

Microbots: Cursos de Verano en la Universidad de Oviedo

Juan A. Martínez, Juan Díaz, Miguel A. Jose-Prieto, Juan A. Martín, Fernando Nuño
Universidad de Oviedo – Area de Tecnología Electrónica
Campus de Gijón, C./Pedro Puig Adam Bloque 3

Abstract—En los últimos años, se ha venido impartiendo en la Universidad de Oviedo cursos de verano y de extensión universitaria que tienen como objetivo la construcción de un pequeño robot. El citado robot se suministra pre ensamblado, de forma que los alumnos centren sus esfuerzos en la programación de un microcontrolador, de acuerdo a diferentes objetivos: velocidad, seguidor de líneas, etc. Una de las grandes ventajas de este curso es que los alumnos no especialistas pueden seguirlo, dado que incluye un tutorial sobre lenguaje C dedicado al manejo de este robot. En este artículo se resumen las experiencias de estos cursos, los cuales se impartieron un mínimo de dos veces anuales para alumnos españoles, de forma totalmente satisfactoria. Este curso se ha impartido para alumnos extranjeros, con valoraciones muy positivas.

Index Terms—Docencia, Microbots, Microcontrolares

I. INTRODUCCIÓN

La Universidad de Oviedo ha llevado a cabo durante los últimos años con notable éxito Cursos de Verano y Cursos de Extensión Universitaria de diferente temática, y que en su mayoría los alumnos podían convalidar por créditos de libre configuración. En el caso que nos ocupa, el objetivo consistió en interesar a los alumnos en el campo de la electrónica digital, concretamente en el diseño de prototipos utilizando microcontroladores. Surge la idea de realizar una pequeña competición entre los microbots que los alumnos construyen y programan. La idea de aprendizaje basada en proyectos no es nueva, y en particular, en el caso de microbots o robots, se puede extender a diferentes disciplinas, no solo a la electrónica digital: desde el diseño externo del mismo, reducciones y transmisiones, hasta circuitos y estrategias de gobierno de los motores que consigan reducir el consumo de la batería, con lo que disciplinas inicialmente muy distintas (Diseño Mecánico y Electrónica de Potencia) confluyen en un único prototipo.

Es evidente que la docencia en este tipo de materias (microcontroladores, etc) puede hacerse extremadamente ardua y poco atractiva para los estudiantes. Por tanto, uno de los primeros objetivos es mostrar a los estudiantes aspectos prácticos de la misma [5]. Se han desarrollado diferentes

estrategias, que van desde el trabajo con plataformas software de animación [3], las cuales muestran el funcionamiento de una CPU *on-line* [6], pasando por el control de sistemas que los alumnos perciban como reales –implementar el sistema de control de frenada ABS [2], y también por supuesto, mediante talleres o cursos de verano basados en robótica [1][4]

II. OBJETIVOS

Los objetivos que se persiguen no son sólo facilitar el aprendizaje de una materia o disciplina, en nuestro caso, circuitos de control digital: microcontroladores. Se pretenden que los alumnos adquieran además las siguientes destrezas:

- Trabajo en equipo.
- Realización de un prototipo funcional.
- Autonomía en el laboratorio.
- Adecuación del trabajo a un presupuesto.
- Fomentar la búsqueda de soluciones y mejoras alternativas.

La selección de estos objetivos tiene como fin mejorar las habilidades de los estudiantes en el laboratorio, no solo para las asignaturas regladas, sino también para el desarrollo del proyecto fin de carrera. Todos estos objetivos deben de conseguirse en un curso de cinco días de duración, de forma intensiva, aprovechando el periodo estival de vacaciones. Debe estructurarse por tanto, de forma atractiva para el estudiante, de forma que predominen las horas de laboratorio sobre las inevitables y precisas de teoría.

III. ESTRUCTURA DEL CURSO

Con las restricciones anteriores, las actividades del curso se agrupan de la siguiente forma, de acuerdo a la figura 1:

- Introducción a la robótica, una sesión descriptiva de dos horas de duración, en la que se abordan conceptos muy generales, tales como el ámbito de aplicación de los mismos, disciplinas implicadas en el desarrollo de robots, etc.. El objetivo es presentar las aplicaciones de la robótica y los campos de aplicación de la misma, desde

robots industriales hasta dispositivos de ayuda en quirófano, etc

- En el siguiente bloque se compone de dos horas de teoría sobre pequeños motores, los tipos y sus circuitos de gobierno más habituales, de forma que para cada aplicación el alumno pueda elegir el más adecuado, desde motores de continua hasta motores *brushless*, paso a paso, etc. Se completa esta sesión con dos horas de prácticas de laboratorio, en la que se debe de montar un pequeño driver basado en el conocido L293D, el cual permite diversas conexiones, entre ellas la configuración puente en H, muy habitual en microbots basados en pequeños motores de continua.



Figura 1: Estructura del curso, el cual se pretende que sea eminentemente práctico, alternando sesiones sobre hardware y software

- La siguiente sesión (cuatro horas) abarca aspectos tales como cinemática, estructura de un robot, etc; en esta sesión se dedican dos horas al montaje y ensamblado de un robot, el cual se suministra a los alumnos semi-montado.
- Los sensores, tipos, circuitos de adaptación, etc.. constituyen el bloque teórico siguiente, nuevamente de dos horas, a las cuales sigue una sesión práctica (nuevamente, dos horas), en la que se introduce el microcontrolador que se va a utilizar, de la familia de Microchip; en la sesión de prácticas, los alumnos toman contacto con la medida de señales digitales, analógicas, periodo de muestreo, etc
- En el siguiente bloque (ocho horas, en su mayoría de laboratorio) se proponen y ensayan diferentes técnicas de control de motores, y se empiezan a hacer los primeros programas de ejemplo integrando lecturas de los sensores, etc de forma que al final de esta sesión el prototipo de robot es capaz de seguir una línea, actuar de una forma determinada ante determinados estímulos, etc
- En el último bloque de ocho horas los alumnos se dedican a programar el prototipo, de cara al concurso final. El concurso consiste en seguir una línea, detectar unas discontinuidades en la misma, girar 90° y avanzar hasta detectar por medio de unos *bumpers* o finales de carrera un determinado obstáculo. En la

figura 1 se puede observar uno de los circuitos propuestos en alguna de las ediciones de este curso.



Figura 1: Circuito que los robots deben recorrer y salir del mismo, detectando las discontinuidades mostradas

Este concurso se realiza mediante un sistema de eliminatorias. Los alumnos forman equipos de tres personas, y tienen que programar el robot para que realice el trayecto de escape de la forma más rápida posible. Para ello, no solo interviene una programación del microcontrolador adecuada: se permite la utilización de baterías de más tensión para alimentar los motores, emplear modulación para acelerar/frenar los motores. Es preciso tener en cuenta que las ruedas pueden deslizarse, la inercia del mismo, etc., es decir, los alumnos deben considerar, ensayar y valorar distintas estrategias antes de participar en el concurso, consiguiendo de esta forma los objetivos propuestos: trabajo en equipo, búsqueda de soluciones, prototipo funcional, etc . En la figuragrafia dos se puede ver el prototipo final construido [7].

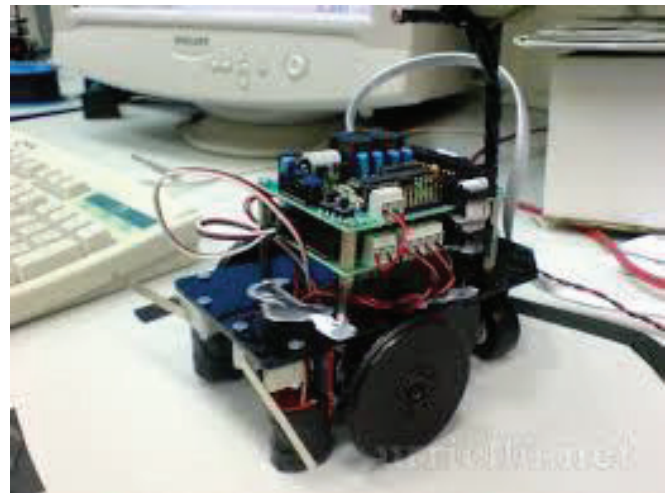


Figura 2 Aspecto del prototipo una vez montado: se trata del SKYBOT 1.3

IV. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Los resultados del curso se han evaluado con las correspondientes encuestas de satisfacción, las cuales se muestran en el apéndice y su resumen, en la tabla 1. Como se puede comprobar, el índice de satisfacción es muy alto, con notas en casi todos los *items* siempre superiores a 4 puntos sobre un total de cinco puntos. En las encuestas se recogen opiniones tanto del curso, como del profesorado, cumplimiento de expectativas, etc

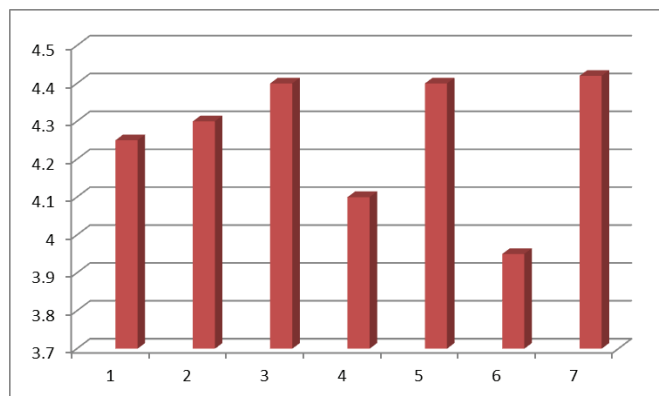


Tabla 1: Resultado medio de las encuestas durante siete años

A la hora de evaluar este curso, se han de tener en cuenta otros parámetros, tales como:

- Número de alumnos: el número de alumnos se acota a un número de treinta, para diez puestos de laboratorio. En todas las ediciones del curso, siempre ha habido lista de espera, de forma que el curso se ofertó además como curso de extensión universitaria, con el fin de cubrir la demanda del mismo.
- No es el único curso ofertado en este formato: los alumnos pueden optar por otras temáticas y cursos más teóricos, con menos trabajo de laboratorio.
- El porcentaje de alumnos que han participado en el curso y que luego continúan de alguna forma vinculados al Área de Tecnología Electrónica, como becarios, realizando su proyecto fin de carrera, ha crecido en los años en los que se impartió este curso, así como la realización de trabajos fin de grado.
- Se han conseguido los objetivos inicialmente planteados, sobre todo los que se refieren a trabajo en grupo y la búsqueda de distintas opciones, de cara a mejorar su prototipo para la competición final.

Hay que resaltar que los alumnos son calificados al final del curso. En la totalidad de los cursos impartidos los alumnos han superado con notas elevadas (por encima de notable) el citado curso. La prueba consiste en demostrar el funcionamiento del robot, preguntas consideradas clave de los profesores sobre el mismo, etc. En este punto, los alumnos deben sugerir mejoras del prototipo, cuales son los fallos que han observado, etc, es decir, un pequeño informe del trabajo realizado.

En las figuras 3 y 4 se pueden observar prototipos realizados íntegramente por los alumnos, como proyectos fin de carrera. Los MicroBots construidos incluyen modelos de artrópodos, coches, humanoides, etc e incluyendo diferentes sensores. Algunos de los modelos incluyen comunicación con PC, comunicaciones *bluetooth*, etc

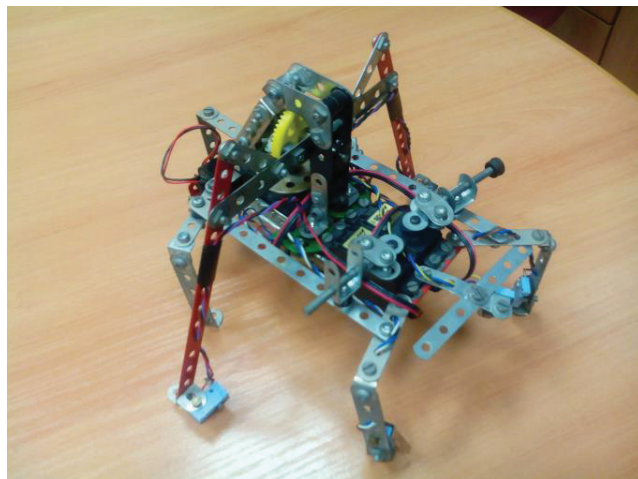


Figura 3: MicroBot basado en el modelo de artrópodo

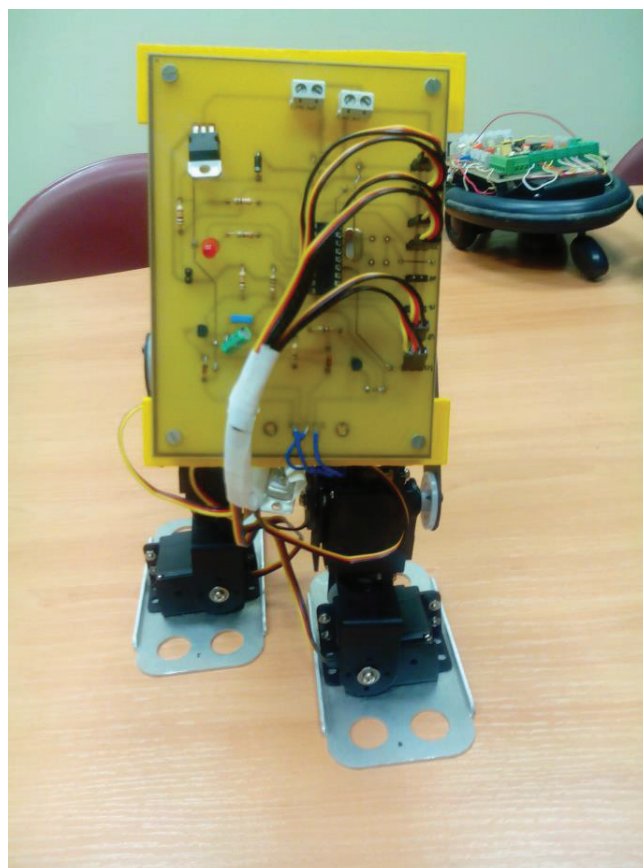
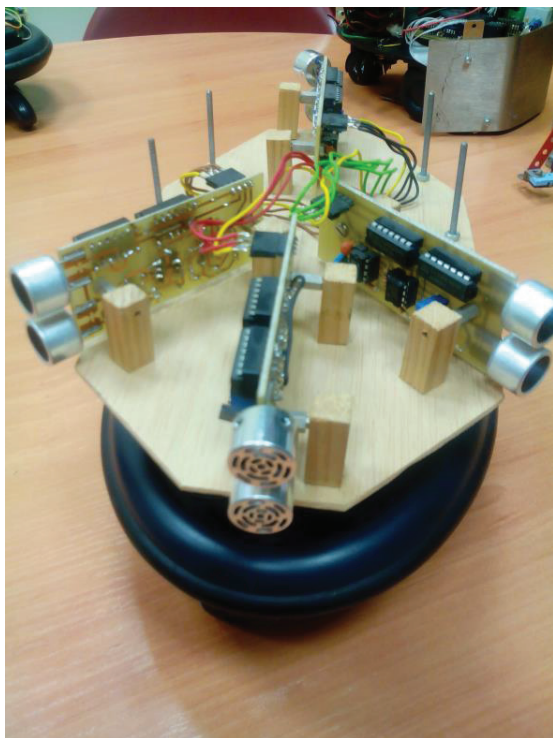


Figura 4: Prototipo "caminante" capaz de mantener el equilibrio



V. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos son altamente satisfactorios, no solo desde el punto de vista del alumnado; los profesores implicados en la docencia del mismo coinciden en señalar que los alumnos alcanzan unos buenos resultados de aprendizaje, adquieren una autonomía en laboratorio adecuada. Los resultados del curso han sido altamente satisfactorios con una inversión en componentes importante en el primer año, dado que los materiales del mismo (el robot) se reutiliza cada año. Los alumnos que han realizado el curso suelen continuar su trabajo en el laboratorio, en forma de proyecto fin de carrera/trabajo fin de grado, con trabajos relacionados con microcontroladores, etc, dado que cuentan con una formación previa que les hace afrontar estos trabajos con mayores garantías de éxito. El aspecto práctico del curso es otro aspecto importante a resaltar sobre el mismo, y constituye un buen anuncio y publicidad sobre el máster EU4M, (Erasmus mundus) en Ingeniería Mecatrónica, y se puede decir que la práctica totalidad de los alumnos españoles que se matriculan en el Máster han realizado el presente curso.

Este trabajo ha sido parcialmente subvencionado a través del Plan de Ciencia Tecnología e Innovación del Principado de Asturias, (Ref: FC-15-GRUPIN14-122)

REFERENCIAS

[1] Miguel Hernando, Member, IEEE, Ramón Galán, Iñaki Navarro, Diego Rodríguez-Losada, "Ten Years of Cybertech: The Educational Benefits of Bullfighting Robotics" IEEE TRANSACTIONS ON EDUCATION, VOL. 54, NO. 4, NOVEMBER 2011, pp. 569-575.

[2] Radu-Emil Precup, Stefan Preitl, Mircea-Bogdan Rădac, Emil M. Petriu, Claudia-Adina Dragos., and József K. Tar, "Experiment-Based Teaching in Advanced Control Engineering" IEEE TRANSACTIONS ON EDUCATION, VOL. 54, NO. 3, AUGUST 2011, pp.345-355

[3] Piotr Dębiec and Marcin Byczuk "Teaching Discrete and Programmable Logic Design Techniques Using a Single Laboratory Board" IEEE TRANSACTIONS ON EDUCATION, VOL. 54, NO. 4, NOVEMBER 2011 pp.652-656

[4] John W. Pierre, Francis K. Tuffner, , Jeffrey R. Anderson, ,David L. Whitman, A. H. M. Sadrul Ula, Robert F. Kubichek, , Cameron H. G. Wright, Steven F. Barrett, Jerry J. Cupal, and Jerry C. Hamann "A One-Credit Hands-On Introductory Course in Electrical and Computer Engineering Using a Variety of Topic Modules" IEEE TRANSACTIONS ON EDUCATION, VOL. 52, NO. 2, MAY 2009, pp. 263-272

[5] Mark A. Eddings, James C. Stephenson, and Ian R. Harvey "A one-credit Hands-On Freshman Survey Course to Steer Undergraduates Into Microsystems Coursework and Research" IEEE TRANSACTIONS ON EDUCATION, VOL. 52, NO. 3, AUGUST 2009 pp. 312-317

[6] Impact Assessment of a Microprocessor Animation on Student Learning and Motivation in Computer Engineering Ken Ferens, Member, IEEE, Marcia Friesen, and Sandra Ingram, Member, IEEE IEEE TRANSACTIONS ON EDUCATION, VOL. 50, NO. 2, MAY 2007

[7] <http://www.iearobotics.com/proyectos/skybot/skybot.html>

ANEXO: CUESTIONARIO Y RESPUESTAS DE UNO DE LOS CURSOS IMPARTIDOS

ITEM	Valoración
Actitud del Profesorado	4.73
Aplicación práctica	4.64
Calificación	4.5
Calidad de los materiales	3.91
Conocimientos adquiridos	4.36
Contenidos	4.5
Competencia del Profesorado	4.59
Dirección y coordinación	4.45
Expectativas	4.32
Horario del profesorado	4.5
Lugar de impartición	4.27
Materiales docentes	4.14
Metodología	4.32
Motivación	4.32
Nivel de satisfacción	4.45
Objetivos	4.45
Programa	4.55
Recomendación	4.59
Valoración del Profesorado	4.41