

MAQUETA PARA LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO CON SENSORES DE PROXIMIDAD OPTOELECTRÓNICOS

Jorge Marcos¹, Carlos Vivas², Germán Novoa³ y Camilo Quintans⁴

¹*Departamento de Tecnología Electrónica. Instituto de Electrónica Aplicada “Pedro Barrie de la Maza”. Universidad de Vigo. acevedo@uvigo.es*

²*Departamento de Tecnología Electrónica. Instituto de Electrónica Aplicada “Pedro Barrie de la Maza”. Universidad de Vigo. cvivas@uvigo.es*

³*DISGAPRE. gnovoa@mundo-r.com*

⁴*Departamento de Tecnología Electrónica. Instituto de Electrónica Aplicada “Pedro Barrie de la Maza”. Universidad de Vigo. quintans@uvigo.es*

RESUMEN

En este trabajo se expone la maqueta que se ha desarrollado para la formación práctica en sensores de proximidad optoelectrónicos. La maqueta se compone de un sistema mecánico en el que se mueve un objeto a distintas velocidades. El sistema dispone de un conjunto de sensores de proximidad comerciales que poseen características distintas para lograr una formación más completa. El sistema mecánico lo mueve un motor eléctrico con un control de velocidad PWM y permite variar manualmente la distancia de detección entre el sensor y el objeto a detectar.

1. INTRODUCCIÓN

El Departamento de Tecnología Electrónica de la Universidad de Vigo imparte docencia de sensores, en distintas especialidades, en las escuelas técnicas de Ingeniería Industrial, Ingeniería de Telecomunicación, Ingeniería de Minas e Ingeniería Técnica Industrial.

Los sensores de proximidad optoelectrónicos son dispositivos ampliamente utilizados en la industria, y por ello creemos que la formación en esa materia es fundamental para el desarrollo de la actividad profesional de nuestros alumnos. Esta formación se imparte en distintas especialidades de distintos centros y con distintos niveles. Pero la formación en sensores es una materia muy amplia y compleja, lo que supone que en ninguna de nuestras titulaciones se pueda dar en toda su amplitud. Otra dificultad añadida es la realización de las prácticas de laboratorio, por la dificultad de simular procesos industriales reales en los laboratorios docentes. Por todo ello, el desarrollo de maquetas y herramientas informáticas que faciliten esta tarea supone una actividad de gran ayuda, tanto para el profesor de la asignatura como para el alumno. En este sentido y en los últimos años se han desarrollado algunas aplicaciones que han dado resultados muy satisfactorios [1][2][3].

El objetivo que se pretende alcanzar con el trabajo realizado y que aquí se expone, es dar al alumno una formación práctica que le permita conocer los distintos tipos de sensores optoelectrónicos, sus características técnicas y su modo de funcionamiento. Para alcanzar esos objetivos se ha desarrollado una maqueta con sensores optoelectrónicos comerciales que permiten detectar distintos tipos de objetos. Así mismo se ha desarrollado un manual de usuario que permite al alumno identificar los componentes de la maqueta y su cableado,

comprobar el comportamiento de cada uno de los sensores y realizar las correspondientes medidas.

En los apartados sucesivos se expone la maqueta desarrollada, los sensores que incluye, así como la funcionalidad de la misma.

2. MAQUETA DESARROLLADA

La maqueta educativa que se ha desarrollado dispone de unos objetos que se mueven de uno a otro extremo de un tornillo sinfín, arrastrados por un motor eléctrico de corriente continua e imanes permanentes y en el que se realiza el control de velocidad con un circuito electrónico PWM. En la maqueta van ubicados los distintos sensores y a través de un panel de mandos se puede visualizar el estado de cada uno de ellos. De igual forma, en dicho panel se ubican los dispositivos de control. La figura 1 muestra el aspecto general de la maqueta y la figura 2 muestra el aspecto del panel de mandos.

Seguidamente se analizan el sistema mecánico, el circuito electrónico de control y los sensores que se utilizan en la maqueta.



Figura 1. Fotografía de la maqueta



Figura 2. Panel de mandos

2.1. Sistema mecánico

El sistema mecánico desarrollado se compone de un objeto que se mueve longitudinalmente y que puede ser detectado por los sensores en distintas posiciones, y por un disco en el que se han pintado marcas de distintos colores. El objeto que se desplaza horizontalmente está formado por dos piezas de aluminio y una de metacrilato que se desplazan a lo largo de una varilla roscada cuando esta gira en cualquiera de los dos sentidos. Para el giro de la varilla se utiliza un motor de corriente continua controlado en velocidad y en sentido de giro. De igual forma el motor arrastra el disco con las distintas marcas de colores que está situado en uno de los extremos de la maqueta. La estructura de la maqueta está realizada a base de placas de acero F111 pavonado unidas entre sí, que sirven además de soporte de los distintos sensores y de los sistemas de conexión. El resto de piezas de la maqueta están realizadas en aluminio para reducir el peso de la misma.

2.2. Sistema electrónico

El sistema electrónico de control está ubicado en una caja de policarbonato transparente y aluminio, para reducir al mínimo el peso de la maqueta. La figura 3 muestra el diagrama de bloques de dicho sistema, que se compone de tres partes:

- Una fuente de alimentación que genera las tensiones de +24, +12, -12 +10 y -10 V, para la alimentación del circuito electrónico de control del motor y de los sensores que se alimentan en continua.
- Un circuito electrónico para control de la velocidad y del sentido de giro del motor, que consta de un puente de transistores controlado por el circuito integrado L292, específico para estas aplicaciones, figura 4.
- Un panel de mandos, figura 2, en el que están ubicados los diodos LED que señalizan el estado de los sensores todo-nada, el miliamperímetro y voltímetro para visualización del estado de los sensores con salida analógica, el potenciómetro para fijar el punto de consigna de la velocidad del motor y el interruptor de encendido del sistema. Dentro de la misma caja está ubicado también el resto del sistema electrónico (fuente de alimentación y circuito electrónico de control del motor.)

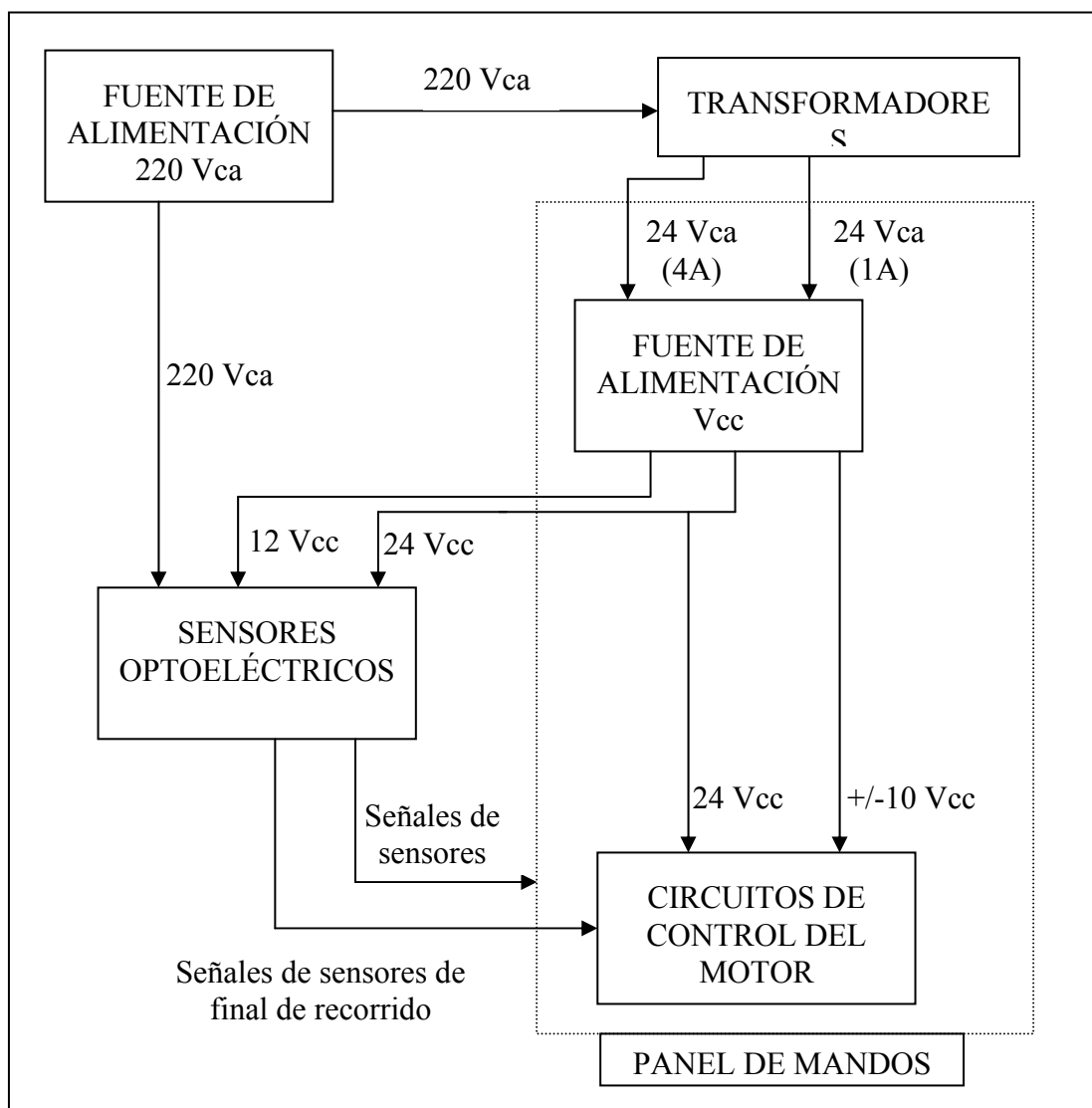


Figura 3. Diagrama de bloques del sistema electrónico

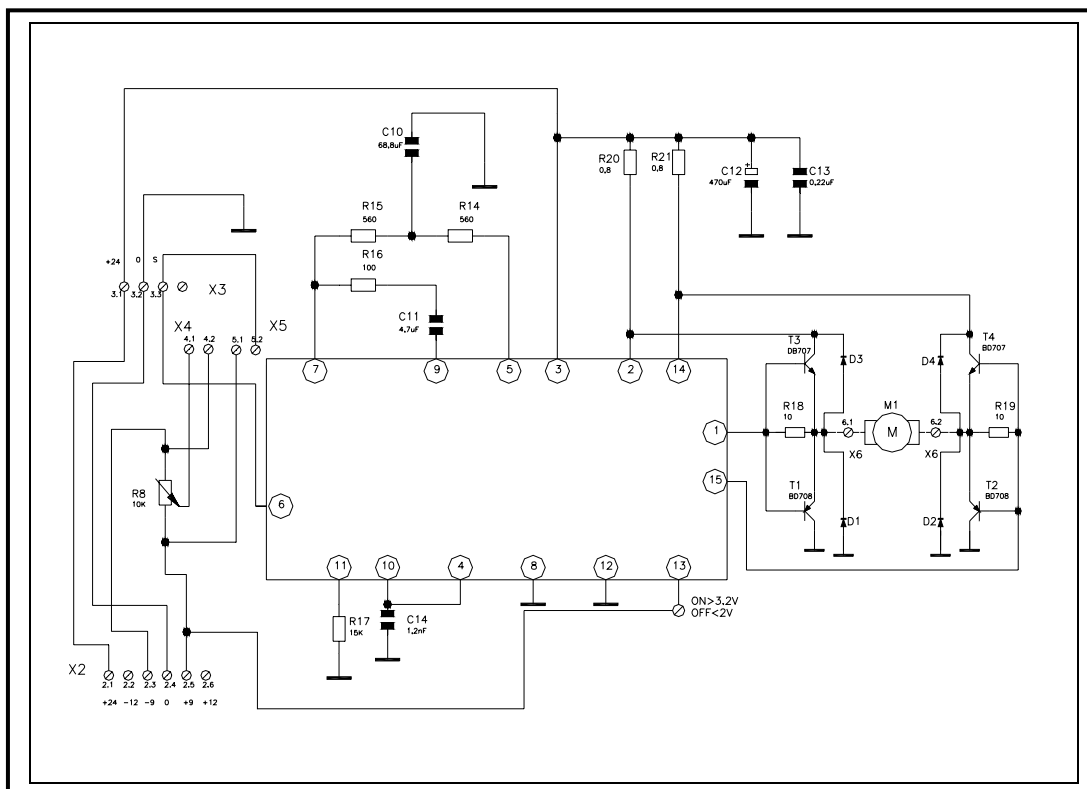


Figura 4. Circuito de control del motor

2.3. Sensores utilizados en la maqueta

Para la realización de la maqueta se consideró adecuado incluir un conjunto de sensores optoelectrónicos significativo, desde el punto de vista de los distintos tipos que ofrecen los fabricantes y teniendo en cuenta los distintos modos de operación, características técnicas, etc.

Con el fin de dar una formación práctica lo más amplia posible a nuestros alumnos, se ha considerado oportuno incluir en la maqueta un conjunto de sensores lo suficientemente amplio como para que se puedan mostrar las características y modo de operación de los distintos tipos de sensores que ofrece el mercado.

Por todo ello, se realizó un estudio para determinar el conjunto de sensores que se debían incluir en la maqueta [4][5][6][7]. En dicho estudio se llegó a la conclusión de que los sensores elegidos debían ser los adecuados para mostrar el conjunto de características que se muestran clasificadas en la tabla 1.

De acuerdo con lo dicho anteriormente, se ha seleccionado el conjunto de sensores que se indica en la tabla 2. Los sensores elegidos son de la firma Telemecanique (Grupo Schneider). En las tablas 3 a 9 se muestra el aspecto físico y las características más importantes de los distintos sensores utilizados en la maqueta.

CLASIFICACIÓN DE LOS SENSORES DE LA MAQUETA	
Según el modo de operación	Barrera de luz Reflexión sobre espejo Reflexión sobre objeto Barrera de luz con fibra óptica
Según la forma de conexión	De dos hilos De tres hilos De cinco hilos
Según el objeto a detectar	Detección de objetos Detección de la distancia a un objeto Detección cambio de color de un objeto Detección de objetos muy pequeños
Según el tipo de alimentación	Corriente alterna Corriente continua

Tabla 1. Características técnicas que muestran los sensores de la maqueta

REFERENCIA	MODELO	TIPO DE SENSOR
L1	XUD-J003537S XUF-N35311	Barrera de luz con fibra óptica
L2	XUB-J01353D	Reflexión sobre espejo
L3	XU2-B18NP340	Barrera de luz
L4	XUM-H15353G	Reflexión sobre objeto para detectar colores
L5	XUL-A700115K	Reflexión sobre objeto
L6	XUV-F000511 XUV-N0245	Reflexión sobre objeto de reducidas dimensiones
A	XUJ-K803538	Reflexión sobre objeto con salida analógica

Tabla 2. Sensores elegidos



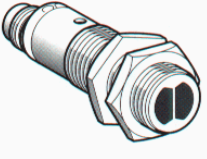

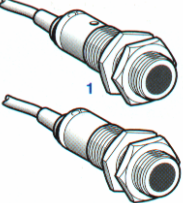

	<p>Ref: XUD-J003537S XUF-N35311 Tipo de luz: Color rojo Tipo de salida: 3 hilos, NPN Alimentación: 12 – 24 VDC Distancia de detección: 50mm</p>	
---	---	---

Tabla 3. Sensor de tipo barrera de luz con fibra óptica

	<p>Ref: XUB-J01353D Tipo de luz: Color rojo Tipo de salida: 3 hilos, NPN Alimentación: 12 – 24 VDC Distancia de detección: 0,8 m (max.) Tensión residual: $\leq 1,5$ V Consumo: ≤ 35 mA Corriente máx. de carga: 100 mA</p>	
<p>Tabla 4. Sensor de tipo reflexión sobre espejo</p>		

	<p>Ref: XU2-B18NP340 Tipo de luz: Infrarrojo Tipo de salida: 3 hilos, NPN Alimentación: 12 – 24 VDC Distancia de detección: 15 m Tensión residual: $\leq 1,5$ V Consumo: ≤ 50 mA Corriente máx. de carga: 100 mA</p>	
<p>Tabla 5. Sensor de tipo barrera de luz</p>		

	<p>Ref: XUM-H15353G Tipo de luz: Color verde Tipo de salida: 3 hilos, PNP Alimentación: 12 – 24 VDC Distancia de detección: 15mm Tensión residual: $\leq 1,5$ V Consumo: ≤ 35 mA Corriente máx. de carga: 100 mA</p>	
<p>Tabla 6. Sensor de tipo reflexión sobre objeto (Sensor de marcas de colores)</p>		

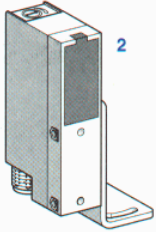

	<p>Ref: XUL-A700115K Tipo de luz: Infrarrojo Tipo de salida: 2 hilos Alimentación: 24 – 220 VDC/VAC Distancia de detección: 0,7 m Tensión residual: ≤ 3 V Consumo: ≤ 50 mA Corriente máx. de carga: 300 – 500 mA</p>	
---	---	---

Tabla 7. Sensor de tipo reflexión sobre objeto



	<p>Ref: XUV-F000511 Ref.: XUV-N05415 Tipo de luz: Infrarrojo Tipo de salida: Relé Alimentación: 100-240Vac Distancia de detección: 50 mm. Consumo: ≤ 30 mA Corriente máx. de carga: 1 A</p>	
--	--	---

Tabla 8. Sensor de tipo reflexión sobre objeto de reducidas dimensiones

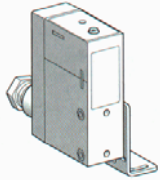

	<p>Ref: XUJ-K803538 Tipo de luz: Infrarrojo Tipo de salida: Analógica, 4 – 20 mA Tipo de salida: Analógica, 0 – 10 V Alimentación: 24 VDC Distancia de detección: 20-80 cm Objeto estándar: Papel blanco de 400 cm² Consumo: ≤ 35 mA</p>	
---	--	--

Tabla 9. Sensor de tipo reflexión sobre objeto con salida analógica

3. FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUETA

La maqueta se controla desde el panel de mandos, figura 5, que consta de los siguientes elementos:

Interruptor principal de alimentación (S1).

Un diodo LED (HL7) que señala el estado de funcionamiento o paro de la maqueta.

Potenciómetro (S2), con el que controlamos la velocidad y el sentido de giro del motor.

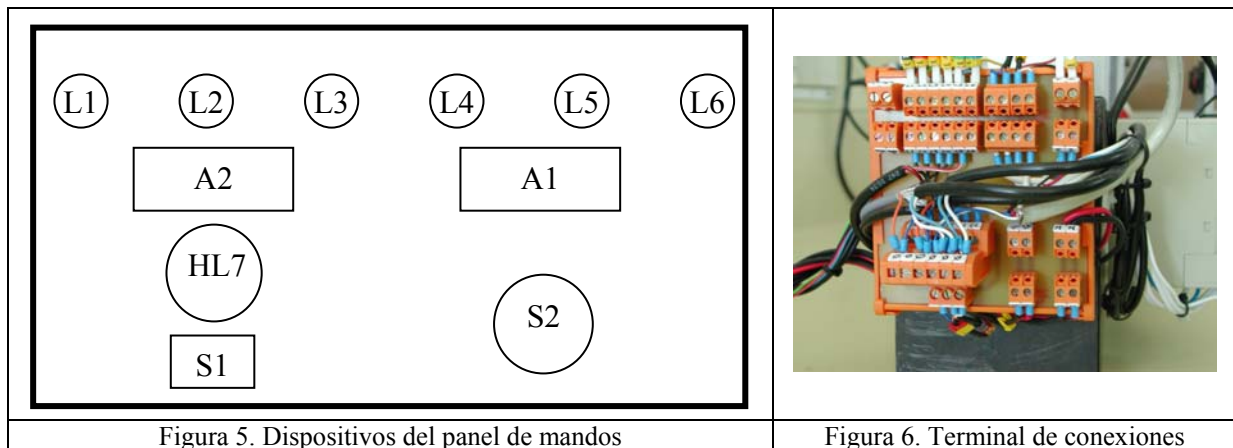
Tres diodos LED (L1, L2 y L3) que se corresponden con salidas tipo NPN de los sensores de la misma referencia y que señalizan su estado (activado/desactivado).

Tres diodos LED (L4, L5 y L7) que se corresponden con salidas tipo PNP de los sensores de la misma referencia y que señalizan su estado (activado/desactivado).

Dos indicadores A1 y A2, que muestran la distancia al objeto con salida analógica en formato de tensión (0-10V) y de corriente (0-20 mA). El rango de desplazamiento del objeto de aluminio es de 5 a 40 cm.

La maqueta también dispone de un terminal de conexiones, figura 6, en la que se conectan todos los sensores con el objeto de poder utilizarla, y de forma fácil, con otro sistema de control distinto como puede ser un autómata programable. En dicha caja de conexiones se puede cambiar el sistema de actuación de los sensores para que la activación de la salida pueda ser en luz o en oscuridad.

Cuando la pieza móvil llega a cualquiera de los dos extremos de la maqueta esta se para debido a la acción del sensor L7 que detecta dicha situación, para el motor y hace que gire en sentido contrario.



4. CONCLUSIONES

La maqueta desarrollada permite que los alumnos puedan realizar las siguientes actividades:

- Comprobar en el laboratorio el comportamiento y el modo de operación de los sensores optoelectrónicos, así como, sus limitaciones.
- Comprobar el campo de trabajo de cada tipo de sensor.
- Comprobar los cableados de los distintos sensores, así como el código de colores de los conductores.
- Medir diversos parámetros como son corrientes de consumo, corrientes de fugas, tensiones residuales, histéresis, etc.

Por otra parte es de destacar la utilización de sensores comerciales con el fin de que el alumno se familiarice con las aplicaciones reales de este tipo de sensores.

Esta maqueta está en funcionamiento en el laboratorio de sensores del Departamento de Tecnología Electrónica de la Universidad de Vigo desde hace dos años y en ella han realizado

prácticas cientos de alumnos de distintas titulaciones, siendo su resultado plenamente satisfactorio.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a la Xunta de Galicia (Secretaría Xeral de I+D), gobierno autónomo de Galicia (España), por el apoyo en la realización de este trabajo.

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. Marcos, C. Vivas, F. Rodríguez y M. A. Davila. “Maqueta para la realización de prácticas de laboratorio con sensores de proximidad inductivos y capacitivos”. V Congreso de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica (TAEE 2002). Las Palmas de Gran Canaria. 13 - 15 de Febrero de 2002.
- [2] J. Fariña, J. Marcos, E. Mandado y C. Novas. “Sistema educativo para la formación práctica en amplificadores de aislamiento”. V Congreso de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica (TAEE 2002). Las Palmas de Gran Canaria. 13 - 15 de Febrero de 2002.
- [3] J. Marcos, A. Nogueiras, E. Mandado y R. Rodríguez. “Aplicación multimedia para la enseñanza de los sensores optoelectrónicos”. V Congreso de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica (TAEE 2002). Las Palmas de Gran Canaria. 13 - 15 de Febrero de 2002.
- [4] J. A. Allocca and A. Stuart. “Electronic Instrumentation”. Reston Publishing, 1983.
- [5] R. Pallás. “Sensores y Acondicionadores de señal”. Marcombo, 1994.
- [6] H. N. Norton. “Sensores y Analizadores”. Gustavo Gili, 1984.
- [7] A. Khazan. “Transducers and their Elements”. Prentice-Hall, 1994.