

# DISEÑO DE SOFTWARE EN MÓDULO DIDÁCTICO DE APRENDIZAJE PARA LA CONSTRUCCIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y MANIPULACIÓN DE ROBOTS. CASO DE ESTUDIO: “ROBOT TIPO TOPO”. —INFORME DE INVESTIGACIÓN EN PROCESO—

## DIDACTIC LEARNING MODULE’S SOFTWARE DESIGN FOR THE CONSTRUCTION, IMPLEMENTATION AND MANIPULATION OF ROBOTS CASE OF STUDY: “ROBOT TYPE MOLE”. —RESEARCH REPORT IN PROCESS—

**Recibido:** 15 de septiembre del 2009

**Aprobado:** 25 de octubre del 2009

DIANA JANETH LANCHEROS CUESTA\*  
ASTRID RUBIANO FONSECA\*\*

### Resumen

El artículo presenta un avance de la investigación en curso “Diseño e implementación de un módulo didáctico para el aprendizaje en la construcción, implementación y manipulación de robots en el programa de Tecnología en Electrónica”, desarrollada por los integrantes del semillero de investigación en *Tecnorobótica* de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Cooperativa de Colombia. El grupo de investigación vincula, de manera activa, estudiantes como auxiliares de investigación; éstos desarrollan aplicaciones que aportan significativamente al diseño e implementación de un módulo didáctico para el aprendizaje en la construcción, implementación y manipulación de robots. El artículo describe el primer caso de estudio denominado “robot tipo topo”; se detalla de forma clara su arquitectura, diseño electrónico y software. El diseño del sistema electrónico, el cual se puede observar en la figura 8, fue abordado en dos fases: la primera de control y la segunda de potencia. Para la fase de control el algoritmo anteriormente descrito fue programado sobre un microcontrolador: pic16f877. La fase de potencia se basa en la arquitectura de dos puentes en h, construidos con los transistores 2n2222 y Tlp 127. Para la evaluación del software del caso de estudio “robot tipo topo” se diseñó una encuesta con treinta preguntas, cada una con cinco posibilidades de respuesta (totalmente en desacuerdo, en desacuerdo, indiferente, indeciso o neutro, de acuerdo y totalmente de acuerdo).

**Palabras clave:** robótica, robot, topo, módulo didáctico.

### Abstract

The article presents the ongoing investigation carried out by members of the research’s seedbed regarding Technorobotic from Universidad Cooperativa de Colombia’s Engineering Faculty. The research team links students as assistants of investigation in an active way; they develop applications that contribute significantly to the design and implementation of a didactic module for learning about the construction, implementation and manipulation of robots. The article describes the first case of study of the so-called “mole type robot”; its architecture, electronic design and software are clearly detailed. The design of the electronic system, shown on figure 8, was addressed in two stages: control stage and power stage. In the control stage, the previously mentioned algorithm was programmed on a microcontroller: pic16f877. The power stage is based on a two-h bridge architecture, built with transistors 2n2222 and Tlp 127. For the evaluation software of the case study “mole type robot”, a survey was designed with five answer possibilities in each of the thirty questions (total disagreement, disagreement, unconcerned, undecided or neutral, agreement and total agreement).

**Keywords:** robotics, robot, mole, didactic module.

\* CMsc. Tecnologías de la información aplicadas a la educación, docente investigadora de la Universidad Cooperativa de Colombia, seccional Bogotá, correo electrónico: dlancheros@hotmail.com

\*\* Ingeniera Mecatrónica, docente investigadora de la Universidad Cooperativa de Colombia, seccional Bogotá, correo electrónico: astridrub@correoucc.edu.co

## Introducción

La robótica es una ciencia o rama de la tecnología que estudia el diseño y construcción de máquinas capaces de desempeñar tareas realizadas por el ser humano o que requieren el uso de inteligencia (Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 2009). Su historia se ha desarrollado en medio del diseño y la construcción de máquinas e instrumentos semejantes a los humanos, que permiten así realizar tareas de forma automática. La historia de la robótica inicia con Leonardo Da Vinci, quien diseñó un león manso: cuando Luis XII entró en Milán, el león presentó sus homenajes al rey abriéndose el pecho y mostrando un escudo con tres lirios. Hacia fines del siglo XVI, el mecánico alemán Cristóforo Schissler fabricó una muñeca automática que se movía con gran desenvoltura.

Jacques Vaucanson construyó un "ánade", el cual, según testigos, aleteaba, nadaba en el agua, se alisaba las plumas con el pico, bebía tragando el agua, picoteaba y comía el alimento que se le daba y, además, después de un tiempo, evacuaba el alimento ingerido bajo la apariencia de materia amorfa. Otro inventor fue Louis Droz, cuya obra fue un "escribano" que introducía la pluma en el tintero y escribía un número limitado de palabras: "Sed bienvenidos a Neuchâtel" (Peña, 2009).

Actualmente el concepto de robótica ha evolucionado hacia los sistemas móviles autónomos, que son aquellos capaces de desenvolverse por sí mismos en entornos desconocidos y parcialmente cambiantes sin necesidad de supervisión. El primer robot móvil de la historia, pese a sus muy limitadas capacidades, fue Electro-Light-Sensitive Internal-External (ELSIE), construido en Inglaterra en 1953. ELSIE se limitaba a seguir una fuente de luz utilizando un sistema mecánico realimentado sin incorporar inteligencia adicional. En 1968 apareció Shackey, del Standford Research Institute (SRI), que estaba provisto de una diversidad de sensores así como de una cámara de visión y sensores táctiles, y podía desplazarse por el suelo. El proceso se llevaba en dos computadores conectados por radio, uno a bordo encargado de controlar los motores y otro remoto para el procesamiento de imágenes (Tótem, robot móvil modular, 2009).

En los años setenta la NASA inició un convenio con el Jet Propulsion Laboratory, cuyo objetivo fue el de diseñar y construir una plataforma capaz de explorar terrenos hostiles. El primer desarrollo fue el *mars-rover*, que estaba equipado con un brazo mecánico tipo Stanford, un dispositivo telemétrico láser, cámaras estéreo y sensores de proximidad. En los años ochenta aparece el *cart* del SRI, que trabaja con procesado de imagen estéreo, más una cámara adicional acoplada en su parte superior. También en la década de los ochenta, el *cmu-rover*, de la Universidad Carnegie Mellon, incorporaba por primera vez una rueda timón, lo que permitía cualquier posición y orientación del plano (Nasa, 2008).

La robótica (Universidad Autónoma de Manizales, 2009; Baturone, 2001) ha sido implementada en diferentes áreas del conocimiento con fines pedagógicos, para la enseñanza en primaria y secundaria, a los adultos en formación profesional, aplicada a las personas discapacitadas, como herramienta de laboratorio (Moreno y Garzón, 2000), para facilitar el desarrollo de los procesos cognitivos y de representación (Cabrero, 1996).

Con fines pedagógicos (Etronik, 2009) se diseñó el sistema electromecánico de un robot tipo topo, el cual hará parte del módulo didáctico implementado en el laboratorio de robótica en Tecnología e Ingeniería Electrónica y de Telecomunicaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Cooperativa de Colombia.

## Robot tipo topo

### Definición

El topo es un animal que se caracteriza por tener un modo de vida subterráneo, por ello tiene uñas y manos excavadoras y un cuerpo cilíndrico; estas cualidades le permiten escavar túneles y, gracias a su olfato, encontrar la salida con facilidad. El robot tipo topo, que se desarrolló en el grupo de investigación, se caracteriza por encontrar la salida de un lugar cerrado.

A continuación, en la figura 1 se muestra la tabla de verdad que describe el funcionamiento del robot tipo topo.

ROBOT TIPO TOPO

SIMULACION

	S1	S2	M1	M2
	0	0	1	1
	0	1	1	1
	1	0	1	1
	1	1	1	1

VOLVER

S1 = SENSOR UNO  
S2 = SENSOR DOS  
M1 = MOTOR UNO  
M2 = MOTOR DOS

SIMULACION

Figura 1. Tabla de verdad robot tipo topo  
Fuente: Software GIAI<sup>1</sup>

En el primer caso se considera que los dos sensores del robot se encuentran apagados, en este caso el motor 1 y el motor 2 se encuentran encendidos, ya que deben avanzar porque no encuentran ningún obstáculo (figura 2).

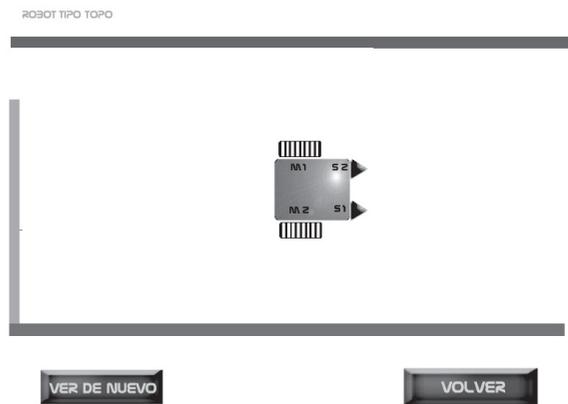


Figura 2. Primera posibilidad robot tipo topo  
Fuente: Software GIAI

1 Grupo de investigación en Automatización Industrial. Software desarrollado, durante el 2009, como opción de grado en el trabajo de investigación “Diseñar y programar tarjetas de control digital para seis tipos de telerobots” perteneciente al proyecto Conadi “Diseño e implementación de un módulo didáctico para el aprendizaje y manipulación de robots”, para el programa de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad Cooperativa de Colombia, y realizado por Sergio Abraham Salcedo Peralta, Hernan Adolfo Bustos Cuervo y Alejandro Cangrejo Bello.

En el segundo caso se considera que el sensor 1 se encuentra apagado y el sensor 2 se encuentra encendido, en este caso también ambos motores deben encenderse pero en sentido contrario al primer caso (figura 3).

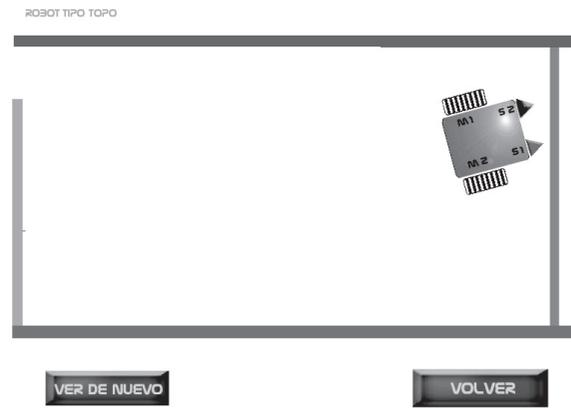


Figura 3. Segunda posibilidad robot tipo topo  
Fuente: Software GIAI

En el tercer caso el sensor 1 está activo y el sensor 2 está apagado, causando que los dos motores deban ponerse en reversa (figura 4).

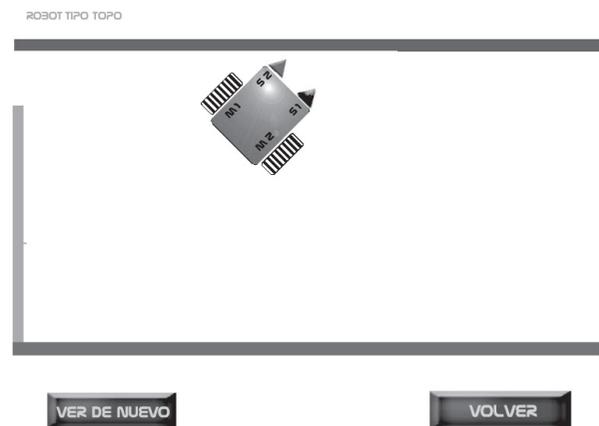


Figura 4. Tercera posibilidad robot tipo topo  
Fuente: Software GIAI

La cuarta posibilidad es que ambos sensores se encuentren activos, en cuyo caso se deben encender ambos motores en reversa (figura 5).

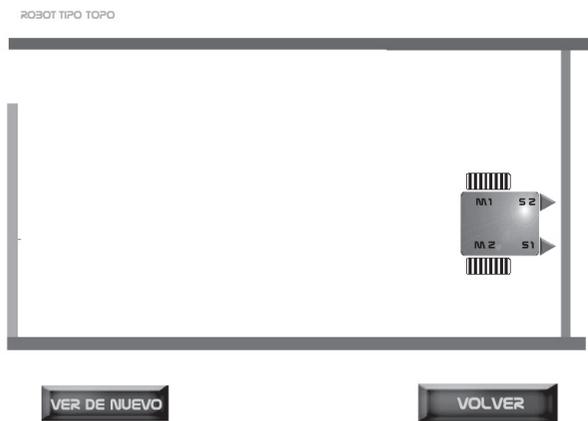


Figura 5. Cuarta posibilidad robot tipo topo  
Fuente: Software GIAI

Con el objetivo de visualizar un caso típico de funcionamiento se anima una situación particular del caso topo (figura 6), las líneas representan la trayectoria del robot.

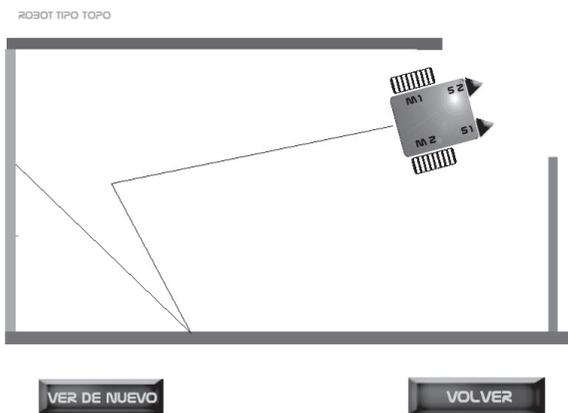


Figura 6. Simulación caso robot tipo topo  
Fuente: Software GIAI

El algoritmo que describe el principio de operación de este robot se muestra en la figura 7. En ésta se aprecian todos los casos anteriormente descritos:

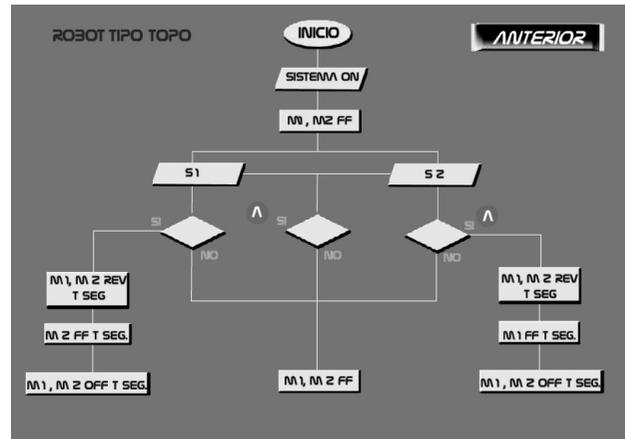


Figura 7. Algoritmo robot tipo topo  
Fuente: Software GIAI

### Diseño electrónico

El diseño del sistema electrónico (figura 8) fue abordado en dos fases: la fase de control y la fase de potencia. Para la fase de control el algoritmo anteriormente descrito fue programado sobre un microcontrolador: pic16f877. La fase de potencia se basa en la arquitectura de dos puentes en h, construidos con los transistores 2n2222 y TIP 127.

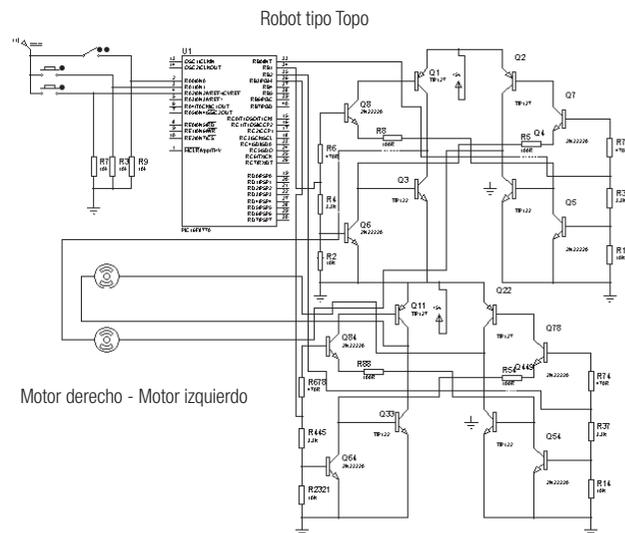


Figura 8. Circuito robot tipo topo  
Fuente: GIAI

**Implementación de software**

El sistema desarrollado por los estudiantes se vincula al proyecto general de investigación como un caso de estudio, en el cual se podrán consultar las partes mecánicas, los elementos electrónicos y las diferentes formas de programación existentes para cada uno de los robots planteados en el diseño. Al finalizar la navegación del estudiante por el software, se aplicó un instrumento, basado en la metodología *q* con el objetivo de evidenciar el nivel

de interpretación adquirido con la estrategia de aprendizaje implementada.

Para la evaluación del software del caso de estudio “robot tipo topo” se diseñó una encuesta de treinta preguntas cada una con cinco posibilidades de respuesta (totalmente en desacuerdo, en desacuerdo, indiferente, indeciso o neutro, de acuerdo y totalmente de acuerdo). Este instrumento utiliza la teoría de la escala de likert (Dawes, 1975) para medición de tendencias; la categorización utilizada se puede observar en la tabla 1.

**Tabla 1.** Categorización para evaluación de software

Número	Pregunta	Subcategoría 2	Subcategoría 1	Categoría
4	El software tiene un conjunto de funciones apropiadas para las tareas específicas	Exactitud	Funcionalidad	Evaluación Software
6	Hace lo acordado en forma esperada y correcta			
11	Las funciones del sistema arrojan siempre los resultados esperados			
13	El sistema interactúa de forma eficiente con otros aplicativos de la misma plataforma computacional	Interoperabilidad		
19	El software tiene un amplio número de funciones que lo hacen compatible con otros programas			
2	Es evidente en el sistema las normas estándares de la temática en la que opera	Conformidad		
5	Los ejercicios presentados están acordes a las temáticas presentadas			
23	Presenta constantemente fallas	Tolerancia a errores	Confiabilidad	
28	Cuando se presenta una falla indica de forma correcta el motivo y lo orienta hacia la solución			
22	En el manual del usuario se especifica la solución a algunas fallas posibles que se puedan presentar en el sistema			
1	El software puede mantener el nivel de rendimiento, bajo ciertas condiciones y por cierto tiempo			
7	Es capaz de recuperar datos cuando se presentan fallas			
20	La interfaz del sistema es agradable y fácil de usar	Entendimiento	Usabilidad	
17	Es fácil de entender y reconocer la estructura y lógica y su aplicabilidad			
25	Es atractivo el diseño del software			
27	Es fácil de operar y controlar			
24	Los conocimientos adquiridos son suficientes para la temática dada	Aprendizaje	Eficiencia	
16	Es evidente estrategias pedagógicas en el software			
3	El sistema tiene un alto grado de recursos que permiten afianzar el aprendizaje	Manejo adecuado de recursos		
9	El sistema referencia material adicional que complementa el aprendizaje			
15	Los recursos del sistema son adecuados y permite avanzar en el proceso de enseñanza y aprendizaje	Comportamiento de tiempos		
30	El sistema responde de forma rápida a las instrucciones dadas			
26	El sistema establece tiempos límites en cada una de sus etapas			
29	El sistema presenta de forma secuencial y ordenada las temáticas necesarias para el aprendizaje en un tiempo prudencial	Diseño	Calidad	
21	El sistema presenta una interfaz agradable y sencilla de manejar			
18	Se puede navegar de forma fácil por el sistema	Pedagogía		
14	Todas las funciones del sistema se encuentran especificadas			
10	El sistema describe de forma clara las temáticas			
12	El sistema presenta una estructura de inducción, evaluación y retroalimentación			
8	El sistema identifica los niveles y el seguimiento en el proceso de aprendizaje			

Fuente: los autores

## Conclusiones

La vinculación de estudiantes como auxiliares de investigación en proyectos financiados por el Comité Nacional de Investigaciones (Conadi) permite afianzar la investigación formativa en el aula. El desarrollo de ayudas pedagógicas en software ayuda a la adquisición de mayores niveles de interpretación en el área de la robótica educativa.

En el desarrollo de software educativo es necesario el diseño de instrumentos que permitan evaluar la efectividad de los módulos didácticos; en este aspecto los formatos de la escala de likert y la metodología *q* presentan resultados óptimos.

El diseño de un robot básico "tipo topo" evidencia los principales componentes necesarios en la construcción, manipulación e implementación de robots móviles en proyectos de aula.

En la simulación del funcionamiento del *robot tipo topo* implementado se evidenciaron logros en la selección de la trayectoria y la búsqueda del objetivo final, lo que comprueba el óptimo diseño implementado.

## Referencias

- Baturone, O. (ed.) (2001), *Robótica: manipuladores y robots móviles*, Barcelona, Marcombo.
- Cabrera, O. (1996, 15 de diciembre), "La robótica pedagógica: un vasto campo para la investigación y un nuevo enfoque para la academia", en *Soluciones Avanzadas*, núm. 40, pp. 1-7.
- Dawes, R. M. (1975), *Fundamentos y técnicas de medición de actitudes*, México, Limusa.
- Etronik. (2009), *Curso de robótica* [en línea], disponible en: <http://cursoderobotica.blogspot.com/>, recuperado: 15 de abril del 2009.
- Moreno, G. y Garzón, G. (2000), *Prácticas de laboratorio para el área de la robótica* [en línea], disponible en: <http://triton.javeriana.edu.co/carrera/tgrado/2000-1/robotica.pdf>, recuperado: 20 de mayo del 2009.
- Nasa (2008, 18 de noviembre).
- Peña Mecina, A. (2009), *Geometría interactiva en ESO* [en línea], disponible en: <http://ficus.pntic.mec.es/apem0032/>, recuperado: 20 de mayo del 2009.
- Tótem, robot móvil modular: plataforma de trabajo en robótica móvil y colectiva* [en línea] (s.f.), disponible en: <http://roboticstoday.wikispaces.com/Historia+de+la+Rob%C3%B3tica>, recuperado: 15 de mayo del 2009.
- Universidad Autónoma de Manizales, programa de Ingeniería Mecánica (2009), *Contenido programático de la asignatura: robótica*, Manizales, Universidad Autónoma de Manizales.
- Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (Unsaac) (s.f.), "Robótica" [en línea], disponible en: <http://robotica.wordpress.com/about/>, recuperado: 10 de mayo del 2009.