George, "Behaviorism", The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2007 Edition), Edward N. Zalta (ed.), [Citado 20 de enero de 2015]. Disponible en internet: URL = <<http://plato.stanford.edu/archives/fall2007/entries/behaviorism/>>.

HOOVER, Wesley A. The Practice Implications of Constructivism. Southwest Educational Development Laboratory, SEDLetter Volume IX, Number 3 August 1996. [Citado 20 de enero de 2015]. Disponible en Internet: URL=<<http://www.sedl.org/pubs/sedletter/v09n03/practice.html>>.

PINEDA, Diego y PRADA, Fredy. Diseño y construcción de un prototipo de robot móvil autónomo de exploración. Trabajo de grado ingeniero mecánico. Bucaramanga: Universidad industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico mecánicas. 2009. 246 p.

RAMÍREZ, Dorys y VERJEL, Dania. Diseño y elaboración de la estructura curricular para la asignatura tratamiento de señales bajo una visión de competencias y estudio de adaptación a una plataforma e-learning. Trabajo de grado ingeniero electrónico. Bucaramanga: Universidad industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico mecánicas. 2005. 162 p.

SELLARS, Wilfred. Philosophy and the Scientific Image of Man, citado por GRAHAM, George, "Behaviorism", The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2007 Edition), Edward N. Zalta (ed.), [Citado 20 de enero de 2015]. Disponible en internet: URL = <<http://selfpace.uconn.edu/class/percep/SellarsPhilSciImage.pdf>>

SIEGWART, Roland y NOURBAKHSA, Illah. Autonomous mobile robots. Londres: The mit Press, 2004. 336 p.

SIEGWART, Roland y NOURBAKHSH, Illah. Introduction autonomous mobile robots. London: A Bradford Book, 2004. 321 p.

UNESCO: Curriculum revision and research. [Base de datos en línea UNESCO Documents]. Educational studies and documents No. 28. París: UNESCO, 1958. [Citado 17 de Junio 2005]. Disponible en la página web <<http://unesdoc.unesco.org/ulis/index.html>>

ZABALZA, Miguel A. Competencias docentes del profesorado universitario. Calidad y Desarrollo profesional. Madrid: Narcea, 2003. 256 p.

ANEXO A. TAXONOMÍA DE BLOOM

TAXONOMÍA DE BLOOM

La idea central de esta taxonomía es aquello que los educadores deben querer que los alumnos sepan, es decir son los objetivos educacionales. Tienen una estructura jerárquica que va de lo más simple a lo más complejo o elaborado, hasta llegar al de evaluación. Cuando los maestros programan deben tener en cuenta estos niveles y mediante las diferentes actividades, deben ir avanzando de nivel hasta conseguir los niveles más altos³⁰.

OBJETIVO COGNITIVO	DEFINICIÓN
CONOCIMIENTO	El sujeto es capaz de recordar información anteriormente aprendida. Reconoce informaciones, ideas, hechos, fechas, nombres, símbolos, definiciones, etc., de una forma aproximada a cómo las ha aprendido.
COMPRESIÓN	El sujeto entiende "se hace suyo" aquello que ha aprendido y esto lo demuestra cuando es capaz de presentar la información de otra manera, cuando la transforma, cuando encuentra relaciones con otra información, cuando se asocia a otro hecho, cuando se saben decir las posibles causas y consecuencias.
APLICACIÓN	El sujeto es capaz de utilizar aquello que ha aprendido. Cuando aplica las destrezas adquiridas a nuevas situaciones que se le presenten. Cuando utiliza la información recibida en situaciones nuevas

³⁰ BLOOM, Benjamín Samuel. Taxonomía de los Objetivos de la Educación, la clasificación de las metas educacionales. Manuales I y II. Buenos Aires: El Ateneo, 1979. 355 p.

	y concretas para resolver problemas.
ANÁLISIS	<p>Cuando el sujeto es capaz de descomponer el todo en sus partes y puede solucionar problemas a partir del conocimiento adquirido.</p> <p>Cuando intenta entender la estructura de la organización del material informativo examinando las partes de las cuáles se compone.</p>
SÍNTESIS	<p>Cuando el sujeto es capaz de crear, integrar, combinar ideas, planear y proponer nuevas maneras de hacer.</p> <p>Crear aplicando el conocimiento y habilidades anteriores para producir alguna cosa nueva u original.</p>
EVALUACIÓN	Emitir juicios respecto al valor de un producto según opiniones personales a partir de unos objetivos dados.

Conocimiento	Comprensión	Aplicación
Recordar información	Interpretar información poniéndola en sus propias palabras	Usar el conocimiento o la generalización en una nueva situación
Organizar	Clasificar	Aplicar
Definir	Describir	Escoger
Duplicar	Discutir	Demostrar
Rotular	Explicar	Dramatizar

Enumerar	Expresar	Emplear
Parear	Identificar	Ilustrar
Memorizar	Indicar	Interpretar
Nombrar	Ubicar	Operar
Ordenar	Reconocer	Preparar
Reconocer	Reportar	Practicar
Relacionar	Re-enunciar	Programar
Recordar	Revisar	Esbozar
Repetir	Seleccionar	Solucionar
Reproducir	Ordenar	Utilizar
	Decir	
	Traducir	
Análisis	Síntesis	Evaluación
Dividir el conocimiento en partes y mostrar relaciones entre ellas	Juntar o unir, partes o fragmentos de conocimiento para formar un todo y construir relaciones para situaciones nuevas.	Hacer juicios en base a criterios dados
Analizar	Organizar	Valorar
Valorar	Ensamblar	Argumentar
Calcular	Recopilar	Evaluar
Categorizar	Componer	Atacar
Comparar	Construir	Elegir
Contrastar	Crear	Comparar
Criticar	Diseñar	Defender

Diagramar	Formular	Estimar
Diferenciar	Administrar	Evaluar
Discriminar	Organizar	Juzgar
Distinguir	Planear	Predecir
Examinar	Preparar	Calificar
Experimentar	Proponer	Otorgar puntaje
Inventariar	Trazar	Seleccionar
Questionar	Sintetizar	Apoyar
Examinar	Redactar	Valorar

ANEXO B. COTENIDO DE LA ASIGNATURA ROBÓTICA

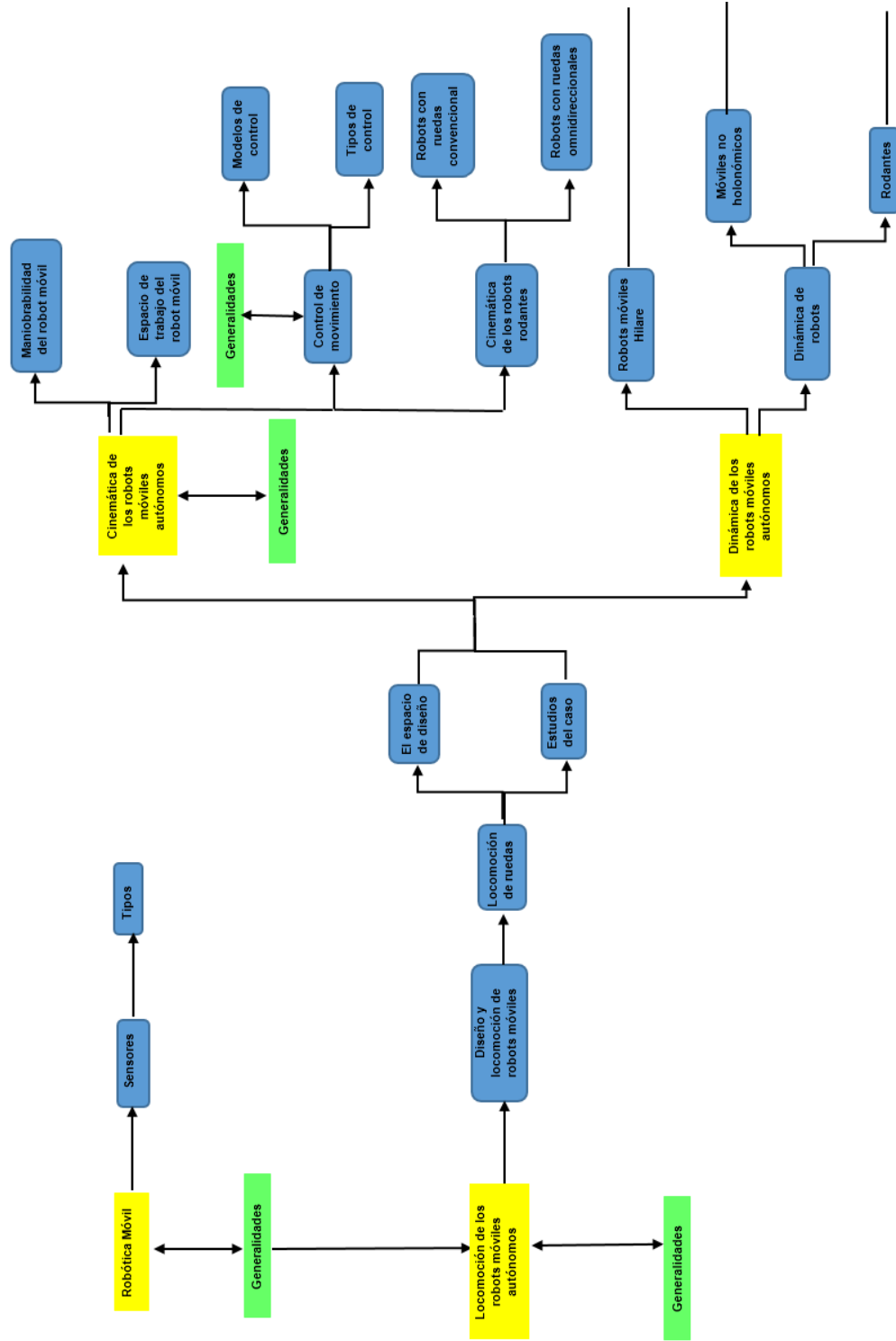
<p>CONTENIDO:</p> <p>1. INTRODUCCIÓN ROBÓTICA MÓVIL AUTÓNOMA</p> <p>Aborda los conceptos básicos de la robótica móvil</p> <ul style="list-style-type: none"> 1.1 Definición de robótica. 1.2 Clasificación de los robots. <ul style="list-style-type: none"> 1.2.1 Según su morfología 1.2.2 Según su grado de inteligencia 1.2.3 Según su capacidad de movimiento 1.2.4 Según su aplicación 1.3 Sensores <ul style="list-style-type: none"> 1.3.1 Clasificación de los sensores 1.3.2 Sensores de ruedas/motor 1.3.3 Detectores de rumbo 1.3.4 Acelerómetros 1.3.5 Sensores de movimiento, velocidad y presencia 1.4 Tipos de robots <ul style="list-style-type: none"> 1.4.1 Aplicación de los robots móviles 1.4.2 Robots terrestres 1.4.3 Robots biomimétricos 1.4.4 Robots espaciales 1.4.5 Robots acuáticos 1.4.6 Robots aéreos <p>2. LOCOMOCIÓN DE LOS ROBOTS MÓVILES AUTÓNOMOS</p> <ul style="list-style-type: none"> 2.1 Introducción 2.2 Niveles en la locomoción 2.3 Tipos de locomoción 2.4 Diseño y locomoción de robots móviles 	<p>6. PLANIFICACIÓN Y NAVEGACIÓN DE LOS ROBOTS MÓVILES AUTÓNOMOS</p> <ul style="list-style-type: none"> 6.1 Generalidades 6.2 Competencias para la navegación: Planificación y reacción 6.3 Planificación de ruta <ul style="list-style-type: none"> 6.3.1 Búsqueda gráfica 6.3.2 Planificación de trayectorias de campo potencial 6.4 Evasión de obstáculos <ul style="list-style-type: none"> 6.4.1 Algoritmos de Bug 6.4.2 Histograma de campo vectorial 6.4.3 Técnicas de banda de burbuja 6.4.4 Técnicas de velocidad de curvatura 6.4.5 Enfoques dinámicos de ventana 6.4.6 El enfoque de Schlegel para evasión de obstáculos 6.4.7 Diagrama de proximidad 6.4.8 Método de gradiente 6.4.9 Adición de restricciones dinámicas 6.5 Arquitecturas de navegación <ul style="list-style-type: none"> 6.5.1 Modularidad para la reutilización e intercambio de código 6.5.2 Localización de control 6.5.3 Técnicas para la descomposición 6.5.4 Estudios de casos: arquitecturas escalonadas de robot <p>7. INTRODUCCIÓN ROBÓTICA</p>
--	---

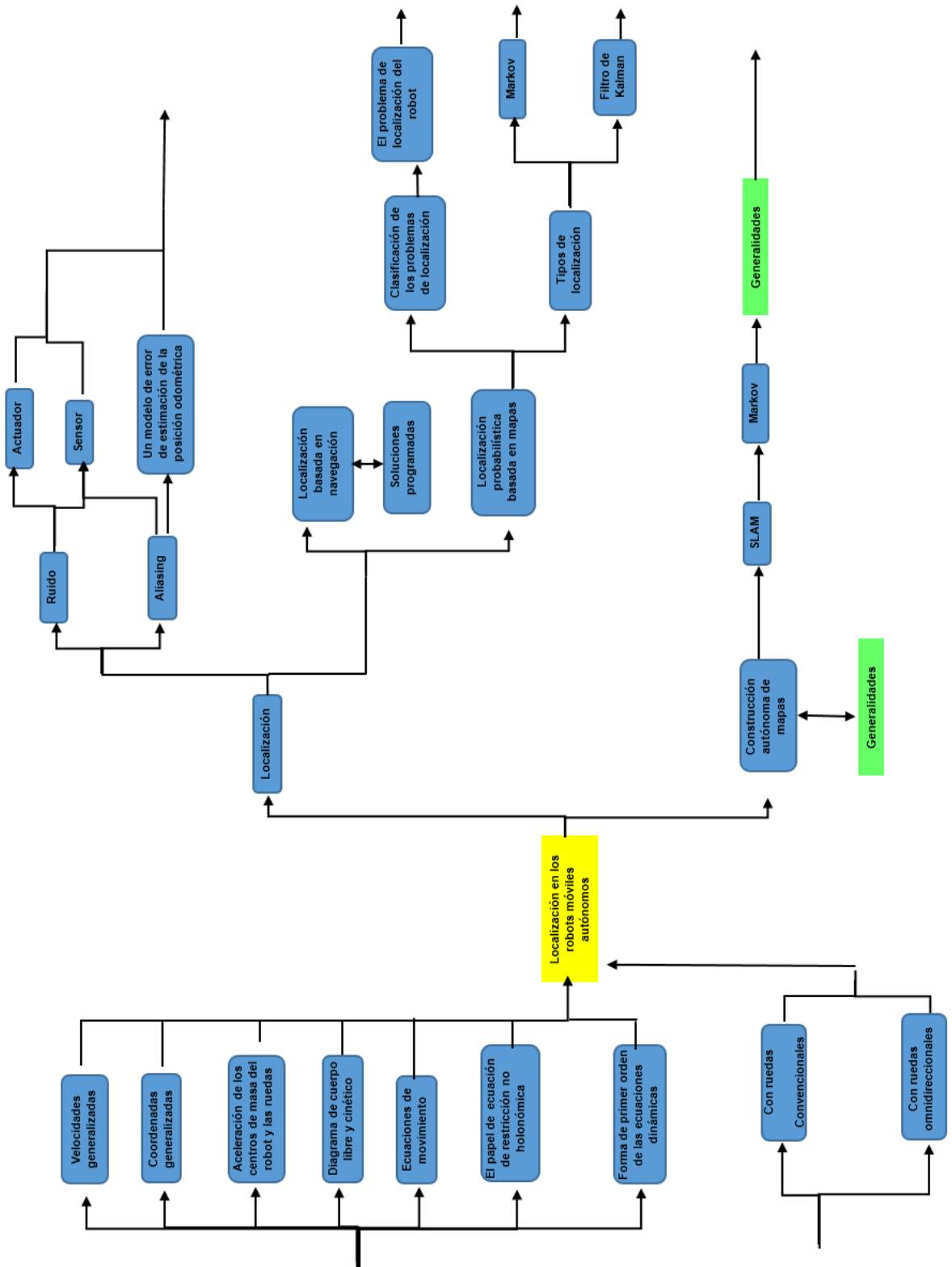
<p>2.5 Robots móviles con ruedas</p> <p>2.5.1 Locomoción de ruedas: el espacio de diseño</p> <p>2.5.2 Locomoción de ruedas: estudios del caso</p> <p>3. CINEMÁTICA DE LOS ROBOTS MÓVILES AUTÓNOMOS</p> <p>3.1 Generalidades de la cinemática</p> <p>3.2 Maniobrabilidad del robot móvil</p> <p>3.2.1 Grado de movilidad</p> <p>3.2.2 El grado de maniobrabilidad</p> <p>3.2.3 Maniobrabilidad del robot</p> <p>3.3 Espacio de trabajo del robot móvil</p> <p>3.3.1 Grados de libertad</p> <p>3.3.2 Robots Holonomicos</p> <p>3.3.3 Rutas de acceso y consideraciones de trayectoria</p> <p>3.4 Control de movimiento</p> <p>3.4.1 Introducción</p> <p>3.4.2 Los modelos de control</p> <p>3.4.3 Control de lazo abierto (siguiendo una trayectoria)</p> <p>3.4.4 Control de retroalimentación</p> <p>3.5 Cinemática de Robots Rodantes</p> <p>3.5.1 Robots con ruedas convencionales</p> <p>3.5.2 Los robots con ruedas omnidireccionales</p> <p>4. DINÁMICA DE LOS ROBOTS MÓVILES AUTÓNOMOS</p> <p>4.1 Robots móviles Hilare</p> <p>4.1.1 Coordenadas generalizadas y velocidades generalizadas</p> <p>4.1.2 La aceleración de los centros de masa del</p>	<p>INDUSTRIAL</p> <p>Aborda los conceptos básicos de la robótica industrial</p> <p>7.1 Historia de la robótica.</p> <p>7.2 Definición de robot industrial.</p> <p>7.3 Tipos de robots.</p> <p>7.4 Aplicaciones industriales de la robótica.</p> <p>8. MORFOLOGÍA DEL ROBOT INDUSTRIAL</p> <p>8.1 Terminología.</p> <p>8.2 Estructura mecánica de un manipulador.</p> <p>8.3 Anatomía de un robot manipulador.</p> <p>8.4 Configuraciones típicas.</p> <p>8.5 Elementos Finales.</p> <p>8.6 Tipos de articulaciones.</p> <p>8.7 Transmisiones y reductores.</p> <p>8.7.1 Transmisiones</p> <p>8.7.2 Reductores</p> <p>8.7.3 Accionamiento directo</p> <p>8.8 Grados de libertad y espacio de trabajo</p> <p>8.9 Diseño de sistemas neumáticos e hidráulicos aplicados a la robótica</p> <p>8.10 Actuadores y sensores</p> <p>8.10.1 Actuadores neumáticos</p> <p>8.10.2 Actuadores hidráulicos</p> <p>8.10.3 Actuadores eléctricos</p> <p>8.10.4 Sensores de posición</p> <p>8.10.5 Sensores de velocidad</p> <p>8.10.6 Sensores de presencia</p> <p>9. MODELOS CINEMÁTICOS DE ROBOTS</p> <p>Comprende el estudio de los algoritmos que permiten evaluar el modelo cinemático directo e inverso de un manipulador de n grados de libertad.</p> <p>9.1 Descripción de los espacios de</p>
---	---

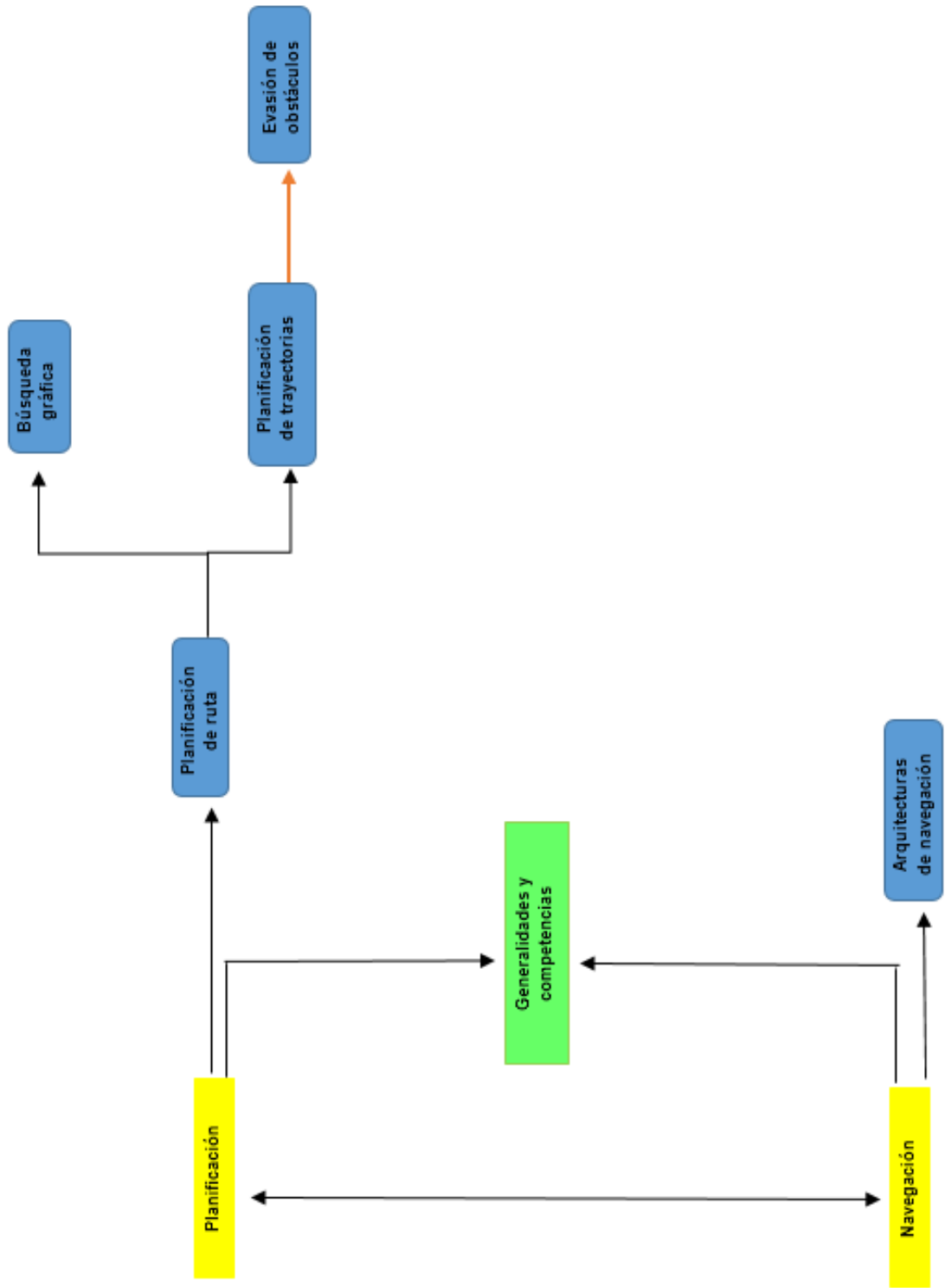
<p>robot y las ruedas</p> <p>4.1.3 Diagramas de cuerpo libre y cinético</p> <p>4.1.4 Las ecuaciones de movimiento</p> <p>4.1.5 El papel de la ecuación de restricción No holonómica</p> <p>4.1.6 La forma de primer orden de las ecuaciones dinámicas</p> <p>4.2 Dinámica de robots móviles no holonomicos</p> <p>4.3 Dinámica de robots rodantes</p> <p>4.3.1 Robots con ruedas convencionales</p> <p>4.3.2 Robots con ruedas omnidireccionales</p> <p>5. LOCALIZACION EN LOS ROBOTS MOVILES AUTÓNOMOS</p> <p>5.1 El desafío de la localización: el ruido y aliasing</p> <p>5.1.1 Ruido del sensor</p> <p>5.1.2 5.1.2 Aliasing del sensor</p> <p>5.1.3 Ruido del actuador Erector</p> <p>5.1.4 Un modelo de error de estimación de la posición odométrica</p> <p>5.2 Localizar o no localizar: localización basada en navegación versus soluciones programadas</p> <p>5.3 Representación de la creencia</p> <p>5.3.1 Creencia de hipótesis única</p> <p>5.3.2 Creencia de múltiples hipótesis</p> <p>5.4 Representación del mapa</p> <p>5.4.1 Representaciones</p>	<p>configuración y articular de un robot</p> <p>9.1.1 Descripción de la posición</p> <p>9.1.2 Descripción de la orientación</p> <p>9.1.3 Matrices de orientación</p> <p>9.1.4 Ángulos de Euler</p> <p>9.2 Modelo cinemático directo.</p> <p>9.2.1 Matrices de transformación homogéneas.</p> <p>9.2.2 Algoritmo de Devanit-Hartenberg.</p> <p>9.3 Modelo cinemático inverso</p> <p>9.3.1 Método geométrico</p> <p>9.3.2 Método matricial.</p> <p>9.4 Relaciones Diferenciales.</p> <p>9.4.1 Relaciones diferenciales entre posición y velocidad.</p> <p>9.4.2 Matriz Jacobiana</p> <p>9.4.3 Puntos singulares.</p> <p>10. MODELO DINÁMICO</p> <p>Es el estudio de los algoritmos que permiten evaluar el modelo dinámico directo e inverso de un manipulador de n grados de libertad</p> <p>10.1 Introducción</p> <p>10.2 Tensor de inercia</p> <p>10.3 Articulación simple de rotación</p> <p>10.4 Formulación de Lagrange-Euler</p> <p>10.5 Obtención del modelo dinámico mediante el método de Newton-Euler</p> <p>10.6 Análisis del modelo dinámico de un manipulador industrial</p> <p>11. GENERACIÓN DE TRAYECTORIAS</p>
--	---

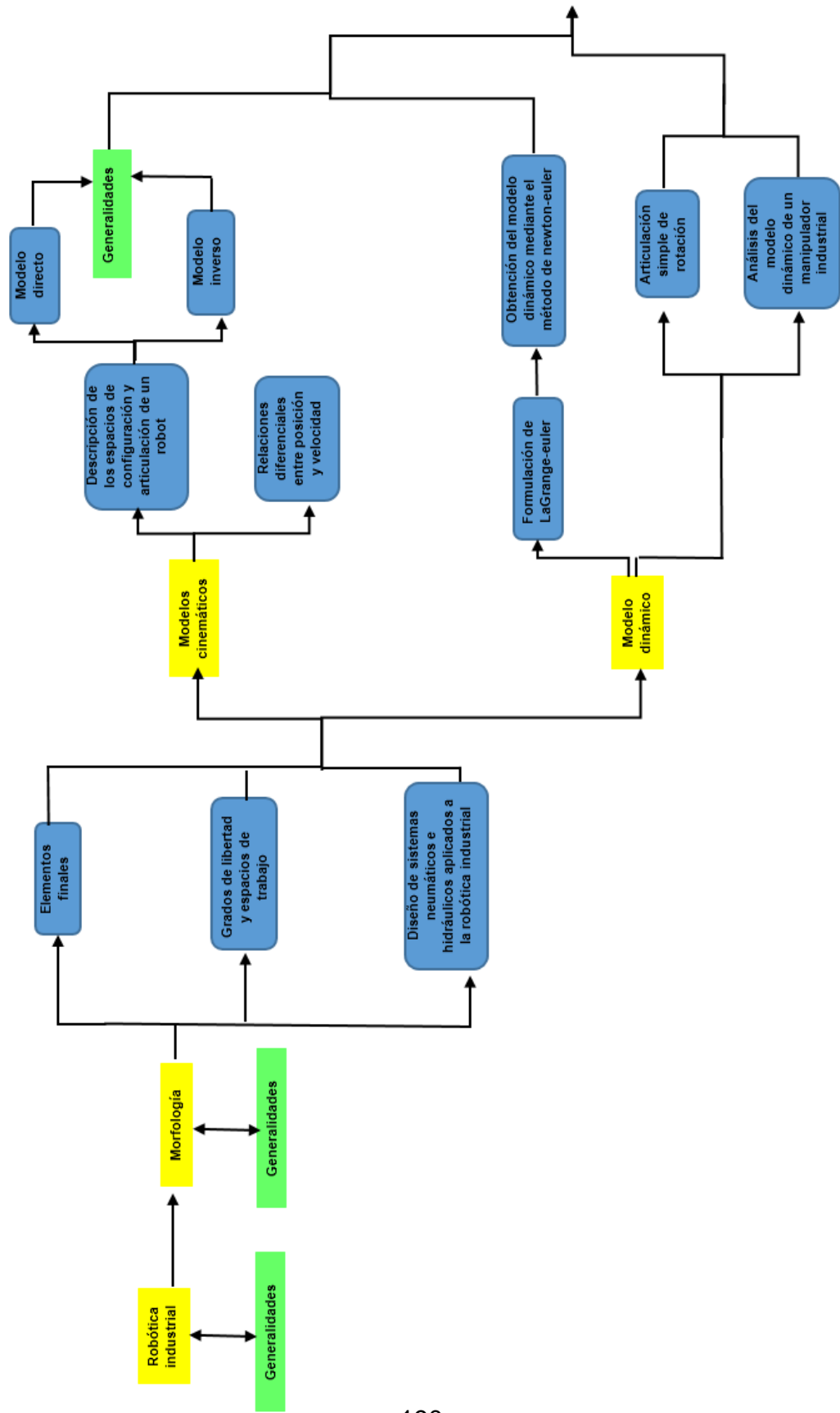
<p>continuas</p> <p>5.4.2 Estrategias de descomposición</p> <p>5.5 Localización probabilística basada en mapas</p> <p>5.5.1 Generalidades</p> <p>5.5.2 El problema de localización de robot</p> <p>5.5.3 Conceptos básicos de la teoría de la probabilidad</p> <p>5.5.4 Terminología Los ingredientes de la localización basada en mapa probabilístico</p> <p>5.5.5 Clasificación de los problemas de localización</p> <p>5.5.6 Localización de Markov</p> <p>5.5.7 Localización del filtro de Kalman</p> <p>5.6 Construcción autónoma de mapas</p> <p>5.6.1 Generalidades</p> <p>5.6.2 SLAM: La localización simultánea y el problema de asignación</p> <p>5.6.3 Definición matemática de SLAM</p> <p>5.6.4 SLAM del Filtro de Kalman Extendido (EKF)</p> <p>5.6.5 SLAM Visual con una sola cámara</p> <p>5.6.6 Discusión sobre EKF SLAM</p> <p>5.6.7 SLAM basada en Gráficos</p> <p>5.6.8 Filtro de partículas SLAM</p>	<p>Es el desarrollo de los algoritmos para generar el trazado para cada articulación con el fin que el manipulador siga una trayectoria específica.</p> <p>11.1 Introducción</p> <p>11.2 Definición paramétrica de las curvas</p> <p>11.3 Técnicas de interpolación</p> <p>11.4 Generación de caminos en el espacio cartesiano</p> <p>11.5 Generación de trayectorias para manipuladores</p> <p>12. PROGRAMACIÓN DE ROBOTS</p> <p>En este tema se estudia cómo se le indica a un robot la secuencia de acciones que deberá seguir</p> <p>12.1 Método de programación de un robot</p> <p>12.2 Requerimiento de un sistema de programación</p> <p>12.3 Programación por guiado</p> <p>12.4 Programación textual</p> <p>12.4.1 Programación explícita</p> <p>12.4.2 Programación implícita</p>
---	--

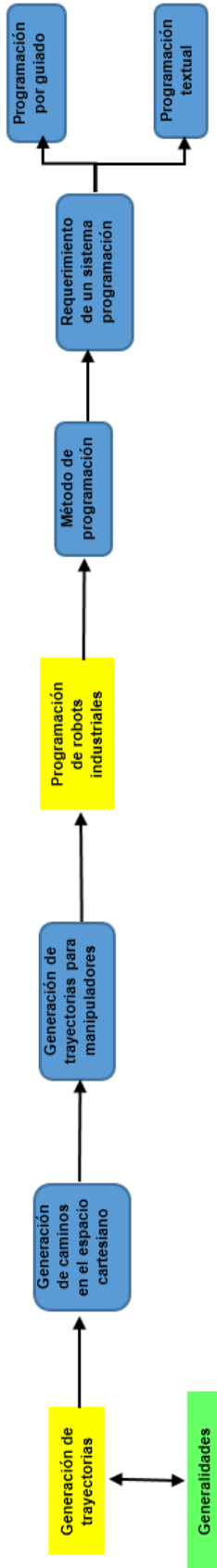
ANEXO C. DIAGRAMA SECUENCIAL DE CONTENIDOS











ANEXO D. TABLA DE SABERES

SABER	HACER	SER
INTRODUCCIÓN ROBÓTICA MÓVIL AUTÓNOMA		Desarrollo personal
1. Definir el concepto de robótica 2. Conocer la clasificación de los robots móviles 3. Distinguir los tipos de robots móviles según su clasificación 4. Distinguir los tipos de sensores utilizados en robótica móvil 5. Conocer la aplicación de los sensores.	a. Nombrar los elementos de estudio de la robótica.(1) b. Relacionar los tipos de robots móviles según su clasificación con sus características. (2,3) c. Relacionar los tipos de sensores utilizados en la robótica móvil. (4) d. Manejar el tipo de sensor adecuado de acuerdo a la necesidad de empleo. (4,5)	✓ Tomar y ejecutar decisiones propias en el desarrollo de las actividades de la asignatura. ✓ Argumentar lógicamente y críticamente sus ideas, aportes, propuestas y pensamientos incluyendo su posible modificación. Demostrar interés, curiosidad, apertura y capacidad de indagación de las temáticas y contenidos de la asignatura. ✓ Plantear y resolver analítica y argumentativamente problemáticas alrededor de las temáticas de la asignatura. ✓ Presentar disposición y adaptación al trabajo en grupo y/o individual. ✓ Ser responsable en el

		<p>desarrollo y entrega de actividades grupales y/o individuales.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Mostrar orden y estética en la entrega de evidencias materiales de las actividades desarrolladas en la asignatura. ✓ Planificar y organizar la realización de las diferentes actividades de la asignatura. ✓ Disposición y adaptación a diferentes metodologías educativas. ✓ Reflexionar sobre su comportamiento en las diferentes situaciones presentes en el desarrollo de la asignatura. ✓ Interesarse por la mejora de sus actitudes y comportamientos.
LOCOMOCIÓN DE LOS ROBOTS MÓVILES AUTÓNOMOS		Del proceso de enseñanza-aprendizaje
<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir el concepto de locomoción. 2. Reconocer la importancia de la locomoción en los robots. 	<ol style="list-style-type: none"> a. Enunciar los objetivos de la locomoción en los robots móviles. (1,2) b. Utilizar los niveles de la locomoción para el control 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Presentar interés y aportes para la valoración y mejora de los aspectos del proceso de enseñanza-

3. Distinguir los niveles de la locomoción de los robots.	adecuado del robot. (3,4,5)	aprendizaje de la asignatura.
4. Reconocer los niveles de locomoción de los robots.	c. Manejar el entorno en el que se va a desplazar el robot para el control adecuado del mismo. (6)	✓ Respetar y cumplir los compromisos y acuerdos establecidos en la asignatura y en los grupos de trabajo.
5. Identificar los tipos de locomoción según el medio en el que se desplazan los animales.	d. Justificar la importancia de la aplicación de los efectores del robot de acuerdo a la necesidad. (6,7,8)	✓ Planificar e implementar sus propias estrategias de aprendizaje.
6. Conocer el entorno en el que se va a desplazar el robot.	e. Justificar la importancia del modo de caminar de los robots de acuerdo al entorno de desplazamiento. (9)	✓ Evaluar y realimentar el desarrollo y resultados de sus estrategias de aprendizaje.
7. Conocer los efectores del robot.	f. Evidenciar la trascendencia de la estabilidad, características de contacto y tipo de medio ambiente para la locomoción y la manipulación. (10)	✓ Evaluar objetiva y críticamente la información sobre la asignatura proveniente de las diferentes fuentes.
8. Seleccionar el efector adecuado a la necesidad.	g. Justificar la importancia de utilizar robots móviles con ruedas. (11)	✓ Responsabilizarse por el cuidado de los recursos, medios y escenarios educativos.
9. Implementar los modos de caminar en el robot.	h. Señalar las fortalezas y debilidades de los diferentes tipos de ruedas. (12,13,14)	
10. Conocer la estabilidad, características de contacto y tipo de medio ambiente para que el robot pueda moverse de manera óptima en cualquier tipo de entorno.	i. Referenciar algunos de los tipos de ruedas existentes de acuerdo a su aplicación. (13)	
11. Discernir las características principales de los robots móviles con ruedas.	j. Aplicar adecuadamente	
12. Conocer los aspectos importantes de la locomoción de las ruedas.		
13. Identificar los tipos de ruedas.		
14. Reconocer las características		

<p>fundamentales de la geometría y el tipo de rueda.</p> <p>15. Analizar las ventajas y desventajas de la estabilidad, maniobrabilidad y capacidad de control de las ruedas.</p> <p>16. Identificar los tipos de configuraciones de ruedas y sus características.</p>	<p>los conceptos de estabilidad maniobrabilidad y capacidad de control de las ruedas para la configuración de las mismas. (15)</p> <p>k. Aplicar los tipos de configuraciones de las ruedas de acuerdo al entorno. (16)</p>	
<p>CINEMÁTICA DE LOS ROBOTS MÓVILES</p>		<p>De relación social</p>
<p>1. Definir el concepto de cinemática para robots móviles.</p> <p>2. Conocer las características de diseño y operacionales de la cinemática de los robots móviles.</p> <p>3. Interpretar los tipos de configuraciones de ruedas y sus características.</p> <p>4. Conocer los conceptos fundamentales de la cinemática de las ruedas.</p> <p>5. Reconocer los modelos y restricciones cinemáticas.</p> <p>6. Definir el concepto de maniobrabilidad del robot móvil.</p> <p>7. Examinar el grado de movilidad del robot móvil.</p>	<p>a. Enunciar los objetivos de la cinemática en los robots móviles. (1)</p> <p>b. Explicar las características de diseño y operacionales de la cinemática de los robots móviles. (2)</p> <p>c. Explicar los tipos de configuraciones de ruedas y sus características. (3)</p> <p>d. Emplear los conceptos fundamentales de las ruedas en el diseño de estas (4)</p> <p>e. Identificar las expresiones matemáticas de los conceptos básicos de los modelos y restricciones cinemáticas. (5)</p> <p>f. Enunciar los objetivos de</p>	<p>✓ Actualizarse sobre las aplicaciones y avances de la asignatura en su disciplina profesional o en otras disciplinas.</p> <p>✓ Mostrar interés por la aplicabilidad de la asignatura en su formación profesional.</p> <p>✓ Presentar y elaborar propuestas aplicativas de los temas relacionados en la asignatura.</p> <p>✓ Desarrollar las propuestas generadas, si existe viabilidad para ellas.</p> <p>✓ Proponer y expresar soluciones a las posibles dificultades</p>

8. Entender el grado de maniobrabilidad del robot móvil.	la maniobrabilidad del robot móvil. (6,7,8,9)	presentes en el trabajo en grupo.
9. Percibir la maniobrabilidad del robot móvil.	g. Identificar las expresiones matemáticas de los conceptos básicos de la maniobrabilidad del robot móvil. (6,7,8,9)	✓ Motivar y cooperar en el proceso de aprendizaje de sus compañeros de asignatura.
10. Percibir el espacio de trabajo del robot móvil.	h. Describir la importancia del espacio de trabajo para la maniobrabilidad del robot móvil. (10)	✓ Liderar procesos de aprendizaje en grupo.
11. Conocer los grados de libertad del robot.	i. Indicar las expresiones matemáticas del grado de libertad del robot. (11)	
12. Definir el concepto de robot holónico y sus características.	j. Indicar las aplicaciones de los robots holónicos. (12)	
13. Reconocer las características de la ruta de acceso y de trayectoria de un robot móvil.	k. Conocer las expresiones matemáticas de los robots holónicos (13)	
14. Identificar las características del control de movimiento.	l. Justificar la importancia del control de movimiento de los robots móviles. (14)	
15. Entender los conceptos de seguimiento de ruta, estabilización de las trayectorias, estabilización de posiciones fijas.	m. Aplicar el control de movimiento a un robot móvil (14)	
16. Entender la importancia de los modelos de control.	n. Adaptar los conceptos de seguimiento de ruta, estabilización de las trayectorias, estabilización de posiciones fijas al control de movimiento de los robots móviles. (15)	
17. Recordar el concepto de control de lazo abierto y control de retroalimentación.	o. Identificar las expresiones	
18. Distinguir las ventajas y desventajas del control de lazo abierto y del control de retroalimentación.		
19. Entender los modelos de		

<p>control de lazo abierto y de control de retroalimentación.</p> <p>20. Definir el concepto de los robots rodantes.</p> <p>21. Identificar las características de la cinemática de los robots rodantes.</p> <p>22. Reconocer la cinemática de los robots con ruedas convencionales y los robots con ruedas omnidireccionales.</p>	<p>matemáticas de los modelos de control. (16)</p> <p>p. Discernir los conceptos de control de lazo abierto y retroalimentación (17,18)</p> <p>q. Aplicar los conceptos de control de lazo abierto y retroalimentación al control de un robot móvil (17,18,19)</p> <p>r. Enunciar la importancia de los robots rodantes (20,21)</p> <p>s. Enumerar la aplicación de los robots con ruedas convencionales y los robots con ruedas omnidireccionales. (22)</p> <p>t. Identificar las expresiones matemáticas de los conceptos básicos de los robots con ruedas convencionales y los robots con ruedas omnidireccionales. (22)</p>	
<p>DINÁMICA DE LOS ROBOTS MÓVILES</p>		<p>De comunicación y expresión</p>
<p>1. Definir el concepto de dinámica para robots móviles.</p> <p>2. Reconocer un robot móvil hilare.</p> <p>3. Distinguir las ecuaciones de movimiento de newton-euler.</p>	<p>a. Enunciar los objetivos de la dinámica en los robots móviles. (1)</p> <p>b. Indicar las aplicaciones de los robots móviles hilare. (2)</p> <p>c. Conocer las expresiones matemáticas de los robots</p>	<p>✓ Respetar y evaluar críticamente las ideas, opiniones, conocimientos, propuestas y pensamientos expresos por sus compañeros.</p> <p>✓ Emplear el diálogo</p>

<p>4. Reconocer las coordenadas generalizadas y velocidades generalizadas del sistema dinámico de los robots hilare.</p> <p>5. Analizar la aceleración de los centros de masa del robot y las ruedas.</p> <p>6. Plantear los diagramas de cuerpo libre y cinético de los robots.</p> <p>7. Idear las ecuaciones de movimiento.</p> <p>8. Reconocer el papel de la ecuación de restricción no holonómica.</p> <p>9. Plantear las ecuaciones del movimiento del robot móvil en la forma de primer orden.</p> <p>10. Entender la dinámica de los robots móviles no holonómicos.</p> <p>11. Reconocer la dinámica de robots rodantes.</p> <p>12. Reconocer la dinámica de los robots con ruedas convencionales y los robots con ruedas omnidireccionales.</p>	<p>móviles hilare.(3,4,5,6,7,8,9)</p> <p>d. Expresar las ecuaciones dinámicas de movimiento del robot para fines de simulación. (3,4,5,6,7,8,9)</p> <p>e. Conocer las expresiones matemáticas de la dinámica de robots móviles no holonómicos.(10)</p> <p>f. Enunciar los objetivos de la dinámica de robots rodantes. (11)</p> <p>g. Conocer las expresiones matemáticas de la dinámica de los robots con ruedas convencionales y omnidireccionales. (12)</p>	<p>fundamentado y respetuoso en el establecimiento de acuerdos.</p> <p>✓ Mediar por la solución imparcial y eficaz de conflictos presentes en el trabajo en grupo.</p> <p>✓ Mostrar precisión y claridad en la expresión oral y escrita.</p>
<p>LOCALIZACIÓN EN LOS ROBOTS MÓVILES AUTÓNOMOS</p>		

<ol style="list-style-type: none"> 1. Entender la importancia de la localización de los robots. 2. Reconocer los conceptos e inconvenientes del ruido del sensor. 3. Distinguir el aliasing del sensor. 4. Discernir las fuentes que causan el ruido del actuador efector. 5. Conocer el modelo de error de estimación de la posición odométrica. 6. Enumerar las ventajas de la localización basada en mapas para la navegación. 7. Definir los tipos de problemas de la representación 8. Analizar el problema de hipótesis única y múltiples hipótesis. 9. Reconocer la importancia de la representación del mapa. 10. Examinar las representaciones continuas. 11. Entender las estrategias de descomposición del área de trabajo. 12. Conocer la aplicación de la localización 	<ol style="list-style-type: none"> a. Expresar los objetivos de la localización de los robots móviles autónomos. (1) b. Interpretar y explicar el significado del ruido y el aliasing del sensor. (2,3) c. Plantear alternativas de disminuir el ruido y el aliasing del sensor. (2,3) d. Plantear alternativas de disminuir los las fuentes que causan el ruido en el actuador efector. (4) e. Plantear las ecuaciones matemáticas del modelo de error de estimación de la posición odométrica.(5) f. Aplicar el enfoque de la localización basada en mapas para la navegación del robot.(6) g. Plantear ejemplos del problema de única hipótesis y de múltiples hipótesis. (7,8) h. Evaluar las ventajas y desventajas del problema de única hipótesis y de múltiples hipótesis. (7,8) i. Aplicar las relaciones fundamentales para elegir una representación del mapa adecuada. (9) j. Expresar los objetivos de 	
---	---	--

<p>probabilística basada en mapas.</p> <p>13. Aprender los conceptos básicos de la teoría de la probabilidad.</p> <p>14. Conocer la terminología de la localización probabilística basada en mapas.</p> <p>15. Interpretar los conceptos fundamentales para la localización probabilística basada en mapas.</p> <p>16. Entender la clasificación y la diferencia de los problemas de localización.</p> <p>17. Dominar las características de la localización de Markov.</p> <p>18. Definir el concepto de localización del filtro de Kalman.</p> <p>19. Enumerar los objetivos de la localización del filtro de Kalman.</p> <p>20. Reconocer la localización del filtro de Kalman aplicado a los robots móviles.</p> <p>21. Enumerar las etapas para la localización de un robot por medio del filtro de Kalman.</p> <p>22. Definir las etapas para la localización de un robot</p>	<p>las representaciones continuas del mapa. (10)</p> <p>k. Aplicar las estrategias de descomposición del mapa a un área de trabajo. (11)</p> <p>l. Aplicar las técnicas de la localización probabilísticas basada en mapas. (12)</p> <p>m. Explicar los conceptos básicos de la teoría de la probabilidad. (13)</p> <p>n. Aplicar los conceptos básicos de la teoría de la probabilidad. (13)</p> <p>o. Expresar las ecuaciones matemáticas de la teoría de la probabilidad. (13)</p> <p>p. Emplear la terminología de la localización probabilística basada en mapas para facilitar el aprendizaje de los temas relacionados con esta. (14)</p> <p>q. Aplicar los conceptos fundamentales de la localización probabilística basada en mapas para la localización del robot. (15)</p> <p>r. Enumerara los problemas de localización. (16)</p> <p>s. Discernir entre los tres tipos de problemas de localización. (16)</p> <p>t. Aplicar los teoremas de la</p>	
---	--	--

<p>por medio del filtro de Kalman.</p> <p>23. Reconocer la importancia de la construcción autónoma de mapas en el robot.</p> <p>24. Enumerar los objetivos de la localización simultánea y el problema de asignación por medio del SLAM.</p> <p>25. Interpretar las expresiones matemáticas del SLAM.</p> <p>26. Definir el objetivo del SLAM del filtro del Kalman extendido.</p> <p>27. Analizar las expresiones matemáticas del SLAM del filtro de Kalman extendido.</p> <p>28. Definir el concepto de SLAM visual con una sola cámara.</p> <p>29. Precisar las consideraciones básicas del SLAM visual con una sola cámara.</p> <p>30. Conocer las expresiones matemáticas del SLAM visual con una sola cámara.</p> <p>31. Analizar las características del sistema SLAM visual con una sola cámara para predecir la posición de la cámara.</p>	<p>localización de Markov para representar la posición del robot. (17)</p> <p>u. Aplicar el modelo de localización del filtro de Kalman para representar las funciones de probabilidad arbitraria sobre la posición del robot.(18)</p> <p>v. Interpretar y explicar los objetivos de la localización del filtro de Kalman. (18,19)</p> <p>w. Aplicar la localización del filtro de Kalman en robots móviles. (20)</p> <p>x. Interpretar y explicar las etapas de localización de un robot por medio del filtro de Kalman. (21,22)</p> <p>y. Explicar el modelo de construcción autónoma de mapas. (23)</p> <p>z. Aplicar los conceptos de construcción autónoma de mapas a los robots. (23)</p> <p>aa. Interpretar y explicar los objetivos de la localización simultánea y el problema de asignación por medio del SLAM. (24)</p> <p>bb. Expresar las ecuaciones matemáticas del SLAM. (25)</p>	
---	--	--

<p>32. Definir la forma de corregir la posición de la cámara en el SLAM visual con una sola cámara.</p> <p>33. Analizar las características del sistema empleado para corregir la posición de la cámara en el SLAM visual con una sola cámara.</p> <p>34. Reconocer la importancia del SALM basada en gráficos.</p> <p>35. Definir las características del SLAM basada en gráficos.</p> <p>36. Analizar las expresiones matemáticas del SLAM basada en gráficos.</p> <p>37. Precisar el concepto de filtro de partículas de SLAM.</p> <p>38. Analizar las expresiones matemáticas del filtro de partículas de SLAM.</p>	<p>cc. Aplicar el método del SLAM del filtro del Kalman extendido. (26)</p> <p>dd. Enunciar las ecuaciones matemáticas del SLAM del filtro del Kalman extendido. (27)</p> <p>ee. Aplicar el sistema del SLAM visual con una sola cámara. (28,29)</p> <p>ff. Explicar las expresiones matemáticas del SLAM visual con una sola cámara. (30)</p> <p>gg. Aplicar el sistema SLAM visual con una sola cámara para predecir y corregir la posición de la cámara. (31,32,33)</p> <p>hh. Aplicar el SLAM basado en grafica para representar la ubicación del robot (34,35,36)</p> <p>ii. Expresar las ecuaciones matemáticas del SLAM basada en gráficos (36)</p> <p>jj. Interpretar y explicar los conceptos teóricos y matemáticos del filtro de partículas de SLAM. (37,38)</p>	
<p>PLANIFICACIÓN Y NAVEGACIÓN DE LOS ROBOTS MÓVILES AUTÓNOMOS</p>		

<ol style="list-style-type: none"> 1. Reconocer la importancia de la planificación y navegación en los robots móviles. 2. Definir los parámetros a analizar en la planificación y navegación en los robots móviles. 3. Analizar la importancia de la planificación y la reacción en los robots móviles. 4. Definir el concepto de planificación de ruta. 5. Reconocer la configuración del espacio en la planificación de ruta. 6. Precisar el objetivo de la planificación de ruta. 7. Reconocer las estrategias para transformar el modelo ambiental en un mapa discreto para el algoritmo de planificación de ruta escogido. 8. Definir el concepto de búsqueda gráfica. 9. Distinguir las etapas principales de la búsqueda gráfica. 10. Indicar los parámetros que se deben seguir para la construcción de gráfico. 11. Definir el concepto de gráfico de visibilidad. 	<ol style="list-style-type: none"> a. Enumerar los objetivos de la planificación y navegación en los robots móviles. (1) b. Interpretar y explicar los objetivos de la planificación y navegación en los robots móviles. (1) c. Aplicar los parámetros de la planificación y navegación de los robots móviles requeridos para la navegación de los mismos. (2) d. Enumerar los objetivos de la planificación y la reacción en los robots móviles. (3) e. Interpretar y explicar los objetivos de la planificación y la reacción en los robots móviles. (3) f. Expresar la importancia del estudio de la configuración del espacio en la planificación de ruta. (5,6) g. Aplicar las estrategias para transformar el modelo ambiental en un mapa discreto para el algoritmo de planificación de ruta escogido. (7) h. Interpretar y explicar los objetivos de la búsqueda 	
--	--	--

12. Precisar las características del gráfico de visibilidad.	gráfica. (8,9)	
13. Precisar la aplicación del gráfico de visibilidad.	i. Interpretar y explicar las etapas principales de la búsqueda gráfica. (8,9,10)	
14. Definir el concepto del diagrama de Voronoi.	j. Aplicar el gráfico de visibilidad para obtener el mapa de ruta más adecuado. (11,12,13)	
15. Definir las características del diagrama de Voronoi.		
16. Analizar la aplicación del diagrama de Voronoi.	k. Aplicar el diagrama de Voronoi para obtener el mapa de ruta más adecuado. (14,15,16)	
17. Detallar las características de la celda exacta.		
18. Precisar la aplicación de la celda exacta.	l. Realizar un taller de navegación en la herramienta de software matemático matlab utilizando los conceptos del diagrama de voronoi. (14,15,16)	
19. Definir las características de la descomposición celular aproximada.		
20. Precisar la aplicación de la descomposición celular aproximada.	m. Aplicar la descomposición de celda exacta para obtener el mapeo más adecuado. (17,18)	
21. Definir las características del gráfico de celosía.		
22. Señalar la aplicación del gráfico de celosía.	n. Aplicar la descomposición celular aproximada para la construcción del gráfico más adecuado. (19)	
23. Reconocer las características de la búsqueda de gráfico determinista.	o. Analizar las ventajas y desventajas de la aplicación del gráfico de visibilidad, el diagrama de Voronoi, la descomposición de celda exacta y la descomposición celular	
24. Indicar los algoritmos de búsqueda de gráfico determinista.		
25. Detallar las características de los discriminadores.		
26. Examinar las características de la		

<p>búsqueda de primera amplitud.</p>	<p>aproximada. (11,12,13,14,15,16,17,18, 19)</p>	
<p>27. Reconocer las características de la búsqueda primero en profundidad.</p>	<p>p. Interpretar y analizar lo objetivos del gráfico de celosía. (20,21,22)</p>	
<p>28. Detallar las características del algoritmo de Dijkstra.</p>	<p>q. Aplicar el gráfico de celosía para la construcción del gráfico más adecuado. (20,21,22)</p>	
<p>29. Examinar las características del algoritmo de A*.</p>	<p>r. Interpretar y analizar las ventajas y desventajas del gráfico de celosía. (20,21,22)</p>	
<p>30. Reconocer las características del algoritmo D*.</p>	<p>s. Interpretar y analizar lo objetivos de la búsqueda de gráfico determinista. (23,24)</p>	
<p>31. Definir el concepto de búsqueda gráfica aleatoria.</p>	<p>t. Aplicar la búsqueda de gráfico determinista para la construcción del gráfico más adecuado. (23,24)</p>	
<p>32. Precisar la aplicación de la búsqueda gráfica aleatoria.</p>	<p>u. Interpretar y analizar las ventajas y desventajas de la búsqueda de gráfico determinista (23,24)</p>	
<p>33. Precisar las características de la búsqueda gráfica aleatoria.</p>	<p>v. Interpretar y manejar los conceptos de los discriminadores.(25)</p>	
<p>34. Definir el concepto de planificación de trayectorias de campo potencial.</p>	<p>w. Aplicar los conceptos de búsqueda de primera amplitud en la herramienta de software matemático matlab para la búsqueda de rutas. (26)</p>	
<p>35. Analizar las características de la planificación de trayectorias de campo potencial.</p>		
<p>36. Detallar las expresiones matemáticas de la planificación de trayectorias de campo</p>		

potencial.		x. Interpretar y analizar lo objetivos de la búsqueda primero en profundidad. (27)	
37. Examinar las características de la evasión de obstáculos.	las		
38. Reconocer las características del algoritmo de Bug.	las	y. Aplicar la búsqueda primero en profundidad para la construcción del gráfico más adecuado. (27)	
39. Analizar el histograma de campo vectorial.	las		
40. Examinar la técnica de banda de burbuja.	las	z. Interpretar y analizar las ventajas y desventajas de la búsqueda primero en profundidad (27)	
41. Reconocer la técnica de velocidad de curvatura.	las		
42. Examinar las características de los enfoques dinámicos de ventana.	las	aa. Aplicar los conceptos de la búsqueda primero en profundidad en la herramienta de software matemático matlab para la búsqueda de rutas. (27)	
43. Reconocer las particularidades del enfoque de Schlegel para evasión de obstáculos.	las	bb. Interpretar y analizar lo objetivos del algoritmo de dijkstra. (28)	
44. Precisar las características del diagrama de proximidad.	las	cc. Aplicar el algoritmo de dijkstra para la construcción del gráfico más adecuado. (28)	
45. Analizar las particularidades del método de gradiente.	las	dd. Interpretar y analizar las ventajas y desventajas del algoritmo de dijkstra. (28)	
46. Reconocer las particularidades de la adición de restricciones dinámicas	las	ee. Aplicar los conceptos del algoritmo de dijkstra en la herramienta de software matemático matlab para la búsqueda de rutas. (28)	
47. Definir el concepto de arquitectura de navegación.	las	ff. Interpretar y analizar los	
48. Examinar las	las		

<p>características de las técnicas para la descomposición.</p> <p>49. Precisar las particularidades de la descomposición temporal.</p> <p>50. Definir el concepto de tiempo de respuesta del sensor.</p> <p>51. Detallar el concepto de profundidad temporal.</p> <p>52. Especificar el concepto de localidad espacial.</p> <p>53. Definir el concepto de contexto de especificidad.</p> <p>54. Analizar las características de la descomposición de control.</p> <p>55. Reconocer las particularidades de las arquitecturas escalonadas de robot.</p> <p>56. Detallar las características de la planificación offline.</p> <p>57. Examinar las particularidades de las aplicaciones de ruta estática.</p> <p>58. Distinguir las características de las demandas de extrema fiabilidad.</p> <p>59. Reconocer las particularidades de la planificación episódica.</p>	<p>objetivos, ventajas y desventajas del algoritmo de A*.(29)</p> <p>gg. Interpretar y analizar los objetivos, ventajas y desventajas del algoritmo de D*.(30)</p> <p>hh. Interpretar y analizar los objetivos, ventajas y desventajas de la búsqueda gráfica aleatoria. (31,32,33)</p> <p>ii. Interpretar y analizar los objetivos y expresiones matemáticas de la planificación de trayectorias de campo potencial. (34,35,36)</p> <p>jj. Interpretar y analizar las características y objetivos de la evasión de obstáculos. (37)</p> <p>kk. Interpretar y analizar lo objetivos algoritmo de Bug. (38)</p> <p>ll. Aplicar el algoritmo de Bug para la evasión de obstáculos. (38)</p> <p>mm. Interpretar y analizar las ventajas y desventajas del algoritmo de Bug para la evasión de obstáculos. (38)</p> <p>nn. Interpretar y analizar los conceptos del histograma</p>	
--	--	--

<p>60. Detallar las características de la planificación y ejecución integrada.</p>	<p>de campo vectorial. (39)</p> <p>oo. Manejar la técnica de Banda de Burbuja. (40)</p> <p>pp. Usar técnica de velocidad de curvatura. (41)</p> <p>qq. Interpretar y manejar las características los enfoques dinámicos de ventana. (42)</p> <p>rr. Analizar las ventajas y desventajas de la aplicación del enfoque de Schlegel para evasión de obstáculos. (43)</p> <p>ss. Analizar los objetivos del diagrama de proximidad.(44)</p> <p>tt. Conocer las particularidades del método de gradiente. (45)</p> <p>uu. Detallar las particularidades de la adición de restricciones dinámicas. (46)</p> <p>vv. Interpretar y analizar las ventajas de la arquitectura de navegación (47)</p> <p>ww. Conocer y exponer las técnicas Descomposición temporal, tiempo de respuesta del sensor, profundidad temporal, localidad espacial, contexto de especificidad,</p>	
--	--	--

	<p>descomposición de control, para la discriminación del software del robot en distintos módulos y clasificar varios robots en una taxonomía más cuantitativa. (48,49,50,51,52,53,54)</p> <p>xx. Utilizar las arquitecturas escalonadas del robot. (55)</p> <p>yy. Interpretar y analizar las ventajas y desventajas de la planificación offline. (56)</p> <p>zz. Analizar la utilidad de las aplicaciones de ruta estática. (57)</p> <p>aaa. Interpretar el concepto de las demandas de extrema fiabilidad. (58)</p> <p>bbb. Aplicar en una situación dada la planificación episódica para la navegación de robot. (59)</p> <p>ccc. Interpretar y analizar las ventajas y desventajas de la planificación y ejecución integrada en la navegación del robot. (60)</p>	
ROBÓTICA INDUSTRIAL		
1. Indicar los antecedentes históricos de la robótica industrial.	a. Expresar los antecedentes históricos más importantes de la robótica industrial.	

<p>2. Definir el concepto de robot industrial.</p> <p>3. Examinar los tipos de robots industriales.</p> <p>4. Reconocer las aplicaciones industriales de la robótica.</p>	<p>(1)</p> <p>b. Enunciar la finalidad de la robótica industrial. (2)</p> <p>c. Discernir entre los tipos de robots industriales con sus características. (3)</p> <p>d. Señalar los beneficios de la robótica industrial en el sector industrial. (4)</p>	
MORFOLOGÍA DEL ROBOT INDUSTRIAL		
<p>1. Describir la terminología utilizada en la morfología del robot industrial.</p> <p>2. Analizar la estructura mecánica de un manipulador.</p> <p>3. Examinar la anatomía de un robot manipulador.</p> <p>4. Precisar las configuraciones típicas.</p> <p>5. Reconocer los elementos finales usados en robots industriales.</p> <p>6. Distinguir los tipos de articulaciones para robots industriales.</p> <p>7. Examinar las transmisiones y los reductores usados en robots industriales.</p> <p>8. Reconocer los grados de libertad y el espacio de trabajo de un robot industrial.</p>	<p>a. Referenciar algunas de las terminologías utilizadas en la morfología del robot industrial. (1)</p> <p>b. Enunciar la finalidad de la estructura mecánica en un manipulador. (2)</p> <p>c. Enunciar la importancia de la anatomía en los robots manipuladores. (3)</p> <p>d. Referenciar las configuraciones típicas más utilizadas en la industria. (4)</p> <p>e. Analizar la aplicación de los elementos finales usados en los robots industriales. (5)</p> <p>f. Mencionar los tipos de articulaciones para robots industriales. (6)</p> <p>g. Explicar la aplicación de las transmisiones y los reductores usados en los</p>	

<p>9. Examinar los diseños de sistemas neumáticos e hidráulicos aplicados a la robótica industrial.</p> <p>10. Examinar los actuadores y sensores utilizados en la robótica industrial.</p>	<p>robots industriales. (7)</p> <p>h. Explicar la finalidad de los grados de libertad y el espacio de trabajo de un robot industrial. (8)</p> <p>i. Evaluar la utilidad de los diseños de sistemas neumáticos e hidráulicos aplicados a la robótica industrial. (9)</p> <p>j. Identificar los actuadores y sensores utilizados en la robótica industrial. (10)</p>	
<p>MODELOS CINEMÁTICOS DE ROBOTS INDUSTRIALES</p>		
<p>1. Conocer los espacios de configuración y articulación de un robot.</p> <p>2. Analizar las características de la posición.</p> <p>3. Examinar las particularidades de la orientación.</p> <p>4. Reconocer las expresiones matemáticas de las matrices de orientación.</p> <p>5. Analizar los ángulos de Euler.</p> <p>6. Examinar las características del modelo cinemático directo.</p> <p>7. Analizar las matrices de transformación homogénea.</p>	<p>a. Interpretar los principios de articulación y configuración de un robot. (1)</p> <p>b. Explicar las características de la posición. (2)</p> <p>c. Analizar las características de la orientación. (3)</p> <p>d. Hallar las matrices de orientación. (4)</p> <p>e. Establecer los ángulos de Euler. (5)</p> <p>f. Reconocer el modelo cinemático directo. (6)</p> <p>g. Interpretar las matrices de transformación homogénea. (7)</p> <p>h. Reconocer el algoritmo de Devanit-Hartenberg. (8)</p> <p>i. Interpretar el modelo</p>	

<p>8. Conocer el algoritmo de Devanit-Hartenberg.</p> <p>9. Reconocer el modelo cinemático inverso.</p> <p>10. Analizar el método geométrico del modelo cinemático inverso.</p> <p>11. Examinar el método matricial del modelo cinemático inverso.</p> <p>12. Analizar el método de relaciones diferenciales.</p> <p>13. Reconocer las particularidades de las relaciones diferenciales entre posición y velocidad.</p> <p>14. Examinar las expresiones matemáticas de la matriz jacobiana.</p> <p>15. Reconocer las particularidades de los puntos singulares.</p>	<p>cinemático inverso. (9)</p> <p>j. Detallar el método geométrico del modelo cinemático inverso. (10)</p> <p>k. Reconocer el método matricial del modelo cinemático inverso. (11)</p> <p>l. Aplicar el método de relaciones diferenciales. (12)</p> <p>m. Interpretar las particularidades de las relaciones diferenciales entre posición y velocidad. (13)</p> <p>n. Aplicar las expresiones matemáticas de la matriz jacobiana. (14)</p> <p>o. Interpretar las particularidades de los puntos singulares. (15)</p>	
MODELO DINÁMICO		
<p>1. Reconocer las particularidades del modelo dinámico.</p> <p>2. Analizar las expresiones matemáticas del tensor de inercia.</p> <p>3. Examinar las particularidades de las articulaciones simples de rotación.</p> <p>4. Precisar las características</p>	<p>a. Explicar las particularidades del modelo dinámico. (1)</p> <p>b. Hallar el tensor de inercia. (2)</p> <p>c. Indicar las particularidades de las articulaciones simples de rotación. (3)</p> <p>d. Describir y examinar los objetivos de la formulación de lagrange-euler. (4)</p>	


<p>de la formulación de lagrange-euler.</p> <p>5. Reconocer las expresiones matemáticas de la formulación de lagrange-euler.</p> <p>6. Examinar las particularidades de las ecuaciones de newton-euler.</p> <p>7. Analizar las expresiones matemáticas de las ecuaciones de newton-euler.</p> <p>8. Detallar el modelo dinámico de un manipulador industrial.</p> <p>9. Examinar las expresiones matemáticas del modelo dinámico de un manipulador industrial.</p>	<p>e. Aplicar las expresiones matemáticas de la formulación de lagrange-euler. (5)</p> <p>f. Reconocer la aplicación de las ecuaciones de newton-euler. (6)</p> <p>g. Determinar las ecuaciones de newton-euler. (7)</p> <p>h. Aplicar el modelo dinámico de un manipulador industrial. (8)</p> <p>i. Verificar las expresiones matemáticas del modelo dinámico de un manipulador industrial. (9)</p>	
GENERACIÓN DE TRAYECTORIAS		
<p>1. Examinar las características de la generación de trayectorias.</p> <p>2. Analizar las características de la definición paramétrica de las curvas.</p> <p>3. Detallar las expresiones matemáticas de la definición paramétrica de las curvas.</p> <p>4. Definir el concepto de</p>	<p>a. Reconocer la aplicación de la generación de trayectorias. (1)</p> <p>b. Describir y examinar los objetivos de la definición paramétrica de las curvas. (2)</p> <p>c. Aplicar las expresiones matemáticas de la definición paramétrica de las curvas. (3)</p> <p>d. Identificar la aplicación de</p>	

<p>técnicas de interpolación.</p> <p>5. Detallar las técnicas de interpolación.</p> <p>6. Definir el concepto de generación de caminos en el espacio cartesiano.</p> <p>7. Distinguir las técnicas de generación de caminos en el espacio cartesiano.</p> <p>8. Definir el concepto de generación de trayectorias para manipuladores.</p>	<p>las técnicas de interpolación. (4)</p> <p>e. Aplicar las técnicas de interpolación. (5)</p> <p>f. Analizar la aplicación generación de caminos en el espacio cartesiano. (6)</p> <p>g. Aplicar las técnicas de generación caminos en el espacio cartesiano. (7)</p> <p>h. Aplicar la generación de trayectorias para manipuladores. (8)</p>	
PROGRAMACIÓN DE ROBOTS INDUSTRIALES		
<p>1. Enumerar los diferentes métodos de programación de un robot industrial.</p> <p>2. Distinguir los diferentes métodos de programación de un robot industrial.</p> <p>3. Enumerar los requerimientos de un sistema de programación.</p> <p>4. Conocer los requerimientos de un sistema de programación.</p> <p>5. Definir el concepto de programación por guiado.</p> <p>6. Enumerar los tipos de programación por guiado.</p> <p>7. Conocer la programación por guiado pasivo.</p> <p>8. Precisar las características</p>	<p>a. Analizar los métodos de programación de un robot industrial. (1)</p> <p>b. Manejar los diferentes métodos de programación de un robot industrial. (2)</p> <p>c. Interpretar los requerimientos de un sistema de programación. (3,4)</p> <p>d. Entender el concepto de programación por guiado. (5)</p> <p>e. Aplicar la programación por guiado en una herramienta de software matemático. (5,6)</p> <p>f. Reconocer la programación por guiado</p>	


<p>de la programación por guiado pasivo directo.</p> <p>9. Analizar las características de la programación por guiado pasivo por maniquí.</p> <p>10. Conocer la programación por guiado activo.</p> <p>11. Precisar las características de la programación por guiado activo básico.</p> <p>12. Reconocer las características de la programación por guiado activo extendido.</p> <p>13. Definir el concepto de programación textual.</p> <p>14. Enumerar los tipos de programación textual.</p> <p>15. Analizar las características de la programación explícita.</p> <p>16. Reconocer las características de la programación implícita.</p>	<p>pasivo. (7)</p> <p>g. Aplicar en una herramienta de software matemático la programación por guiado pasivo. (7)</p> <p>h. Analizar la programación por guiado pasivo directo. (8)</p> <p>i. Aplicar en una herramienta de software matemático la programación por guiado pasivo directo. (8)</p> <p>j. Reconocer la programación por guiado pasivo por maniquí. (9)</p> <p>k. Aplicar en una herramienta de software matemático la programación por guiado pasivo por maniquí. (9)</p> <p>l. Reconocer la programación por guiado activo. (10)</p> <p>m. Aplicar en una herramienta de software matemático la programación por guiado activo. (10)</p> <p>n. Interpretar la programación por guiado activo pasivo. (11)</p> <p>o. Aplicar en una herramienta de software</p>	
---	--	--

	<p>matemático la programación por guiado activo pasivo. (11)</p> <p>p. Interpretar la programación por guiado activo extendido. (12)</p> <p>q. Aplicar en una herramienta de software matemático la programación por guiado activo extendido. (12)</p> <p>r. Entender la programación textual. (13,14)</p> <p>s. Aplicar en una herramienta de software matemático la programación textual. (13,14)</p> <p>t. Reconocer la programación explícita. (15)</p> <p>u. Aplicar en una herramienta de software matemático la programación explícita. (15)</p> <p>v. Reconocer la programación implícita. (16)</p> <p>w. Aplicar en una herramienta de software matemático la programación implícita. (16)</p>	
--	---	--

ANEXO E. TABLA RELACIÓN PROPÓSITOS CONTENIDOS

	ROBÓTICA	RELACIÓN PROPÓSITOS CONTENIDOS	Versión final
	CONCEPTOS DE ROBOTICA MOVIL		


PROPÓSITOS	CONTENIDOS TEMÁTICOS	SABER	HACER
Identificar las áreas de estudio de la robótica	Definición de robótica Clasificación de los robots móviles: <ul style="list-style-type: none"> • Según su morfología • Según su grado de inteligencia • Según su capacidad de movimiento • Según su aplicación 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir el concepto de robótica 2. Conocer la clasificación de los robots móviles 3. Distinguir los tipos de robots móviles según su clasificación 	<ol style="list-style-type: none"> a. Nombrar los elementos de estudio de la robótica.(1) b. Relacionar los tipos de robots móviles según su clasificación con sus características. (2,3)
Explicar la importancia de la aplicación de los sensores en los robots	Tipos de sensores utilizados en la robótica móvil: <ul style="list-style-type: none"> • Sensores propioceptivos • Sensores exteroceptivos • Aplicación de los sensores 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Distinguir los tipos de sensores utilizados en robótica móvil 2. Conocer la aplicación de los sensores. 	<ol style="list-style-type: none"> a. Relacionar los tipos de sensores utilizados en la robótica móvil. (1) b. Manejar el tipo de sensor adecuado de acuerdo a la necesidad de empleo. (1,2)

	ROBÓTICA	RELACIÓN PROPÓSITOS CONTENIDOS	Versión final
	LOCOMOCION DE LOS ROBOTS MOVILES AUTONOMOS		

PROPOSITOS	CONTENIDOS TEMATICOS	SABER	HACER
Identificar la importancia y los beneficios de la locomoción en los robots	<p>Definición de locomoción</p> <p>Mecanismos de locomoción utilizados en los robots</p> <p>Niveles de la locomoción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nivel superior • Nivel inferior <p>Tipos de locomoción según el medio en que se desplazan los animales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aérea • Acuática • Terrestre 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir el concepto de locomoción. 2. Reconocer la importancia de la locomoción en los robots. 3. Distinguir los niveles de la locomoción de los robots. 4. Conocer los niveles de locomoción de los robots. 5. Identificar los tipos de locomoción según el medio en el que se desplazan los animales. 	<ol style="list-style-type: none"> a. Enunciar los objetivos de la locomoción en los robots móviles. (1,2) b. Utilizar los niveles de la locomoción para el control adecuado del robot. (3,4,5)
Detallar los aspectos básicos del diseño y locomoción de los robots	<p>Analizar el entorno de desplazamiento del robot.</p> <p>Efectores utilizados por los robots móviles según el tipo de locomoción y de acuerdo al medio en el</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conocer el entorno en el que se va a desplazar el robot. 2. Conocer los efectores del robot. 3. Seleccionar el efector adecuado a 	<ol style="list-style-type: none"> a. Manejar el entorno en el que se va a desplazar el robot para el control adecuado

<p>móviles.</p>	<p>que se desplazan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • terrestre • acuática • aérea. <p>Conocer los modos de desplazamiento del robot móvil.</p> <p>Estabilidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Número y la geometría de puntos de contacto. • El centro de gravedad • Estabilidad estática/dinámica. • La inclinación del terreno <p>Características de contacto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Punto de contacto/tamaño y forma de la trayectoria • Ángulo de contacto • La fricción <p>Tipo de ambiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estructura • Medio (por ejemplo agua, aire, suelo blando o duro) 	<p>la necesidad.</p> <p>4. Implementar los modos de caminar en el robot.</p> <p>5. Conocer la estabilidad, características de contacto y tipo de medio ambiente para que el robot pueda moverse de manera óptima en cualquier tipo de entorno.</p>	<p>del mismo. (1)</p> <p>b. Justificar la importancia de la aplicación de los efectores del robot de acuerdo a la necesidad. (1,2,3)</p> <p>a. Justificar la importancia del modo de caminar de los robots de acuerdo al entorno de desplazamiento. (4)</p> <p>b. Evidenciar la trascendencia de la estabilidad, características de contacto y tipo de medio ambiente para la locomoción y la manipulación. (5)</p>
-----------------	---	--	---

<p>Definir los parámetros característicos de los robots móviles con ruedas</p>	<p>Características de los robots móviles con ruedas.</p> <p>Aspectos importantes de la locomoción de las ruedas.</p> <p>Tipos de ruedas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rueda estándar • Rueda loca • Rueda Sueca • Rueda esférica <p>Características fundamentales de la geometría y el tipo de rueda:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maniobrabilidad • Capacidad de control • Estabilidad 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Discernir las características principales de los robots móviles con ruedas. 2. Conocer los aspectos importantes de la locomoción de las ruedas. 3. Identificar los tipos de ruedas. 4. Conocer las características fundamentales de la geometría y el tipo de rueda. 5. Analizar las ventajas y desventajas de la estabilidad, maniobrabilidad y capacidad de control de las ruedas. 6. Identificar los tipos de configuraciones de ruedas y sus características 	<ol style="list-style-type: none"> a. Justificar la importancia de utilizar robots móviles con ruedas. (1) b. Señalar las fortalezas y debilidades de los diferentes tipos de ruedas. (2,3,4) c. Referenciar algunos de los tipos de ruedas existentes de acuerdo a su aplicación. (3) d. Aplicar adecuadamente los conceptos de estabilidad maniobrabilidad y capacidad de control de las ruedas para la configuración de las mismas. (5) e. Aplicar los tipos de configuraciones de las ruedas de acuerdo al entorno. (6)
--	--	--	--

	ROBÓTICA	RELACIÓN PROPÓSITOS CONTENIDOS	Versión final
	CINEMATICA DE LOS ROBOTS MOVILES		


PROPOSITOS	CONTENIDOS TEMATICOS	SABER	HACER
Definir y analizar lo conceptos de la cinemática de los robots móviles	<p>Cinemática para robots móviles.</p> <p>Características de diseño y operacionales de la cinemática de los robots móviles.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Supuesto de diseño • Supuesto operacional <p>Tipos de configuraciones de ruedas y sus características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diferencial • Síncrono • Tipo triciclo • Ackerman • Omnidireccional <p>Conceptos de la cinemática de las ruedas:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir el concepto de cinemática para robots móviles. 2. Conocer las características de diseño y operacionales de la cinemática de los robots móviles. 3. Interpretar los tipos de configuraciones de ruedas y sus características. 4. Conocer los conceptos fundamentales de la cinemática de las ruedas. 	<ol style="list-style-type: none"> a. Enunciar los objetivos de la cinemática en los robots móviles. (1) b. Explicar las características de diseño y operacionales de la cinemática de los robots móviles. (2) c. Explicar los tipos de configuraciones de ruedas y sus características. (3) d. Emplear los conceptos fundamentales de las ruedas en el diseño de estas (4)

	<ul style="list-style-type: none"> • Centro instantáneo de rotación • Restricciones cinemáticas • Rodadura sin deslizamiento • Cable inextensible • Tipos de restricciones 		
Reconocer e interpretar los parámetros para derivar un modelo para el movimiento del robot.	<p>Modelos y restricciones cinemáticas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Representando la posición del robot • Modelos cinemáticos de avance • Restricciones cinemáticas de las ruedas <p>Restricciones cinemáticas del robot</p>	1. Reconocer los modelos y restricciones cinemáticas.	a. Identificar las expresiones matemáticas de los conceptos básicos de los modelos y restricciones cinemáticas. (1)
Identificar e interpretar los aspectos relevantes de lo maniobrabilidad del robot móvil.	<p>Concepto de maniobrabilidad del robot móvil</p> <p>Ecuaciones para el grado de movilidad del robot móvil.</p> <p>Ecuaciones para el grado de</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir el concepto de maniobrabilidad del robot móvil. 2. Examinar el grado de movilidad del robot móvil. 3. Entender el grado de maniobrabilidad 	<ol style="list-style-type: none"> a. Enunciar los objetivos de la maniobrabilidad del robot móvil. (1,2,3,4) b. Identificar las expresiones matemáticas de

	<p>maniobrabilidad del robot móvil.</p> <p>Maniobrabilidad del robot móvil:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grados de libertad que el robot manipula directamente a través de la rueda • Grados de libertad que el robot manipula de forma indirecta 	<p>del robot móvil.</p> <p>4. Percibir la maniobrabilidad del robot móvil.</p>	<p>los conceptos básicos de la maniobrabilidad del robot móvil. (1,2,3,4)</p>
<p>Examinar el espacio de trabajo del robot móvil</p>	<p>Espacio de trabajo del robot móvil.</p> <p>Grados de libertad del robot.</p> <p>Robot holonómico</p> <p>Características del robot holonómico</p> <p>Ruta de acceso y trayectoria de un robot móvil</p>	<p>1. Percibir el espacio de trabajo del robot móvil.</p> <p>2. Conocer los grados de libertad del robot.</p> <p>3. Definir el concepto de robot holonómico y sus características.</p> <p>4. Conocer las características de la ruta de acceso y de trayectoria de un robot móvil</p>	<p>a. Describir la importancia del espacio de trabajo para la maniobrabilidad del robot móvil. (1)</p> <p>b. Indicar las expresiones matemáticas del grado de libertad del robot. (2)</p> <p>c. Indicar las aplicaciones de los robots holonomicos. (3)</p> <p>d. Conocer las expresiones matemáticas de los robots holonomicos (4)</p>

<p>Analizar las características cinemáticas del control de movimiento</p>	<p>Características del control de movimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento de ruta • Estabilización de las Trayectorias • Estabilización de posiciones fijas <p>Modelos de control</p> <ul style="list-style-type: none"> • Control de lazo abierto • Control de retroalimentación 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar las características del control de movimiento. 2. Entender los conceptos de seguimiento de ruta, estabilización de las Trayectorias, estabilización de posiciones fijas. 3. Entender la importancia de los Modelos de control. 4. Recordar el concepto de control de lazo abierto y control de retroalimentación. 5. Distinguir las ventajas y desventajas del control de lazo abierto y del control de retroalimentación. 6. Entender los modelos de control de lazo abierto y de control de retroalimentación. 	<ol style="list-style-type: none"> a. Justificar la importancia del control de movimiento de los robots móviles. (1) b. Aplicar el control de movimiento a un robot móvil (1) c. Adaptar los conceptos de seguimiento de ruta, estabilización de las trayectorias, estabilización de posiciones fijas al control de movimiento de los robots móviles. (2) d. Identificar las expresiones Matemáticas de los modelos de control. (3) e. Discernir los conceptos de control de lazo abierto y retroalimentación (4,5) f. Aplicar los conceptos de control de lazo abierto y retroalimentación
---	---	--	---


			al control de un robot móvil (4,5,6)
Definir los parámetros cinemáticos de los robots rodantes	<p>Definir robot rodante</p> <p>Características cinemáticas de los robots rodantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Robots con ruedas convencionales • Robots con ruedas omnidireccionales. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir el concepto de los robots rodantes. 2. Identificar las características de la cinemática de los robots rodantes. 3. Reconocer la cinemática de los robots con ruedas convencionales y los robots con ruedas omnidireccionales. 	<ol style="list-style-type: none"> a. Enunciar la importancia de los robots rodantes (1,2) b. Enumerar la aplicación de los robots con ruedas convencionales y los robots con ruedas omnidireccionales . (3) c. Identificar las expresiones matemáticas de los conceptos básicos de los robots con ruedas convencionales y los robots con ruedas omnidireccionales . (3)

	ROBÓTICA	RELACIÓN PROPÓSITOS CONTENIDOS	Versión final
---	----------	-----------------------------------	---------------

DINAMICA DE LOS ROBOTS MOVILES

PROPOSITOS	CONTENIDOS TEMATICOS	SABER	HACER
Identificar e interpretar las ecuaciones matemáticas de los robots móviles hilare	<p>Dinámica para robots rodantes</p> <p>Robot móvil hilare.</p> <p>Ecuaciones de movimiento de Newton-euler.</p> <p>Coordenadas generalizadas del sistema dinámico de los robots hilare.</p> <p>Velocidades generalizadas del sistema dinámico de los robots hilare.</p> <p>Aceleración de los centros de masa del robot y las ruedas.</p> <p>Diagramas de cuerpo libre y cinético de los robots.</p> <p>Ecuaciones de movimiento.</p> <p>Ecuación de restricción no holonómica.</p> <p>Ecuaciones del</p>	<p>1. Definir el concepto de dinámica para robots móviles.</p> <p>2. Reconocer un robot móvil hilare.</p> <p>3. Distinguir las ecuaciones de movimiento de newton-euler.</p> <p>4. Reconocer las coordenadas generalizadas y velocidades generalizadas del sistema dinámico de los robots hilare.</p> <p>5. Analizar la aceleración de los centros de masa del robot y las ruedas.</p> <p>6. Plantear los diagramas de cuerpo libre y cinético de los robots.</p> <p>7. Idear las ecuaciones de</p>	<p>a. Enunciar los objetivos de la dinámica en los robots móviles. (1)</p> <p>b. Indicar las aplicaciones de los robots móviles hilare. (2)</p> <p>c. Conocer las expresiones matemáticas de los robots móviles hilare.(3,4,5,6,7,8,9)</p> <p>d. Expresar las ecuaciones dinámicas de movimiento del robot para fines de simulación. (3,4,5,6,7,8,9)</p>

	movimiento del robot móvil en la forma de primer orden.	movimiento. 8. Reconocer el papel de la ecuación de restricción no holonómica. 9. Plantear las ecuaciones del movimiento del robot móvil en la forma de primer orden.	
Conocer las expresiones matemáticas de la dinámica de los robots móviles no holonómicos.	Dinámica de los robots móviles no holonómicos.	1. Entender la dinámica de los robots móviles no holonómicos.	a. Conocer las expresiones matemáticas de la dinámica de robots móviles no holonómicos.(1)
Examinar y conocer las expresiones matemáticas de la dinámica de robots rodantes	dinámica de robots rodantes: <ul style="list-style-type: none"> • Robots con ruedas convencionales • Robots con ruedas omnidireccionales. 	1. Conocer la dinámica de robots rodantes. 2. Reconocer la dinámica de los robots con ruedas convencionales y los robots con ruedas omnidireccionales.	a. Enunciar los objetivos de la dinámica de robots rodantes. (1) b. Conocer las expresiones matemáticas de la dinámica de los robots con ruedas convencionales y omnidireccionales. (2)

	ROBÓTICA	RELACIÓN PROPÓSITOS CONTENIDOS	Versión final
	LOCALIZACIÓN EN LOS ROBOTS MÓVILES AUTÓNOMOS		

PROPOSITOS	CONTENIDOS TEMATICOS	SABER	HACER
<p>conocer e interpretar los conceptos y expresiones matemáticas del ruido y el aliasing del sensor y el actuador</p>	<p>Localización de los robots. Ruido del sensor. Aliasing del sensor. Ruido del actuador efector. Fuentes que causan el ruido del actuador efector. Modelo de error de estimación de la posición odométrica.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Entender la importancia de la localización de los robots. 2. conocer los conceptos e inconvenientes del ruido del sensor. 3. Distinguir el aliasing del sensor. 4. Discernir las fuentes que causan el ruido del actuador efector. 5. conocer el modelo de error de estimación de la posición odométrica. 	<ol style="list-style-type: none"> a. Expresar los objetivos de la localización de los robots móviles autónomos. (1) b. Interpretar y explicar el significado del ruido y el aliasing del sensor. (2,3) c. Plantear alternativas de disminuir el ruido y el aliasing del sensor. (2,3) d. Plantear alternativas de disminuir los las fuentes que causan el ruido en el actuador efector. (4) e. Plantear las

			cuaciones matemáticas del modelo de error de estimación de la posición odométrica.(5)
Interpretar las características de la localización para la navegación basada en mapas.	Características de la localización para la navegación basada en mapas.	1. Enumerar las ventajas de la localización basada en mapas para la navegación.	a. Aplicar el enfoque de la localización basada en mapas para la navegación del robot.(1)
	Problemas de la representación: <ul style="list-style-type: none"> • Hipótesis única • Múltiples hipótesis 	1. Definir el problema de la representación. 2. Analizar el problema de hipótesis única y de múltiples hipótesis	a. Plantear ejemplos del problema de única hipótesis y de múltiples hipótesis. (1,2) b. Evaluar las ventajas y desventajas del problema de única hipótesis y de múltiples hipótesis. (1,2)
Interpretar la importancia de la representación del mapa en la localización de los robots móviles autónomos	Representación del mapa: <ul style="list-style-type: none"> • Representaciones continuas • Estrategias de descomposición 	1. Reconocer la importancia de la representación del mapa. 2. Examinar las representaciones continuas.	a. Aplicar las relaciones fundamentales para elegir una representación del mapa adecuada. (1)

		3. Entender las estrategias de descomposición del área de trabajo.	b. Expresar los objetivos de las representaciones continuas del mapa. (2) c. Aplicar las estrategias de descomposición del mapa a un área de trabajo. (3)
Reconocer e interpretar las expresiones de la localización probabilística basada en mapas	<p>Conceptos básicos de la teoría de la probabilidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Distribución gaussiana • Distribución conjunta • Probabilidad condicional • Teorema de la probabilidad total • Regla de Bayes • Probabilidad previa y posterior <p>Terminología de la localización probabilística basada en mapas.</p> <p>Conceptos de la localización probabilística basada en mapas.</p> <p>clasificación de los problemas de localización:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento de posición • Localización global 	<p>1. Conocer la aplicación de la localización probabilística basada en mapas.</p> <p>2. Aprender los conceptos básicos de la teoría de la probabilidad.</p> <p>3. Conocer la terminología de la localización probabilística basada en mapas.</p> <p>4. Interpretar los conceptos fundamentales para la localización probabilística</p>	<p>a. Aplicar las técnicas de la localización probabilísticas basada en mapas. (1)</p> <p>b. Explicar los conceptos básicos de la teoría de la probabilidad. (2)</p> <p>c. Aplicar los conceptos básicos de la teoría de la probabilidad. (2)</p> <p>d. Expresar las ecuaciones matemáticas de la teoría de la probabilidad. (2)</p> <p>e. Emplear la terminología de</p>


	<ul style="list-style-type: none"> • El problema del robot secuestrado <p>Sistemas de Localización de Markov.</p> <p>Modelo de localización del filtro de kalman.</p> <p>Localización del filtro de kalman. aplicado a robots móviles</p> <p>Etapas para la localización de un robot por medio del filtro de Kalman:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Actualización de medición • Actualización de predicción: <ul style="list-style-type: none"> ○ Observación de medición ○ Coincidencia ○ Estimación 	<p>basada en mapas.</p> <p>5. Entender la clasificación y la diferencia de los problemas de localización.</p> <p>6. Dominar las características de la localización de Markov.</p> <p>7. Definir el concepto de localización del filtro de Kalman.</p> <p>8. Enumerar los objetivos de la localización del filtro de Kalman.</p> <p>9. Reconocer la localización del filtro de Kalman aplicado a los robots móviles.</p> <p>10. Enumerar las etapas para la localización de un robot por medio del filtro de Kalman.</p> <p>11. Definir las etapas para la localización de un robot por medio del filtro</p>	<p>la localización probabilística</p> <p>basada en mapas para facilitar el aprendizaje de los temas relacionados con esta. (3)</p> <p>f. Aplicar los conceptos fundamentales de la localización probabilística basada en mapas para la localización del robot. (4)</p> <p>g. Enumerara los problemas de localización. (5)</p> <p>h. Discernir entre los tres tipos de problemas de localización. (6)</p> <p>i. Aplicar los teoremas de la localización de Markov para representar la posición del robot. (7)</p> <p>j. Aplicar el modelo de localización del filtro de</p>
--	--	---	--

		de Kalman	<p>Kalman para representar las funciones de probabilidad arbitraria sobre la posición del robot.(8)</p> <p>k. Interpretar y explicar los objetivos de la localización del filtro de Kalman. (8,9)</p> <p>l. Aplicar la localización del filtro de Kalman en robots móviles. (10)</p> <p>m. Interpretar y explicar las etapas de localización de un robot por medio del filtro de Kalman. (11)</p>
<p>Interpretar los métodos empleados para la localización y mapeado simultáneo para la construcción automática del mapa del entorno</p>	<p>SLAM: Localización y mapeo simultáneos</p> <p>Definición matemática del SLAM</p> <p>Filtro de Kalman extendido</p> <p>Visual SLAM: Con una sola cámara</p> <p>SLAM basado en gráficos</p>	<p>1. Reconocer la importancia de la construcción autónoma de mapas en el robot.</p> <p>2. Enumerar los objetivos de la localización</p>	<p>a. Explicar el modelo de construcción autónoma de mapas. (1)</p> <p>b. Aplicar los conceptos de construcción autónoma de</p>

	Filtro de partículas SLAM	<p>simultánea y el problema de asignación por medio del SLAM.</p> <p>3. Interpretar las expresiones matemáticas del SLAM.</p> <p>4. Definir el objetivo del SLAM del filtro del Kalman extendido.</p> <p>5. Analizar las expresiones matemáticas del SLAM del filtro de Kalman extendido.</p> <p>6. Definir el concepto de SLAM visual con una sola cámara.</p> <p>7. Precisar las consideraciones básicas del SLAM visual con una sola cámara.</p> <p>8. Conocer las expresiones matemáticas del SLAM visual con una sola cámara.</p> <p>9. Analizar las características del sistema</p>	<p>mapas a los robots. (1)</p> <p>c. Interpretar y explicar los objetivos de la localización simultánea y el problema de asignación por medio del SLAM. (2)</p> <p>d. Expresar las ecuaciones matemáticas del SLAM. (3)</p> <p>e. Aplicar el método del SLAM del filtro del Kalman extendido. (4)</p> <p>f. Enunciar las ecuaciones matemáticas del SLAM del filtro del Kalman extendido. (5)</p> <p>g. Aplicar el sistema del SLAM visual con una sola cámara. (6,7)</p> <p>h. Explicar las expresiones matemáticas del SLAM visual con una sola cámara.</p>
--	---------------------------	---	---

		<p>SLAM visual con una sola cámara para predecir la posición de la cámara.</p> <p>10. Definir la forma de corregir la posición de la cámara en el SLAM visual con una sola cámara.</p> <p>11. Analizar las características del sistema empleado para corregir la posición de la cámara en el SLAM visual con una sola cámara.</p> <p>12. Reconocer la importancia del SALM basada en gráficos.</p> <p>13. Definir las características del SLAM basada en gráficos.</p> <p>14. Analizar las expresiones matemáticas del SLAM basada en gráficos.</p> <p>15. Precisar el</p>	<p>(8)</p> <p>i. Aplicar el sistema SLAM visual con una sola cámara para predecir y corregir la posición de la cámara. (9,10,11)</p> <p>j. Aplicar el SLAM basado en grafica para representa la ubicación del robot (12,13,14)</p> <p>k. Expresar las ecuaciones matemáticas del SLAM basada en gráficos (14)</p> <p>l. Interpretar y explicar los conceptos teóricos y matemáticos del filtro de partículas de SLAM. (15,16)</p>
--	--	--	---

		<p>concepto de filtro de partículas de SLAM.</p> <p>16. Analizar las expresiones matemáticas del filtro de partículas de SLAM.</p>	
--	--	--	--

	ROBÓTICA	RELACIÓN PROPÓSITOS CONTENIDOS	Versión final
	PLANIFICACIÓN Y NAVEGACIÓN DE LOS ROBOTS MÓVILES AUTÓNOMOS CONCEPTOS DE ROBOTICA MOVIL		

PROPOSITOS	CONTENIDOS TEMATICOS	SABER	HACER
<p>Interpretar y definir la planificación y navegación en los robots móviles autónomos</p>	<p>Planificación y reacción</p> <p>Planificación de ruta</p> <ul style="list-style-type: none"> Búsqueda gráfica <p>Discriminadores</p> <p>Búsqueda de primero amplitud</p> <p>La búsqueda primero en profundidad</p> <p>Algoritmo de Dijkstra</p> <p>Algoritmo A*</p> <p>Algoritmo D*</p>	<p>1. Reconocer la importancia de la planificación y navegación en los robots móviles.</p> <p>2. Definir los parámetros a analizar en la planificación y navegación</p>	<p>a. Enumerar los objetivos de la planificación y navegación en los robots móviles. (1)</p> <p>b. Interpretar y explicar los objetivos de la planificación y navegación en los robots móviles. (1)</p> <p>c. Aplicar los parámetros de la</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de gráfico <ul style="list-style-type: none"> Gráfico de visibilidad Diagrama de Voronoi Descomposición de celda exacta Descomposición celular aproximada gráfico de celosía búsqueda de grafico determinista • Planificación de campo potencial 	<p>en los robots móviles.</p> <p>3. Analizar la importancia de la planificación y la reacción en los robots móviles.</p> <p>4. Definir el concepto de planificación de ruta.</p> <p>5. Reconocer la configuración del espacio en la planificación de ruta.</p> <p>6. Precisar el objetivo de la planificación de ruta.</p> <p>7. Reconocer las estrategias para transformar el modelo ambiental en un mapa discreto para el algoritmo de planificación</p>	<p>planificación y navegación de los robots móviles requeridos para la navegación de los mismos. (2)</p> <p>d. Enumerar los objetivos de la planificación y la reacción en los robots móviles. (3)</p> <p>e. Interpretar y explicar los objetivos de la planificación y la reacción en los robots móviles. (3)</p> <p>f. Expresar la importancia del estudio de la configuración del espacio en la planificación de ruta. (5,6)</p> <p>g. Aplicar las estrategias para transformar el modelo ambiental en un mapa discreto para el algoritmo de planificación de ruta escogido. (7)</p> <p>h. Interpretar y explicar los objetivos de la búsqueda gráfica. (8,9)</p>
--	---	--	--

		<p>de ruta escogido.</p> <p>8. Definir el concepto de búsqueda gráfica.</p> <p>9. Distinguir las etapas principales de la búsqueda gráfica.</p> <p>10. Indicar los parámetros que se deben seguir para la construcción de gráfico.</p> <p>11. Definir el concepto de gráfico de visibilidad.</p> <p>12. Precisar las características del gráfico de visibilidad.</p> <p>13. Precisar la aplicación del gráfico de visibilidad.</p> <p>14. Definir el concepto del diagrama de Voronoi.</p> <p>15. Definir las características</p>	<p>i. Interpretar y explicar las etapas principales de la búsqueda gráfica. (8,9,10)</p> <p>j. Aplicar el gráfico de visibilidad para obtener el mapa de ruta más adecuado. (11,12,13)</p> <p>k. Aplicar el diagrama de Voronoi para obtener el mapa de ruta más adecuado. (14,15,16)</p> <p>l. Realizar un taller de navegación en la herramienta de software matemático matlab utilizando los conceptos del diagrama de voronoi. (14,15,16)</p> <p>m. Aplicar la descomposición de celda exacta para obtener el mapeo más adecuado. (17,18)</p> <p>n. Aplicar la descomposición celular aproximada para la construcción del gráfico más</p>
--	--	---	---

		<p>s del diagrama de Voronoi.</p> <p>16. Analizar la aplicación del diagrama de Voronoi.</p> <p>17. Detallar las características de la celda exacta.</p> <p>18. Precisar la aplicación de la celda exacta.</p> <p>19. Definir las características de la descomposición celular aproximada.</p> <p>20. Precisar la aplicación de la descomposición celular aproximada.</p> <p>21. Definir las características del gráfico de celosía.</p> <p>22. Señalar la aplicación del gráfico de celosía.</p>	<p>o. Analizar las ventajas y desventajas de la aplicación del gráfico de visibilidad, el diagrama de Voronoi, la descomposición de celda exacta y la descomposición celular aproximada. (11,12,13,14,15,16, 17,18,19)</p> <p>p. Interpretar y analizar los objetivos del gráfico de celosía. (20,21,22)</p> <p>q. Aplicar el gráfico de celosía para la construcción del gráfico más adecuado. (20,21,22)</p> <p>r. Interpretar y analizar las ventajas y desventajas del gráfico de celosía. (20,21,22)</p> <p>s. Interpretar y analizar los objetivos de la búsqueda de gráfico determinista.</p>
--	--	---	--

		<p>Reconocer las características de la búsqueda de gráfico determinista.</p> <p>23. Indicar los algoritmos de búsqueda de gráfico determinista.</p> <p>24. Detallar las características de los discriminadores.</p> <p>25. Examinar las características de la búsqueda de primera amplitud.</p> <p>26. Reconocer las características de la búsqueda primero en profundidad.</p> <p>27. Detallar las características del algoritmo de Dijkstra.</p>	<p>(23,24)</p> <p>t. Aplicar la búsqueda de gráfico determinista para la construcción del gráfico más adecuado. (23,24)</p> <p>u. Interpretar y analizar las ventajas y desventajas de la búsqueda de gráfico determinista (23,24)</p> <p>v. Interpretar y manejar los conceptos de los discriminadores.(25)</p> <p>w. Aplicar los conceptos de búsqueda de primera amplitud en la herramienta de software matemático matlab para la búsqueda de rutas. (26)</p> <p>x. Interpretar y analizar lo objetivos de la búsqueda primero en profundidad. (27)</p> <p>y. Aplicar la búsqueda primero en profundidad para la construcción del gráfico más</p>
--	--	--	--

		<p>28. Examinar las características del algoritmo de A*.</p> <p>29. Reconocer las características del algoritmo D*.</p> <p>30. Definir el concepto de búsqueda gráfica aleatoria.</p> <p>31. Precisar la aplicación de la búsqueda gráfica aleatoria.</p> <p>32. Precisar las características de la búsqueda gráfica aleatoria.</p> <p>33. Definir el concepto de planificación de trayectorias de campo potencial.</p> <p>34. Analizar las características</p>	<p>adecuado. (27)</p> <p>z. Interpretar y analizar las ventajas y desventajas de la búsqueda primero en profundidad (27)</p> <p>aa. Aplicar los conceptos de la búsqueda primero en profundidad en la herramienta de software matemático matlab para la búsqueda de rutas. (27)</p> <p>bb. Interpretar y analizar lo objetivos del algoritmo de dijkstra. (28)</p> <p>cc. Aplicar el algoritmo de dijkstra para la construcción del gráfico más adecuado. (28)</p> <p>dd. Interpretar y analizar las ventajas y desventajas del algoritmo de dijkstra. (28)</p> <p>ee. Aplicar los conceptos del algoritmo de dijkstra en la herramienta de software</p>
--	--	---	--

		<p>s de la planificación de trayectorias de campo potencial.</p> <p>35. Detallar las expresiones matemáticas de la planificación de trayectorias de campo potencial.</p>	<p>matemático matlab para la búsqueda de rutas. (28)</p> <p>ff. Interpretar y analizar los objetivos, ventajas y desventajas del algoritmo de A*. (29)</p> <p>gg. Interpretar y analizar los objetivos, ventajas y desventajas del algoritmo de D*. (30)</p> <p>hh. Interpretar y analizar los objetivos, ventajas y desventajas de la búsqueda gráfica aleatoria. (31,32,33)</p> <p>ii. Interpretar y analizar los objetivos y expresiones matemáticas de la planificación de trayectorias de campo potencial. (34,35)</p>
Interpretar las técnicas de evasión de obstáculos	<p>Algoritmo de Bug</p> <p>Histograma de campo vectorial</p> <p>Técnica de banda de burbuja</p> <p>Técnicas de velocidad de</p>	1. Examinar las características de la evasión de obstáculos.	a. Interpretar y analizar las características y objetivos de la evasión de

	<p>curvatura</p> <p>Enfoques dinámicos de ventana</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enfoque de ventana dinámica local • Enfoque de ventana dinámica global <p>Enfoque de Schlegel para evasión de obstáculos</p> <p>Diagrama de proximidad</p> <p>Método de gradiente</p> <p>Adición de restricciones dinámicas</p>	<p>2. Reconocer las características del algoritmo de Bug.</p> <p>3. Analizar el histograma de campo vectorial.</p> <p>4. Examinar la técnica de banda de burbuja.</p> <p>5. Reconocer la técnica de velocidad de curvatura.</p> <p>6. Examinar las características de los enfoques dinámicos de ventana.</p> <p>7. Reconocer las particularidades del enfoque de Schlegel para evasión de obstáculos.</p> <p>8. Precisar las características del</p>	<p>obstáculos. (1)</p> <p>b. Interpretar y analizar lo objetivos algoritmo de Bug. (2)</p> <p>c. Aplicar el algoritmo de Bug para la evasión de obstáculos. (2)</p> <p>d. Interpretar y analizar las ventajas y desventajas del algoritmo de Bug para la evasión de obstáculos. (2)</p> <p>e. Interpretar y analizar los conceptos del histograma de campo vectorial. (3)</p> <p>f. Manejar la técnica de Banda de Burbuja. (4)</p> <p>g. Usar técnica de velocidad de curvatura. (5)</p> <p>h. Interpretar y manejar las características los enfoques dinámicos de ventana. (6)</p> <p>i. Analizar las ventajas y desventajas de la aplicación del</p>
--	--	--	---


		<p>diagrama de proximidad.</p> <p>9. Analizar las particularidades del método de gradiente.</p> <p>10. Reconocer las particularidades de la adición de restricciones dinámicas</p>	<p>enfoque de Schlegel para evasión de obstáculos. (7)</p> <p>j. Analizar los objetivos del diagrama de proximidad.(8)</p> <p>k. Conocer las particularidades del método de gradiente. (9)</p> <p>l. Detallar las particularidades de la adición de restricciones dinámicas. (10)</p>
<p>Reconocer e interpretar los principios de la arquitectura de navegación</p>	<p>Técnicas para la descomposición:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descomposición temporal <ul style="list-style-type: none"> ○ Tiempo de respuesta del sensor ○ Profundidad temporal ○ Localidad espacial ○ Contexto de especificidad • Descomposición de control • Arquitecturas escalonadas del robot <ul style="list-style-type: none"> ○ Planificación offline ○ Aplicaciones de ruta estática ○ Demandas de 	<p>1. Definir el concepto de arquitectura de navegación.</p> <p>2. Examinar las características de las técnicas para la descomposición.</p> <p>3. Precisar las particularidades de la descomposición temporal.</p> <p>4. Definir el</p>	<p>a. Interpretar y analizar las ventajas de la arquitectura de navegación (1)</p> <p>b. Conocer y exponer las técnicas Descomposición temporal, tiempo de respuesta del sensor, profundidad temporal, localidad espacial, contexto de especificidad, descomposición de control, para la discriminación del software del robot en distintos módulos</p>

	<p>extrema fiabilidad</p> <ul style="list-style-type: none"> o Planificación episódica o Planificación y ejecución integrada 	<p>concepto de tiempo de respuesta del sensor.</p> <p>5. Detallar el concepto de profundidad temporal.</p> <p>6. Especificar el concepto de localidad espacial.</p> <p>7. Definir el concepto de contexto de especificidad.</p> <p>8. Analizar las características de la descomposición de control.</p> <p>9. Reconocer las particularidades de las arquitecturas escalonadas de robot.</p> <p>10. Detallar las características de la planificación offline.</p> <p>11. Examinar las particularidad</p>	<p>y clasificar varios robots en una taxonomía más cuantitativa. (2,3,4,5,6,7,8)</p> <p>c. Utilizar las arquitecturas escalonadas del robot. (9)</p> <p>d. Interpretar y analizar las ventajas y desventajas de la planificación offline. (10)</p> <p>e. Analizar la utilidad de las aplicaciones de ruta estática. (11)</p> <p>f. Interpretar el concepto de las demandas de extrema fiabilidad. (12)</p> <p>g. Aplicar en una situación dada la planificación episódica para la navegación de robot. (13)</p> <p>h. Interpretar y analizar las ventajas y desventajas de la planificación y ejecución integrada en la navegación</p>
--	--	---	--

		<p>es de las aplicaciones de ruta estática.</p> <p>12. Distinguir las características de las demandas de extrema fiabilidad.</p> <p>13. Reconocer las particularidades de la planificación episódica.</p> <p>14. Detallar las características de la planificación y ejecución integrada.</p>	<p>del robot. (14)</p>
--	--	--	------------------------


	ROBÓTICA	RELACIÓN PROPÓSITOS CONTENIDOS	Versión final
	ROBÓTICA INDUSTRIAL CONCEPTOS DE ROBOTICA MOVIL		

PROPOSITOS	CONTENIDOS TEMATICOS	SABER	HACER
Reconocer la importancia de la robótica en la industria	<p>Antecedentes históricos de la robótica industrial.</p> <p>Definición de robot industrial.</p> <p>Tipos de robots industriales.</p> <p>Aplicaciones industriales de la robótica</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Indicar los antecedentes históricos de la robótica industrial. 2. Definir el concepto de robot industrial. 3. Examinar los tipos de robots industriales. 4. Reconocer las aplicaciones industriales de la robótica 	<ol style="list-style-type: none"> a. Expresar los antecedentes históricos más importantes de la robótica industrial. (1) b. Enunciar la finalidad de la robótica industrial. (2) c. Discernir entre los tipos de robots industriales con sus características. (3) d. Señalar los beneficios de la robótica industrial en el sector industrial. (4)

	ROBÓTICA	RELACIÓN PROPÓSITOS CONTENIDOS	Versión final
	MORFOLOGÍA DEL ROBÓT INDUSTRIAL CONCEPTOS DE ROBOTICA MOVIL		

PROPOSITOS	CONTENIDOS TEMATICOS	SABER	HACER
Conocer las características de la morfología del robot industrial	<p>Terminología de la morfología del robot industrial.</p> <p>Estructura mecánica de un manipulador.</p> <p>Anatomía de un robot manipulador.</p> <p>Configuraciones típicas.</p> <p>Elementos finales usados en robots industriales.</p> <p>Tipos de articulaciones para robots industriales.</p> <p>Transmisiones y reductores usados en robots industriales.</p> <p>Grados de libertad y espacio de trabajo de un robot industrial.</p> <p>Diseños de sistemas neumáticos e</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Describir la terminología utilizada en la morfología del robot industrial. 2. Analizar la estructura mecánica de un manipulador. 3. Examinar la anatomía de un robot manipulador. 4. Precisar las configuraciones típicas. 5. Reconocer los elementos finales usados en robots industriales. 6. Distinguir los tipos de articulaciones para robots industriales. 7. Examinar las transmisiones y los reductores usados 	<ol style="list-style-type: none"> a. Referenciar algunas de las terminologías utilizadas en la morfología del robot industrial. (1) b. Enunciar la finalidad de la estructura mecánica en un manipulador. (2) c. Enunciar la importancia de la anatomía en los robots manipuladores. (3) d. Referenciar las configuraciones típicas más utilizadas en la industria. (4) e. Analizar la aplicación de los elementos finales usados en los robots industriales.

	<p>hidráulicos aplicados a la robótica industrial.</p> <p>Actuadores y sensores utilizados en la robótica industrial.</p>	<p>en robots industriales.</p> <p>8. Reconocer los grados de libertad y el espacio de trabajo de un robot industrial.</p> <p>9. Examinar los diseños de sistemas neumáticos e hidráulicos aplicados a la robótica industrial.</p> <p>10. Examinar los actuadores y sensores utilizados en la robótica industrial.</p>	<p>(5)</p> <p>f. Mencionar los tipos de articulaciones para robots industriales. (6)</p> <p>g. Explicar la aplicación de las transmisiones y los reductores usados en los robots industriales. (7)</p> <p>h. Explicar la finalidad de los grados de libertad y el espacio de trabajo de un robot industrial. (8)</p> <p>i. Evaluar la utilidad de los diseños de sistemas neumáticos e hidráulicos aplicados a la robótica industrial. (9)</p> <p>j. Identificar los actuadores y sensores utilizados en la robótica industrial. (10)</p>
--	---	---	---

	ROBÓTICA	RELACIÓN PROPÓSITOS CONTENIDOS	Versión final
	MODELOS CINEMÁTICOS DE ROBOTS INDUSTRIALES CONCEPTOS DE ROBOTICA MOVIL		

PROPOSITOS	CONTENIDOS TEMATICOS	SABER	HACER
Reconocer e interpretar las características y expresiones matemáticas de la cinemática en robótica industrial	<p>Espacios de configuración y articulación de un robot.</p> <p>Características de la posición.</p> <p>Particularidades de la orientación.</p> <p>Expresiones matemáticas de las matrices de orientación.</p> <p>Ángulos de Euler.</p> <p>Características del modelo cinemático directo.</p> <p>Matrices de transformación homogénea.</p> <p>Algoritmo de Devanit-Hartenberg.</p> <p>Modelo cinemático inverso.</p>	<p>1. Conocer los espacios de configuración y articulación de un robot.</p> <p>2. Analizar las características de la posición.</p> <p>3. Examinar las particularidades de la orientación.</p> <p>4. Reconocer las expresiones matemáticas de las matrices de orientación.</p> <p>5. Analizar los ángulos de Euler.</p> <p>6. Examinar las características del modelo cinemático directo.</p> <p>7. Analizar las matrices de transformación homogénea.</p>	<p>a. Interpretar los principios de articulación y configuración de un robot. (1)</p> <p>b. Explicar las características de la posición. (2)</p> <p>c. Analizar las características de la orientación. (3)</p> <p>d. Hallar las matrices de orientación. (4)</p> <p>e. Establecer los ángulos de Euler. (5)</p> <p>f. Reconocer el modelo cinemático directo. (6)</p> <p>g. Interpretar las matrices de transformación homogénea. (7)</p> <p>h. Reconocer el algoritmo de Devanit-</p>

	<p>Método geométrico del modelo cinemático inverso.</p> <p>Método matricial del modelo cinemático inverso.</p> <p>Método de relaciones diferenciales.</p> <p>Particularidades de las relaciones diferenciales entre posición y velocidad.</p> <p>Expresiones matemáticas de la matriz jacobiana.</p> <p>Particularidades de los puntos singulares.</p>	<p>8. Conocer el algoritmo de Devanit-Hartenberg.</p> <p>9. Reconocer el modelo cinemático inverso.</p> <p>10. Analizar el método geométrico del modelo cinemático inverso.</p> <p>11. Examinar el método matricial del modelo cinemático inverso.</p> <p>12. Analizar el método de relaciones diferenciales.</p> <p>13. Reconocer las particularidades de las relaciones diferenciales entre posición y velocidad.</p> <p>14. Examinar las expresiones matemáticas de la matriz jacobiana.</p> <p>15. Reconocer las particularidades de los puntos singulares.</p>	<p>Hartenberg. (8)</p> <p>i. Interpretar el modelo cinemático inverso. (9)</p> <p>j. Detallar el método geométrico del modelo cinemático inverso. (10)</p> <p>k. Reconocer el método matricial del modelo cinemático inverso. (11).</p> <p>l. Aplicar el método de relaciones diferenciales. (12)</p> <p>m. Interpretar las particularidades de las relaciones diferenciales entre posición y velocidad. (13)</p> <p>n. Aplicar las expresiones matemáticas de la matriz jacobiana. (14)</p> <p>o. Interpretar las particularidades de los puntos singulares. (15)</p>
--	--	---	--

	ROBÓTICA	RELACIÓN PROPÓSITOS CONTENIDOS	Versión final
	MODELO DINÁMICO CONCEPTOS DE ROBOTICA MOVIL		


PROPOSITOS	CONTENIDOS TEMATICOS	SABER	HACER
Reconocer las expresiones matemáticas de la dinámica del robot industrial	<p>Expresiones matemáticas del tensor de inercia.</p> <p>Articulaciones simples de rotación.</p> <p>Formulación de lagrange-euler.</p> <p>Expresiones matemáticas de la formulación de lagrange-euler.</p> <p>Ecuaciones de newton-euler.</p> <p>Modelo dinámico de un manipulador industrial.</p> <p>Expresiones matemáticas del modelo dinámico de un manipulador industrial.</p>	<p>1. Analizar las expresiones matemáticas del tensor de inercia.</p> <p>2. Examinar las particularidades de las articulaciones simples de rotación.</p> <p>3. Precisar las características de la formulación de lagrange-euler.</p> <p>4. Reconocer las expresiones matemáticas de la formulación de lagrange-euler.</p> <p>5. Examinar las particularidades de las ecuaciones de newton-euler.</p> <p>6. Analizar las expresiones matemáticas de las ecuaciones de newton-euler.</p>	<p>j. Hallar el tensor de inercia. (1)</p> <p>k. Indicar las particularidades de las articulaciones simples de rotación. (2)</p> <p>l. Describir y examinar los objetivos de la formulación de lagrange-euler. (3)</p> <p>m. Aplicar las expresiones matemáticas de la formulación de lagrange-euler. (4)</p> <p>n. Reconocer la aplicación de las ecuaciones de newton-euler. (5)</p> <p>o. Determinar las ecuaciones de newton-euler. (6)</p> <p>p. Aplicar el modelo dinámico de un manipulador</p>

		<p>7. Detallar el modelo dinámico de un manipulador industrial.</p> <p>8. Examinar las expresiones matemáticas del modelo dinámico de un manipulador industrial.</p>	<p>q. Verificar las expresiones matemáticas del modelo dinámico de un manipulador industrial. (8)</p>
--	--	--	---

	ROBÓTICA	RELACIÓN PROPÓSITOS CONTENIDOS	Versión final
	<p>GENERACIÓN DE TRAYECTORIAS CONCEPTOS DE ROBOTICA MOVIL</p>		

PROPOSITOS	CONTENIDOS TEMATICOS	SABER	HACER
Reconocer los algoritmos de la generación de trayectorias	<p>Definición paramétrica de las curvas.</p> <p>Técnicas de interpolación.</p> <p>Generación de caminos en el espacio</p>	<p>1. Analizar las características de la definición paramétrica de las curvas.</p> <p>2. Detallar las expresiones matemáticas de la</p>	<p>a. Describir y examinar los objetivos de la definición paramétrica de las curvas. (1)</p> <p>b. Aplicar las expresiones</p>

	<p>cartesiano.</p> <p>Generación de trayectorias para manipuladores.</p>	<p>definición paramétrica de las curvas.</p> <p>3. Definir el concepto de técnicas de interpolación.</p> <p>4. Detallar las técnicas de interpolación.</p> <p>5. Definir el concepto de generación de caminos en el espacio cartesiano.</p> <p>6. Distinguir las técnicas de generación de caminos en el espacio cartesiano.</p> <p>7. Definir el concepto de generación de trayectorias para manipuladores.</p>	<p>matemáticas de la definición paramétrica de las curvas. (2)</p> <p>c. Identificar la aplicación de las técnicas de interpolación. (3)</p> <p>d. Aplicar las técnicas de interpolación. (4)</p> <p>e. Analizar la aplicación de generación de caminos en el espacio cartesiano. (5)</p> <p>f. Aplicar las técnicas de generación de caminos en el espacio cartesiano. (6)</p> <p>g. Aplicar la generación de trayectorias para manipuladores. (7)</p>
--	--	--	---

	ROBÓTICA	RELACIÓN PROPÓSITOS CONTENIDOS	Versión final
	PROGRAMACIÓN DE ROBOTS INDUSTRIALES CONCEPTOS DE ROBOTICA MOVIL		


PROPOSITOS	CONTENIDOS TEMATICOS	SABER	HACER
Examinar los métodos utilizados en la programación de robots industriales	<p>Métodos de programación de un robot industrial.</p> <p>Requerimientos de un sistema de programación.</p> <p>Programación por guiado.</p> <p>Programación por guiado pasivo directo.</p> <p>Programación por guiado pasivo por maniquí.</p> <p>Programación por guiado activo.</p> <p>Programación por guiado activo básico.</p> <p>Programación por guiado activo extendido</p> <p>Programación textual.</p> <p>Programación explícita.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Enumerar los diferentes métodos de programación de un robot industrial. 2. Distinguir los diferentes métodos de programación de un robot industrial. 3. Enumerar los requerimientos de un sistema de programación. 4. Conocer los requerimientos de un sistema de programación. 5. Definir el concepto de programación por guiado. 6. Enumerar los tipos de programación por guiado. 7. Conocer la programación por 	<ol style="list-style-type: none"> a. Analizar los métodos de programación de un robot industrial. (1) b. Manejar los diferentes métodos de programación de un robot industrial. (2) c. Interpretar los requerimientos de un sistema de programación. (3,4) d. Entender el concepto de programación por guiado. (5) e. Aplicar la programación por guiado en una herramienta de software matemático. (5,6) f. Reconocer la

	<p>Programación implícita.</p>	<p>guiado pasivo.</p> <p>8. Precisar las características de la programación por guiado pasivo directo.</p> <p>9. Analizar las características de la programación por guiado pasivo por maniquí.</p> <p>10. Conocer la programación por guiado activo.</p> <p>11. Precisar las características de la programación por guiado activo básico.</p> <p>12. Reconocer las características de la programación por guiado activo extendido</p> <p>13. Definir el concepto de programación textual.</p> <p>14. Enumerar los tipos de programación textual.</p> <p>15. Analizar las características de la programación explícita.</p> <p>16. Reconocer las</p>	<p>programación por guiado pasivo. (7)</p> <p>g. Aplicar en una herramienta de software matemático la programación por guiado pasivo. (7)</p> <p>h. Analizar la programación por guiado pasivo directo. (8)</p> <p>i. Aplicar en una herramienta de software matemático la programación por guiado pasivo directo. (8)</p> <p>j. Reconocer la programación por guiado pasivo por maniquí. (9)</p> <p>k. Aplicar en una herramienta de software matemático la programación por guiado pasivo por maniquí. (9)</p> <p>l. Reconocer la programación por guiado activo. (10)</p> <p>m. Aplicar en una herramienta de</p>
--	--------------------------------	--	--

		<p>características de la programación implícita.</p>	<p>software matemático la programación por guiado activo. (10)</p> <p>n. Interpretar la programación por guiado activo pasivo. (11)</p> <p>o. Aplicar en una herramienta de software matemático la programación por guiado activo pasivo. (11)</p> <p>p. Interpretar la programación por guiado activo extendido. (12)</p> <p>q. Aplicar en una herramienta de software matemático la programación por guiado activo extendido. (12)</p> <p>r. Entender la programación textual. (13,14)</p> <p>s. Aplicar en una herramienta de software matemático la programación textual. (13,14)</p>
--	--	--	---


			<p>t. Reconocer la programación explícita. (15)</p> <p>u. Aplicar en una herramienta de software matemático la programación explícita. (15)</p> <p>v. Reconocer la programación implícita. (16)</p> <p>w. Aplicar en una herramienta de software matemático la programación implícita. (16)</p>
--	--	--	---

ANEXO F. ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

	ROBÓTICA	ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE	Versión final
	CONCEPTOS DE ROBÓTICA MÓVIL		

PROPÓSITOS	CONTENIDOS TEMÁTICOS	SABER	HACER	ACTIVIDADES
Identificar las áreas de estudio de la robótica	<p>Definición de robótica</p> <p>Clasificación de los robots móviles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Según su morfología • Según su grado de inteligencia • Según su capacidad de movimiento • Según su aplicación 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir el concepto de Robótica 2. Conocer la clasificación de los robots móviles 3. Distinguir los tipos de robots móviles según su clasificación 	<ol style="list-style-type: none"> a. Nombrar los elementos de estudio de la robótica.(1) b. Relacionar los tipos de robots móviles según su clasificación con sus características. (2,3) 	Identificar y describir los campos de estudio y aplicación de la robótica móvil
Explicar la importancia de la aplicación de los sensores en los robots	<p>Tipos de sensores utilizados en la robótica móvil:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sensores propioceptivos • Sensores exteroceptivos 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Distinguir los tipos de sensores utilizados en robótica móvil 2. Conocer la aplicación de los sensores. 	<ol style="list-style-type: none"> c. Relacionar los tipos de sensores utilizados en la robótica móvil. (1) d. Manejar el tipo de sensor adecuado de 	Reconocer la aplicación de los sensores como referente principal de adquisición de información

	s		acuerdo a la necesidad de empleo. (1,2)	
	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de los sensores 			

	ROBÓTICA	ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE	Versión final
	LOCOMOCION DE LOS ROBOTS MOVILES AUTONOMOS		


PROPOSITOS	CONTENIDOS TEMATICOS	SABER	HACER	ACTIVIDADES
Identificar la importancia y los beneficios de la locomoción en los robots	Definición de locomoción Mecanismos de locomoción utilizados en los robots Niveles de la locomoción:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir el concepto de locomoción. 2. Reconocer la importancia de la locomoción en los robots. 3. Distinguir los 	<ol style="list-style-type: none"> a. Enunciar los objetivos de la locomoción en los robots móviles. (1,2) b. Utilizar los 	Identificar y aplicar los beneficios de la locomoción en los robots móviles y los aspectos básicos de diseño

	<ul style="list-style-type: none"> Nivel superior Nivel inferior <p>Tipos de locomoción según el medio en que se desplazan los animales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Aérea Acuática Terrestre 	<p>niveles de la locomoción de los robots.</p> <p>4. Conocer los niveles de locomoción de los robots.</p> <p>5. Identificar los tipos de locomoción según el medio en el que se desplazan los animales.</p>	<p>niveles de la locomoción para el control adecuado del robot. (3,4,5)</p>	
<p>Detallar los aspectos básicos del diseño y locomoción de los robots móviles.</p>	<p>Analizar el entorno de desplazamiento del robot.</p> <p>Efectores utilizados por los robots móviles según el tipo de locomoción y de acuerdo al medio en el que se desplazan:</p> <ul style="list-style-type: none"> terrestre acuática aérea. <p>Conocer los modos de desplazamiento</p>	<p>1. Conocer el entorno en el que se va a desplazar el robot.</p> <p>2. Conocer los efectores del robot.</p> <p>3. Seleccionar el efector adecuado a la necesidad.</p> <p>4. Implementar los modos de caminar en el robot.</p> <p>5. Conocer la estabilidad, características de contacto</p>	<p>a. Manejar el entorno en el que se va a desplazar el robot para el control adecuado del mismo. (1)</p> <p>b. Justificar la importancia de la aplicación de los efectores del robot de acuerdo a la necesidad. (1,2,3)</p> <p>c. Justificar la</p>	

	<p>del robot móvil.</p> <p>Estabilidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Número y la geometría de puntos de contacto. • El centro de gravedad • Estabilidad estática/dinámica. • La inclinación del terreno <p>Características de contacto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Punto de contacto/tamaño y forma de la trayectoria • Ángulo de contacto • La fricción <p>Tipo de ambiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estructura • Medio (por ejemplo agua, aire, suelo blando o duro) 	<p>y tipo de medio ambiente para que el robot pueda moverse de manera óptima en cualquier tipo de entorno.</p>	<p>importancia del modo de caminar de los robots de acuerdo al entorno de desplazamiento. (4)</p> <p>d. Evidenciar la trascendencia de la estabilidad, características de contacto y tipo de medio ambiente para la locomoción y la manipulación. (5)</p>	
--	--	--	---	--

<p>Definir los parámetros característicos de los robots móviles con ruedas</p>	<p>Características de los robots móviles con ruedas.</p> <p>Aspectos importantes de la locomoción de las ruedas.</p> <p>Tipos de ruedas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rueda estándar • Rueda loca • Rueda Sueca • Rueda esférica <p>Características fundamentales de la geometría y el tipo de rueda:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maniobrabilidad • Capacidad de control • Estabilidad 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Discernir las características principales de los robots móviles con ruedas. 2. Conocer los aspectos importantes de la locomoción de las ruedas. 3. Identificar los tipos de ruedas. 4. Conocer las características fundamentales de la geometría y el tipo de rueda. 5. Analizar las ventajas y desventajas de la estabilidad, maniobrabilidad y capacidad de control de las ruedas. 6. Identificar los tipos de 	<ol style="list-style-type: none"> a. Justificar la importancia de utilizar robots móviles con ruedas. (1) b. Señalar las fortalezas y debilidades de los diferentes tipos de ruedas. (2,3,4) c. Referenciar algunos de los tipos de ruedas existentes de acuerdo a su aplicación. (3) d. Aplicar adecuadamente los conceptos de estabilidad maniobrabilidad y capacidad de control de las ruedas para 	<p>Examinar la forma, parámetros y beneficios de los robots móviles con ruedas</p>
--	--	--	--	--

		configuración es de ruedas y sus características	la configuración de las mismas. (5) e. Aplicar los tipos de Configuraciones de las ruedas de acuerdo al entorno. (6)	
--	--	---	--	--

	ROBÓTICA	ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE	Versión final
	CINEMATICA DE LOS ROBOTS MOVILES		

PROPOSITOS	CONTENIDOS TEMATICOS	SABER	HACER	ACTIVIDADES
Definir y analizar lo conceptos de la cinemática de los robots móviles	<p>Cinemática para robots móviles.</p> <p>Características de diseño y operacionales de la cinemática de los robots móviles.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Supuesto de diseño • Supuesto operacional <p>Tipos de configuraciones de ruedas y sus características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diferencial • Síncrono • Tipo triciclo • Ackerman • Omnidireccio 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir el concepto de cinemática para robots móviles. 2. Conocer las características de diseño y operacionales de la cinemática de los robots móviles. 3. Interpretar los tipos de configuraciones de ruedas y sus características. 	<ol style="list-style-type: none"> a. Enunciar los objetivos de la cinemática en los robots móviles. (1) b. Explicar las características de diseño y operacionales de la cinemática de los robots móviles. (2) c. Explicar los tipos de configuraciones de ruedas y 	Interpretar y evaluar las características de la cinemática de los robots móviles

	<p>nal</p> <p>Conceptos de la cinemática de las ruedas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Centro instantáneo de rotación • Restricciones cinemáticas • Rodadura sin deslizamiento • Cable inextensible • Tipos de restricciones 	<p>4. Conocer los conceptos fundamentales de la cinemática de las ruedas.</p>	<p>sus características. (3)</p> <p>d. Emplear los conceptos fundamentales de las ruedas en el diseño de estas (4)</p>	
<p>Reconocer e interpretar los parámetros para derivar un modelo para el movimiento del robot.</p>	<p>Modelos y restricciones cinemáticas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Representando la posición del robot • Modelos cinemáticos de avance • Restricciones cinemáticas de las ruedas <p>Restricciones cinemáticas del robot</p>	<p>1. Reconocer los modelos y restricciones cinemáticas.</p>	<p>a. Identificar las expresiones matemáticas de los conceptos básicos de los modelos y restricciones cinemáticas. (1)</p>	<p>Entender los modelos cinemáticos para el análisis del movimiento del robot móvil</p>


<p>Identificar e interpretar los aspectos relevantes de la maniobrabilidad del robot móvil.</p>	<p>Concepto de maniobrabilidad del robot móvil</p> <p>Ecuaciones para el grado de movilidad del robot móvil.</p> <p>Ecuaciones para el grado de maniobrabilidad del robot móvil.</p> <p>Maniobrabilidad del robot móvil:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grados de libertad que el robot manipula directamente a través de la rueda • Grados de libertad que el robot manipula de forma indirecta 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir el concepto de maniobrabilidad del robot móvil. 2. Examinar el grado de movilidad del robot móvil. 3. Entender el grado de maniobrabilidad del robot móvil. 4. Percibir la maniobrabilidad del robot móvil. 	<ol style="list-style-type: none"> a. Enunciar los objetivos de la maniobrabilidad del robot móvil. (1,2,3,4) b. Identificar las expresiones matemáticas de los conceptos básicos de la maniobrabilidad del robot móvil. (1,2,3,4) 	<p>Analizar las ecuaciones y los conceptos de la maniobrabilidad del robot móvil</p>
---	--	---	--	--

<p>Examinar el espacio de trabajo del robot móvil</p>	<p>Espacio de trabajo del robot móvil. Grados de libertad del robot. Robot holonómico Características del robot holonómico Ruta de acceso y trayectoria de un robot móvil</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Percibir el espacio de trabajo del robot móvil. 2. Conocer los grados de libertad del robot. 3. Definir el concepto de robot holonómico y sus características. 4. Conocer las características de la ruta de acceso y de trayectoria de un robot móvil 	<ol style="list-style-type: none"> a. Describir la importancia del espacio de trabajo para la maniobrabilidad del robot móvil. (1) b. Indicar las expresiones matemáticas del grado de libertad del robot. (2) c. Indicar las aplicaciones de los robots holonómicos. (3) d. Conocer las expresiones matemáticas de los robots holonómicos (4) 	<p>Interpretar y describir la importancia de los grados de libertad para el posicionamiento en el entorno del robot móvil.</p>
---	---	---	--	--

<p>Analizar las características cinemáticas del control de movimiento</p>	<p>Características del control de movimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento de ruta • Estabilización de las Trayectorias • Estabilización de posiciones fijas <p>Modelos de control</p> <ul style="list-style-type: none"> • Control de lazo abierto • Control de retroalimentación 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar las características del control de movimiento. 2. Entender los conceptos de seguimiento de ruta, estabilización de las Trayectorias, estabilización de posiciones fijas. 3. Entender la importancia de los Modelos de control. 4. Recordar el concepto de control de lazo abierto y control de retroalimentación. 5. Distinguir las ventajas y 	<ol style="list-style-type: none"> a. Justificar la importancia del control de movimiento de los robots móviles. (1) b. Aplicar el control de movimiento a un robot móvil (1) c. Adaptar los conceptos de seguimiento de ruta, estabilización de las trayectorias, estabilización de posiciones fijas al control de movimiento de los robots móviles. (2) d. Identificar las expresiones 	<p>Interpretar y aplicar los conceptos teóricos y los modelos de control para el mando de los robots móviles con ruedas</p>
---	---	---	--	---

		<p>desventajas del control de lazo abierto y del control de retroalimentación.</p> <p>6. Entender los modelos de control de lazo abierto y de control de retroalimentación.</p>	<p>Matemáticas de los modelos de control. (3)</p> <p>e. Discernir los conceptos de control de lazo abierto y retroalimentación (4,5)</p> <p>f. Aplicar los conceptos de control de lazo abierto y retroalimentación al control de un robot móvil (4,5,6)</p>	
<p>Definir los parámetros cinemáticos de los robots rodantes</p>	<p>Definir robot rodante</p> <p>Características cinemáticas de los robots rodantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Robots con ruedas convencionales 	<p>1. Definir el concepto de los robots rodantes.</p> <p>2. Identificar las características de la cinemática de los</p>	<p>a. Enunciar la importancia de los robots rodantes (1,2)</p> <p>b. Enumerar la aplicación de los</p>	<p>Conocer las características cinemáticas y el concepto de robot rodante</p>


	<ul style="list-style-type: none"> Robots con ruedas omnidireccionales. 	<p>robots rodantes.</p> <p>3. Reconocer la cinemática de los robots con ruedas convencionales y los robots con ruedas omnidireccionales.</p>	<p>robots con ruedas convencionales y los robots con ruedas omnidireccionales. (3)</p> <p>c. Identificar las expresiones matemáticas de los conceptos básicos de los robots con ruedas convencionales y los robots con ruedas omnidireccionales. (3)</p>	
--	--	--	--	--

	ROBÓTICA	ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	Versión final
	DINAMICA DE LOS ROBOTS MOVILES		

PROPOSITOS	CONTENIDOS TEMATICOS	SABER	HACER	ACTIVIDADES
Identificar e interpretar las ecuaciones matemáticas de los robots móviles hilare	<p>Dinámica para robots rodantes</p> <p>Robot móvil hilare.</p> <p>Ecuaciones de movimiento de Newton-euler.</p> <p>Coordenadas generalizadas del sistema dinámico de los robots hilare.</p> <p>Velocidades generalizadas del sistema dinámico de los robots hilare.</p> <p>Aceleración de los centros de masa del robot y las ruedas.</p> <p>Diagramas de cuerpo libre y cinético de los</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir el concepto de dinámica para robots móviles. 2. Reconocer un robot móvil hilare. 3. Distinguir las ecuaciones de movimiento de newton-euler. 4. Reconocer las coordenadas generalizadas y velocidades generalizadas del sistema dinámico de 	<ol style="list-style-type: none"> a. Enunciar los objetivos de la dinámica en los robots móviles. (1) b. Indicar las aplicaciones de los robots móviles hilare. (2) c. Conocer las expresiones matemáticas de los robots móviles hilare.(3,4,5,6,7,8,9) d. Expresar las ecuaciones dinámicas de movimiento del robot para fines de simulación. (3,4,5,6,7,8,9) 	Interpretar las características de la dinámica de los robots móviles

	<p>robots.</p> <p>Ecuaciones de movimiento.</p> <p>Ecuación de restricción no holonómica.</p> <p>Ecuaciones del movimiento del robot móvil en la forma de primer orden.</p>	<p>los robots hilare.</p> <p>5. Analizar la aceleración de los centros de masa del robot y las ruedas.</p> <p>6. Plantear los diagramas de cuerpo libre y cinético de los robots.</p> <p>7. Idear las ecuaciones de movimiento.</p> <p>8. Reconocer el papel de la ecuación de restricción no holonómica.</p> <p>9. Plantear las ecuaciones del movimiento del robot móvil en la forma de primer orden.</p>		
--	---	---	--	--

<p>Conocer las expresiones matemáticas de la dinámica de los robots móviles no holonómicos.</p>	<p>Dinámica de los robots móviles no holonómicos.</p>	<p>1. Entender la dinámica de los robots móviles no holonómicos.</p>	<p>a. Conocer las expresiones matemáticas de la dinámica de robots móviles no holonómicos.(1)</p>	<p>Interpretar las expresiones matemáticas de la dinámica de los robots móviles no holonómicos.</p>
<p>Conocer las expresiones matemáticas de la dinámica de robots rodantes</p>	<p>dinámica de robots rodantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Robots con ruedas convencionales • Robots con ruedas omnidireccionales. 	<p>1. Conocer la dinámica de robots rodantes. 2. Reconocer la dinámica de los robots con ruedas convencionales y los robots con ruedas omnidireccionales.</p>	<p>a. Enunciar los objetivos de la dinámica de robots rodantes. (1) b. Conocer las expresiones matemáticas de la dinámica de los robots con ruedas convencionales y omnidireccionales. (2)</p>	<p>Conocer el modelo dinámico de los robots rodantes</p>

	ROBÓTICA	ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	Versión final
	LOCALIZACIÓN EN LOS ROBOTS MÓVILES AUTÓNOMOS		

PROPOSITOS	CONTENIDOS TEMATICOS	SABER	HACER	ACTIVIDADES
Conocer e interpretar los conceptos y expresiones matemáticas del ruido y el aliasing del sensor y el actuador	Localización de los robots. Ruido del sensor. Aliasing del sensor. Ruido del actuador efector. Fuentes que causan el ruido del actuador efector. Modelo de error de estimación de la posición odométrica.	1. Entender la importancia de la localización de los robots. 2. Conocer los conceptos e inconvenientes del ruido del sensor. 3. Distinguir el aliasing del sensor. 4. Discernir las fuentes que causan el ruido del actuador efector. 5. Conocer el modelo de error de estimación de la posición odométrica.	a. Expresar los objetivos de la localización de los robots móviles autónomos. (1) b. Interpretar y explicar el significado del ruido y el aliasing del sensor. (2,3) c. Plantear alternativas de disminuir el ruido y el aliasing	Distinguir e interpretar las fuentes del ruido y el aliasing del sensor y el actuador

			<p>del sensor. (2,3)</p> <p>d. Plantear alternativas de disminuir los las fuentes que causan el ruido en el actuador efector. (4)</p> <p>e. Plantear las ecuaciones matemáticas del modelo de error de estimación de la posición odométrica.(5)</p>	
Interpretar las características de la localización para la navegación	Características de la localización para la navegación basada en mapas.	1. Enumerar las ventajas de la localización basada en navegación y las soluciones programadas.	a. Aplicar el enfoque de la localización basada en navegación	Aplicar el enfoque de la localización para la navegación del robot móvil.

basada en mapas.			n y las soluciones programadas para la navegación del robot.(1)	
Conocer los tipos de hipótesis de la representación	<p>Problemas de la representación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hipótesis única • Múltiples hipótesis 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir el problema de la representación 2. Analizar el problema de hipótesis única y de múltiples hipótesis 	<ol style="list-style-type: none"> a. Plantear ejemplos del problema de única hipótesis y de múltiples hipótesis. (1,2) b. Evaluar las ventajas y desventajas del problema de única hipótesis y de múltiples hipótesis. (1,2) 	Reconocer los tipos de hipótesis de la representación
Interpretar la importancia de la representación del mapa	<p>Representación del mapa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Representaciones continuas 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir las relaciones fundamentales para elegir una representación 	<ol style="list-style-type: none"> a. Aplicar las relaciones fundamentales para elegir una 	Aplicar la representación del mapa para la localización de los robots móviles

<p>en la localización de los robots móviles autónomos</p>	<ul style="list-style-type: none"> Estrategias de descomposición 	<p>del mapa adecuada</p> <ol style="list-style-type: none"> Examinar las representaciones continuas. Entender las estrategias de descomposición del área de trabajo. 	<p>representación del mapa adecuada.</p> <ol style="list-style-type: none"> Expresar los objetivos de las representaciones continuas del mapa. Aplicar las estrategias de descomposición del mapa a un área de trabajo. 	
<p>Reconocer e interpretar las expresiones de la localización probabilística basada en mapas</p>	<p>Conceptos básicos de la teoría de la probabilidad</p> <ul style="list-style-type: none"> Distribución gaussiana Distribución conjunta Probabilidad condicional Teorema de la 	<ol style="list-style-type: none"> Conocer la aplicación de la localización probabilística basada en mapas. Aprender los conceptos básicos de la teoría de la probabilidad. Conocer la 	<ol style="list-style-type: none"> Aplicar las técnicas de la localización probabilísticas basada en mapas. Explicar los conceptos 	<p>Aplicar las técnicas, conceptos básicos y expresiones matemáticas de la localización probabilística basada en mapas</p>

	<p>probabilidad total</p> <ul style="list-style-type: none"> • Regla de Bayes • Probabilidad previa y posterior <p>Terminología de la localización probabilística basada en mapas.</p> <p>Conceptos de la localización probabilística basada en mapas.</p> <p>clasificación de los problemas de localización:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento de posición • Localización global • El problema del robot secuestrado <p>Sistemas de Localización de Markov.</p> <p>Modelo de localización del filtro de kalman.</p>	<p>terminología de la localización probabilística basada en mapas.</p> <p>4. Interpretar los conceptos fundamentales para la localización probabilística basada en mapas.</p> <p>5. Entender la clasificación y la diferencia de los problemas de localización.</p> <p>6. Dominar las características de la localización de Markov.</p> <p>7. Definir el concepto de localización del filtro de Kalman.</p> <p>8. Enumerar los objetivos de la localización del filtro de Kalman.</p> <p>9. Reconocer la localización del</p>	<p>básicos de la teoría de la probabilidad. (2)</p> <p>c. Aplicar los conceptos básicos de la teoría de la probabilidad. (2)</p> <p>d. Expresar las ecuaciones matemáticas de la teoría de la probabilidad. (2)</p> <p>e. Emplear la terminología de la localización probabilística basada en mapas para facilitar el aprendizaje de los temas</p>	
--	--	---	--	--

	<p>Localización del filtro de kalman. aplicado a robots móviles</p> <p>Etapas para la localización de un robot por medio del filtro de Kalman:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Actualización de medición • Actualización de predicción: <ul style="list-style-type: none"> ○ Observación ○ Predicción de medición ○ Coincidencia ○ Estimación 	<p>filtro de Kalman aplicado a los robots móviles.</p> <p>10. Enumerar las etapas para la localización de un robot por medio del filtro de Kalman.</p> <p>11. Definir las etapas para la localización de un robot por medio del filtro de Kalman</p>	<p>relacionados con esta. (3)</p> <p>f. Aplicar los conceptos fundamentales de la localización probabilística basada en mapas para la localización del robot. (4)</p> <p>g. Enumerar a los problemas de localización. (5)</p> <p>h. Discernir entre los tres tipos de problemas de localización. (6)</p> <p>i. Aplicar los teoremas de la localización de</p>	
--	---	--	---	--

			<p>Markov para representar la posición del robot. (7)</p> <p>j. Aplicar el modelo de localización del filtro de Kalman para representar las funciones de probabilidad arbitraria sobre la posición del robot.(8)</p> <p>k. Interpretar y explicar los objetivos de la localización del filtro de Kalman. (8,9)</p> <p>l. Aplicar la</p>	
--	--	--	---	--


			<p>localización del filtro de Kalman en robots móviles. (10)</p> <p>m. Interpretar y explicar las etapas de localización de un robot por medio del filtro de Kalman. (11)</p>	
<p>Interpretar los métodos empleados para la localización y mapeado simultáneo para la construcción automática del mapa del entorno</p>	<p>SLAM: Localización y mapeo simultáneos Definición matemática del SLAM Filtro de Kalman extendido Visual SLAM: Con una sola cámara SLAM basado en gráficos Filtro de partículas SLAM</p>	<p>1. Reconocer la importancia de la construcción autónoma de mapas en el robot. 2. Enumerar los objetivos de la localización simultánea y el problema de asignación por medio del SLAM. 3. Interpretar las expresiones matemáticas</p>	<p>a. Explicar el modelo de construcción autónoma de mapas. (1) b. Aplicar los conceptos de construcción autónoma de mapas a los robots. (1) c. Interpretar</p>	<p>Interpretar y aplicar el método empleado para la localización y mapeado simultáneo para la construcción automática del mapa del entorno</p>

		<p>del SLAM.</p> <p>4. Definir el objetivo del SLAM del filtro del Kalman extendido.</p> <p>5. Analizar las expresiones matemáticas del SLAM del filtro de Kalman extendido.</p> <p>6. Definir el concepto de SLAM visual con una sola cámara.</p> <p>7. Precisar las consideraciones básicas del SLAM visual con una sola cámara.</p> <p>8. Conocer las expresiones matemáticas del SLAM visual con una sola cámara.</p> <p>9. Analizar las características del sistema SLAM visual con una sola cámara para</p>	<p>y explicar los objetivos de la localización simultánea y el problema de asignación por medio del SLAM. (2)</p> <p>d. Expresar las ecuaciones matemáticas del SLAM. (3)</p> <p>e. Aplicar el método del SLAM del filtro del Kalman extendido. (4)</p> <p>f. Enunciar las ecuaciones matemáticas del</p>	
--	--	---	---	--

		<p>predecir la posición de la cámara.</p> <p>10. Definir la forma de corregir la posición de la cámara en el SLAM visual con una sola cámara.</p> <p>11. Analizar las características del sistema empleado para corregir la posición de la cámara en el SLAM visual con una sola cámara.</p> <p>12. Reconocer la importancia del SALM basada en gráficos.</p> <p>13. Definir las características del SLAM basada en gráficos.</p> <p>14. Analizar las expresiones matemáticas del SLAM basada en gráficos.</p>	<p>SLAM del filtro del Kalman extendido. (5)</p> <p>g. Aplicar el sistema del SLAM visual con una sola cámara. (6,7)</p> <p>h. Explicar las expresiones matemáticas del SLAM visual con una sola cámara. (8)</p> <p>i. Aplicar el sistema SLAM visual con una sola cámara para predecir y corregir la posición de la cámara.</p>	
--	--	--	--	--

		<p>15. Precisar el concepto de filtro de partículas de SLAM.</p> <p>16. Analizar las expresiones matemáticas del filtro de partículas de SLAM.</p>	<p>(9,10,11)</p> <p>j. Aplicar el SLAM basado en grafica para representa la ubicación del robot (12,13,14)</p> <p>k. Expresar las ecuaciones matemáticas del SLAM basada en gráficos (14)</p> <p>l. Interpretar y explicar los conceptos teóricos y matemáticos del filtro de partículas de SLAM. (15,16)</p>	
--	--	--	---	--

--	--	--	--	--

	ROBÓTICA	ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE	Versión final
	PLANIFICACIÓN Y NAVEGACIÓN DE LOS ROBOTS MÓVILES AUTÓNOMOS		

PROPOSITOS	CONTENIDOS TEMATICOS	SABER	HACER	ACTIVIDAD
Interpretar y definir la planificación y navegación en los robots móviles autónomos	Planificación y reacción Planificación de ruta o Búsqueda gráfica Discriminador	1. Reconocer la importancia de la planificación y navegación en los robots móviles.	a. Enumerar los objetivos de la planificación y navegación	Interpretar y aplicar la planificación y navegación en los robots móviles autónomos

	<p>es</p> <p>Búsqueda de primero en amplitud</p> <p>La búsqueda de primero en profundidad</p> <p>Algoritmo de Dijkstra</p> <p>Algoritmo A*</p> <p>Algoritmo D*</p> <p>o Construcción de gráfico de visibilidad</p> <p>Diagrama de Voronoi</p> <p>Descomposición de celda exacta</p> <p>Descomposición celular aproximada</p> <p>gráfico de celosía</p> <p>búsqueda de gráfico determinista</p> <p>Planificación de campo potencial</p>	<p>2. Definir los parámetros a analizar en la planificación y navegación en los robots móviles.</p> <p>3. Analizar la importancia de la planificación y la reacción en los robots móviles.</p> <p>4. Definir el concepto de planificación de ruta.</p> <p>5. Reconocer la configuración del espacio en la planificación de ruta.</p> <p>6. Precisar el objetivo de la planificación de ruta.</p> <p>7. Reconocer las estrategias para transformar el modelo ambiental en</p>	<p>ón en los robots móviles.</p> <p>(1)</p> <p>b. Interpretar y explicar los objetivos de la planificación y navegación en los robots móviles.</p> <p>(1)</p> <p>c. Aplicar los parámetros de la planificación y navegación de los robots móviles requeridos para la navegación de los mismos.</p> <p>(2)</p> <p>d. Enumera</p>	<p>Aplicar el modelo más adecuado para la búsqueda de rutas en una herramienta de software matemático.</p>
--	--	--	---	--

		<p>un mapa discreto para el algoritmo de planificación de ruta escogido.</p> <p>8. Definir el concepto de búsqueda gráfica.</p> <p>9. Distinguir las etapas principales de la búsqueda gráfica.</p> <p>10. Indicar los parámetros que se deben seguir para la construcción de gráfico.</p> <p>11. Definir el concepto de gráfico de visibilidad.</p> <p>12. Precisar las características del gráfico de visibilidad.</p> <p>13. Precisar la aplicación del gráfico de visibilidad.</p> <p>14. Definir el</p>	<p>r los objetivos de la planificación y la reacción en los robots móviles.</p> <p>(3)</p> <p>e. Interpretar y explicar los objetivos de la planificación y la reacción en los robots móviles.</p> <p>(3)</p> <p>f. Expresar la importancia del estudio de la configuración del espacio en la planificación de</p>	
--	--	--	--	--

		<p>concepto del diagrama de Voronoi.</p> <p>15. Definir las características del diagrama de Voronoi.</p> <p>16. Analizar la aplicación del diagrama de Voronoi.</p> <p>17. Detallar las características de la celda exacta.</p> <p>18. Precisar la aplicación de la celda exacta.</p> <p>19. Definir las características de la descomposición celular aproximada.</p> <p>20. Precisar la aplicación de la descomposición celular aproximada.</p> <p>21. Definir las características del gráfico</p>	<p>ruta. (5,6)</p> <p>g. Aplicar las estrategias para transformar el modelo ambiental en un mapa discreto para el algoritmo de planificación de ruta escogido. (7)</p> <p>h. Interpretar y explicar los objetivos de la búsqueda gráfica. (8,9)</p> <p>i. Interpretar y explicar las etapas</p>	
--	--	---	---	--

		<p>de celosía.</p> <p>22. Señalar la aplicación del gráfico de celosía.</p> <p>Reconocer las características de la búsqueda de gráfico determinista.</p> <p>23. Indicar los algoritmos de búsqueda de gráfico determinista.</p> <p>24. Detallar las características de los discriminadores.</p> <p>25. Examinar las características de la búsqueda de primera amplitud.</p> <p>26. Reconocer las características de la búsqueda primero en profundidad.</p>	<p>principal</p> <p>es de la búsqueda a gráfica. (8,9,10)</p> <p>j. Aplicar el gráfico de visibilidad para obtener el mapa de ruta más adecuado. (11,12,13)</p> <p>k. Aplicar el diagrama de Voronoi para obtener el mapa de ruta más adecuado. (14,15,16)</p> <p>l. Realizar un taller de navegaci</p>	
--	--	---	---	--

		<p>27. Detallar las características del algoritmo de Dijkstra.</p> <p>28. Examinar las características del algoritmo de A*.</p> <p>29. Reconocer las características del algoritmo D*.</p> <p>30. Definir el concepto de búsqueda gráfica aleatoria.</p> <p>31. Precisar la aplicación de la búsqueda gráfica aleatoria.</p> <p>32. Precisar las características de la búsqueda gráfica aleatoria.</p> <p>33. Definir el concepto de planificación de</p>	<p>ón en la herramienta de software matemático matlab utilizand o los conceptos del diagrama de voronoi. (14,15,16)</p> <p>m. Aplicar la descomposición de celda exacta para obtener el mapeo más adecuado. (17,18)</p> <p>n. Aplicar la descomposición celular aproximada para la</p>	
--	--	---	--	--

		<p>trayectorias de campo potencial.</p> <p>34. Analizar las características de la planificación de trayectorias de campo potencial.</p> <p>35. Detallar las expresiones matemáticas de la planificación de trayectorias de campo potencial.</p>	<p>construcción del gráfico más adecuado. (19)</p> <p>o. Analizar las ventajas y desventajas de la aplicación del gráfico de visibilidad, el diagrama de Voronoi, la descomposición de celda exacta y la descomposición celular aproximada.</p> <p>(11,12,13,14,15,16,17,18,19)</p>	
--	--	---	---	--

			<p>9)</p> <p>p. Interpretar y analizar lo objetivos del gráfico de celosía. (20,21,22)</p> <p>q. Aplicar el gráfico de celosía para la construcción del gráfico más adecuado. (20,21,22)</p> <p>r. Interpretar y analizar las ventajas y desventajas del gráfico de</p>	
--	--	--	---	--

			<p>celosía. (20,21,22)</p> <p>s. Interpretar y analizar los objetivos de la búsqueda de gráfico determinista. (23,24)</p> <p>t. Aplicar la búsqueda de gráfico determinista para la construcción del gráfico más adecuado. (23,24)</p> <p>u. Interpretar y analizar las ventajas y</p>	
--	--	--	--	--

			<p>desventa jas de la búsqued a de gráfico determini sta (23,24)</p> <p>v. Interpret ar y manejar los concepto s de los discrimin adores.(25)</p> <p>w. Aplicar los concepto s de búsqued a de primera amplitud en la herramie nta de software matemáti co matlab para la búsqued a de</p>	
--	--	--	---	--

			<p>rutas. (26)</p> <p>x. Interpretar y analizar lo objetivos de la búsqueda primero en profundidad. (27)</p> <p>y. Aplicar la búsqueda primero en profundidad para la construcción del gráfico más adecuado. (27)</p> <p>z. Interpretar y analizar las ventajas y desventa</p>	
--	--	--	--	--

			<p>jas de la búsqued a primero en profundid ad (27)</p> <p>aa. Aplicar los concepto s de la búsqued a primero en profundid ad en la herramie nta de software matemáti co matlab para la búsqued a de rutas. (27)</p> <p>bb. Interpret ar y analizar lo objetivos del algoritmo</p>	
--	--	--	--	--

			<p>de dijkstra. (28)</p> <p>cc. Aplicar el algoritmo de dijkstra para la construcción del gráfico más adecuado. (28)</p> <p>dd. Interpretar y analizar las ventajas y desventajas del algoritmo de dijkstra. (28)</p> <p>ee. Aplicar los conceptos del algoritmo de dijkstra en la herramie</p>	
--	--	--	---	--

			<p>nta de software matemático matlab para la búsqueda de rutas. (28)</p> <p>ff. Interpretar y analizar los objetivos, ventajas y desventajas del algoritmo de A*.(29)</p> <p>gg. Interpretar y analizar los objetivos, ventajas y desventajas del algoritmo de</p>	
--	--	--	--	--

			<p>D*.(30)</p> <p>hh. Interpretar y analizar los objetivos , ventajas y desventajas de la búsqueda gráfica aleatoria. (31,32,33)</p> <p>ii. Interpretar y analizar los objetivos y expresiones matemáticas de la planificación de trayectorias de campo potencial . (34,35)</p>	
--	--	--	---	--

<p>Interpretar y usar las técnicas de evasión de obstáculos</p>	<p>Algoritmo de Bug</p> <p>Histograma de campo vectorial</p> <p>Técnica de banda de burbuja</p> <p>Técnicas de velocidad de curvatura</p> <p>Enfoques dinámicos de ventana</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enfoque de ventana dinámica local • Enfoque de ventana dinámica global <p>Enfoque de Schlegel para evasión de obstáculos</p> <p>Diagrama de proximidad</p> <p>Método de gradiente</p> <p>Adición de restricciones dinámicas</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Examinar las características de la evasión de obstáculos. 2. Reconocer las características del algoritmo de Bug. 3. Analizar el histograma de campo vectorial. 4. Examinar la técnica de banda de burbuja. 5. Reconocer la técnica de velocidad de curvatura. 6. Examinar las características de los enfoques dinámicos de ventana. 7. Reconocer las particularidades del enfoque de Schlegel para 	<ol style="list-style-type: none"> a. Interpretar y analizar las características y objetivos de la evasión de obstáculos. (1) b. Interpretar y analizar lo objetivos algoritmo de Bug. (2) c. Aplicar el algoritmo de Bug para la evasión de obstáculos. (2) d. Interpretar y analizar las ventajas y desventajas 	<p>Aplicar las técnicas de evasión de obstáculos.</p>
---	---	---	---	---

		<p>evasión de obstáculos.</p> <p>8. Precisar las características del diagrama de proximidad.</p> <p>9. Analizar las particularidades del método de gradiente.</p> <p>10. Reconocer las particularidades de la adición de restricciones dinámicas</p>	<p>jas del algoritmo de Bug para la evasión de obstáculos. (2)</p> <p>e. Interpretar y analizar los conceptos del histograma de campo vectorial. (3)</p> <p>f. Manejar la técnica de Banda de Burbuja. (4)</p> <p>g. Usar técnica de velocidad de curvatura. (5)</p> <p>h. Interpret</p>	
--	--	--	--	--

			<p>ar y manejar las caracterí sticas los enfoques dinámico s de ventana. (6)</p> <p>i. Analizar las ventajas y desventa jas de la aplicació n del enfoque de Schlegel para evasión de obstácul os. (7)</p> <p>j. Analizar los objetivos del diagram a de proximid ad.(8)</p> <p>k. Conocer</p>	
--	--	--	--	--


			<p>las particularidades del método de gradient e. (9)</p> <p>I. Detallar las particularidades de la adición de restricciones dinámicas. (10)</p>	
<p>Reconocer e interpretar los principios de la arquitectura de navegación</p>	<p>Técnicas para la descomposición:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descomposición temporal <ul style="list-style-type: none"> ○ Tiempo de respuesta del sensor ○ Profundidad temporal ○ Localidad espacial ○ Contexto de especificidad 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir el concepto de arquitectura de navegación. 2. Examinar las características de las técnicas para la descomposición. 3. Precisar las particularidades de la 	<ol style="list-style-type: none"> a. Interpretar y analizar las ventajas de la arquitectura de navegación (1) b. Conocer y exponer las técnicas 	<p>Aplicar en una situación dada los principios de la arquitectura de navegación</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Descomposición de control • Arquitecturas escalonadas del robot <ul style="list-style-type: none"> ○ Planificación offline ○ Aplicaciones de ruta estática ○ Demandas de extrema fiabilidad ○ Planificación episódica ○ Planificación y ejecución integrada 	<p>descomposición temporal.</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Definir el concepto de tiempo de respuesta del sensor. 5. Detallar el concepto de profundidad temporal. 6. Especificar el concepto de localidad espacial. 7. Definir el concepto de contexto de especificidad. 8. Analizar las características de la descomposición de control. 9. Reconocer las particularidades de las arquitecturas escalonadas de robot. 10. Detallar las características de la planificación 	<p>Descomposición temporal, tiempo de respuesta del sensor, profundidad temporal, localidad espacial, contexto de especificidad, descomposición de control, para la discriminación del software del robot en distintos módulos y clasificar varios robots en una</p>	
--	--	--	--	--

		<p>offline.</p> <p>11. Examinar las particularidades de las aplicaciones de ruta estática.</p> <p>12. Distinguir las características de las demandas de extrema fiabilidad.</p> <p>13. Reconocer las particularidades de la planificación episódica.</p> <p>14. Detallar las características de la planificación y ejecución integrada.</p>	<p>taxonomía más cuantitativa. (2,3,4,5, 6,7,8)</p> <p>c. Utilizar las arquitecturas escalonadas del robot. (9)</p> <p>d. Interpretar y analizar las ventajas y desventajas de la planificación offline. (10)</p> <p>e. Analizar la utilidad de las aplicaciones de ruta estática. (11)</p> <p>f. Interpret</p>	
--	--	---	---	--


			<p>ar el concepto de las demandas de extrema fiabilidad . (12)</p> <p>g. Aplicar en una situación dada la planificación episódica para la navegación de robot. (13)</p> <p>h. Interpretar y analizar las ventajas y desventajas de la planificación y ejecución integrada en la navegación</p>	
--	--	--	--	--

			ón del robot. (14)	
--	--	--	--------------------------	--

	ROBÓTICA	ACTIVIDADES DE ENESEÑANZA-APRENDIZAJE	Versión final
	ROBÓTICA INDUSTRIAL		

PROPOSITOS	CONTENIDOS TEMATICOS	SABER	HACER	ACTIVIDAD
Reconocer la importancia de la robótica en la industria	<p>Antecedentes históricos de la robótica industrial.</p> <p>Definición de robot industrial.</p> <p>Tipos de robots industriales.</p> <p>Aplicaciones industriales de la robótica</p>	<ol style="list-style-type: none"> Indicar los antecedentes históricos de la robótica industrial. Definir el concepto de robot industrial. Examinar los tipos de robots industriales. Reconocer las aplicaciones industriales de la robótica 	<ol style="list-style-type: none"> Expresar los antecedentes históricos más importantes de la robótica industrial. (1) Enunciar la finalidad de la robótica industrial. (2) Discernir entre los tipos de robots industriales 	Identificar los campos de estudio y aplicación de la robótica industrial

			<p>con sus características. (3)</p> <p>d. Señalar los beneficios de la robótica industrial en el sector industrial. (4)</p>	
--	--	--	---	--


	ROBÓTICA	ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE	Versión final
	MORFOLOGÍA DEL ROBÓT INDUSTRIAL CONCEPTOS DE ROBOTICA MOVIL		

PROPOSITOS	CONTENIDOS TEMATICOS	SABER	HACER	ACTIVIDAD
<p>Conocer las características de la morfología del robot industrial</p>	<p>Terminología de la morfología del robot industrial.</p> <p>Estructura mecánica de un manipulador.</p> <p>Anatomía de un robot manipulador.</p>	<p>1. Describir la terminología utilizada en la morfología del robot industrial.</p> <p>2. Analizar la estructura mecánica</p>	<p>a. Referenciar algunas de las terminologías utilizadas en la morfología del robot industrial. (1)</p>	<p>Conocer los conceptos básicos y las características de la morfología del robot industrial</p>

	<p>Configuraciones típicas.</p> <p>Elementos finales usados en robots industriales.</p> <p>Tipos de articulaciones para robots industriales.</p> <p>Transmisiones y reductores usados en robots industriales.</p> <p>Grados de libertad y espacio de trabajo de un robot industrial.</p> <p>Diseños de sistemas neumáticos e hidráulicos aplicados a la robótica industrial.</p> <p>Actuadores y sensores utilizados en la robótica industrial.</p>	<p>de un manipulado r.</p> <p>3. Examinar la anatomía de un robot manipulado r.</p> <p>4. Precisar las configuraciones típicas.</p> <p>5. Reconocer los elementos finales usados en robots industriales.</p> <p>6. Distinguir los tipos de articulaciones para robots industriales.</p> <p>7. Examinar las transmisiones y los reductores usados en robots industriales.</p> <p>8. Reconocer los grados de libertad y</p>	<p>b. Enunciar la finalidad de la estructura mecánica en un manipulador . (2)</p> <p>c. Enunciar la importancia de la anatomía en los robots manipuladores. (3)</p> <p>d. Referenciar las configuraciones típicas más utilizadas en la industria. (4)</p> <p>e. Analizar la aplicación de los elementos finales usados en los robots industriales. (5)</p> <p>f. Mencionar los tipos de articulaciones para</p>	
--	---	---	---	--

		<p>el espacio de trabajo de un robot industrial.</p> <p>9. Examinar los diseños de sistemas neumáticos e hidráulicos aplicados a la robótica industrial.</p> <p>10. Examinar los actuadores y sensores utilizados en la robótica industrial.</p>	<p>robots industriales. (6)</p> <p>g. Explicar la aplicación de las transmisiones y los reductores usados en los robots industriales. (7)</p> <p>h. Explicar la finalidad de los grados de libertad y el espacio de trabajo de un robot industrial. (8)</p> <p>i. Evaluar la utilidad de los diseños de sistemas neumáticos e hidráulicos aplicados a la robótica industrial. (9)</p> <p>j. Identificar los</p>	
--	--	--	---	--

			actuadores y sensores utilizados en la robótica industrial. (10)	
--	--	--	---	--


	ROBÓTICA	ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE	Versión final
	MODELOS CINEMÁTICOS DE ROBOTS INDUSTRIALES CONCEPTOS DE ROBOTICA MOVIL		

PROPOSITOS	CONTENIDOS TEMATICOS	SABER	HACER	ACTIVIDAD
Reconocer e interpretar las características y expresiones matemáticas de la cinemática de la robótica industrial	<p>Espacios de configuración y articulación de un robot.</p> <p>Características de la posición.</p> <p>Particularidades de la orientación.</p> <p>Expresiones matemáticas de las matrices de</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conocer los espacios de configuración y articulación de un robot. 2. Analizar las características de la posición. 3. Examinar las particularidades de la orientación. 4. Reconocer las 	<ol style="list-style-type: none"> a. Interpretar los principios de articulación y configuración de un robot. (1) b. Explicar las características de la 	Interpretar y evaluar las características y expresiones matemáticas de la cinemática de la robótica industrial

	<p>orientación.</p> <p>Ángulos de Euler.</p> <p>Características del modelo cinemático directo.</p> <p>Matrices de transformación homogénea.</p> <p>Algoritmo de Devanit-Hartenberg.</p> <p>Modelo cinemático inverso.</p> <p>Método geométrico del modelo cinemático inverso.</p> <p>Método matricial del modelo cinemático inverso.</p> <p>Método de relaciones diferenciales.</p> <p>Particularidades de las relaciones</p>	<p>expresiones matemáticas de las matrices de orientación.</p> <p>5. Analizar los ángulos de Euler.</p> <p>6. Examinar las características del modelo cinemático directo.</p> <p>7. Analizar las matrices de transformación homogénea.</p> <p>8. Conocer el algoritmo de Devanit-Hartenberg.</p> <p>9. Reconocer el modelo cinemático inverso.</p> <p>10. Analizar el método geométrico del modelo cinemático inverso.</p> <p>11. Examinar el método matricial del modelo cinemático</p>	<p>posición.</p> <p>(2)</p> <p>c. Analizar las características de la orientación. (3)</p> <p>d. Hallar las matrices de orientación. (4)</p> <p>e. Establecer los ángulos de Euler. (5)</p> <p>f. Reconocer el modelo cinemático directo. (6)</p> <p>g. Interpretar las matrices de transformación homogénea. (7)</p> <p>h. Reconocer el algoritmo de</p>	
--	---	--	--	--

	<p>diferenciales entre posición y velocidad.</p> <p>Expresiones matemáticas de la matriz jacobiana.</p> <p>Particularidades de los puntos singulares.</p>	<p>inverso.</p> <p>12. Analizar el método de relaciones diferenciales.</p> <p>13. Reconocer las particularidades de las relaciones diferenciales entre posición y velocidad.</p> <p>14. Examinar las expresiones matemáticas de la matriz jacobiana.</p> <p>15. Reconocer las particularidades de los puntos singulares.</p>	<p>Devanithartenberg. (8)</p> <p>i. Interpretar el modelo cinemático inverso. (9)</p> <p>j. Detallar el método geométrico del modelo cinemático inverso. (10)</p> <p>k. Reconocer el método matricial del modelo cinemático inverso. (11).</p> <p>l. Aplicar el método de relaciones diferenciales. (12)</p> <p>m. Interpretar las particularidades de las</p>	
--	---	--	--	--


			<p>relaciones diferencial es entre posición y velocidad. (13)</p> <p>n. Aplicar las expresion es matemátic as de la matriz jacobiana. (14)</p> <p>o. Interpretar las particulari dades de los puntos singulares . (15)</p>	
--	--	--	--	--

	ROBÓTICA	ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE	Versión final
	MODELO DINÁMICO CONCEPTOS DE ROBOTICA MOVIL		

PROPOSITOS	CONTENIDOS	SABER	HACER	ACTIVIDAD
------------	------------	-------	-------	-----------

	TEMATICOS			
Reconocer las expresiones matemáticas de la dinámica del robot industrial	<p>Expresiones matemáticas del tensor de inercia.</p> <p>Articulaciones simples de rotación.</p> <p>Formulación de lagrange-euler.</p> <p>Expresiones matemáticas de la formulación de lagrange-euler.</p> <p>Ecuaciones de newton-euler.</p> <p>Modelo dinámico de un manipulador industrial.</p> <p>Expresiones matemáticas del modelo dinámico de un manipulador industrial.</p>	<p>1. Analizar las expresiones matemáticas del tensor de inercia.</p> <p>2. Examinar las particularidades de las articulaciones simples de rotación.</p> <p>3. Precisar las características de la formulación de lagrange-euler.</p> <p>4. Reconocer las expresiones matemáticas de la formulación de lagrange-euler.</p> <p>5. Examinar las particularidades de las ecuaciones de newton-euler.</p> <p>6. Analizar las expresiones matemáticas de las ecuaciones de</p>	<p>a. Hallar el tensor de inercia. (1)</p> <p>b. Indicar las particularidades de las articulaciones simples de rotación. (2)</p> <p>c. Describir y examinar los objetivos de la formulación de lagrange-euler. (3)</p> <p>d. Aplicar las expresiones matemáticas de la formulación de lagrange-euler. (4)</p> <p>e. Reconocer la aplicación de las ecuaciones de newton-euler. (5)</p> <p>f. Determinar las ecuaciones de newton-euler. (6)</p>	Interpretar las características de la dinámica de los robots industriales


		<p>newton-euler.</p> <p>7. Detallar el modelo dinámico de un manipulador industrial.</p> <p>8. Examinar las expresiones matemáticas del modelo dinámico de un manipulador industrial.</p>	<p>g. Aplicar el modelo dinámico de un manipulador industrial. (7)</p> <p>h. Verificar las expresiones matemáticas del modelo dinámico de un manipulador industrial. (8)</p>	
--	--	---	--	--

	ROBÓTICA	ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE	Versión final
	GENERACIÓN DE TRAYECTORIAS CONCEPTOS DE ROBOTICA MOVIL		

PROPOSITOS	CONTENIDOS TEMATICOS	SABER	HACER	ACTIVIDAD
Reconocer los algoritmos de la generación de trayectorias	Definición paramétrica de las curvas. Técnicas de	1. Analizar las características de la definición paramétrica	a. Describir y examinar los objetivos de la definición	Describir el método de la programación de robots industriales

	<p>interpolación.</p> <p>Generación de caminos en el espacio cartesiano.</p> <p>Generación de trayectorias para manipuladores.</p>	<p>de las curvas.</p> <p>2. Detallar las expresiones matemáticas de la definición paramétrica de las curvas.</p> <p>3. Definir el concepto de técnicas de interpolación.</p> <p>4. Detallar las técnicas de interpolación.</p> <p>5. Definir el concepto de generación de caminos en el espacio cartesiano.</p> <p>6. Distinguir las técnicas de generación de caminos en el espacio cartesiano.</p> <p>7. Definir el</p>	<p>paramétrica de las curvas. (1)</p> <p>b. Aplicar las expresiones matemáticas de la definición paramétrica de las curvas. (2)</p> <p>c. Identificar la aplicación de las técnicas de interpolación. (3)</p> <p>d. Aplicar las técnicas de interpolación. (4)</p> <p>e. Analizar la aplicación generación de caminos en el espacio cartesiano. (5)</p> <p>f. Aplicar las técnicas de generación caminos en el espacio cartesiano.</p>	
--	--	---	--	--

		concepto de generación de trayectorias para manipuladores.	(6) g. Aplicar la generación de trayectorias para manipuladores. (7)	
--	--	--	---	--

	ROBÓTICA	ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE	Versión final
	PROGRAMACIÓN DE ROBOTS INDUSTRIALES CONCEPTOS DE ROBÓTICA MÓVIL		

PROPOSITOS	CONTENIDOS TEMATICOS	SABER	HACER	ACTIVIDAD
Examinar los métodos utilizados en la programación de robots industriales	Métodos de programación de un robot industrial. Requerimientos de un sistema de programación. Programación por guiado. Programación por guiado pasivo	1. Enumerar los diferentes métodos de programación de un robot industrial. 2. Distinguir los diferentes métodos de programación	a. Analizar los métodos de programación de un robot industrial. (1) b. Manejar los diferentes métodos de programación de un robot industrial. (2) c. Interpretar los	Aplicar el método de la programación de robots industriales

	<p>directo.</p> <p>Programación por guiado pasivo por maniquí.</p> <p>Programación por guiado activo.</p> <p>Programación por guiado activo básico.</p> <p>Programación por guiado activo extendido</p> <p>Programación textual.</p> <p>Programación explícita.</p> <p>Programación implícita.</p>	<p>n de un robot industrial.</p> <p>3. Enumerar los requerimientos de un sistema de programación.</p> <p>4. Conocer los requerimientos de un sistema de programación.</p> <p>5. Definir el concepto de programación por guiado.</p> <p>6. Enumerar los tipos de programación por guiado.</p> <p>7. Conocer la programación por guiado pasivo.</p> <p>8. Precisar las características de la programación por guiado</p>	<p>requerimientos de un sistema de programación. (3,4)</p> <p>d. Entender el concepto de programación por guiado. (5)</p> <p>e. Aplicar la programación por guiado en una herramienta de software matemático. (5,6)</p> <p>f. Reconocer la programación por guiado pasivo. (7)</p> <p>g. Aplicar en una herramienta de software matemático la programación por guiado pasivo. (7)</p> <p>h. Analizar la programación por guiado pasivo</p>	
--	--	--	--	--

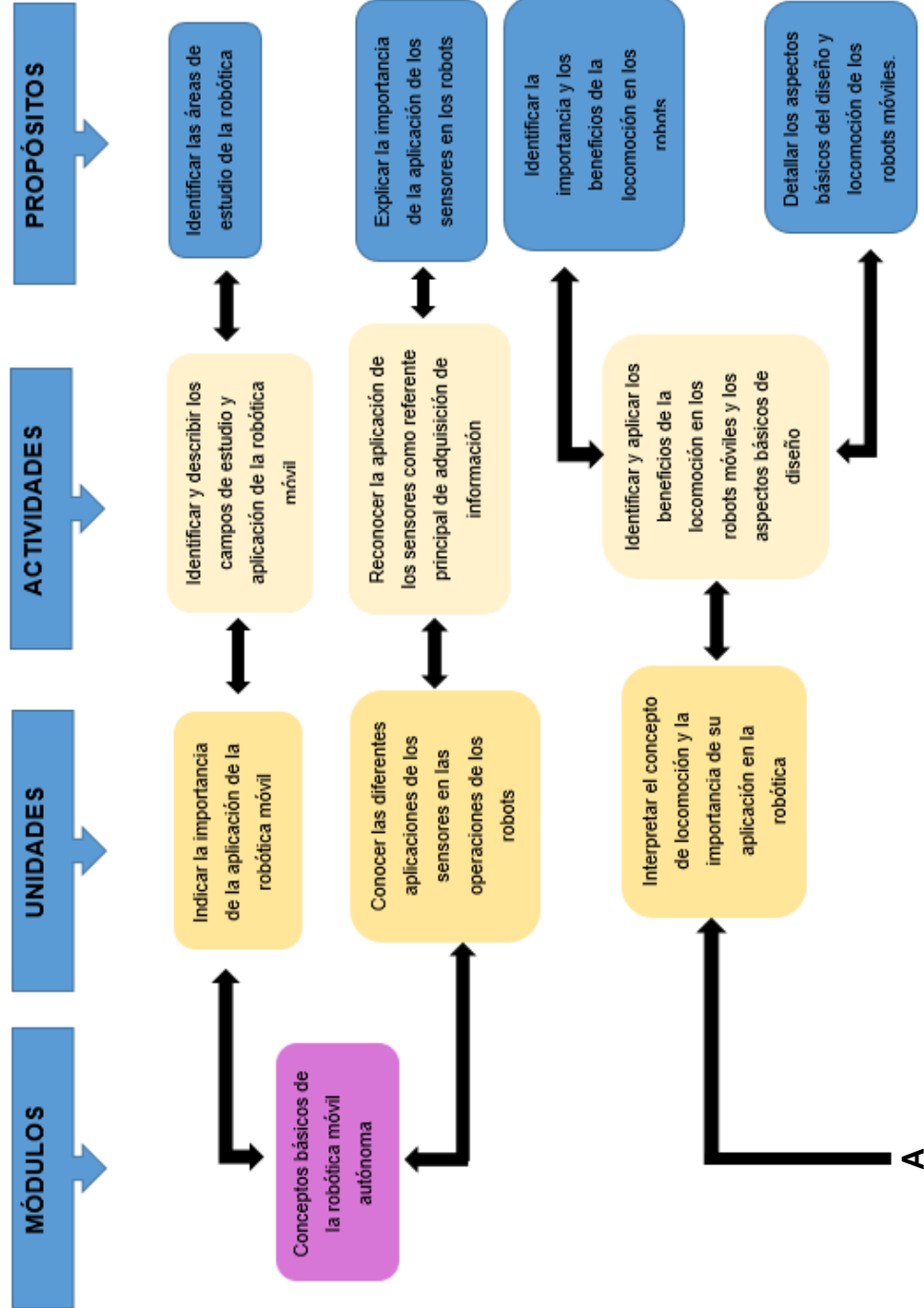
		<p>pasivo directo.</p> <p>9. Analizar las características de la programación por guiado pasivo por maniquí.</p> <p>10. Conocer la programación por guiado activo.</p> <p>11. Precisar las características de la programación por guiado activo básico.</p> <p>12. Reconocer las características de la programación por guiado activo extendido</p> <p>13. Definir el concepto de programación textual.</p> <p>14. Enumerar los tipos de programación</p>	<p>directo. (8)</p> <p>i. Aplicar en una herramienta de software matemático la programación por guiado pasivo directo. (8)</p> <p>j. Reconocer la programación por guiado pasivo por maniquí. (9)</p> <p>k. Aplicar en una herramienta de software matemático la programación por guiado pasivo por maniquí. (9)</p> <p>l. Reconocer la programación por guiado activo. (10)</p> <p>m. Aplicar en una herramienta de software matemático</p>	
--	--	--	--	--

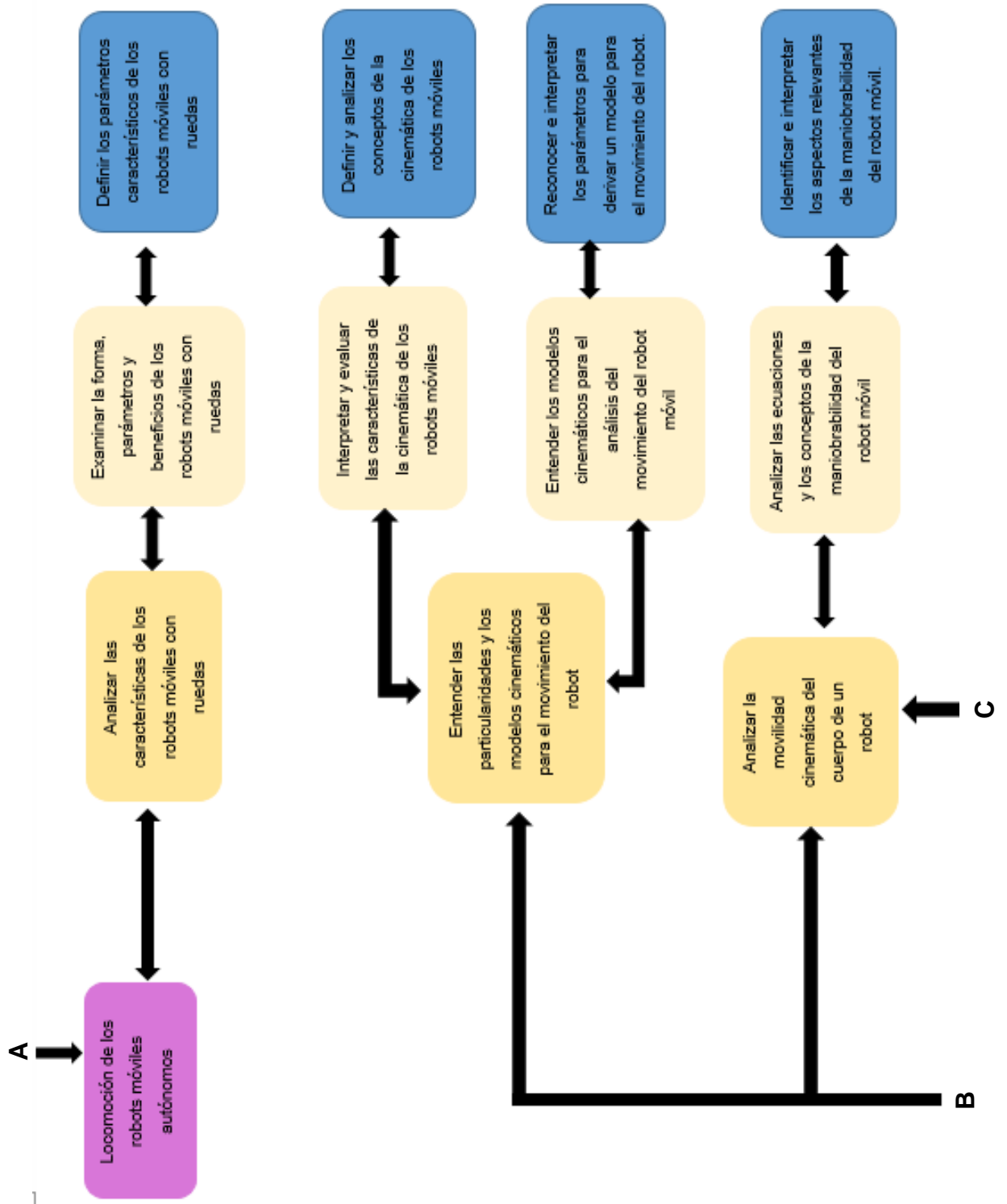
		<p>n textual.</p> <p>15. Analizar las características de la programación explícita.</p> <p>16. Reconocer las características de la programación implícita.</p>	<p>la programación por guiado activo. (10)</p> <p>n. Interpretar la programación por guiado activo pasivo. (11)</p> <p>o. Aplicar en una herramienta de software matemático la programación por guiado activo pasivo. (11)</p> <p>p. Interpretar la programación por guiado activo extendido. (12)</p> <p>q. Aplicar en una herramienta de software matemático la programación por guiado activo extendido.</p>	
--	--	--	---	--

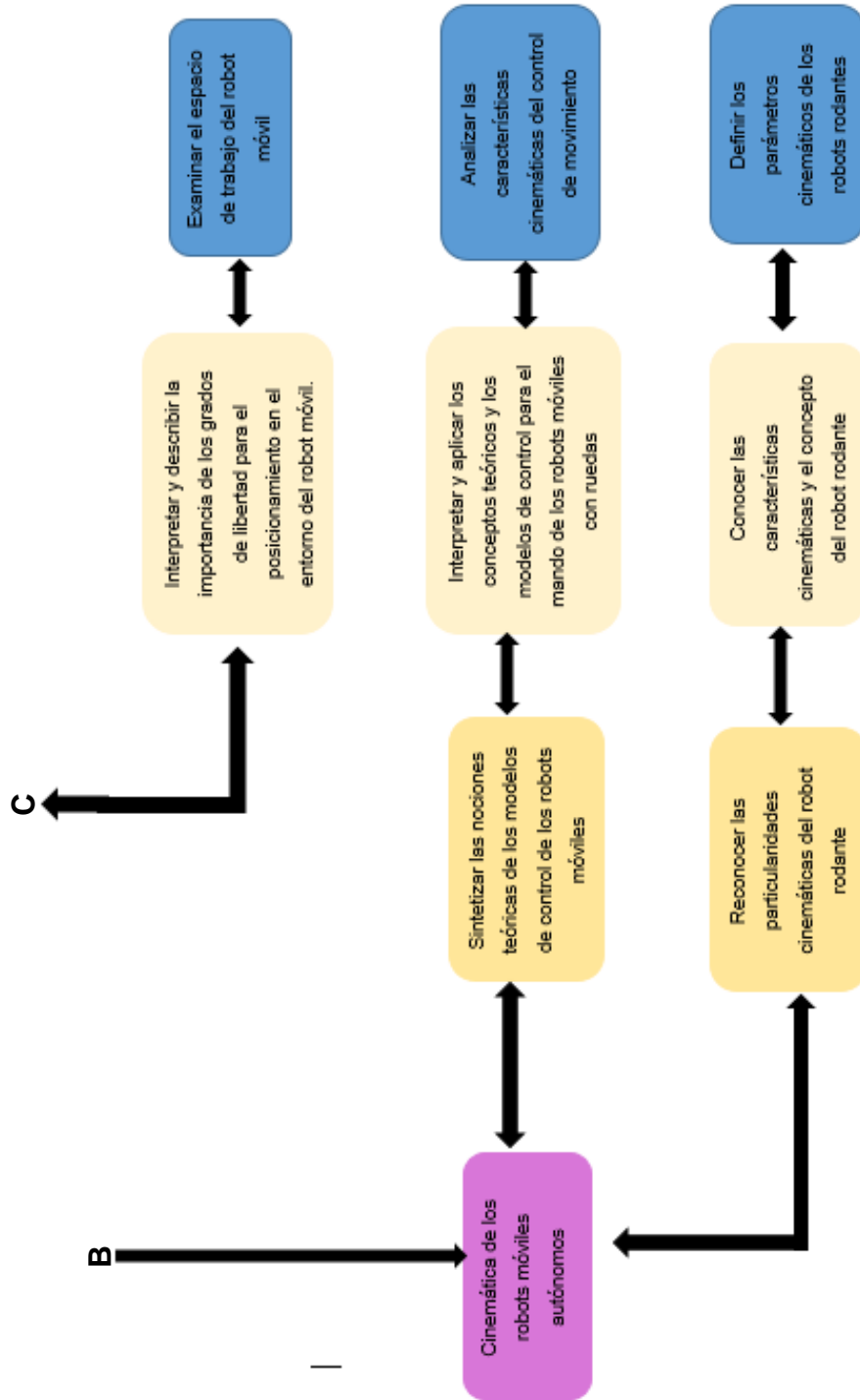
			<p>(12)</p> <p>r. Entender la programación textual. (13,14)</p> <p>s. Aplicar en una herramienta de software matemático la programación textual. (13,14)</p> <p>t. Reconocer la programación explícita. (15)</p> <p>u. Aplicar en una herramienta de software matemático la programación explícita. (15)</p> <p>v. Reconocer la programación implícita. (16)</p> <p>w. Aplicar en una herramienta de software</p>	
--	--	--	---	--

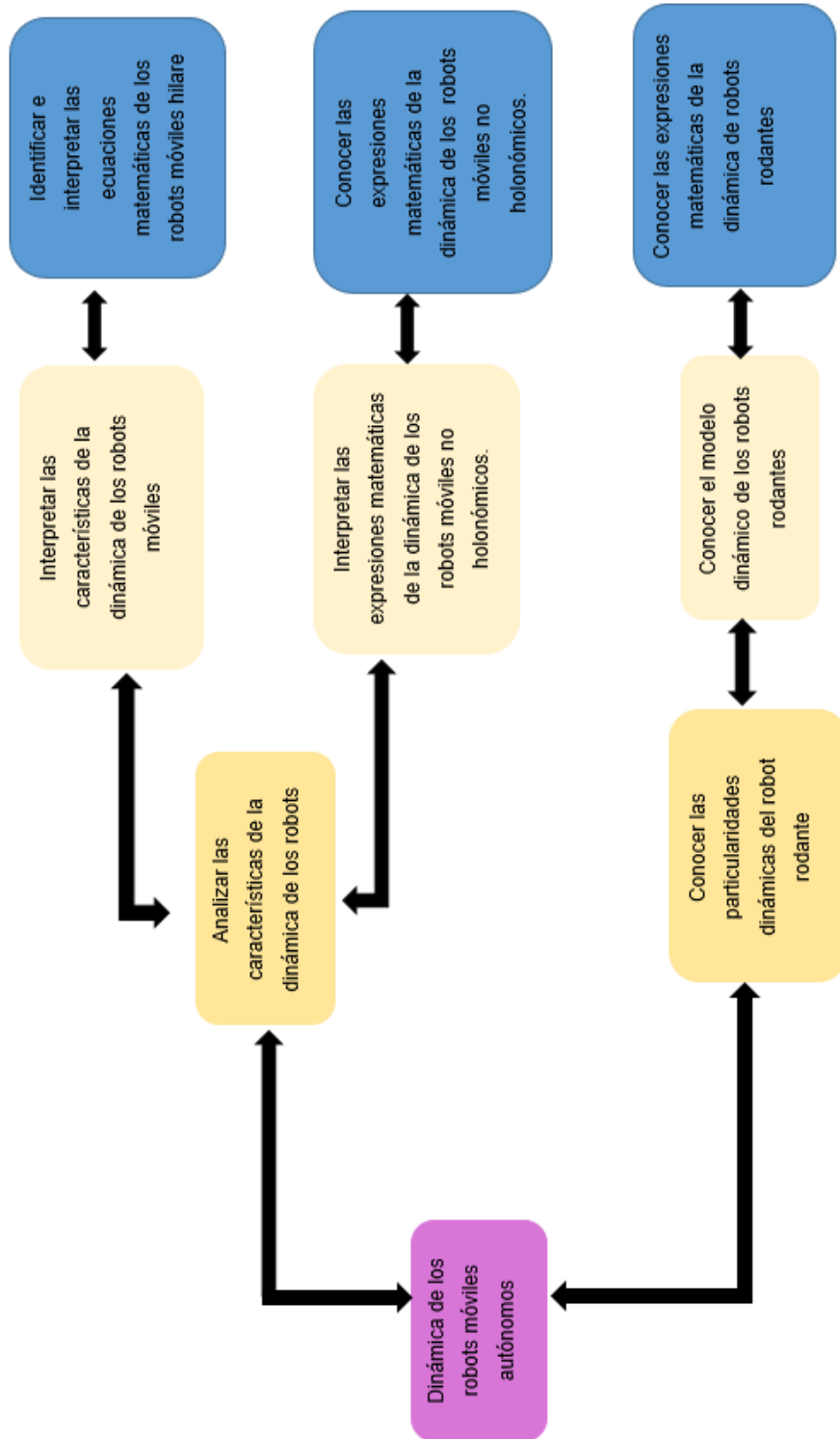
			matemático la programació n implícita. (16)	
--	--	--	---	--

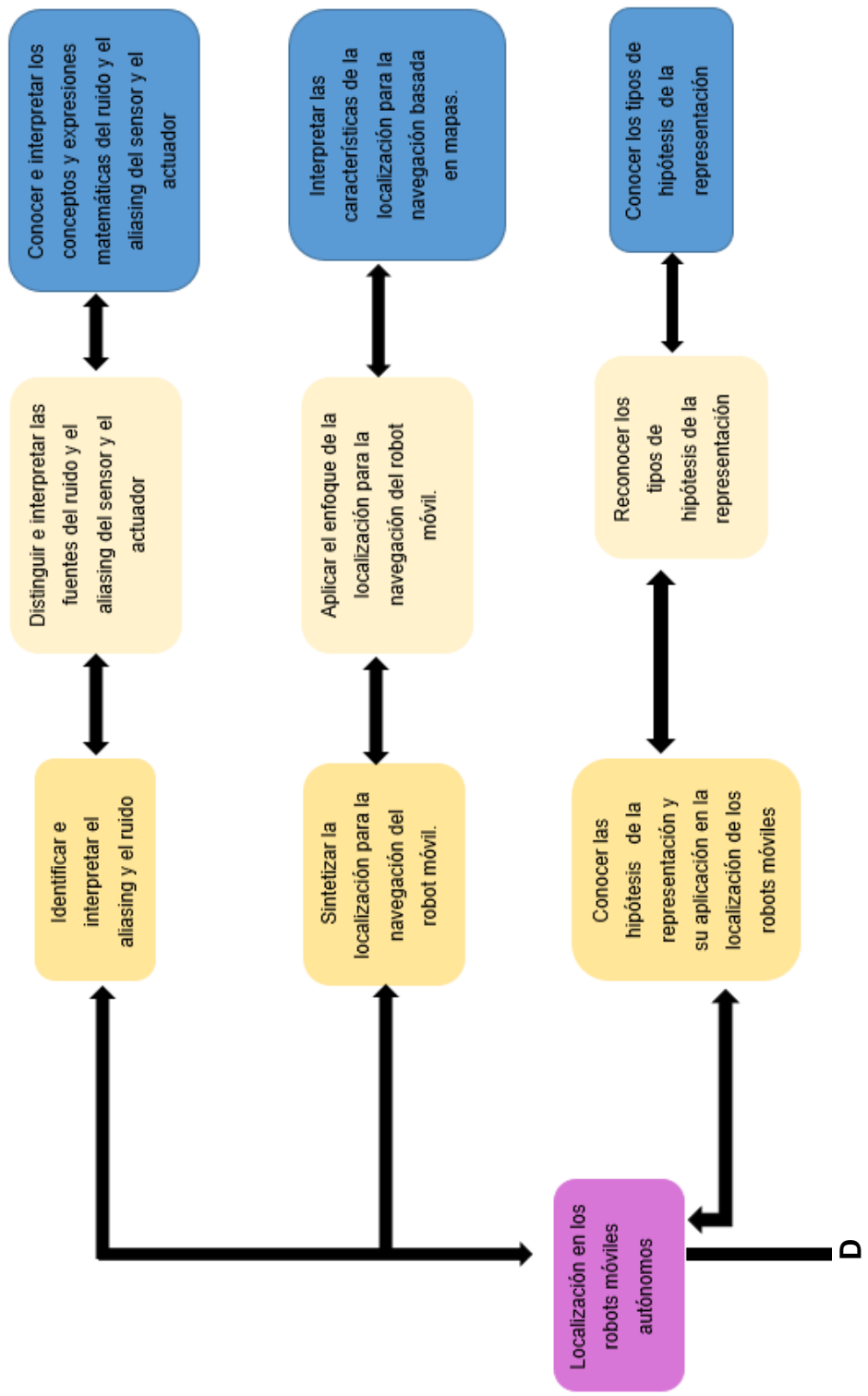
ANEXO G. ESTRUCTURACIÓN MODULAR

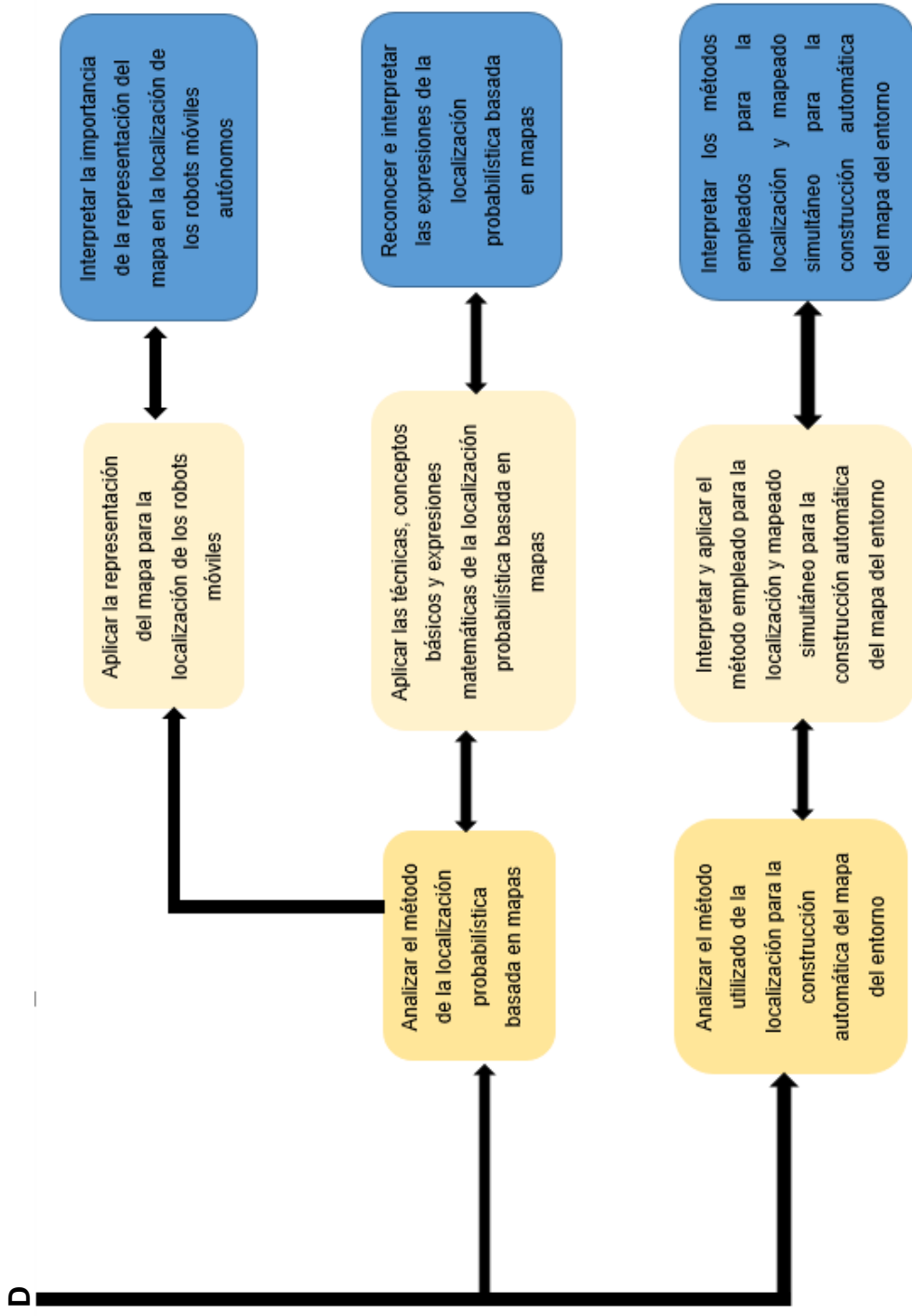


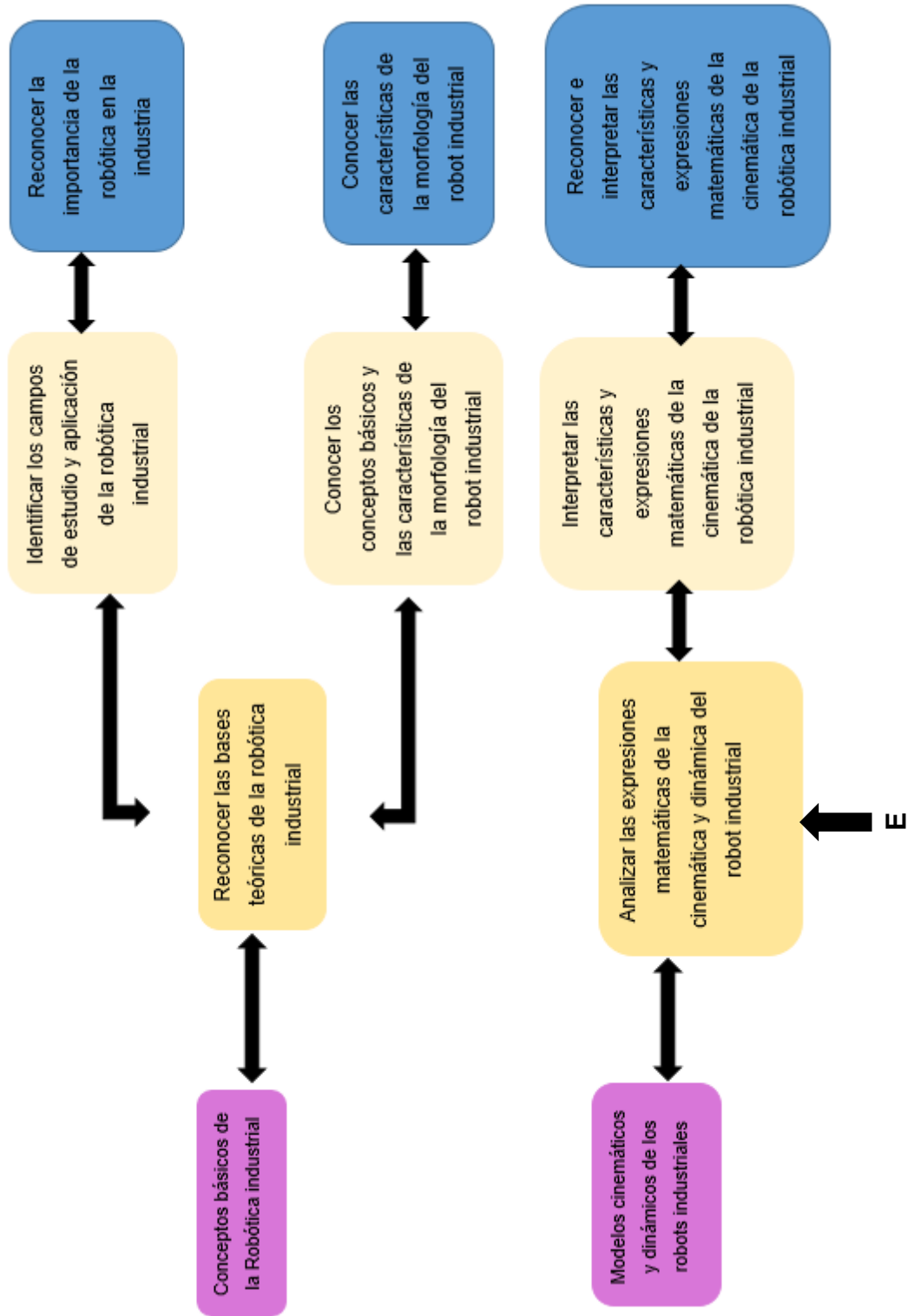


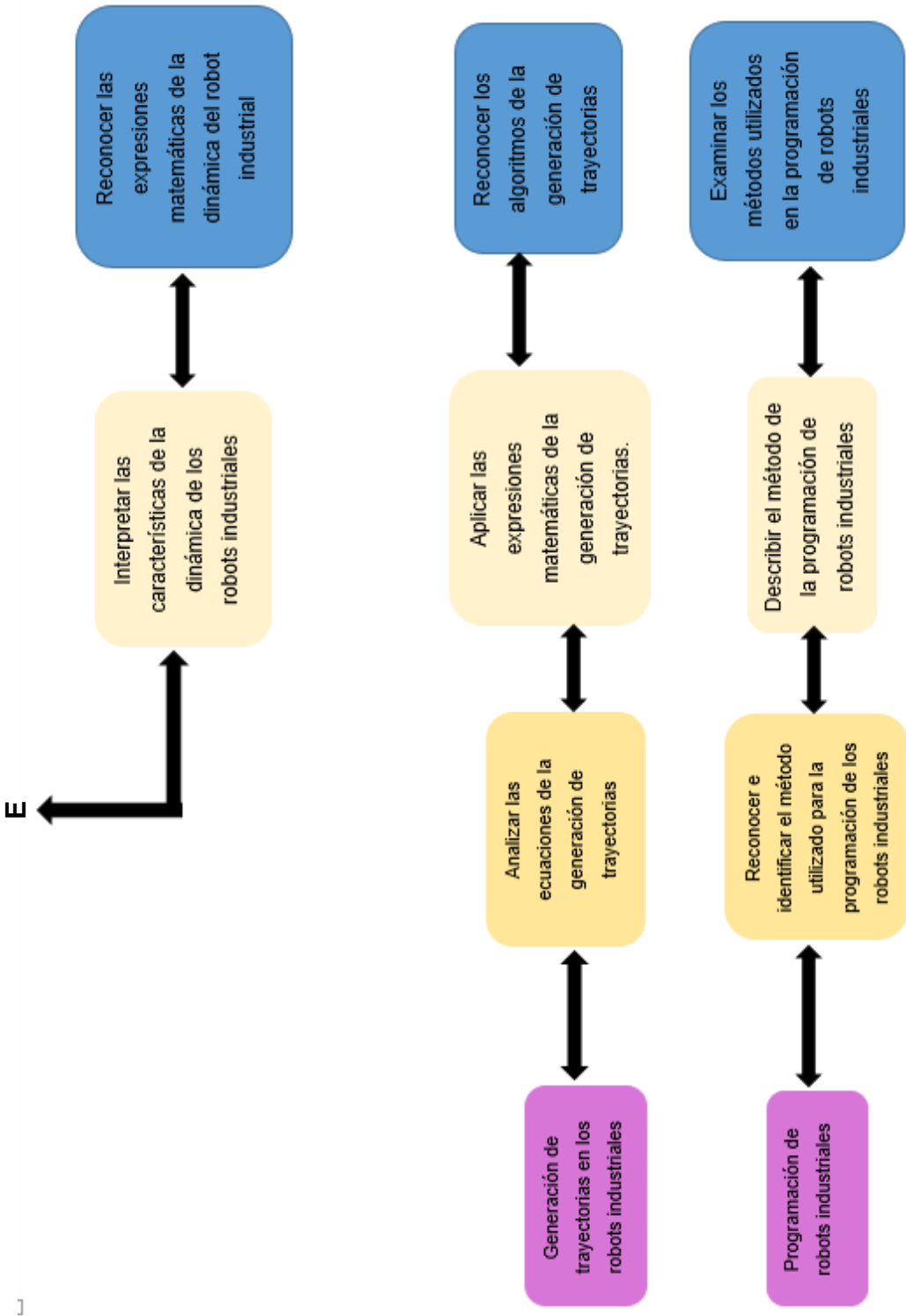




























ANEXO H. PLANEACIÓN CURRICULAR

	ROBÓTICA	PLANEACIÓN CURRICULAR
MODULO DE FORMACIÓN	Localización en los robots móviles autónomos	
UNIDAD DE APRENDIZAJE	Identificar el aliasing y el ruido del sensor	


MEDIOS DIDÁCTICOS	RECURSOS EDUCATIVOS	ESCENARIOS
<ul style="list-style-type: none">  Diapositivas  Guías o talleres de casos  Talleres de ejercicios y/o problemas  Materiales audiovisuales  Simulaciones  Recurso didáctico experimental 	<ul style="list-style-type: none">  Video Beam  Textos impresos: Libros, fotocopias, periódicos, documentos  Textos digitales  Software de simulación  Robot 	<ul style="list-style-type: none">  Aula de clases  Salones de conferencias

	ROBÓTICA	PLANEACIÓN CURRICULAR
MODULO DE FORMACIÓN	Localización en los robots móviles autónomos	
UNIDAD DE APRENDIZAJE	Identificar el aliasing y el ruido del sensor	
ACTIVIDAD DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE	Distinguir e interpretar las fuentes del ruido y el aliasing del sensor y el actuador	


DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD		METODOLOGÍA	
CRITERIOS	CONTENIDOS	METODOLOGÍA	
	CONCEPTUALES	Estrategias de enseñanza-aprendizaje	Técnica de enseñanza-aprendizaje
Conocer e interpretar los conceptos y expresiones matemáticas del ruido y el aliasing del sensor y el actuador	A. Conocer los conceptos e inconvenientes del ruido del sensor.	1. Aprendizaje interactivo 2. Aprendizaje colaborativo 3. Aprendizaje individual 4. Aprendizaje significativo	a. Exposición (1,2) b. Presentación participativa (1) c. Consulta (2,3) f. Ilustraciones (1,4)
	B. Discernir las fuentes que causan el ruido del actuador efector.	1. Aprendizaje interactivo 2. Aprendizaje colaborativo 3. Aprendizaje individual 4. Aprendizaje basado en problemas 5. Aprendizaje por descubrimiento 6. Aprendizaje significativo	a. Exposición (1,2) b. Presentación participativa (1) c. Consulta (2,3) d. Resolución y análisis de problemas (2,3,4) e. Práctica (2,5) f. Ilustraciones (1,6)

	ROBÓTICA	PLANEACIÓN CURRICULAR
MODULO DE FORMACIÓN	Localización en los robots móviles autónomos	
UNIDAD DE APRENDIZAJE	Identificar el aliasing y el ruido del sensor	
ACTIVIDAD DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE	Distinguir e interpretar las fuentes del ruido y el aliasing del sensor y el actuador	


DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD			
CRITERIOS	CONTENIDOS	METODOLOGÍA	
<p>Conocer e interpretar los conceptos y expresiones matemáticas del ruido y el aliasing del sensor y el actuador</p>	PROCEDIMENTALES	Estrategias de enseñanza-aprendizaje	Técnica de enseñanza-aprendizaje
	<p>C. Interpretar y explicar el significado del ruido y el aliasing del sensor (A)</p>	<p>1. Aprendizaje interactivo 2. Aprendizaje colaborativo 3. Aprendizaje individual 4. Aprendizaje significativo</p>	<p>a. Exposición (1,2) b. Presentación participativa (1) c. Consulta (2,3) f. Ilustraciones (1,4)</p>
	<p>D. Plantear alternativas para disminuir las fuentes que causan el ruido en el actuador efector.(B)</p>	<p>1. Aprendizaje interactivo 2. Aprendizaje colaborativo 3. Aprendizaje individual 4. Aprendizaje basado en problemas 5. Aprendizaje significativo</p>	<p>b. Presentación participativa (1) d. Resolución y análisis de problemas (2,3,4) c. Solución de casos (2,3) f. Ilustraciones (1,5)</p>














	ROBÓTICA	PLANEACIÓN CURRICULAR
MODULO DE FORMACIÓN	Localización en los robots móviles autónomos	
UNIDAD DE APRENDIZAJE	Identificar el aliasing y el ruido del sensor	
ACTIVIDAD DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE	Distinguir e interpretar las fuentes del ruido y el aliasing del sensor y el actuador	


EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	EVALUACIÓN	
CONOCIMIENTO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
1. Define el concepto de ruido del sensor. (A)	1. Diagramas de información 2. Actividades complementarias	a. Tabla (1) b. Esquema (1,2)
2. Identifica los inconvenientes del ruido del sensor. (A)	1. Diagramas de información 2. Actividades complementarias 3. Prueba o examen	a. Tabla (1) b. Mapa conceptual (1,2) c. Cuestionario (3) e. Test (3)
3. Define fuentes de ruido del actuador efector. (B)	1. Diagramas de información 2. Actividades complementarias	a. Tabla (1) b. Esquema (1,2)
4. Conoce alternativas para la solución de las fuentes de ruido del actuador efector. (B)	1. Diagramas de información 2. Actividades complementarias 3. Prueba o examen	a. Tabla (1) b. Mapa conceptual (1) c. Cuestionario (3) e. Test (3) ejercicios practcos

	ROBÓTICA	PLANEACIÓN CURRICULAR
MODULO DE FORMACIÓN	Localización en los robots móviles autónomos	
UNIDAD DE APRENDIZAJE	Identificar el aliasing y el ruido del sensor	
ACTIVIDAD DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE	Distinguir e interpretar las fuentes del ruido y el aliasing del sensor y el actuador	


DESEMPEÑO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
5. Deduce alternativas para reducir el ruido del sensor. (A)	1. Actividades complementarias 2. Prueba o examen 3. Seguimiento de actividades	a. Test (1,2) b. Autoevaluación (3) c. Resumen (1) d. Esquema (2)
6. Infiere alternativas para reducir las fuentes de ruido del actuador efector. (B)	1. Actividades complementarias 2. Prueba o examen 3. Seguimiento de actividades	a. Test (1,2) b. Autoevaluación (3) c. Resumen (1) d. Esquema (2)
PRODUCTO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
7. Aplica la solución más adecuada para reducir el ruido del sensor. (A)	1. Actividades complementarias 2. Prueba o examen 3. Seguimiento de actividades	a. Test (1,2) b. Autoevaluación (3) c. Resumen (1) d. Esquema (2)
8. Aplica la solución más adecuada para reducir las fuentes de ruido del actuador efector. (B)	1. Actividades complementarias 2. Prueba o examen 3. Seguimiento de actividades	a. Test (1,2) b. Autoevaluación (3) c. Resumen (1) d. Esquema (2)

	ROBÓTICA	PLANEACIÓN CURRICULAR
MODULO DE FORMACIÓN	Localización en los robots móviles autónomos	
UNIDAD DE APRENDIZAJE	Sintetizar la localización para la navegación del robot móvil.	


MEDIOS DIDÁCTICOS	RECURSOS EDUCATIVOS	ESCENARIOS
<ul style="list-style-type: none">  Diapositivas  Guías o talleres de casos  Talleres de ejercicios y/o problemas  Materiales audiovisuales  Simulaciones  Recurso didáctico experimental 	<ul style="list-style-type: none">  Video Beam  Textos impresos: Libros, fotocopias, periódicos, documentos  Textos digitales  Software de simulación  Robot 	<ul style="list-style-type: none">  Aula de clases  Salones de conferencias

	ROBÓTICA	PLANEACIÓN CURRICULAR
MÓDULO DE FORMACIÓN	Localización en los robots móviles autónomos	
UNIDAD DE APRENDIZAJE	Sintetizar la localización para la navegación del robot móvil.	
ACTIVIDAD DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE	Aplicar el enfoque de la localización para la navegación del robot móvil.	


DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD			
CRITERIOS	CONTENIDOS	METODOLOGÍA	
Interpretar las características de la localización para la navegación basada en mapas.	CONCEPTUALES	Estrategias de enseñanza-	Técnica de enseñanza-aprendizaje
	A. Enumerar las ventajas claves de la localización para la navegación y las soluciones programadas.	1. Aprendizaje interactivo 2. Aprendizaje colaborativo 3. Aprendizaje individual 4. Aprendizaje significativo	a. Exposición (1,2) b. Presentación participativa (1) c. Consulta (2,3) f. Ilustraciones (1,4)

	ROBÓTICA	PLANEACIÓN CURRICULAR
MODULO DE FORMACIÓN	Localización en los robots móviles autónomos	
UNIDAD DE APRENDIZAJE	Sintetizar la localización para la navegación del robot móvil.	
ACTIVIDAD DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	Aplicar el enfoque de la localización para la navegación del robot móvil.	


DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD			
CRITERIOS	CONTENIDOS	METODOLOGÍA	
Interpretar las características de la localización para la navegación basada en mapas	PROCEDIMENTALES	Estrategias de enseñanza-aprendizaje	Técnica de enseñanza-aprendizaje
	Aplicar el enfoque de la localización para la navegación y las soluciones programadas para la navegación del robot.(1)	1. Aprendizaje interactivo 2. Aprendizaje colaborativo 3. Aprendizaje individual 4. Aprendizaje basado en problemas 5. Aprendizaje por descubrimiento 6. Aprendizaje significativo	a. Exposición (1,2) b. Presentación participativa (1) c. Consulta (2,3) d. Resolución y análisis de problemas (2,3,4) e. Práctica (2,5) f. Ilustraciones (1,6)














	ROBÓTICA	PLANEACIÓN CURRICULAR
MODULO DE FORMACIÓN	Localización en los robots móviles autónomos	
UNIDAD DE APRENDIZAJE	Sintetizar la localización para la navegación del robot móvil.	
ACTIVIDAD DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE	Aplicar el enfoque de la localización para la navegación del robot móvil.	


EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	EVALUACIÓN	
CONOCIMIENTO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE
1. Define el enfoque de la técnica de la localización basada en navegación y las soluciones programadas para la navegación del robot (A)	1. Diagramas de información 2. Actividades complementarias 3. Prueba o examen	a. Tabla (1) b. Mapa conceptual (1,2) c. Cuestionario (3) e. Test (3)
2. Identifica las diferencias entre una arquitectura para navegación basada en comportamiento y una arquitectura para navegación	1. Diagramas de información 2. Actividades complementarias 3. Prueba o examen	a. Tabla (1) b. Mapa conceptual (1,2) c. Cuestionario (3) e. Test (3)
3. Identifica la arquitectura para navegación hacia la solución de un problema específico. (A)	1. Diagramas de información 2. Actividades complementarias 3. Prueba o examen	a. Tabla (1) b. Mapa conceptual (1,2) c. Cuestionario (3) e. Test (3)

	ROBÓTICA	PLANEACIÓN CURRICULAR
MODULO DE FORMACIÓN	Localización en los robots móviles autónomos	
UNIDAD DE APRENDIZAJE	Sintetizar la localización para la navegación del robot móvil.	
ACTIVIDAD DE ENSEÑANZA-	Aplicar el enfoque de la localización para la navegación del robot	


DESEMPEÑO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
1. Explica el funcionamiento de navegación basada en comportamiento. (A)	1. Actividades complementarias 2. Prueba o examen 3. Seguimiento de actividades	a. Test (1,2) b. Autoevaluación (3) c. Resumen (1) d. Esquema (2,4)
2. Explica el funcionamiento de navegación basada en mapas (A)	1. Actividades complementarias 2. Prueba o examen 3. Seguimiento de actividades	a. Test (1,2) b. Autoevaluación (3) c. Resumen (1) d. Esquema (2,4)
3. Deduce la arquitectura para navegación más óptima hacia la solución de un problema específico.	1. Actividades complementarias 2. Prueba o examen 3. Seguimiento de actividades	b. Test (1,2) c. Autoevaluación (3) d. Resumen (1) e. Esquema (2,4)
PRODUCTO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
4. Aplica la arquitectura para navegación más óptima hacia la solución de un problema específico. (A)	1. Actividades complementarias 2. Prueba o examen 3. Seguimiento de actividades	a. Test (1,2) b. Autoevaluación (3) c. Resumen (1) d. Taller (2)

	ROBÓTICA	PLANEACIÓN CURRICULAR
MODULO DE FORMACIÓN	Localización en los robots móviles autónomos	
UNIDAD DE APRENDIZAJE	Conocer las hipótesis de la representación y su aplicación en la localización de los robots móviles	


MEDIOS DIDÁCTICOS	RECURSOS EDUCATIVOS	ESCENARIOS
<ul style="list-style-type: none">  Diapositivas  Guías o talleres de casos  Talleres de ejercicios y/o problemas  Materiales audiovisuales  Simulaciones  Recurso didáctico experimental 	<ul style="list-style-type: none">  Video Beam  Textos impresos: Libros, fotocopias, periódicos, documentos  Textos digitales  Software de simulación  Robot 	<ul style="list-style-type: none">  Aula de clases  Salones de conferencias

	ROBÓTICA	PLANEACIÓN CURRICULAR
MODULO DE FORMACIÓN	Localización en los robots móviles autónomos	
UNIDAD DE APRENDIZAJE	Conocer las hipótesis de la representación y su aplicación en la	
ACTIVIDAD DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE	Reconocer los tipos de ideas de la representación	


DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD			
CRITERIOS	CONTENIDOS	METODOLOGÍA	
Conocer y discernir los tipos problemas de la representación	CONCEPTUALES	Estrategias de enseñanza-aprendizaje	Técnica de enseñanza-aprendizaje
	A. Definir la idea de la representación	1. Aprendizaje interactivo 2. Aprendizaje colaborativo 3. Aprendizaje individual 4. Aprendizaje significativo	a. Exposición (1,2) b. Presentación participativa (1) c. Consulta (2,3) f. Ilustraciones (1,4)
	B. Analizar la idea de hipótesis única y de múltiples hipótesis	1. Aprendizaje interactivo 2. Aprendizaje colaborativo 3. Aprendizaje individual 4. Aprendizaje significativo	a. Exposición (1,2) b. Presentación participativa (1) c. Consulta (2,3) f. Ilustraciones (1,4)

	ROBÓTICA	PLANEACIÓN CURRICULAR
MODULO DE FORMACIÓN	Localización en los robots móviles autónomos	
UNIDAD DE APRENDIZAJE	Conocer las hipótesis de la representación y su aplicación en la localización de los robots móviles	
ACTIVIDAD DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	Reconocer los tipos de ideas de la representación	


DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD			
CRITERIOS	CONTENIDOS	METODOLOGÍA	
Conocer y discernir los tipos problemas de la representación	PROCEDIMENTALES	Estrategias de enseñanza-aprendizaje	Técnica de enseñanza-aprendizaje
	1. Plantear ejemplos de la idea de única hipótesis y de múltiples hipótesis. (A,B)	1. Aprendizaje interactivo 2. Aprendizaje colaborativo 3. Aprendizaje individual 4. Aprendizaje basado en problemas 5. Aprendizaje significativo	b. Presentación participativa (1) d. Resolución y análisis de problemas (2,3,4) c. Solución de casos (2,3) f. Ilustraciones (1,5)
	2. Evaluar las ventajas y desventajas de la idea de única hipótesis y de múltiples hipótesis. (A,B)	1. Aprendizaje interactivo 2. Aprendizaje colaborativo 3. Aprendizaje individual 4. Aprendizaje basado en problemas 5. Aprendizaje significativo	b. Presentación participativa (1) d. Resolución y análisis de problemas (2,3,4) c. Solución de casos (2,3) f. Ilustraciones (1,5)














	ROBÓTICA	PLANEACIÓN CURRICULAR
MODULO DE FORMACIÓN	Localización en los robots móviles autónomos	
UNIDAD DE APRENDIZAJE	Conocer las hipótesis de la representación y su aplicación en la	
ACTIVIDAD DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE	Reconocer los tipos de ideas de la representación	


EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	EVALUACIÓN	
CONOCIMIENTO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE
1. Enumera las hipótesis de la representación de la posición del robot (A,B)	1. Diagramas de información 2. Actividades complementarias 3. Prueba o examen	a. Tabla (1) b. Mapa conceptual (1) c. Cuestionario (3) e. Test (3)
2. Nombra las diferencias entre los tipos de hipótesis de la representación (A,B)	1. Diagramas de información 2. Actividades complementarias 3. Prueba o examen	a. Tabla (1) b. Mapa conceptual (1) c. Cuestionario (3) e. Test (3)
3. Define los tipos de hipótesis de la representación (A,B)	1. Diagramas de información 2. Actividades complementarias 3. Prueba o examen	a. Tabla (1) b. Mapa conceptual (1) c. Cuestionario (3) e. Test (3)

	ROBÓTICA	PLANEACIÓN CURRICULAR
MODULO DE FORMACIÓN	Localización en los robots móviles autónomos	
UNIDAD DE APRENDIZAJE	Conocer las hipótesis de la representación y su aplicación en la	
ACTIVIDAD DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE	Reconocer los tipos de ideas de la representación	


DESEMPEÑO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE
1. Nombra la ventaja principal de la representación de múltiples hipótesis (A,B)	1. Actividades complementarias 2. Prueba o examen 3. Seguimiento de actividades	a. Test (1,2) b. Autoevaluación (3) c. Resumen (1) d. Esquema (2)
2. Explica la óptima aplicación de idea de hipótesis única (A,B)	1. Actividades complementarias 2. Prueba o examen 3. Seguimiento de actividades	a. Test (1,2) b. Autoevaluación (3) c. Resumen (1) d. Esquema (2)
3. Nombra la ventaja principal de la representación de hipótesis única (A,B)	1. Actividades complementarias 2. Prueba o examen 3. Seguimiento de actividades	a. Test (1,2) b. Autoevaluación (3) c. Resumen (1) d. Esquema (2)
4. Explica la óptima aplicación de idea de múltiples hipótesis (A,B)	1. Actividades complementarias 2. Prueba o examen 3. Seguimiento de actividades	a. Test (1,2) b. Autoevaluación (3) c. Resumen (1) d. Esquema (2)
PRODUCTO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
5. Aplica la idea de representación más óptima para la posición del robot. (B)	1. Actividades complementarias 2. Prueba o examen 3. Seguimiento de actividades	a. Test (1,2) b. Autoevaluación (3) c. Resumen (1) d. Taller (2)

	ROBÓTICA	PLANEACIÓN CURRICULAR
MODULO DE FORMACIÓN	Localización en los robots móviles autónomos	
UNIDAD DE APRENDIZAJE	Entender el método de la localización probabilística basada en	

MEDIOS DIDÁCTICOS	RECURSOS EDUCATIVOS	ESCENARIOS
<ul style="list-style-type: none">  Diapositivas  Guías o talleres de casos  Talleres de ejercicios y/o problemas  Materiales audiovisuales  Simulaciones  Recurso didáctico experimental 	<ul style="list-style-type: none">  Video Beam  Textos impresos: Libros, fotocopias, periódicos, documentos  Textos digitales  Software de simulación  Robot 	<ul style="list-style-type: none">  Aula de clases  Salones de conferencias


	ROBÓTICA	PLANEACIÓN CURRICULAR
MODULO DE FORMACIÓN	Localización en los robots móviles autónomos	
UNIDAD DE APRENDIZAJE	Entender el método de la localización probabilística basada en	
ACTIVIDAD DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE	Aplicar la representación del mapa para la localización de los robots móviles	

DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD			
CRITERIOS	CONTENIDOS	METODOLOGÍA	
<p>Interpretar la importancia de la representación del mapa en la localización de los robots móviles autónomos.</p>	CONCEPTUALES	Estrategias de enseñanza-aprendizaje	Técnica de enseñanza-aprendizaje
	A. Definir las relaciones fundamentales para elegir una representación del mapa adecuada	1. Aprendizaje interactivo 2. Aprendizaje colaborativo 3. Aprendizaje individual 4. Aprendizaje basado en problemas 5. Aprendizaje por descubrimiento 6. Aprendizaje significativo	a. Exposición (1,2) b. Presentación participativa (1) c. Consulta (2,3) d. Resolución y análisis de problemas (2,3,4) e. Práctica (2,5) f. Ilustraciones (1,6)
	B. Examinar las representaciones continuas.	1. Aprendizaje interactivo 2. Aprendizaje colaborativo 3. Aprendizaje individual 4. Aprendizaje significativo	a. Exposición (1,2) b. Presentación participativa (1) c. Consulta (2,3) f. Ilustraciones (1,4)
C. Entender las estrategias de descomposición del área de trabajo.	1. Aprendizaje interactivo 2. Aprendizaje colaborativo 3. Aprendizaje individual 4. Aprendizaje basado en problemas 5. Aprendizaje por descubrimiento 6. Aprendizaje significativo	1. Aprendizaje interactivo 2. Aprendizaje colaborativo 3. Aprendizaje individual 4. Aprendizaje basado en problemas 5. Aprendizaje por descubrimiento 6. Aprendizaje significativo	a. Exposición (1,2) b. Presentación participativa (1) c. Consulta (2,3) d. Resolución y análisis de problemas (2,3,4) e. Práctica (2,5) f. Ilustraciones (1,6)


	ROBÓTICA	PLANEACIÓN CURRICULAR
MODULO DE FORMACIÓN	Localización en los robots móviles autónomos	
UNIDAD DE APRENDIZAJE	Entender el método de la localización probabilística basada en	
ACTIVIDAD DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	Aplicar la representación del mapa para la localización de los robots móviles	

DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD			
CRITERIOS	CONTENIDOS	METODOLOGÍA	
Interpretar la importancia de la representación del mapa en la localización de los robots móviles autónomos	PROCEDIMENTALES	Estrategias de enseñanza-aprendizaje	Técnica de enseñanza-aprendizaje
	1. Aplicar las relaciones fundamentales para elegir una representación del mapa adecuada. (A)	1. Aprendizaje interactivo 2. Aprendizaje colaborativo 3. Aprendizaje individual 4. Aprendizaje basado en problemas 5. Aprendizaje significativo	a. Presentación participativa (1) b. Resolución y análisis de problemas (2,3,4) d. Solución de casos (2,3) e. Ilustraciones (1,5)
	2. Expresar los objetivos de las representaciones continuas del mapa. (B)	1. Aprendizaje interactivo 2. Aprendizaje colaborativo 3. Aprendizaje individual 4. Aprendizaje significativo	a. Exposición (1,2) b. Presentación participativa (1) c. Consulta (2,3) d. Ilustraciones (1,4)
3. Aplicar las estrategias de descomposición del mapa a un área de trabajo. (C)	1. Aprendizaje interactivo 2. Aprendizaje colaborativo 3. Aprendizaje individual 4. Aprendizaje basado	a. Presentación participativa (1) b. Resolución y análisis de problemas (2,3,4) c. Solución de casos (2,3)	

		en problemas 5. Aprendizaje significativo	d. Ilustraciones (1,5)
--	--	--	------------------------


	ROBÓTICA	PLANEACIÓN CURRICULAR
MODULO DE FORMACIÓN	Localización en los robots móviles autónomos	
UNIDAD DE APRENDIZAJE	Entender el método de la localización probabilística basada en mapas	
ACTIVIDAD DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	Aplicar la representación del mapa para la localización de los robots móviles	

EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	EVALUACIÓN	
CONOCIMIENTO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
1. Recuerda las relaciones fundamentales para elegir una representación del mapa	1. Diagramas de información 2. Actividades complementarias	a. Tabla (1) b. Esquema (1,2)
2. Nombra la ventaja clave de las representaciones continuas del mapa. (B)	1. Diagramas de información 2. Actividades complementarias	a. Tabla (1) b. Esquema (1,2)
3. Definir la función de las estrategias de descomposición (C)	1. Diagramas de información 2. Actividades complementarias 3. Prueba o examen	a. Tabla (1) b. Mapa conceptual (1,2) c. Cuestionario (3) e. Test (3)
4. Enumerar las técnicas de representación de mapa utilizados en la robótica móvil (C)	1. Diagramas de información 2. Actividades complementarias 3. Prueba o examen	a. Tabla (1) b. Mapa conceptual (1,2) c. Cuestionario (3) e. Test (3)

	ROBÓTICA	PLANEACIÓN CURRICULAR
MODULO DE FORMACIÓN	Localización en los robots móviles autónomos	
UNIDAD DE APRENDIZAJE	Entender el método de la localización probabilística basada en mapas	


ACTIVIDAD DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE	Aplicar la representación del mapa para la localización de los robots móviles
--	---

DESEMPEÑO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
1. Describe el funcionamiento de la representación continua del mapa. (B)	1. Actividades complementarias 2. Prueba o examen 3. Seguimiento de actividades	a. Test (1,2) b. Autoevaluación (3) c. Resumen (1) d. Esquema (2)
2. Identifica algunos ejemplos de los diferentes tipos de representaciones de mapa	1. Actividades complementarias 2. Prueba o examen 3. Seguimiento de actividades	a. Test (1,2) b. Autoevaluación (3) c. Resumen (1) d. Esquema (2)
3. Describe una representación del mapa adecuada para el posicionamiento del robot (A,B,C)	1. Actividades complementarias 2. Prueba o examen 3. Seguimiento de actividades	a. Test (1,2) b. Autoevaluación (3) c. Resumen (1) d. Esquema (2)
PRODUCTO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
4. Emplea la representación del mapa más óptima para la posición del robot. (B)	1. Actividades complementarias 2. Prueba o examen 3. Seguimiento de actividades	a. Test (1,2) b. Autoevaluación (3) c. Resumen (1) d. Esquema (2)

	ROBÓTICA	PLANEACIÓN CURRICULAR
MODULO DE FORMACIÓN	Localización en los robots móviles autónomos	
UNIDAD DE APRENDIZAJE	Entender el método de la localización probabilística basada en mapas	
ACTIVIDAD DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE	Aplicar las técnicas, conceptos básicos y expresiones matemáticas de la localización probabilística basada en mapas	

DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD			
CRITERIOS	CONTENIDOS	METODOLOGÍA	
Reconocer e interpretar las expresiones de la localización probabilística basada en mapas	CONCEPTUALES	Estrategias de enseñanza-aprendizaje	Técnica de enseñanza-aprendizaje
	A. Conocer la aplicación de la localización probabilística basada en mapas.	1. Aprendizaje interactivo 2. Aprendizaje colaborativo 3. Aprendizaje individual 4. Aprendizaje significativo	a. Exposición (1,2,3) b. Presentación participativa (1) c. Consulta (2,3) d. Ilustraciones (1,4)
	B. Aprender los conceptos básicos de la teoría de la probabilidad.	1. Aprendizaje colaborativo 2. Aprendizaje interactivo 3. Aprendizaje individual 4. Aprendizaje significativo	a. Exposición (1,2) b. Presentación participativa (2) c. Consulta (1,3) d. Diagramas (2,4)
	C. Conocer la terminología de la localización probabilística basada en mapas	1. Aprendizaje colaborativo 2. Aprendizaje interactivo 3. Aprendizaje individual 4. Aprendizaje significativo	a. Exposición (1,2) b. Presentación participativa (2) c. Consulta (1,3) d. Diagramas (2,4)
	D. Interpretar los conceptos fundamentales para la localización probabilística basada en mapas.	1. Aprendizaje interactivo 2. Aprendizaje colaborativo 3. Aprendizaje individual 4. Aprendizaje significativo	a. Exposición (1,2,3) b. Presentación participativa (1) c. Consulta (2,3) d. Ilustraciones (1,4)
	E. Entender la clasificación y la diferencia de los problemas de localización.	1. Aprendizaje interactivo 2. Aprendizaje colaborativo 3. Aprendizaje individual 4. Aprendizaje significativo	a. Presentación participativa (1) b. Exposición (1,2,3) c. Consulta (1,2) d. Ilustraciones (1,4) e. Diagramas (1,4)
	F. Dominar las características de la localización de Markov.	1. Aprendizaje interactivo 2. Aprendizaje colaborativo 3. Aprendizaje individual 4. Aprendizaje significativo	a. Presentación participativa (1) b. Exposición (1,2,3) c. Consulta (1,2) d. Ilustraciones (1,4) e. Diagramas (1,4)
	G. Definir el concepto de localización del filtro de	1. Aprendizaje colaborativo 2. Aprendizaje	a. Exposición (1,2) b. Presentación participativa (2)

	Kalman.	interactivo 3. Aprendizaje individual 4. Aprendizaje significativo	c. Consulta (1,3) d. Diagramas (2,4)
	H. objetivos de la localización del filtro de Kalman.	1. Aprendizaje interactivo 2. Aprendizaje colaborativo 3. Aprendizaje individual 4. Aprendizaje significativo	a. Exposición (1,2,3) b. Presentación participativa (1) c. Consulta (2,3) d. Ilustraciones (1,4)
	I. Reconocer la localización del filtro de Kalman aplicado a los robots móviles.	1. Aprendizaje interactivo 2. Aprendizaje colaborativo 3. Aprendizaje individual 4. Aprendizaje significativo	a. Exposición (1,2,3) b. Presentación participativa (1) c. Consulta (2,3) d. Ilustraciones (1,4)
	J. Enumerar las etapas para la localización de un robot por medio del filtro de Kalman.	1. Aprendizaje interactivo 2. Aprendizaje colaborativo 3. Aprendizaje individual 4. Aprendizaje significativo	a. Presentación participativa (1) b. Exposición (1,2,3) c. Consulta (1,2) d. Ilustraciones (1,4) e. Diagramas (1,4)
	K. Definir las etapas para la localización de un robot por medio del filtro de Kalman	1. Aprendizaje interactivo 2. Aprendizaje colaborativo 3. Aprendizaje individual 4. Aprendizaje significativo	a. Presentación participativa (1) b. Exposición (1,2,3) c. Consulta (1,2) d. Ilustraciones (1,4) e. Diagramas (1,4)


	ROBÓTICA	PLANEACIÓN CURRICULAR
MODULO DE FORMACIÓN	Localización en los robots móviles autónomos	
UNIDAD DE APRENDIZAJE	Entender el método de la localización probabilística basada en mapas	
ACTIVIDAD DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	Aplicar las técnicas, conceptos básicos y expresiones matemáticas de la localización probabilística basada en mapas	

DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD		
CRITERIOS	CONTENIDOS	METODOLOGÍA

	PROCEDIMENTALES	Estrategias de enseñanza-aprendizaje	Técnica de enseñanza-aprendizaje
Reconocer e interpretar las expresiones de la localización probabilística basada en mapas	1. Aplicar las técnicas de la localización probabilísticas basada en mapas. (A,F,G)	1. Aprendizaje colaborativo 2. Aprendizaje individual 3. Aprendizaje basado en problemas 4. Aprendizaje significativo	a. Exposición (1,2) b. Resumen (1,2) c. Consulta (1,2) d. Simulaciones (3) e. Diagramas (4) f. Mapas conceptuales (4)
	2. Explicar los conceptos básicos de la teoría de la probabilidad. (B)	1. Aprendizaje colaborativo 2. Aprendizaje individual 3. Aprendizaje basado en problemas 4. Aprendizaje significativo	a. Exposición (1,2) b. Resumen (1,2) c. Consulta (1,2) d. Simulaciones (3) e. Diagramas (4) f. Mapas conceptuales (4)
	3. Aplicar los conceptos básicos de la teoría de la probabilidad. (B)	1. Aprendizaje colaborativo 2. Aprendizaje individual 3. Aprendizaje basado en problemas 4. Aprendizaje significativo	a. Exposición (1,2) b. Resumen (1,2) c. Consulta (1,2) d. Simulaciones (3) e. Diagramas (4) f. Mapas conceptuales (4)
	4. Expresar las ecuaciones matemáticas de la teoría de la probabilidad. (B)	1. Aprendizaje colaborativo 2. Aprendizaje individual 3. Aprendizaje basado en problemas	a. Taller de ejercicios(1,2) b. Análisis y resolución de ejercicios y problemas(1,2,3) c. Solución de casos (1,3)
	5. Emplear la terminología de la localización probabilística basada en mapas para facilitar el aprendizaje de los temas relacionados con esta. (C)	1. Aprendizaje colaborativo 2. Aprendizaje individual 3. Aprendizaje significativo 4. Aprendizaje interactivo	a. Resumen (1,2,3) b. Exposición (1,2,4) c. Diagramas (3,4) d. Consulta (1,2)
	6. Aplicar los Conceptos fundamentales de la localización probabilística basada en mapas para la	1. Aprendizaje colaborativo 2. Aprendizaje individual	a. Resumen (1,2,3) b. Exposición (1,2,4) c. Diagramas (3,4)

	localización del robot. (D)	3. Aprendizaje significativo 4. Aprendizaje interactivo	d. Consulta (1,2)
	7. Enumerara los problemas de localización. (E)	1. Aprendizaje colaborativo 2. Aprendizaje individual 3. Aprendizaje significativo 4. Aprendizaje interactivo	a. Resumen (1,2,3) b. Exposición (1,2,4) c. Diagramas (3,4) d. Formulación de preguntas (2,4)
	8. Discernir entre los tres tipos de problemas de localización. (E)	1. Aprendizaje colaborativo 2. Aprendizaje individual 3. Aprendizaje basado en problemas 4. Aprendizaje significativo 5. Aprendizaje interactivo	a. Resumen (1,2,4) b. Análisis y taller de ejercicios (1,2,3) c. Exposición (1,2,5) d. Lluvia de ideas (1,5)
	9. Aplicar los teoremas de la localización de Markov para representar la posición del robot. (F,G)	1. Aprendizaje colaborativo 2. Aprendizaje individual 3. Aprendizaje significativo 4. Aprendizaje interactivo	a. Resumen (1,2,3) b. Exposición (1,2,4) c. Diagramas (3,4) d. Consulta (1,2)
	10. Aplicar el modelo de localización del filtro de Kalman para representar las funciones de probabilidad arbitraria sobre la posición del robot. (H)	1. Aprendizaje colaborativo 2. Aprendizaje individual 3. Aprendizaje significativo 4. Aprendizaje interactivo	a. Resumen (1,2,3) b. Exposición (1,2,4) c. Diagramas (3,4) d. Consulta (1,2)
	11. Interpretar y explicar los objetivos de la localización del filtro de Kalman. (H,I)	1. Aprendizaje colaborativo 2. Aprendizaje individual 3. Aprendizaje significativo 4. Aprendizaje interactivo	a. Resumen (1,2,3) b. Exposición (1,2,4) c. Diagramas (3,4) d. Formulación de preguntas (2,4)
	12. Aplicar la localización del filtro de Kalman en robots móviles. (J)	1. Aprendizaje colaborativo 2. Aprendizaje individual 3. Aprendizaje	a. Resumen (1,2,3) b. Exposición (1,2,4) c. Diagramas (3,4) d. Consulta (1,2)


		significativo 4. Aprendizaje interactivo	
	13. Interpretar y explicar las etapas de localización de un robot por medio del filtro de Kalman. (K)	1. Aprendizaje colaborativo 2. Aprendizaje individual 3. Aprendizaje significativo 4. Aprendizaje interactivo	a. Resumen (1,2,3) b. Exposición (1,2,4) c. Diagramas (3,4) d. Formulación de preguntas (2,4)














	ROBÓTICA	PLANEACIÓN CURRICULAR
MODULO DE FORMACIÓN	Localización en los robots móviles autónomos	
UNIDAD DE APRENDIZAJE	Entender el método de la localización probabilística basada en mapas	
ACTIVIDAD DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	Aplicar las técnicas, conceptos básicos y expresiones matemáticas de la localización probabilística basada en mapas	

EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	EVALUACIÓN	
CONOCIMIENTO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
1. Define la localización probabilística basada en mapas. (A)	1. Prueba o examen 2. Diagramas de información 3. Actividades complementarias	a. Esquema (1,2) b. Cuestionario (1,3) c. Test (1)


2. Recuerda los conceptos básicos de la robótica probabilística. (B,C,D)	1. Diagramas de información 2. Actividades complementarias 3. Prueba o examen 4. Mapa conceptual	a. Tabla (1) b. Mapa conceptual (1,4) c. Cuestionario (2,3) d. Test (3)
3. Enumerar y definir la diferencia de los problemas de localización. (E)	1. Diagramas de información 2. Actividades complementarias 3. Prueba o examen 4. Mapa conceptual	a. Tabla (1) b. Mapa conceptual (1,4) c. Cuestionario (2,3) d. Test (3)
4. Define y Describe el proceso de localización de Markov. (F)	1. Prueba o examen 2. Diagramas de información 3. Actividades complementarias	a. Esquema (1,2) b. Cuestionario (1,3) c. Test (1)
5. Define y Describe el proceso localización del filtro de Kalman. (G,H,I)	1. Prueba o examen 2. Diagramas de información 3. Actividades complementarias	a. Esquema (1,2) b. Cuestionario (1,3) c. Test (1)
6. Enumerar y describir las etapas para la localización de un robot por medio del filtro de Kalman. (J,K)	1. Diagramas de información 2. Actividades complementarias 3. Prueba o examen 4. Mapa conceptual	a. Tabla (1) b. Mapa conceptual (1,4) c. Cuestionario (2,3) d. Test (3)
DESEMPEÑO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE
1. Reconoce los conceptos básicos de la robótica probabilística. (A,B,C,D)	1. Actividades complementarias 2. Prueba o examen 3. Seguimiento de actividades 4. Diagramas de información	a. Taller (1,2) b. Test (1,2) c. Autoevaluación (3) d. Resumen (1) e. Esquema (2,4)
2. Identifica los problemas de localización. (E)	1. Actividades complementarias 2. Prueba o examen 3. Seguimiento de actividades 4. Diagramas de información	a. Taller (1,2) b. Test (1,2) c. Autoevaluación (3) d. Resumen (1)
3. Expresa soluciones con el fin de resolver los problemas de localización del robot. (E)	1. Actividades complementarias 2. Prueba o examen 3. Seguimiento de actividades 4. Diagramas de información	a. Taller (1,2) b. Test (1,2) c. Autoevaluación (3) d. Resumen (1)
4. Aplicar el proceso de localización de Markov. (F)	1. Prueba o examen 2. Actividades complementarias	a. Taller (1,2) b. Taller de problemas (1,2) c. Test (1)

5. Aplicar el proceso localización del filtro de Kalman. (G,H,I)	1. Prueba o examen 2. Actividades complementarias	a. Taller (1,2) b. Taller de problemas (1,2) c. Test (1)
PRODUCTO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
6. Halla y aplica el método más adecuado para representar la posición del robot. (A,F,G)	1. Actividades complementarias 2. Prueba o examen	a. Taller de problemas (1,2) b. Test (2)

	ROBÓTICA	PLANEACIÓN CURRICULAR
MODULO DE FORMACIÓN	Localización en los robots móviles autónomos	
UNIDAD DE APRENDIZAJE	Entender el método utilizado de la localización para la construcción automática del mapa del entorno	

MEDIOS DIDÁCTICOS	RECURSOS EDUCATIVOS	ESCENARIOS
<ul style="list-style-type: none">  Diapositivas  Guías o talleres de casos  Talleres de ejercicios y/o problemas  Materiales audiovisuales  Simulaciones  Recurso didáctico 	<ul style="list-style-type: none">  Video Beam  Textos impresos: Libros, fotocopias, periódicos, documentos  Textos digitales  Software de simulación  Robot 	<ul style="list-style-type: none">  Aula de clases  Salones de conferencias


experimental		
--------------	--	--

	ROBÓTICA	PLANEACIÓN CURRICULAR
MODULO DE FORMACIÓN	Localización en los robots móviles autónomos	
UNIDAD DE APRENDIZAJE	Entender el método utilizado de la localización para la construcción automática del mapa del entorno	
ACTIVIDAD DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	Interpretar y aplicar el método empleado para la localización y mapeado simultáneo para la construcción automática del mapa del entorno	

DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD			
CRITERIOS	CONTENIDOS	METODOLOGÍA	
Interpretar los métodos empleados para la localización y mapeado simultáneo para la construcción automática del mapa	CONCEPTUALES	Estrategias de enseñanza-aprendizaje	Técnica de enseñanza-aprendizaje
	A. Enumerar los objetivos de la localización	1. Aprendizaje colaborativo 2. Aprendizaje interactivo	a. Exposición (1,2) b. Presentación participativa (2)

del entorno.	simultánea y el problema de asignación por medio del SLAM.	3. Aprendizaje individual 4. Aprendizaje por descubrimiento 5. Aprendizaje significativo	c. Consulta (1,3) d. Resolución y análisis de ejercicios (1,3) e. Práctica de laboratorio (2,4) f. Ilustraciones (1,5)
	B. Definir el SLAM del filtro del Kalman extendido.	1. Aprendizaje colaborativo 2. Aprendizaje interactivo 3. Aprendizaje individual 4. Aprendizaje por descubrimiento 5. Aprendizaje significativo	a. Exposición (1,2) b. Presentación participativa (2) c. Consulta (1,3) d. Resolución y análisis de ejercicios (1,3) e. Práctica de laboratorio (2,4) f. Ilustraciones (1,5)
	C. Nombrar las consideraciones básicas del SLAM visual con una sola cámara.	1. Aprendizaje colaborativo 2. Aprendizaje interactivo 3. Aprendizaje individual 4. Aprendizaje por descubrimiento 5. Aprendizaje significativo	a. Exposición (1,2) b. Presentación participativa (2) c. Consulta (1,3) d. Resolución y análisis de ejercicios (1,3) e. Práctica de laboratorio (2,4) f. Ilustraciones (1,5)
	D. Definir las características del SLAM basada en gráficos.	1. Aprendizaje colaborativo 2. Aprendizaje interactivo 3. Aprendizaje individual 4. Aprendizaje por descubrimiento 5. Aprendizaje significativo	a. Exposición (1,2) b. Presentación participativa (2) c. Consulta (1,3) d. Resolución y análisis de ejercicios (1,3) e. Práctica de laboratorio (2,4) f. Ilustraciones (1,5)
	E. Definir el concepto de filtro de partículas de SLAM.	1. Aprendizaje colaborativo 2. Aprendizaje interactivo 3. Aprendizaje individual 4. Aprendizaje por	a. Exposición (1,2) b. Presentación participativa (2) c. Consulta (1,3) d. Resolución y análisis


		descubrimiento 5. Aprendizaje significativo	de ejercicios (1,3) e. Práctica de laboratorio (2,4) f. Ilustraciones (1,5)
--	--	--	--

	ROBÓTICA	PLANEACIÓN CURRICULAR
	MODULO DE FORMACIÓN	Localización en los robots móviles autónomos
	UNIDAD DE APRENDIZAJE	Entender el método utilizado de la localización para la construcción automática del mapa del entorno
	ACTIVIDAD DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	Interpretar y aplicar el método empleado para la localización y mapeado simultáneo para la construcción automática del mapa del entorno

DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD			
CRITERIOS	CONTENIDOS	METODOLOGÍA	
Interpretar la importancia de la representación del mapa en la localización de los robots móviles	PROCEDIMENTALES	Estrategias de enseñanza-aprendizaje	Técnica de enseñanza-aprendizaje
	1. Interpretar y explicar los objetivos de la localización simultánea y	1. Aprendizaje colaborativo 2. Aprendizaje	a. Resumen (1,2,4) b. Análisis y taller de ejercicios (1,2,3)

autónomos	el problema de asignación por medio del SLAM. (A)	individual 3. Aprendizaje basado en problemas 4. Aprendizaje significativo 5. Aprendizaje interactivo	c. Exposición (1,2,5) d. Lluvia de ideas (1,5)
	2. Aplicar el método del SLAM del filtro del Kalman extendido. (B)	1. Aprendizaje colaborativo 2. Aprendizaje individual 3. Aprendizaje basado en problemas 4. Aprendizaje significativo	a. Exposición (1,2) b. Resumen (1,2) c. Consulta (1,2) d. Simulaciones (3) e. Diagramas (4) f. Mapas conceptuales (4)
	3. Aplicar el sistema del SLAM visual con una sola cámara. (C)	1. Aprendizaje colaborativo 2. Aprendizaje individual 3. Aprendizaje basado en problemas 4. Aprendizaje significativo	a. Exposición (1,2) b. Resumen (1,2) c. Consulta (1,2) d. Simulaciones (3) e. Diagramas (4) f. Mapas conceptuales (4)
	4. Aplicar el SLAM basado en grafica para representa la ubicación del robot (D)	1. Aprendizaje colaborativo 2. Aprendizaje individual 3. Aprendizaje basado en problemas 4. Aprendizaje significativo	a. Exposición (1,2) b. Resumen (1,2) c. Consulta (1,2) d. Simulaciones (3) e. Diagramas (4) f. Mapas conceptuales (4)
	5. Interpretar y explicar los conceptos teóricos y matemáticos del filtro de partículas de SLAM. (E)	1. Aprendizaje colaborativo 2. Aprendizaje individual 3. Aprendizaje basado en problemas 4. Aprendizaje significativo 5. Aprendizaje	a. Resumen (1,2,4) b. Análisis y taller de ejercicios (1,2,3) c. Exposición (1,2,5) d. Lluvia de ideas (1,5)

		interactivo	
--	--	-------------	--



	ROBÓTICA	PLANEACIÓN CURRICULAR
	MODULO DE FORMACIÓN	Localización en los robots móviles autónomos
	UNIDAD DE APRENDIZAJE	Entender el método utilizado de la localización para la construcción automática del mapa del entorno
	ACTIVIDAD DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE	Interpretar y aplicar el método empleado para la localización y mapeado simultáneo para la construcción automática del mapa

EVIDENCIAS APRENDIZAJE	DE	EVALUACIÓN	
CONOCIMIENTO		TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

1. Definir la función principal del SLAM (A)	1. Diagramas de información 2. Prueba o examen 3. Actividades complementarias	a. Esquema (1) b. Cuestionario (2,3) c. Test (3)
2. Definir y explicar el método del SLAM del filtro del Kalman extendido (B)	1. Diagramas de información 2. Prueba o examen 3. Actividades complementarias	a. Esquema (1) b. Cuestionario (2,3) c. Test (3)
3. Distingue las expresiones del cálculo del método del SLAM del filtro del Kalman extendido (B)	1. Diagramas de información 2. Actividades complementarias 3. Prueba o examen 4. Mapa conceptual	a. Tabla (1) b. Mapa conceptual (1,4) c. Cuestionario (2,3) d. Test (3)
4. Definir el método del SLAM visual con una sola cámara. (C)	1. Diagramas de información 2. Prueba o examen 3. Actividades complementarias	a. Esquema (1) b. Cuestionario (2,3) c. Test (3)
5. Distinguir las expresiones del cálculo del el método del SLAM visual con una sola cámara. (C)	1. Diagramas de información 2. Actividades complementarias 3. Prueba o examen 4. Mapa conceptual	a. Tabla (1) b. Mapa conceptual (1,4) c. Cuestionario (2,3) d. Test (3)
6. Definir la función principal del SLAM visual con una sola cámara. (D)	1. Diagramas de información 2. Prueba o examen 3. Actividades complementarias	a. Esquema (1) b. Cuestionario (2,3) c. Test (3)
7. Definir los conceptos teóricos y matemáticos del filtro de partículas de SLAM. (E)	1. Diagramas de información 2. Prueba o examen 3. Actividades complementarias	d. Esquema (1) e. Cuestionario (2,3) f. Test (3)
DESEMPEÑO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
1. Describe los fundamentos del SLAM. (A)	1. Exposición 2. Prueba o examen 3. Mapa conceptual 4. Actividades complementarias	a. Informe (1) b. Cuestionario (2) c. Test (2) d. Resumen (1,4) e. Mapa conceptual (3)
2. Explica el método del SLAM del filtro del Kalman extendido. (B)	1. Mapa conceptual 2. Exposición 3. Prueba o examen 4. Actividades complementarias	a. Mapa conceptual (1) b. Informe (2) c. Cuestionario (3) d. Resumen (2,4)

3. Describir el método del SLAM visual con una sola cámara. (C)	1. Prueba o examen 2. Exposición 3. Actividades complementarias 4. Mapa conceptual	a. Cuestionario (1) b. Resumen (2,3) c. Informe (2) d. Mapa conceptual (4)
4. Describe la función principal del SLAM visual con una sola cámara. (D)	1. Prueba o examen 2. Exposición 3. Actividades complementarias 4. Mapa conceptual	a. Cuestionario (1) b. Resumen (2,3) c. Informe (2) d. Mapa conceptual (4)
5. Describe las etapas de la aplicación SLAM visual con una sola cámara. (C)	1. Prueba o examen 2. Exposición 3. Actividades complementarias 4. Mapa conceptual	a. Cuestionario (1) b. Resumen (2,3) c. Informe (2) d. Mapa conceptual (4)
6. Describe ventajas del método SLAM basado en gráfico (D)	1. Prueba o examen 2. Exposición 3. Actividades complementarias 4. Mapa conceptual	a. Cuestionario (1) b. Resumen (2,3) c. Informe (2) d. Mapa conceptual (4)
7. Explica el método SLAM basado en gráfico (D)	1. Mapa conceptual 2. Exposición 3. Prueba o examen 4. Actividades complementarias	a. Mapa conceptual (1) b. Informe (2) c. Cuestionario (3) d. Resumen (2,4)
8. Describe los conceptos teóricos y matemáticos del filtro de partículas de SLAM (E)	1. Prueba o examen 2. Exposición 3. Actividades complementarias 4. Mapa conceptual	a. Cuestionario (1) b. Resumen (2,3) c. Informe (2) d. Mapa conceptual (4)
PRODUCTO	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
1. Halla y aplica el método más adecuado para la solución de problemas de localización y el problema de asignación (B, C, D)	1. Actividades complementarias 2. Prueba o examen	a. Ejercicios (1,2) b. Taller (1) c. Problemas (2) d. Test (2)

ANEXO I. TALLERES

 Universidad Industrial de Santander  CONSTRUIMOS FUTURO	TALLER	
	SEGUIMIENTO DE LÍNEA	
	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA	ROBÓTICA

INTRODUCCIÓN

Los robots seguidores de línea basan su funcionamiento en los sensores. Dependiendo de la complejidad del recorrido se van a necesitar más o menos sensores y de esto depende la complejidad del robot.

Los seguidores de línea más sencillos utilizan 2 sensores, ubicados en la parte inferior de la estructura, uno junto al otro. Cuando uno de los dos sensores detecta el color blanco, significa que el robot se está saliendo de la línea negra por ese lado por lo cual el robot gira hacia el lado contrario hasta que se ubica nuevamente sobre la línea negra.

OBJETIVO GENERAL

Detectar una línea negra por medio de sensores infrarrojos ubicados en la parte inferior del robot de modo que este realice un recorrido sobre esta.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Lograr que el robot realice un recorrido por una línea negra por medio de programación en arduino.

Controlar la velocidad de los motores por modulación por ancho de pulsos Pwm.

MARCO TEORICO

Recomendaciones:

- Funcionamiento conceptual de un seguidor de línea
- Tipos de sensores para seguir línea.
- Funcionamiento pwm para el giro del motor.

ACTIVIDADES PROPUESTAS

Investigar:

¿Para detectar la línea perpendicular cual sensor es el más adecuado?

Ubicar una línea negra perpendicular al recorrido, del mismo ancho que la línea guía. Cuando el robot detecte esta línea debe hacer las siguientes funciones:

- Detenerse
- Aumentar la velocidad durante un tiempo determinado y volver a su velocidad inicial hasta terminar el recorrido.
- Disminuir la velocidad durante un tiempo determinado y detenerse.
- Girar en una dirección.

Recomendaciones: La luz que ingresa al lugar donde se van a realizar las pruebas debe ser constante para que el set point no varíe y no debe ser muy alta para que el robot no presente inconvenientes al leer la línea negra.



SOLUCIÓN

Escribir la programación desarrollada para llevar a cabo las actividades propuestas.

PROGRAMACIÓN SEGUIMIENTO DE LÍNEA

//colocamos alias (apodos) a los pines 2, 4, 7, 8, 9, 10 de los motores

//-----

```
#define m1InA 2
```

```
#define m1InB 4
```

```
#define m2InA 7
```

```
#define m2InB 8
```

```
#define m1Pwm 9
```

```
#define m2Pwm 10
```

```
//-----
```

```
#define    pinA    3
```

```
#define    pinB    5
```

```
#define    pinC    11
```

```
//-----
```

```
//variables en donde se almacenan los valores de cada sensor
```

```
int varLinea0; //sensor #0
```

```
int varLinea1; //sensor #1
```

```
int varLinea2; //sensor #2
```

```
int varLinea3; //sensor #3
```

```
int varLinea4; //sensor #4
```

```
int varLinea5; //sensor #5
```

```
int varLinea6; //sensor #6
```

```
int varLinea7; //sensor #7
```

```
int setPoint = 500; //es el valor utilizado como referencia para comparar si el
sensor está en blanco o en negro
```

```
void setup()
```

```
{
```

```
pinMode(m1InA,OUTPUT);
```

```
pinMode(m1InB,OUTPUT);
```

```
pinMode(m2InA,OUTPUT);
```

```
pinMode(m2InB,OUTPUT);
```

```
pinMode(m1Pwm,OUTPUT);
```

```
pinMode(m2Pwm,OUTPUT);
```

```
//-----
```

```
analogWrite(m1Pwm,0); //asignamos velocidad 0
```

```
analogWrite(m2Pwm,0); //asignamos velocidad 0
```

```
digitalWrite(m1InA,LOW);
```

```
digitalWrite(m1InB,LOW);
```

```
digitalWrite(m2InA,LOW);
```

```
digitalWrite(m2InB,LOW);
```

```

//-----

pinMode(13,OUTPUT);

digitalWrite(13,LOW);    //para activar los sensores de linea (HIGH).

//-----

pinMode(pinA,OUTPUT);

pinMode(pinB,OUTPUT);

pinMode(pinC,OUTPUT);

//-----

//-----

}

void loop()

{

    /*      C C

    1 2 3 4 5 6 7 8  marcados en la tarjeta

    O O O O O O O O

    0 1 2 3 4 5 6 7  entrada del 4051

    */

```

```
varLinea0 = leerSensorLinea(0); //leemos entrada 0 que corresponde con el sensor #1 de la tarjeta pololu QTR8A
```

```
varLinea1 = leerSensorLinea(1); //leemos entrada 1 que corresponde con el sensor #2 de la tarjeta pololu QTR8A
```

```
varLinea2 = leerSensorLinea(2); //leemos entrada 2 que corresponde con el sensor #3 de la tarjeta pololu QTR8A
```

```
varLinea3 = leerSensorLinea(3); //leemos entrada 3 que corresponde con el sensor #4 de la tarjeta pololu QTR8A
```

```
varLinea4 = leerSensorLinea(4); //leemos entrada 4 que corresponde con el sensor #5 de la tarjeta pololu QTR8A
```

```
varLinea5 = leerSensorLinea(5); //leemos entrada 5 que corresponde con el sensor #6 de la tarjeta pololu QTR8A
```

```
varLinea6 = leerSensorLinea(6); //leemos entrada 6 que corresponde con el sensor #7 de la tarjeta pololu QTR8A
```

```
varLinea7 = leerSensorLinea(7); //leemos entrada 7 que corresponde con el sensor #8 de la tarjeta pololu QTR8A
```

```
if(varLinea3 >= setPoint && varLinea4 >= setPoint)//esta centrado  
{  
  
  mover('w', 80, 80); // 'w' ==> adelante, 's' ==> atras, 'a' ==> izquierda, 'd' ==> derecha, espacio (' ') ==> parar  
  
}
```

```

    if(varLinea3 < setPoint && varLinea4 >= setPoint) //se salió a la izquierda (gire a
la derecha)

    {

        mover('d', 80, 50); // 'w' ==> adelante, 's' ==> atras, 'a' ==> izquierda, 'd' ==>
derecha, espacio ( ' ') ==> parar

    }

    if(varLinea3 >= setPoint && varLinea4 < setPoint) //se salió a la derecha (gire
a la izquierda)

    {

        mover('a', 50, 80); // 'w' ==> adelante, 's' ==> atras, 'a' ==> izquierda, 'd' ==>
derecha, espacio ( ' ') ==> parar

    }

} //loop()

//-----

int leerSensorLinea(unsigned char claveSensorLinea)

{

    digitalWrite(13,HIGH); //activamos los sensores de línea

```

```
//seleccionamos con la clave el sensor de linea a leer
```

```
switch(claveSensorLinea)

{

case 0:

    digitalWrite(pinA,LOW);

    digitalWrite(pinB,LOW);

    digitalWrite(pinC,LOW);

break;

case 1:

    digitalWrite(pinA,HIGH);

    digitalWrite(pinB,LOW);

    digitalWrite(pinC,LOW);

break;

case 2:

    digitalWrite(pinA,LOW);

    digitalWrite(pinB,HIGH);

    digitalWrite(pinC,LOW);
```

```
break;
```

```
case 3:
```

```
digitalWrite(pinA,HIGH);
```

```
digitalWrite(pinB,HIGH);
```

```
digitalWrite(pinC,LOW);
```

```
break;
```

```
case 4:
```

```
digitalWrite(pinA,LOW);
```

```
digitalWrite(pinB,LOW);
```

```
digitalWrite(pinC,HIGH);
```

```
break;
```

```
case 5:
```

```
digitalWrite(pinA,HIGH);
```

```
digitalWrite(pinB,LOW);
```

```
digitalWrite(pinC,HIGH);
```

```
break;
```

```

case 6:

    digitalWrite(pinA,LOW);

    digitalWrite(pinB,HIGH);

    digitalWrite(pinC,HIGH);

break;

case 7:

    digitalWrite(pinA,HIGH);

    digitalWrite(pinB,HIGH);

    digitalWrite(pinC,HIGH);

break;

}

return(analogRead(A5));           //leemos el sensor seleccionado a través del
canal A5

//digitalWrite(13,LOW);           //desactivamos los sensores de linea.

}

//-----

void mover(unsigned char direccion, unsigned char vell, unsigned char veld)

```

```

{

    analogWrite(m1Pwm,velD);

    analogWrite(m2Pwm,velI);

    switch(direccion)

    {

        case 'a':

            digitalWrite(m1InA,LOW);

            digitalWrite(m1InB,HIGH);

            //motor izquierdo

            digitalWrite(m2InA,HIGH);

            digitalWrite(m2InB,LOW);

            break;

        case 'd'://gira a la derecha

            digitalWrite(m1InA,HIGH);

            digitalWrite(m1InB,LOW);

            //motor izquierdo

            digitalWrite(m2InA,LOW);

```

```
digitalWrite(m2InB,HIGH);
```

```
break;
```

```
case 'w':
```

```
digitalWrite(m1InA,LOW);
```

```
digitalWrite(m1InB,HIGH);
```

```
digitalWrite(m2InA,LOW);
```

```
digitalWrite(m2InB,HIGH);
```

```
break;
```

```
case 's':
```

```
digitalWrite(m1InA,HIGH);
```

```
digitalWrite(m1InB,LOW);
```

```
digitalWrite(m2InA,HIGH);
```

```
digitalWrite(m2InB,LOW);
```



```
break;
```

```
case ' ':
```

```
analogWrite(m1Pwm,0);
```

```
analogWrite(m2Pwm,0);
```

```
digitalWrite(m1InA,LOW);  
  
digitalWrite(m1InB,LOW);  
  
digitalWrite(m2InA,LOW);  
  
digitalWrite(m2InB,LOW);  
  
break;  
  
}  
  
}
```

 CONSTRUIMOS FUTURO		TALLER	
		EVASIÓN DE OBSTÁCULOS	
		ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA	ROBÓTICA

INTRODUCCIÓN

Un robot móvil es un dispositivo mecánico que está provisto de sensores y actuadores, este debe tener la habilidad de tomar decisiones mediante un sistema de control. Las decisiones a tomar están dadas de acuerdo a la información capturada del ambiente o entorno en el cual se encuentra el robot y estas tienen el objetivo de realizar una tarea determinada. Es prioritario definir dicha tarea y como debe ser realizada por el robot.

Desde que se crearon los robots industriales, se hizo evidente lo fácil que estos pueden llegar a chocar con su medio ambiente, o entre ellos mismos. Desde entonces, la búsqueda de métodos de anticolisión ha demandado la atención de los investigadores. En el primer caso están los métodos de planeación de rutas, y en el segundo caso, los métodos de evasión de obstáculos. Los métodos de planeación de rutas consisten en encontrar en forma automática las rutas libres de colisión, mientras que los métodos de evasión de obstáculos consisten en esquivar los obstáculos que se presentan en la trayectoria del robot, mientras este consigue alcanzar la meta.

OBJETIVO GENERAL

Detectar un objeto por medio de un sensor infrarrojo ubicado en la parte delantera del robot para esquivarlo.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Lograr que el robot realice un recorrido evadiendo los obstáculos que se presenten en el entorno por medio de programación en arduino.

Controlar la velocidad de los motores por modulación por ancho de pulsos Pwm.

Controlar la dirección del robot por medio de la dirección de giro de los motores.

Variar la distancia a la que el robot detecta el obstáculo para realizar una acción determinada.

MARCO TEORICO

Recomendaciones:

- Funcionamiento conceptual de un robot para evadir obstáculos.
- Tipos de sensores para evasión de obstáculos.
- Funcionamiento pwm para el giro del motor.
- Definición y utilidad de un puente H en los motores.
- Revisar hoja de datos de la Shield para motores VNH5019 sensor de distancia GP2Y0A41SK0F 4-30cm Analogo.

ACTIVIDAD

Con el sensor dispuesto para evadir obstáculos realizar las siguientes actividades

- Definir un rango de detección del obstáculo y en el momento que el robot lo detecte que este de reversa, lo evada y continúe el recorrido.
- Definir un rango de detección del obstáculo y en el momento que el robot lo detecte que esquive el obstáculo y continúe el recorrido.
- Al encender el robot este no realizará ningún movimiento, el robot iniciará el recorrido en el momento en que se ubique un objeto en frente de este.
- Al encender el robot este no realizará ningún movimiento, el robot iniciará el recorrido en el momento en que se ubique un objeto en frente de este en un rango determinado, durante el recorrido ubicar un objeto en frente del robot de modo que lo detecte en un rango diferente al utilizado para que encienda y al detectar este objeto gire en algún sentido y continúe el recorrido.
- El movimiento se debe hacer en línea recta. Para que el robot encienda se debe ubicar un objeto en frente de él, el estudiante moverá el objeto de modo que el robot lo siga constantemente durante todo el recorrido.



SOLUCIÓN

```
//colocamos alias (apodos) a los pines 2, 4, 7, 8, 9, 10 de los motores
```

```
//-----//
```

```
#define    m1InA    2
```

```
#define    m1InB    4
```

```
#define    m2InA    7
```

```
#define    m2InB    8
```

```
#define    m1Pwm    9
```

```
#define    m2Pwm    10
```

```
//-----
```

```
#define    pinA     3
```

```
#define    pinB     5
```

```
#define    pinC     11
```

```
//-----
```

```
//variables en donde se almacenan los valores de cada sensor
```

```

int varObstaculo;

void setup()

{

  pinMode(m1InA,OUTPUT);

  pinMode(m1InB,OUTPUT);

  pinMode(m2InA,OUTPUT);

  pinMode(m2InB,OUTPUT);

  pinMode(m1Pwm,OUTPUT);

  pinMode(m2Pwm,OUTPUT);

  //-----

  analogWrite(m1Pwm,0);      //asignamos velocidad 0

  analogWrite(m2Pwm,0);      //asignamos velocidad 0

  digitalWrite(m1InA,LOW);

  digitalWrite(m1InB,LOW);

  digitalWrite(m2InA,LOW);

  digitalWrite(m2InB,LOW);

```

```

//-----

pinMode(13,OUTPUT);

digitalWrite(13,LOW);    //para activar los sensores de linea (HIGH).

//-----

pinMode(pinA,OUTPUT);

pinMode(pinB,OUTPUT);

pinMode(pinC,OUTPUT);

//-----

//-----

}

void loop()

{

  mover('w', 80, 80);//w ==> adelante, 's' ==> atras, 'a' ==> izquierda, 'd' ==>
derecha, espacio ( ' ') ==> parar

//-----

varObstaculo = leerSensorObstaculo(0);    //0-->7

if(varObstaculo >= 102)    //82--> 30cm, 127 --> 20cm, 102-->24cm

```

```

{

    mover('a', 80, 80);

    delay(1200);           //gira 90 grados a la izquierda

    mover('w', 80, 80);

    delay(500);           //hacia adelante 1/2 segundo

} //obstáculo

} //loop()

//-----

int leerSensorObstaculo(unsigned char claveSensorObstaculo)

{

    //seleccionamos con la clave el sensor de linea a leer

    switch(claveSensorObstaculo)

    {

    case 0:

        digitalWrite(pinA,LOW);

        digitalWrite(pinB,LOW);

        digitalWrite(pinC,LOW);

```

```
break;
```

```
case 1:
```

```
digitalWrite(pinA,HIGH);
```

```
digitalWrite(pinB,LOW);
```

```
digitalWrite(pinC,LOW);
```

```
break;
```

```
case 2:
```

```
digitalWrite(pinA,LOW);
```

```
digitalWrite(pinB,HIGH);
```

```
digitalWrite(pinC,LOW);
```

```
break;
```

```
case 3:
```

```
digitalWrite(pinA,HIGH);
```

```
digitalWrite(pinB,HIGH);
```

```
digitalWrite(pinC,LOW);
```

```
break;
```

```
case 4:
```

```
    digitalWrite(pinA,LOW);

    digitalWrite(pinB,LOW);

    digitalWrite(pinC,HIGH);

break;

    case 5:

        digitalWrite(pinA,HIGH);

        digitalWrite(pinB,LOW);

        digitalWrite(pinC,HIGH);

break;

    case 6:

        digitalWrite(pinA,LOW);

        digitalWrite(pinB,HIGH);

        digitalWrite(pinC,HIGH);

break;

    case 7:

        digitalWrite(pinA,HIGH);

        digitalWrite(pinB,HIGH);
```

```

        digitalWrite(pinC,HIGH);

    break;

}

return(analogRead(A4)); //leemos el sensor seleccionado a través del canal
A4

}

//-----

void mover(unsigned char direccion, unsigned char vell, unsigned char velD)

{

    analogWrite(m1Pwm,velD);

    analogWrite(m2Pwm,vell);

    switch(direccion)

    {

    case 'a':

        digitalWrite(m1InA,LOW);

        digitalWrite(m1InB,HIGH);

        //motor izquierdo

```

```
digitalWrite(m2InA,HIGH);

digitalWrite(m2InB,LOW);

break;

    case 'd'://gira a la derecha

digitalWrite(m1InA,HIGH);

digitalWrite(m1InB,LOW);

//motor izquierdo

digitalWrite(m2InA,LOW);

digitalWrite(m2InB,HIGH);

break;

    case 'w':

digitalWrite(m1InA,LOW);

digitalWrite(m1InB,HIGH);

digitalWrite(m2InA,LOW);

digitalWrite(m2InB,HIGH);

break;

    case 's':
```

```
digitalWrite(m1InA,HIGH);

digitalWrite(m1InB,LOW);

digitalWrite(m2InA,HIGH);

digitalWrite(m2InB,LOW);

break;

    case ' ':

analogWrite(m1Pwm,0);

analogWrite(m2Pwm,0);

digitalWrite(m1InA,LOW);

digitalWrite(m1InB,LOW);



digitalWrite(m2InA,LOW);

digitalWrite(m2InB,LOW);

break;

}

}
```

 Universidad Industrial de Santander	 CONSTRUIMOS FUTURO	TALLER	
		EVASIÓN DE OBSTÁCULOS Y SEGUIDOR DE LÍNEA	
		ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA	ROBÓTICA

INTRODUCCIÓN

Actualmente es muy común encontrar robots que realizan actividades que anteriormente estaban confinadas exclusivamente a los humanos. Los robots han venido a solucionar la necesidad de realizar con rapidez y precisión un gran número de tareas. De forma inicial, se pensó en los robots desde el punto de vista práctico, como sustitutos del hombre para operar en condiciones peligrosas o en ambientes muy adversos, aprovechando además, su capacidad para realizar tareas repetitivas previamente programadas. Sin embargo, poco a poco se ha ido llevando a los robots de los parques industriales y laboratorios de pruebas, a museos, hospitales e incluso a los hogares. Esta evolución ha traído consigo nuevos retos, ya que el desarrollo de actividades fuera de ambientes controlados como un laboratorio o una línea de producción, exige nuevas habilidades y capacidades diferentes que deben poseer los robots móviles. Debido a la incursión de los robots en estos nuevos ambientes, se hace cada vez mayor la necesidad de contar con sistemas que le permitan al robot un alto grado de autonomía como la evasión de obstáculos a la vez que siga una trayectoria definida como por ejemplo una línea negra.

OBJETIVO GENERAL

Detectar un objeto por medio de los sensores infrarrojos ubicados en la parte delantera e inferior del robot para evadirlo y continuar el recorrido del robot guiado por la línea negra.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Lograr que el robot realice un recorrido evadiendo los obstáculos que se presenten en el entorno y siguiendo como guía una línea negra por medio de programación en arduino.

Controlar la velocidad de los motores por modulación por ancho de pulsos Pwm.

Controlar la dirección del robot por medio de la dirección de giro de los motores.

Variar la distancia a la que el robot detecta el obstáculo para realizar una acción determinada.

MARCO TEORICO

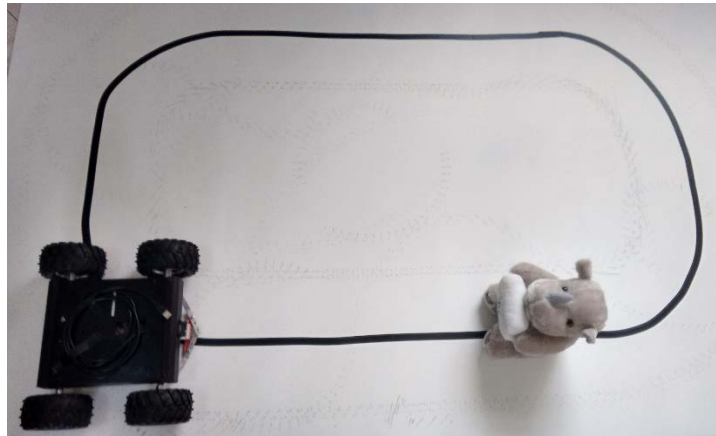
Recomendaciones:

- Funcionamiento conceptual de un robot para evadir obstáculos y seguir línea.
- Tipos de sensores para evasión de obstáculos y seguimiento de línea.
- Funcionamiento pwm para el giro del motor.
- Definición y utilidad de un puente H en los motores.
- Revisar hoja de datos de la Shield para motores VNH5019 sensor de distancia GP2Y0A41SK0F 4-30cm Analogo.

ACTIVIDAD

El sensor dispuesto para evadir obstáculos debe realizar las siguientes funciones cuando el robot este sobre la línea negra:

- En el momento en que detecte el obstáculo que el robot gire para evadirlo y busque la línea negra para continuar el recorrido.
- El robot inicia el recorrido a una velocidad determinada por la línea negra, cuando detecte un obstáculo este disminuirá la velocidad, evadirá el obstáculo y buscará de nuevo la línea negra para continuar con el recorrido.
- El robot se enciende y no hace ningún movimiento, al ubicar un objeto en frente de el en un rango determinado, iniciará el recorrido con una velocidad lenta evadiendo el obstáculo, posteriormente iniciará un recorrido buscando la línea negra. Sobre el recorrido ubicar un obstáculo de modo que lo detecte a una distancia mayor que la inicial y lo evada, después de haberlo evadido que continúe el recorrido a una velocidad mayor que la inicial.
- Ubicar una línea negra perpendicular en el recorrido, cuando el robot la detecte que gire 360° y continúe el recorrido, cuando detecte un obstáculo que lo evada y disminuya la velocidad.



SOLUCIÓN

```
//colocamos alias (apodos) a los pines 2, 4, 7, 8, 9, 10
```

```
//de los motores
```

```
//-----
```

```
#define m1InA 2
```

```
#define m1InB 4
```

```
#define m2InA 7
```

```
#define m2InB 8
```

```
#define m1Pwm 9
```

```
#define m2Pwm 10
```

```
//-----
```

```
#define    pinA    3

#define    pinB    5

#define    pinC    11
```

```
//-----
```

```
//variables en donde se almacenan los valores de cada sensor
```

```
int varObstaculo;
```

```
int varLinea0; //sensor #1
```

```
int varLinea1; //sensor #2
```

```
int varLinea2; //sensor #3
```

```
int varLinea3; //sensor #4
```

```
int varLinea4; //sensor #5
```

```
int varLinea5; //sensor #6
```

```
int varLinea6; //sensor #7
```

```
int varLinea7; //sensor #8
```

```
int setPoint = 500; //es el valor utilizado como referencia para comparar si el sensor está en blanco o en negro
```

```
void setup()
```

```
{
```

```
pinMode(m1InA,OUTPUT);
```

```
pinMode(m1InB,OUTPUT);
```

```
pinMode(m2InA,OUTPUT);
```

```
pinMode(m2InB,OUTPUT);
```

```
pinMode(m1Pwm,OUTPUT);
```

```
pinMode(m2Pwm,OUTPUT);
```

```
//-----
```

```
analogWrite(m1Pwm,0); //asignamos velocidad 0
```

```
analogWrite(m2Pwm,0); //asignamos velocidad 0
```

```
digitalWrite(m1InA,LOW);
```

```
digitalWrite(m1InB,LOW);
```

```
digitalWrite(m2InA,LOW);
```

```

digitalWrite(m2InB,LOW);

//-----

pinMode(13,OUTPUT);

digitalWrite(13,LOW);    //para activar los sensores de linea (HIGH).

//-----

pinMode(pinA,OUTPUT);

pinMode(pinB,OUTPUT);

pinMode(pinC,OUTPUT);

//-----

//-----

}

void loop()

{

    /*      C  C

    1  2  3  4  5  6  7  8  marcados en la tarjeta

    O  O  O  O  O  O  O  O

    0  1  2  3  4  5  6  7  entrada del 4051

```

```
*/  
  
varLinea0 = leerSensorLinea(0); //leemos entrada 0 que corresponde con el  
sensor #1 de la tarjeta pololu QTR8A  
  
varLinea1 = leerSensorLinea(1); //leemos entrada 1 que corresponde con el  
sensor #2 de la tarjeta pololu QTR8A  
  
varLinea2 = leerSensorLinea(2); //leemos entrada 2 que corresponde con el  
sensor #3 de la tarjeta pololu QTR8A  
  
varLinea3 = leerSensorLinea(3); //leemos entrada 3 que corresponde con el  
sensor #4 de la tarjeta pololu QTR8A  
  
varLinea4 = leerSensorLinea(4); //leemos entrada 4 que corresponde con el  
sensor #5 de la tarjeta pololu QTR8A  
  
varLinea5 = leerSensorLinea(5); //leemos entrada 5 que corresponde con el  
sensor #6 de la tarjeta pololu QTR8A  
  
varLinea6 = leerSensorLinea(6); //leemos entrada 6 que corresponde con el  
sensor #7 de la tarjeta pololu QTR8A  
  
varLinea7 = leerSensorLinea(7); //leemos entrada 7 que corresponde con el  
sensor #8 de la tarjeta pololu QTR8A  
  
varObstaculo = leerSensorObstaculo(0); //0-->7  
  
if(varLinea3 >= setPoint && varLinea4 >= setPoint) //esta centrado  
  
{
```

```

    mover('w', 80, 80); //'w' ==> adelante, 's' ==> atras, 'a' ==> izquierda, 'd' ==>
derecha, espacio ( ' ') ==> parar

}

if(varLinea3 < setPoint && varLinea4 >= setPoint) //se salió a la izquierda (gire a
la derecha)

{

    mover('d', 80, 50); //'w' ==> adelante, 's' ==> atras, 'a' ==> izquierda, 'd' ==>
derecha, espacio ( ' ') ==> parar

}

if(varLinea3 >= setPoint && varLinea4 < setPoint) //se salió a la derecha (gire a
la izquierda)

{

    mover('a', 50, 80); //'w' ==> adelante, 's' ==> atras, 'a' ==> izquierda, 'd' ==>
derecha, espacio ( ' ') ==> parar

}

//-----

if(varObstaculo >= 127)

{

```

```

mover('a', 80, 80);

delay(1100);           //gira 90 grados a la izquierda

mover('w', 80, 80);

delay(500);           //hacia adelante 1/2 segundo

mover('w', 120, 10);   //para que se mueva describiendo un
semicírculo a la derecha

delay(3000);

mover('w', 80, 80);

varLinea3 = leerSensorLinea(3); //leemos entrada 4 que corresponde con el
sensor #5 de la tarjeta pololu QTR8A

varLinea4 = leerSensorLinea(4); //leemos entrada 3 que corresponde con el
sensor #4 de la tarjeta pololu QTR8A

while(varLinea3 < setPoint && varLinea4 < setPoint) //mientras no vea la
línea siga describiendo el semicírculo

{

varLinea3 = leerSensorLinea(3); //leemos entrada 4 que corresponde con
el sensor #5 de la tarjeta pololu QTR8A

varLinea4 = leerSensorLinea(4); //leemos entrada 3 que corresponde con
el sensor #4 de la tarjeta pololu QTR8A

}

```

```

    } //obstaculo

} //loop()

//-----

int leerSensorLinea(unsigned char claveSensorLinea)
{

    digitalWrite(13,HIGH); //activamos los sensores de línea

    //seleccionamos con la clave el sensor de linea a leer

    switch(claveSensorLinea)
    {

    case 0:

        digitalWrite(pinA,LOW);

        digitalWrite(pinB,LOW);

        digitalWrite(pinC,LOW);

        break;

    case 1:

        digitalWrite(pinA,HIGH);

```

```
digitalWrite(pinB,LOW);  
  
digitalWrite(pinC,LOW);  
  
break;
```

case 2:

```
digitalWrite(pinA,LOW);  
  
digitalWrite(pinB,HIGH);  
  
digitalWrite(pinC,LOW);  
  
break;
```

case 3:

```
digitalWrite(pinA,HIGH);  
  
digitalWrite(pinB,HIGH);  
  
digitalWrite(pinC,LOW);  
  
break;
```

case 4:

```
digitalWrite(pinA,LOW);  
  
digitalWrite(pinB,LOW);  
  
digitalWrite(pinC,HIGH);  
  
break;
```

case 5:

```
digitalWrite(pinA,HIGH);  
  
digitalWrite(pinB,LOW);  
  
digitalWrite(pinC,HIGH);  
  
break;
```

case 6:

```
digitalWrite(pinA,LOW);  
  
digitalWrite(pinB,HIGH);  
  
digitalWrite(pinC,HIGH);
```

```

break;

case 7:

    digitalWrite(pinA,HIGH);

    digitalWrite(pinB,HIGH);

    digitalWrite(pinC,HIGH);

break;

}

return(analogRead(A5)); //leemos el sensor seleccionado a través del
canal A5

}

//-----

int leerSensorObstaculo(unsigned char claveSensorObstaculo)

{

    //seleccionamos con la clave el sensor de linea a leer

    switch(claveSensorObstaculo)

    {

```

case 0:

```
digitalWrite(pinA,LOW);
```

```
digitalWrite(pinB,LOW);
```

```
digitalWrite(pinC,LOW);
```

```
break;
```

case 1:

```
digitalWrite(pinA,HIGH);
```

```
digitalWrite(pinB,LOW);
```

```
digitalWrite(pinC,LOW);
```

```
break;
```

case 2:

```
digitalWrite(pinA,LOW);
```

```
digitalWrite(pinB,HIGH);
```

```
digitalWrite(pinC,LOW);
```

```
break;
```

```
case 3:
```

```
    digitalWrite(pinA,HIGH);
```

```
    digitalWrite(pinB,HIGH);
```

```
    digitalWrite(pinC,LOW);
```

```
break;
```

```
case 4:
```

```
    digitalWrite(pinA,LOW);
```

```
    digitalWrite(pinB,LOW);
```

```
    digitalWrite(pinC,HIGH);
```

```
break;
```

```
case 5:
```

```
    digitalWrite(pinA,HIGH);
```

```
    digitalWrite(pinB,LOW);
```

```
    digitalWrite(pinC,HIGH);
```

```
break;
```

```
case 6:
```

```
    digitalWrite(pinA,LOW);
```

```
    digitalWrite(pinB,HIGH);
```

```
    digitalWrite(pinC,HIGH);
```

```
break;
```

```
case 7:
```

```
    digitalWrite(pinA,HIGH);
```

```
    digitalWrite(pinB,HIGH);
```

```
    digitalWrite(pinC,HIGH);
```

```
break;
```

```
}
```

```
return(analogRead(A4)); //leemos el sensor seleccionado a través del canal A5
```

```
}
```

```
//-----
```

```
void mover(unsigned char direccion, unsigned char vell, unsigned char velD)

{

    analogWrite(m1Pwm,velD);

    analogWrite(m2Pwm,vell);

    switch(direccion)

    {

        case 'a':

            digitalWrite(m1InA,LOW);

            digitalWrite(m1InB,HIGH);

            //motor izquierdo

            digitalWrite(m2InA,HIGH);

            digitalWrite(m2InB,LOW);

            break;
```

```
case 'd': //gira a la derecha
```

```
digitalWrite(m1InA,HIGH);
```

```
digitalWrite(m1InB,LOW);
```

```
//motor izquierdo
```

```
digitalWrite(m2InA,LOW);
```

```
digitalWrite(m2InB,HIGH);
```

```
break;
```

```
case 'w':
```

```
digitalWrite(m1InA,LOW);
```

```
digitalWrite(m1InB,HIGH);
```

```
digitalWrite(m2InA,LOW);
```

```
digitalWrite(m2InB,HIGH);
```

```
break;
```

```
case 's':
```

```
digitalWrite(m1InA,HIGH);
```

```
digitalWrite(m1InB,LOW);
```

```
digitalWrite(m2InA,HIGH);
```

```
digitalWrite(m2InB,LOW);
```

```
break;
```

```
case ' ':
```

```
analogWrite(m1Pwm,0);
```

```
analogWrite(m2Pwm,0);
```

```
digitalWrite(m1InA,LOW);
```

```
digitalWrite(m1InB,LOW);
```



```
digitalWrite(m2InA,LOW);
```

```
digitalWrite(m2InB,LOW);
```

```
break;
```

```
}
```

```
}
```

 Universidad Industrial de Santander	 CONSTRUIMOS FUTURO	TALLER	
		GPS	
		ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA	ROBÓTICA

INTRODUCCIÓN

El proceso de localización, el determinar la posición y orientación en el espacio, es un aspecto fundamental en robótica móvil. Sin esta información el robot no sería capaz de navegar en el entorno o ir a una posición o meta. Existen distintos métodos de localización según la fuente de información utilizada. Si la posición inicial del del robot antes de iniciar el movimiento es conocida, la postura del robot se estima utilizando la información local de movimiento del robot para calcular la distancia recorrida desde el puto inicial mediante el procedimiento conocido como odometría. Por el contrario, se puede utilizar un sensor complejo para obtener direcamente la postura absoluta del robot en el entorno, emplenado un sensor global como el GPS sin tener que usar la información local. Este procedimiento es

conocido como estimación global de la postura, cuenta con buena precisión dependiendo del sensor utilizado pero tiene la gran desventaja de tener un tiempo de respuesta elevado.

OBJETIVO GENERAL

Enviar el robot a un lugar determinado para que luego este envíe los datos respectivos del lugar por medio del sistema de posicionamiento global GPS.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Identificar los datos enviados por el GPS derivados de su protocolo NMEA.

Determinar la posición actual del robot a partir de la identificación de los datos enviados por el GPS.

MARCO TEORICO

Recomendaciones:

- Funcionamiento conceptual de un robot con sistema de posicionamiento global GPS.
- Tipos de GPS.
- Revisar hoja de datos de GPS L50 de Quectel.

ACTIVIDAD

Desplazar el robot a un lugar determinado y luego por medio del GPS recibir los datos enviados, para leerlos e interpretarlos con la hoja de datos.

Recomendaciones:

Realizar las pruebas del GPS en campo abierto.

La ubicación máxima del robot al computador debe ser de 10 metros.



SOLUCIÓN

```
#include <Console.h>
```

```

//-----

//El GPS esta conectado al siguiente puerto serial virtual (pines 14 y 15 de arduino
YUN)

#include <SoftwareSerial.h>

#define rxPin 14    //pin 1 en la bornera ICSP (el del puntico) cable negro

#define txPin 15    //pin 3 en la bornera ICSP (al lado)    cable gris

SoftwareSerial mySerial(rxPin,txPin);

//-----

#define onOff_Pin 13    //pin que controla ON/OFF de GPS

//-----

unsigned char inByte;    //almacena datos softwareSerial

void setup()

{

    //declaro pin ON/OFF

    pinMode(onOff_Pin,OUTPUT);

```

```
digitalWrite(onOff_Pin,LOW); //activa el GPS (LOW --> inv = HIGH en GPS)
```

```
//inicializo la comunicación software serial con el GPS a 9600
```

```
mySerial.begin(9600);
```

```
delay(1000);
```

```
/*
```

```
//inicializo la comunicación con el pc
```

```
Serial.begin(9600);
```

```
while (!Serial)
```

```
{
```

```
;
```

```
}
```

```
delay(2000); //espero 2[S]
```

```
Serial.println("Comunicacion con PC USB establecida");
```

```
*/
```

```
Bridge.begin();
```

```

Console.begin();

while (!Console);    //espera a que se conecte ...

Console.println("Hi, what's your name?");

//Señal de ON/OFF para el GPS L-50

digitalWrite(onOff_Pin,HIGH);

delay(5);    //debe ser mayor a 1ms

digitalWrite(onOff_Pin,LOW);

delay(1000);    //demora de 1[S] para garantizar que arranca bien el GPS

}

void loop()

{

if(Console.available() > 0)

{

inByte = Console.read();

if(inByte >= 48 && inByte <= 126)

{

//Señal On/Off

```

```

digitalWrite(onOff_Pin,HIGH); //porque hay un inversor a la salida del pin

delay(100); //debe ser mayor a 1ms

digitalWrite(onOff_Pin,LOW);

delay(100);

Console.println("ON/OFF "); //texto para saber que se realizó

}

}

if(mySerial.available())

{

//Serial.write(mySerial.read()); //escribe al puerto serial lo que recibe del
bluetooth

Console.write(mySerial.read()); //escribe al puerto serial lo que recibe del
bluetooth


delayMicroseconds(100); //demora necesaria para poder visulizar los datos
por consola correctamente






}




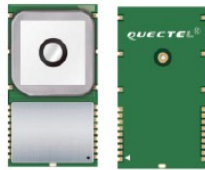
}

```






ANEXO J. LISTADO DE MATERIALES

CANTIDAD	DISPOSITIVO		PRECIO POR UNIDAD (COP)
1	ARDUINO YUN	 An image of an Arduino Yun board, which is a blue printed circuit board (PCB) with various components. It features a USB Type-C port on the left side, a micro-USB port at the top, and a circular antenna on the right. The board is labeled with the Arduino logo and the text 'ARDUINO YUN'.	229000

1	BATERIA DE 11.1 V		38000
1	BATERIA DE 7.4 V		22000
1	SHIELD DE MOTORES VNH5019 PARA MOTORES DE 12A		119500
8	CONECTORES TIPO ARDUINO 6 PINES		1350
4	CONECTORES TIPO ARDUINO 8 PINES		1350

4	MOTOREDUCTORES DE 18 Kg-cm 80 RPM CON ENCODER		96000
1	ARRAY DE SENSORES QTR8A		11500
1	SENSOR DE PROXIMIDAD 4-30 cm		28000
1	GPS L50 DE QUECTEL		31900

1	TRADUCTOR DE VOLTAJE LSF0204		1273
1	TRANSISTOR MMBT2222A		100
1	REGULADOR TPS79318DBVR		700
8	RESISTENCIAS DE 10K ohm TAMAÑO 1206		50
1	RESISTENCIA DE 4.7K ohm TAMAÑO 1206		50
1	RESISTENCIA DE 47K ohm TAMAÑO 1206		50

1	RESISTENCIA DE 330 ohm TAMAÑO 1206		50
2	CONDENSADORES DE 100nF CERAMICOS TAMAÑO 1206		100
2	CIRCUITOS INTEGRADOS 4051 MUX/DEMUX		1500
1	CONDENSADOR A 100uF ELECTROLÍTICO		200
1	CONDENSADOR DE 100uF a 50V CERÁMICO		200

ANEXO K. DIAGRAMAS DE CONEXIÓN

