



**VNiVERSiDAD
D SALAMANCA**

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

INFORME FINAL

Proyecto

**DESARROLLO DE MATERIALES PRÁCTICOS SOBRE
ROBÓTICA Y AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL EN LA
INDUSTRIA 4.0 Y ACTUALIZACIÓN DEL LABORATORIO
DE ROBÓTICA A ESTA TECNOLOGÍA**

Código

ID2018/074

Entidad

VICERRECTORADO DE DOCENCIA

Salamanca, 30 de junio de 2019

Datos del proyecto

Título del Proyecto:	Desarrollo de materiales prácticos sobre Robótica y Automatización Industrial en la industria 4.0 y actualización del Laboratorio de Robótica a esta tecnología.
Código:	ID2018/074
Laboratorio:	Automática
Modalidad:	Acción 1. Innovación en metodologías docentes para clases teóricas y prácticas
Año convocatoria:	2018
Entidad:	Vicerrectorado de Docencia
Investigador Principal:	Francisco Javier Blanco Rodríguez GIR "Robótica y Sociedad" Dpto Informática y Automática fjblanco@usal.es Tel: 6092
Financiación concedida:	782.23 €

Antecedentes

En el curso académico 2012/13, comenzó a impartir la asignatura “Robótica” en el Grado en Ingeniería Informática. Esta asignatura optativa en el plan de estudios tiene asignada 6 ECTS, de los cuales 3 ECTS son de carácter teórico y otros 3 ECTS prácticos. En ella se pretende que el alumno adquiriera las competencias CC15, TI2 y CO4:

- CC15: Conocimiento y aplicación de los principios fundamentales y técnicas básicas de los sistemas inteligentes y su aplicación práctica
- TI2: Capacidad para seleccionar, diseñar, desplegar, integrar, evaluar, construir, gestionar, explotar y mantener las tecnologías de hardware, software y redes, dentro de los parámetros de coste y calidad adecuados
- CO4: Capacidad para conocer los fundamentos, paradigmas y técnicas propias de los sistemas inteligentes y analizar, diseñar y construir sistemas, servicios y aplicaciones informáticas que utilicen dichas técnicas en cualquier ámbito de aplicación

Las actividades dentro de los créditos teóricos se centran en clases magistrales en las que se presentan aspectos fundamentales del campo de la robótica, junto con trabajos de documentación de los alumnos sobre aspectos actuales donde se utilizan robots en la actualidad y sus características. En la parte práctica, puesto que forma parte de una titulación de informática, se desarrollan aspectos en los que la programación forma un papel importante.

No obstante, en la actualidad en la industria existe un gran auge por la implantación de la Industria 4.0, en la cual el componente informático y las comunicaciones entre todos los componentes toma un papel relevante. En particular en esta industria conectada los robots industriales, tanto manipuladores como móviles, forman un papel muy importante dentro de ésta.

Hasta la actualidad los robots manipuladores disponibles en el laboratorio de robótica estaban completamente obsoletos. Con un software anticuado y sin posibilidad de comunicarse con su entorno. Con objeto de poder dar a los alumnos una visión actual de estas tecnologías surgió la necesidad de actualizar partes hardware de los robots y diseñar nuevos componentes software para poder conectarlos satisfactoriamente con el resto de equipos del laboratorio.

Puesto que dentro de la Industria 4.0 otro aspecto clave se centra en la comunicación de equipos de automatización otro aspecto que se planteó fue la elaboración de material práctico para la asignatura “Automática y Control” del Grado en Ingeniería Química. Esta asignatura de carácter obligatorio comenzó a impartirse también en el curso 2012/13. En ella el alumno podrá adquirir las siguientes competencias específicas (DR8, TE2, TE4) y profesionales (8P1):

- DR8 “Conocimiento de las bases teóricas de máquinas y mecanismos así como de los fundamentos de automatismo y control”
- TE2 “Capacidad para llevar a cabo el análisis, diseño, simulación y optimización de procesos y productos”
- TE4 “Capacidad para diseñar, gestionar y operar procedimientos de simulación, control e instrumentación de procesos químicos”

- 8P1 “Seleccionar sistemas de automatización y control”

Puesto que el laboratorio de Automática ya se actualizó a tecnologías en las que los equipos se encuentran conectados y con sistemas SCADA para la monitorización y supervisión, se planteó la necesidad de aportar material a los estudiantes de las bases de estas tecnologías mediante el material didáctico.

Entorno docente

En el presente curso 2018/19, el número matriculados en la asignatura “Robótica” del grado en Ingeniería informática de la Facultad de Ciencias ha sido de 29, habido sufrido una reducción importante en el número frente a cursos anteriores (65 alumnos en el curso 16/17) debido a la puesta en marcha de otras asignaturas optativas. Para superar la asignatura el alumno debe realizar trabajos teóricos y presentarlos al retos de compañeros y realizar prácticas planteadas con robots simulado y reales. En estas prácticas los alumnos trabajan en grupos de 2 personas en cuando trabajan con robots simulados y de 4 o 5 componentes cuando trabajan con robots reales.

En la asignatura “Automática y Control” del Grado en Ingeniería Química de la Facultad de Ciencias Químicas el número de alumnos ha sido de 74. Para superar esta asignatura el alumno debe realizar las prácticas planteadas, además de un examen teórico. En las prácticas, los alumnos trabajan en equipos integrados por 4 personas, teniéndose un total de 20 grupos en la asignatura. Cada día acuden al laboratorio 4 grupos.

Descripción de trabajos realizados

En este apartado se va a describir los trabajos realizados por el equipo investigador de este proyecto de innovación, tanto en lo que se refiere a la adaptación hardware y software de los robots manipuladores (MA2000) del laboratorio, como en cuanto al desarrollo de la documentación realizada para las prácticas de los alumnos.

DESARROLLO DE HARDWARE Y SOFTWARE PARA LOS ROBOTS DE LABORATORIO

Los robots manipuladores MA2000 (Figura 1) en el laboratorio de robótica aunque todavía completamente funcionales datan de los años 80s. La comunicación con el robot se realiza con una antigua tarjeta de comunicaciones que no puede ser colocada en los ordenadores actuales y el software para su manejo y programación por esta razón también está anticuado, se ejecuta bajo MS-DOS y lo más importante no puede comunicar su información a otros ordenadores (Figura 2).



Figura 1. Robot MA2000

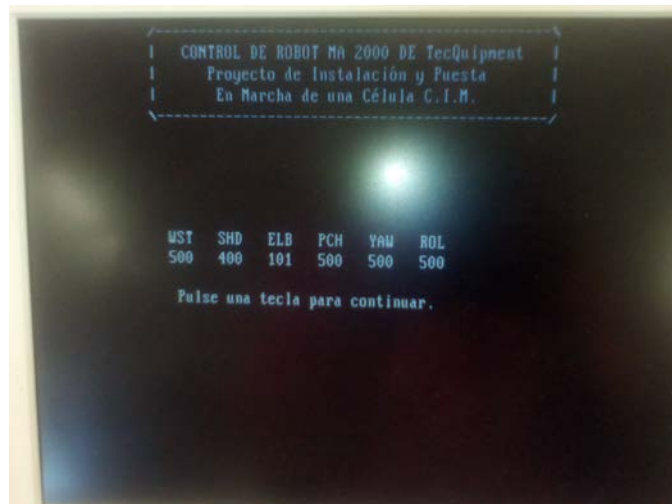


Figura 2. Software inicial del Robot MA2000

Por esta razón incluir estos robots en la docencia práctica de la asignatura de robótica, aunque interesante a nivel del uso de un robot real, se aleja del enfoque de la asignatura hacia las tendencias robótica actual y en concreto a su inclusión dentro de los entornos de industriales de futuro como es la Industria 4.0.

Por esta razón en este proyecto de innovación docente el primer objetivo fue el desarrollo tanto de hardware (para poder utilizar ordenadores actuales) como de software para permitir el acceso del estado del robot, e incluso programarlo, de forma remota.

En cuanto al hardware, el primer paso fue el diseño de una placa electrónica que permita enviar comandos al robot desde dispositivos de comunicaciones que puede tener cualquier ordenador actual. Así, en la Figura 3 y la Figura 4.

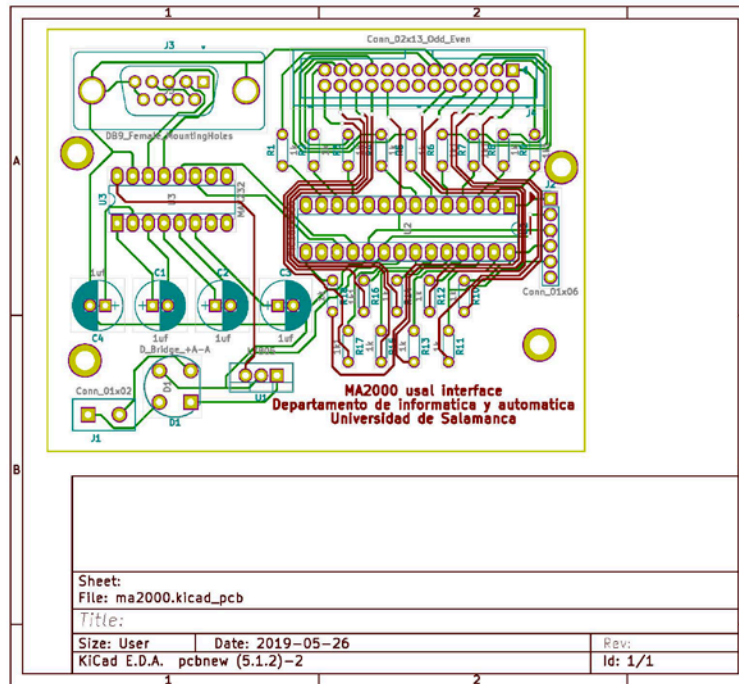


Figura 3. Diseño de la placa de comunicación con sus componentes

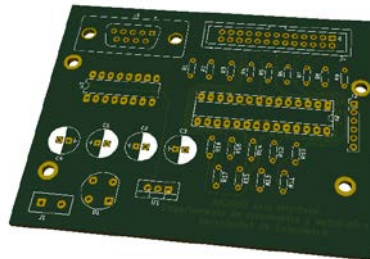


Figura 4. Vista preliminar de la placa diseñada

Posterior la placa se fabrico en la que se ensamblaron los componente para tener el resultado final para ser probado que se muestra en la Figura 5.

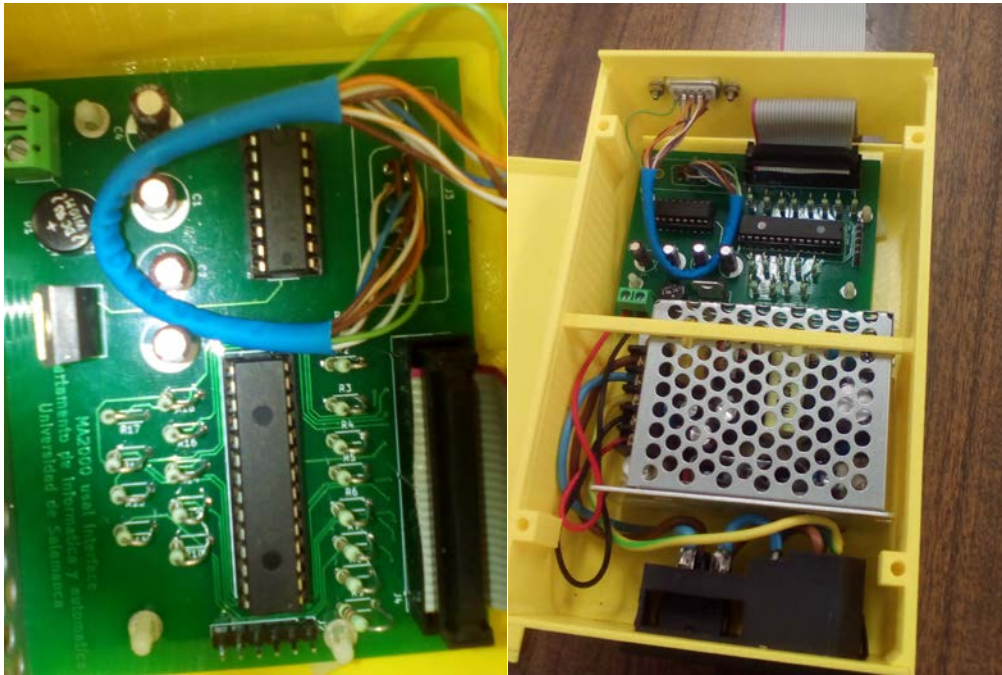


Figura 5. Placa ensamblada y con todas las conexiones para conectarla al robot

Una vez que se encontraba todo el hardware funcionando correctamente se comenzó la fase de desarrollo y configuración del software que permite la comunicación con el robot y de este modo poder moverlo y obtener el estado del mismo. Así se muestran algunas imágenes en la Figuras 6, 7 y 8.



Figura 6. Obtención de las posiciones de las articulaciones del robot

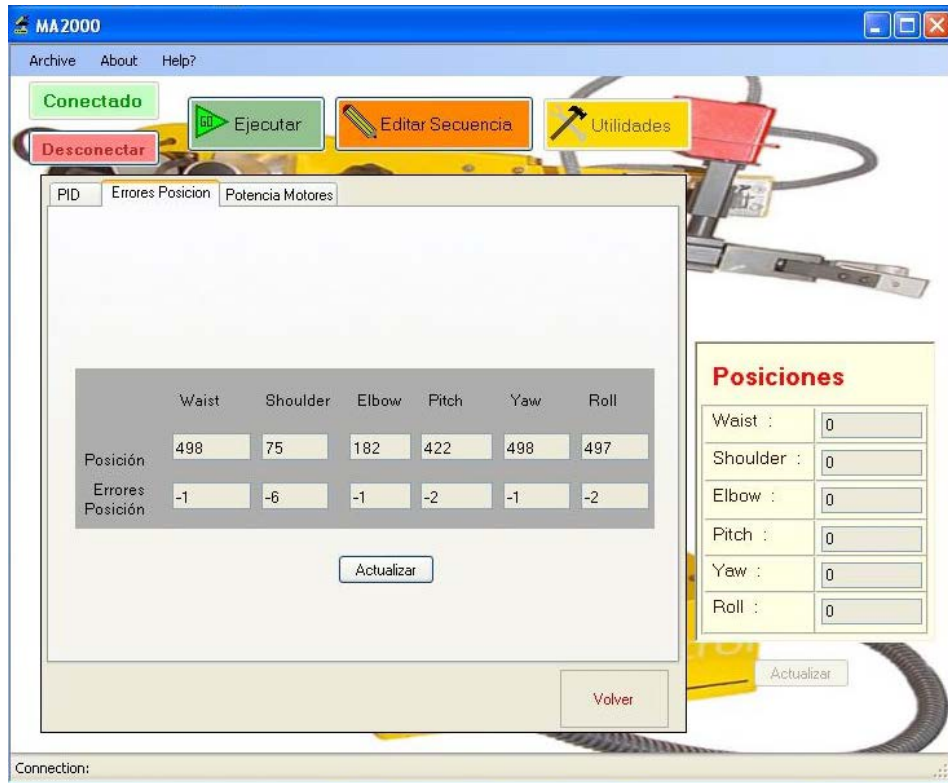


Figura 7. Posiciones actuales y error con respecto de las posiciones deseadas

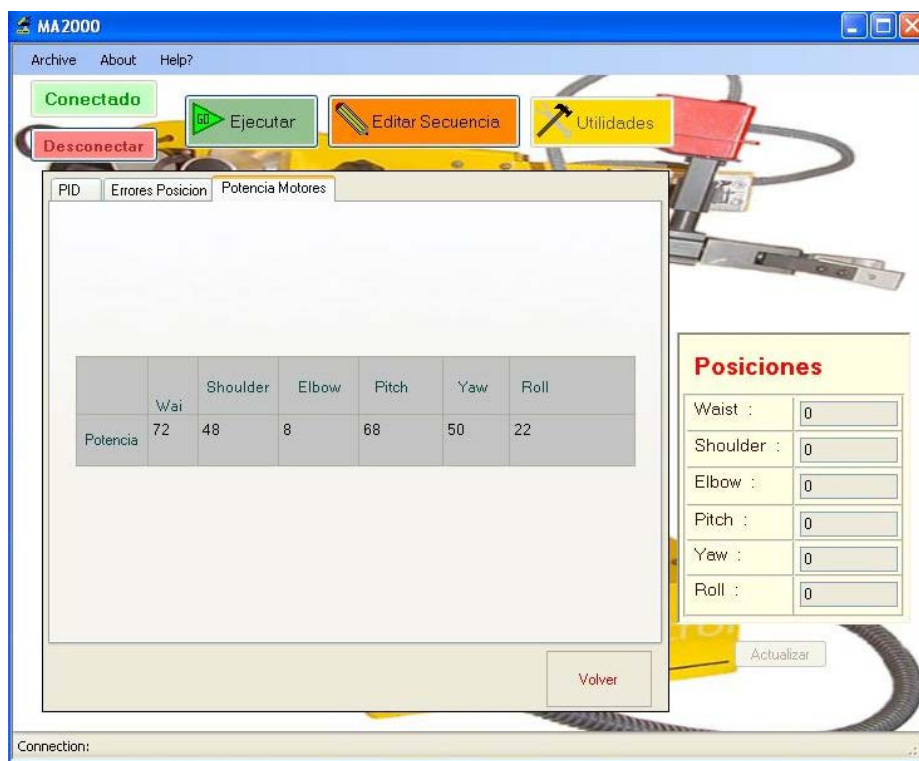


Figura 8. Potencia consumida por cada motor asociado a las articulaciones

Es necesario destacar que dada la limitación temporal del proyecto ha sido imposible el desarrollo software de un servidor OPC que permita la comunicación

remota de otros ordenadores para conocer el estado del robot en cada momento. Esta utilidad se añadirá en desarrollos próximos así como algún cliente OPC que permita la visualización del estado del robot con un visor tridimensional viendo el robot en una posición similar a la que se encuentre en la realidad. No obstante el primer paso realizado es fundamental para este desarrollo futuro puesto que previamente era inviable.

DESARROLLO DE DOCUMENTACIÓN PARA LAS ASIGNATURAS

Paralelamente al desarrollo del hardware y el software se ha procedido al desarrollo de la documentación para las asignaturas involucradas.

Desarrollo de

Para esta fase, en el proyecto inicial se planteó la adquisición de software comercial de utilización en plantas reales tanto para establecer los servidores OPC como para el desarrollo de la aplicación SCADA. Al no tener una dotación económica ha sido necesaria una primera etapa para evaluar el diferente software disponible de modo libre o con licencia de prueba.

Esta documentación se ha enfocado por dos vías bien diferenciadas. En primer lugar, se han realizado documentos para dar una visión actual sobre la Industria 4.0 y las tecnologías involucradas tanto para los alumnos de "Robótica" (dada la conexión de su titulación con todas estas tecnologías) como para los alumnos de "Automática y Control". En ellos se muestra información sobre el estado de la industria actual y como del desarrollo de las tecnologías de la comunicación han posibilitado la conexión de todos los dispositivos en un entorno de fabricación. Más orientado a la asignatura de "Robótica" también se ha realizado un documento ilustrando el papel de la robótica tanto mediante los robots móviles (con un papel cada vez más grande en los entornos de fabricación) como con los robots manipuladores.

En segundo lugar se ha desarrollado documentación enfocada a la realización de las prácticas. Para los alumnos de "Automática y Control" se han realizado documentos con los pasos necesarios para la configuración, en el laboratorio de automática, de los servidores OPC que van a manejar (Allen-Bradley y Schneider Electric). Para los alumnos de Robótica se ha documentado las características del Robot MA2000 para que acudir al laboratorio con los conocimientos previos antes de manejar el robot real.

Resultados:

Como se comentó en la solicitud del presente Proyecto de Innovación, al concederse el proyecto a finales de diciembre de 2018 y ser dos asignaturas que se imparten en el segundo cuatrimestre, los resultados del proyecto no podrán comenzar a utilizarse en el aula hasta el próximo curso académico. Durante el próximo curso, cuando se presente a los alumnos los nuevos contenidos incluyendo la Industria 4.0 se pretende realizar un cuestionario para obtener realimentación sobre el grado de

aceptación y si consideran adecuado incorporar el contenido de estas tecnologías que están cambiando continuamente al ámbito académico.