

SISTEMA MULTIMEDIA PARA LA ENSEÑANZA DE LOS SENSORES DE PROXIMIDAD

J.M. VILAS, J. MARCOS, S. PÉREZ y C. QUINTANS

Departamento de Tecnología Electrónica. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales.
Universidad de Vigo. España

Se presenta una herramienta software que explica en profundidad los sensores de proximidad a estudiantes de ingeniería y técnicos de automatización. Esta aplicación multimedia e interactiva expone los principios de funcionamiento, las características técnicas, los modos de operación y las configuraciones de este grupo de sensores. A través de simulaciones, animaciones, vídeos y catálogos se ilustra el estudio de los sensores inductivos, capacitivos, optoelectrónicos, ultrasónicos, magnéticos, microrruptores y finales de carrera destinados a detección de proximidad en la industria.

I. Introducción.

Los sensores de proximidad conforman un amplio grupo de dispositivos utilizados para detectar la presencia de objetos o personas en torno a una zona delimitada, pero también para determinar la presencia de elementos de un determinado material en la zona de trabajo. Como dispositivos de campo ampliamente extendidos y utilizados en las plantas industriales y sistemas automatizados deben ser estudiados con profundidad por los futuros ingenieros industriales, especialmente por aquellos cuyo perfil se orienta a las ramas eléctrica, electrónica o automática, porque en su futuro profesional deben dar respuestas concretas a problemas de automatización, mantenimiento o reparación en los que van a estar presentes. Los medios didácticos empleados tradicionalmente en la formación no pueden mostrar la realidad con la que los futuros profesionales altamente cualificados de la industria se van a encontrar. La metodología de enseñanza basada en la exposición oral y la visualización de imágenes auxiliares no son suficientes para transmitir todo lo resaltable en el funcionamiento de los sensores y, sobre todo, para implicar al alumno y motivar en él ansias de aprendizaje. En esta situación se suelen incorporar como complemento a las clases teóricas las clases prácticas, en las que se plantean situaciones a resolver o controlar por el alumno, y en las que éste se puede encontrar directamente con alguno de estos dispositivos en funcionamiento. Sin embargo, normalmente lo más parecido a la realidad laboral que puede encontrar el alumno es una maqueta que incluye uno o varios de estos sensores y que permite entender su funcionamiento. Desde el Departamento de Tecnología Electrónica de la Universidad de Vigo se plantea como solución a este problema el diseño de una herramienta multimedia interactiva para el estudio de los sensores de proximidad. A través de esta aplicación se explican los principios de funcionamiento de los sensores de proximidad, sus características eléctricas, mecánicas y operativas, las aplicaciones, las recomendaciones de instalación y otros aspectos de interés para un completo conocimiento de los mismos. Esta línea de desarrollo responde a la necesidad de crear herramientas software de mejora del aprendizaje, y que también se enmarca en la creciente tendencia de proporcionar enseñanza a distancia y a través de las opciones multimedia (e-learning). Esta nueva línea de evolución de los métodos de enseñanza y aprendizaje permite reducir barreras asociadas a la distancia física o las discapacidades, y apoya el desarrollo del conocimiento como uno de los principales valores a potenciar en el nuevo marco europeo de cara al futuro [8].

II. Los sensores de proximidad en la industria.

La búsqueda de mayor eficiencia en los procesos productivos y logísticos exige incrementar el control sobre los subsistemas implicados, con el fin de aumentar la rapidez de respuesta, coordinar sistemas relacionados, mejorar la calidad de los procesos, reducir los fallos y paradas técnicas, y se orienta, en definitiva, a reducir costes y aumentar la calidad. El mejor camino para conseguir estos avances es, en la mayor parte de los casos, automatizar los procesos. Esto es aplicable a todos los campos relacionados con la repetición de tareas y seguimiento de comportamientos predefinidos, y

puede enfocarse con éxito en situaciones muy dispares. El concepto de automatización se extiende a muchos ámbitos dentro del mundo de la industria, pero siempre con las connotaciones de ahorro de tiempo, simplificación de tareas, control de la calidad, trazabilidad y mejora de la productividad. Entre los procesos a automatizar destacan, por excelencia, los que corresponden a procesos de producción en planta, logística interna o mantenimiento, y regulación de sistemas autónomos. Es en este campo donde cobran especial interés los sensores de proximidad como elementos captadores de la información que se aporta al sistema de control.

Los sensores aportan la información básica de campo, son los que incorporan las variables de control o las magnitudes de referencia a un sistema del que se desea obtener controlabilidad o información de estado en su funcionamiento. En la escala o pirámide clásica de las comunicaciones industriales forman parte del último nivel (Fig. 1), que agrupa los dispositivos de entrada y salida [4]; junto a los actuadores, son los dispositivos que permiten la interactividad necesaria entre la planta y el sistema de control para que el conjunto funcione adecuadamente. Los sensores indican el estado de ciertas variables medibles y los actuadores actúan sobre el proceso supervisado en función de la gestión que las capas superiores (Fig. 1.) establezcan para cada situación.

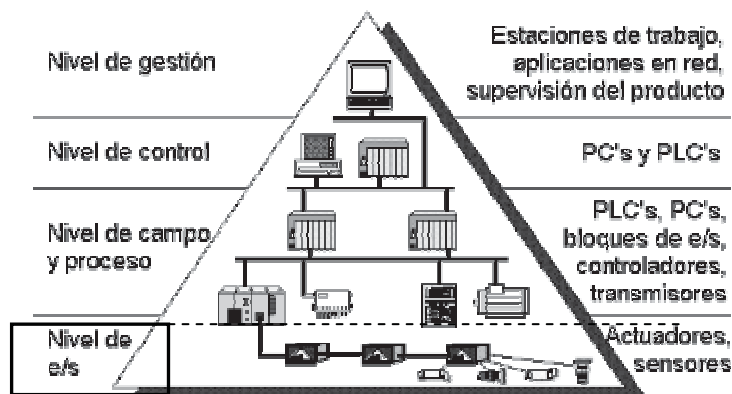


Figura 1. Los sensores de proximidad se enmarcan en el nivel de entradas/salidas

De entre los distintos tipos de sensores destacan los sensores de proximidad por varias razones. La primera de ellas es que se trata de un amplio grupo de dispositivos, heterogéneo, compuesto por sensores de diferentes tipos, con principios de funcionamiento diferentes y aplicaciones distintas. Así, pertenecen a este grupo tipos tan distintos como pueden ser los finales de carrera (interruptores mecánicos, con detección por contacto físico) o los sensores optoelectrónicos láser (sensores de detección sin contacto). El nexo que los mantiene unidos como grupo es que se emplean para detección de proximidad de objetos o personas. Otra de las razones que explican la importancia de este tipo de sensores es que la detección de proximidad es una de las aplicaciones más extendidas y más versátiles. Con la información de detección de proximidad de objetos se puede precisar el estado predefinido de un sistema (máquina, cadena de producción, sistema de transporte, o cualquier dispositivo que incorpore detección de proximidad) y permite que el sistema actúe según ha sido establecido.

III. Software de apoyo a la docencia.

Los métodos tradicionales de enseñanza y formación no satisfacen con facilidad todos los objetivos que se plantean cuando se pretende explicar conceptos técnicos en los que es necesario reflejar conceptos como la variación de magnitudes físicas en el tiempo, funcionamiento de sistemas automatizados o características técnicas. En numerosas ocasiones es necesario recurrir a elementos auxiliares que aporten una visión más ilustrativa, práctica y clara de los conceptos que se explican, con la finalidad de mejorar el nivel de conocimiento de los alumnos. La tendencia actual es establecer elementos de apoyo a la docencia orientados a facilitar la comprensión de conceptos de forma gráfica.

Sin embargo, es necesario un paso más; se necesitan herramientas por las que el alumno se sienta atraído, que aporten explicaciones visuales y además que las pueda utilizar de forma interactiva e intuitiva. Es decir, desde nuestro punto de vista, la enseñanza necesita medios didácticos auxiliares que permitan mejorar el nivel de aprendizaje en los alumnos y que busquen su implicación, la utilización de software específico de simulación, y la muestra de aplicaciones reales.

A estos criterios responde el desarrollo, a través de diversos Proyectos Fin de Carrera, de herramientas software que desarrolla el Departamento de Tecnología Electrónica de la Universidad de Vigo y cuya finalidad es satisfacer objetivos de carácter docente y didáctico. La Electrónica como parte de la Ingeniería es un ámbito en el que este concepto cobra especial interés y en el cual la existencia de herramientas de este tipo ayuda a alcanzar un mayor nivel de conocimientos. Dentro de este campo técnico es importante advertir que las simulaciones son elementos didácticos muy útiles cuando se pretende mostrar el funcionamiento de dispositivos en su ámbito de utilización, la variación de propiedades físicas, la interacción de elementos, la evolución de sistemas y el análisis de señales eléctricas o de otras magnitudes físicas.

Existe una nueva línea de evolución de la formación orientada a satisfacer necesidades de aprendizaje que busca salvar barreras antes insuperables como son la distancia o las discapacidades físicas. Es la integración de las nuevas tecnologías de comunicación en la formación en lo que se conoce como *eLearning* [8]. Es una tendencia que cobra mayor interés día a día y que recibe apoyos financieros y reconocimientos que aseguran un próspero desarrollo en los próximos años. Las tecnologías de la información y las comunicaciones pueden contribuir sustancialmente a mejorar la calidad de la educación y la formación y a adaptarlas a los requisitos de una sociedad basada en el conocimiento. La Comisión Europea, a través de la iniciativa y el plan de acción *eLearning*, pretende fomentar la cooperación, el establecimiento de redes y el intercambio de buenas prácticas a escala europea [8]. El programa europeo *eLearning* constituye un nuevo paso adelante hacia la aplicación del concepto de la tecnología al servicio del aprendizaje permanente. La herramienta desarrollada se enmarca también en el concepto y los objetivos que promueve el nuevo plan de desarrollo de la formación.

IV. Software de edición y programación.

El punto de partida para la elección del software de edición y programación de la herramienta a desarrollar es la determinación de las características que debe presentar la aplicación final. La finalidad de esta aplicación es su utilización como herramienta de ayuda a la docencia y la formación de ingenieros y técnicos que desarrollan su actividad profesional en entornos en los que cobran importancia los sensores de proximidad. Las características buscadas se resumen en que la aplicación debe ser interactiva, integrable en páginas Web, de fácil ejecución desde cualquier ordenador, y debe estar orientada a la representación gráfica y a la reproducción de simulaciones. Al evaluar los criterios anteriores y priorizar características como la interactividad, la facilidad de ejecución, las opciones de publicación y las características dinámicas que presentan las aplicaciones desarrolladas con esta herramienta se elige la aplicación Flash MX como el software de edición y programación que mejor se adapta a las pretensiones iniciales. Por ello, el diseño de la aplicación se lleva a cabo en el entorno de edición Flash MX [4] y el formato de aquella se aporta como archivo SWF (película flash) o en formato HTML. Flash permite la edición de una aplicación con marcado carácter vectorial, ejecutable desde cualquier navegador actualizado (sin necesitar un software de propietario), con características dinámicas e interactivas de cara al usuario, modular, y con la posibilidad de publicación en formato HTML.

V. Herramienta desarrollada.

Teniendo en cuenta los criterios expuestos hasta este punto, se ha desarrollado una herramienta software denominada “*Sistema multimedia para la enseñanza de los sensores de proximidad*”. Es un programa interactivo donde se aportan las explicaciones necesarias para comprender los principios de

funcionamiento, las características eléctricas, físicas, mecánicas y operativas, los tipos de salidas eléctricas, los modos de operación, configuraciones, normativas y demás aspectos de interés en los distintos tipos de sensores de proximidad. Se desarrolla un software interactivo, dinámico, integrable en páginas Web de forma inmediata y fácilmente ejecutable en el que se explican los principios físicos que permiten detectar la presencia de objetos, las características de los sensores de proximidad y los parámetros a considerar para la automatización industrial utilizando este tipo de dispositivos.

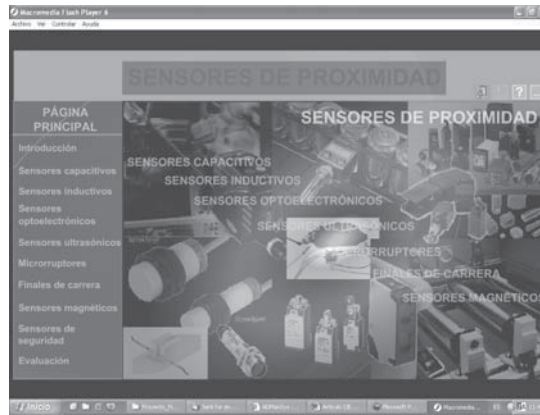


Figura 2. Página principal de la aplicación

Cada uno de los apartados correspondientes a un tipo de sensor de proximidad seguirá una estructura similar basada en el análisis de los aspectos técnicos más importantes, como son los principios físicos en los que se basa la detección de objetos, los modos de operación y funcionamiento del sensor, las características técnicas, las aplicaciones típicas, los parámetros eléctricos, estándares y normas de interés, clases de protección, hojas técnicas de fabricantes, etc. Todos estos aspectos se exponen a través de texto explicativo, gráficos de ayuda, imágenes, animaciones, simulaciones interactivas en las que el usuario de la aplicación se puede involucrar con facilidad, y vídeos explicativos sobre el funcionamiento y la implantación en sistemas industriales de los sensores. También se ofrecen catálogos, hojas de características y se aportan enlaces a páginas Web de fabricantes con el fin de tener información actualizada y real de los productos existentes en el mercado. El bloque de evaluación permite obtener una valoración cualitativa sobre el nivel de conocimientos adquirido en cualquiera de los temas de sensores que se incluyen en esta aplicación. Con el fin de mejorar la navegación a través de la aplicación desarrollada, se aportan diversos elementos auxiliares que permiten acceder a páginas clave dentro del software, abrir aplicaciones de ayuda al usuario y revisar las referencias bibliográficas de interés.

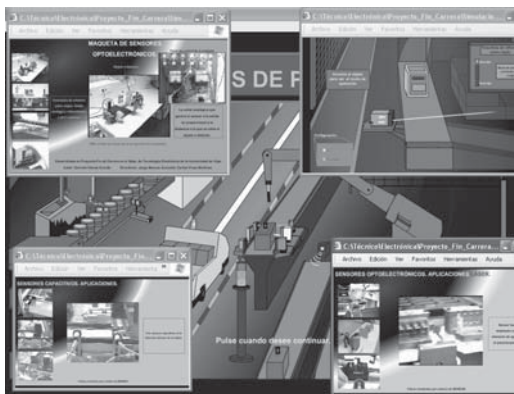


Figura 3. Animaciones, simulaciones y vídeos



Figura 4. Ventana principal y simulaciones

Las características del programa desarrollado han sido planteadas como requisito necesario para la elección del entorno de desarrollo. Se ha buscado desarrollar un software interactivo, intuitivo, de fácil ejecución, integrable en páginas Web, dinámico, con propiedades de escalabilidad gráfica, y ampliable para futuras actualizaciones. Es importante resaltar que uno de los aspectos conceptuales presentes en el diseño, tanto a nivel visual como funcional, ha sido el hecho de que el fin de este software es resultar atractivo y estimulante para el usuario que lo ejecuta, de forma que se pueda cumplir con mayor facilidad la misión de formar.

El resultado es un software completo en el que se estudian en profundidad los sensores de proximidad a través de numerosos elementos de ayuda que permiten mejorar su comprensión, evaluar los conocimientos adquiridos y realizar consultas de aspectos concretos de forma rápida.



Figura 5. Gráficos interactivos para explicar conceptos



Figura 6. Etiquetas animadas de ayuda a la comprensión de conceptos

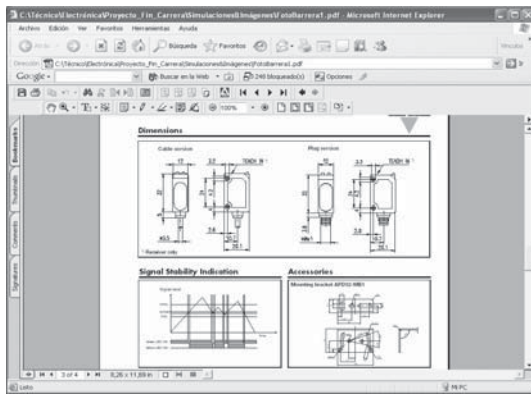


Figura 7. Acceso a catálogos y hojas de características



Figura 8. Acceso a páginas Web de fabricantes

VI. Partes de la aplicación.

Teniendo en cuenta los aspectos anteriormente citados, se ha diseñado una aplicación software en la que se analizan en profundidad los distintos tipos de sensores de proximidad. En función de las clasificaciones en las que se estructura el análisis y estudio de estos dispositivos, se organiza la aplicación en varios bloques temáticos generales. Cada uno de estos bloques constituye una parte independiente del software, aunque los temas tratados para cada tipo de sensor de proximidad van a ser similares y la forma de estudiarlos también será parecida en todos ellos. A continuación se explica brevemente el contenido de cada una de estas partes de la herramienta.

- **Introducción.** En el apartado de introducción se analizan las características básicas de todo sistema de medida, se clasifican los sensores atendiendo a distintos criterios, se aportan características eléctricas, mecánicas y operativas de todo sensor, y se justifica la importancia que tienen los sensores de proximidad en el campo de la automatización industrial. Se trata de una parte introductoria destinada a introducir en temas de medida al usuario poco experto.

- **Sensores capacitivos.** En esta parte de la aplicación se analizan los sensores de proximidad capacitivos. Se introduce el concepto de detección por variación de la capacidad (debido a un cambio en la permitividad del medio que rodea al sensor) y se explica desde un punto de vista físico.

- **Sensores inductivos.** Los sensores inductivos son uno de los más empleados en la industria, pero destinados a aplicaciones donde se detectan objetos metálicos.

- **Sensores optoelectrónicos.** Los sensores optoelectrónicos se basan en la transmisión y recepción de luz en distintas configuraciones, y forman un grupo de sensores bastante heterogéneo.

- **Sensores ultrasónicos.** Son un grupo de sensores que cobran mayor importancia día a día debido a sus características de funcionamiento y a las posibilidades de aplicación en ambientes donde otros tipos pueden provocar un mal funcionamiento.

- **Sensores magnéticos.** Existen varios tipos de sensores de proximidad que se incluyen en este grupo, todos ellos con el aspecto común de que utilizan alguna característica magnética para la detección de proximidad o presencia.

- **Microrruptores.** Son interruptores destinados a aplicaciones de poca potencia, ya que manejan pequeñas corrientes. Se caracterizan por ser sensores de contacto, y sus aplicaciones son muy diversas.

- **Finales de carrera.** Son interruptores que manejan mayores potencias que los anteriores, y se emplean en sistemas en los que es necesario determinar la posición final de un elemento móvil.

- **Sensores de seguridad.** No son un grupo de sensores distintos al resto por el principio físico de detección que emplean, sino todo lo contrario; son sensores de los tipos descritos en los apartados anteriores, pero cuyas aplicaciones están destinadas a detección de proximidad con fines de seguridad. Es decir, las exigencias y el nivel de fiabilidad exigibles a estos sensores son de mayor importancia que en las aplicaciones genéricas.

- **Evaluación.** Finalmente se incluye un sistema de autoevaluación que permite obtener una medida cualitativa sobre el nivel de conocimientos adquirido por el alumno en cada uno de los tipos de sensores que se contemplan en la aplicación. Este sistema de autoevaluación contempla tres niveles distintos y evoluciona de forma automática mediante preguntas que varían de menor a mayor complejidad, hasta que finalmente se establece el nivel que posee el alumno. Las preguntas se clasifican en tres niveles de dificultad, y en la ejecución de esta parte se plantean de forma sucesiva. Para cada una de ellas se aportan tres o más respuestas posibles, de las cuales hay que seleccionar una. El usuario debe señalar la respuesta que considere correcta, y a continuación recibe la valoración de si ha acertado o ha fallado. A través de las sucesivas preguntas que se plantean en la evaluación de un tema, se va estableciendo de forma dinámica, y en función del nivel de acierto de las respuestas por parte del usuario, el nivel de dificultad de las preguntas siguientes. Es una evaluación interactiva en la que el nivel de dificultad se ajusta durante la ejecución de la aplicación al nivel de conocimiento que se va mostrando con las respuestas anteriores, de forma que después de un número de preguntas comprendido entre nueve y quince, se establece una valoración final cualitativa de los conocimientos

de la persona que ejecuta la aplicación. Esta utilidad se aplica por separado a cada uno de los tipos de sensores que se explican en la herramienta multimedia.



Figura 9. Página principal del bloque de evaluación

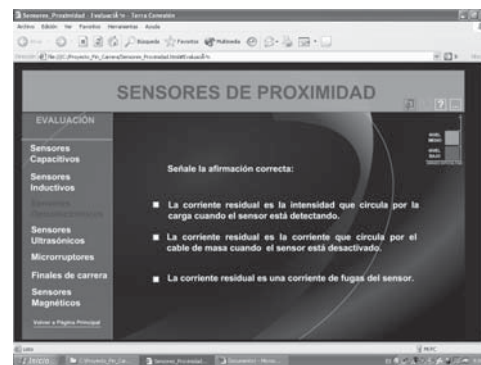


Figura 10. Aspecto de las preguntas en la evaluación

Aspectos didácticos:

- **Características de presentación de la información.**

Todos los bloques anteriormente citados que explican un tipo de sensor de proximidad presentan una estructura similar basada en el análisis de los principios físicos en los que se basa la detección de objetos, los modos de operación y funcionamiento del sensor, las características eléctricas, mecánicas y operativas, las aplicaciones típicas, los tipos de salida eléctrica, estándares y normas, clases de protección, hojas técnicas de fabricantes y el resto de aspectos de interés incluidos. Los otros dos bloques son el de Introducción y el de Evaluación, que, debido a la finalidad que se busca con cada uno de ellos, presentan otra estructura formal.

- **Animación de los fenómenos físicos y simulación de modos de operación.**

Uno de los medios más notables para presentar los conceptos que se explican en este software es la de aportar **simulaciones** y **animaciones** que aclaren los modos de funcionamiento o la variación de características de estos sensores. Las simulaciones son aplicaciones gráficas que muestran un proceso cambiante de interés didáctico; así, las más importantes aportan una explicación conceptual sobre el funcionamiento de un sensor en un posible entorno de trabajo, la variación de propiedades físicas o la interacción de sistemas en funcionamiento en una planta industrial. Esta metodología introduce claridad conceptual a las explicaciones, facilidad de extrapolación de conceptos, y añade carácter interactivo al programa, de forma que permite al usuario variar condiciones de operación para evaluar la influencia en el resultado.

- **Videos con aplicaciones industriales reales.**

También se aportan videos de aplicaciones industriales reales en las que se emplean este tipo de dispositivos. Por medio de **videos** ilustrativos se comprueban aplicaciones en plantas industriales, ensayos de modo de operación de los sensores en distintas situaciones, y funcionamiento en maquetas didácticas desarrolladas en este Departamento.

Otras herramientas auxiliares son los vínculos a páginas Web de fabricantes, posibilidad de abrir catálogos sobre ejemplos de sensores de proximidad y aportación de las referencias de las fuentes de información consideradas importantes para completar información sobre algún tema concreto

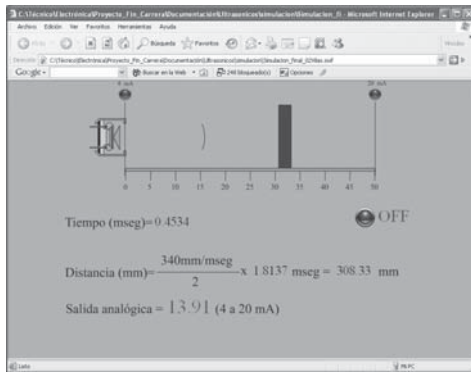


Figura 11. Simulación del funcionamiento de un sensor ultrasónico

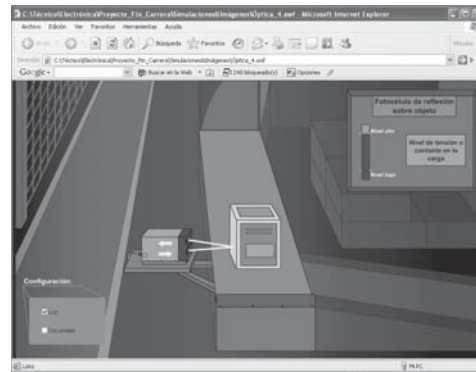


Figura 12. Simulación del modo de operación



Figura 13. Vídeos de aplicaciones

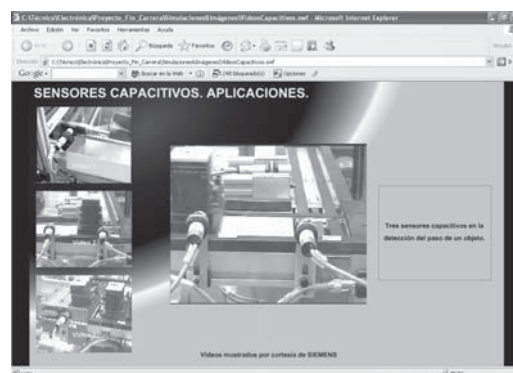


Figura 16. Vídeos de aplicaciones en la industria

VII. Resultados obtenidos.

En coherencia con la exposición anterior, en la que se mostraba el interés por la mejora en las tareas docentes mediante la inclusión de elementos software auxiliares, se ha iniciado la incorporación de esta aplicación para explicar los sensores de proximidad en distintas asignaturas de Electrónica en la titulación de Ingeniería Industrial de la Universidad de Vigo. La prevista validez en la que se ha basado la elaboración de esta herramienta software debe ser revisada externamente con el fin de poder comprobar el cumplimiento de los objetivos iniciales y el grado de aceptación que recibe entre sus destinatarios. Por este motivo, y como parte del proceso de desarrollo de software docente, se ha iniciado el proceso de evaluación de la aplicación que se presenta entre alumnos de distintas asignaturas de electrónica en la que el Departamento de Tecnología Electrónica imparte conocimientos sobre sensores. El principal inconveniente para poder valorar objetivamente el proceso de evaluación es el de seleccionar los criterios adecuados. En los últimos años se han elaborado muchas propuestas con listas de criterios planteados para seleccionar y evaluar el software de carácter educativo, algunas a nivel individual y otras a nivel institucional. Si bien varían en cuanto a contenido y estilo, todas ellas tienen un objetivo común, que es ayudar al docente a elegir y valorar un programa adecuado.

Los cuestionarios de evaluación, según los criterios más comúnmente adoptados ([9], [10], [11]) deben estar formados por preguntas cerradas, abiertas, y casillas de verificación, permitiendo al encuestado la descripción de aspectos problemáticos y particulares del programa que no hayan sido tenidos en cuenta durante la confección del formulario de evaluación. Se ha buscado un vocabulario adecuado, sin ambigüedades y con claridad. Debido a que existen multitud de criterios para la elaboración de propuestas de evaluación de software educativo, se ha realizado un amplio cuestionario que pretende recoger los principales aspectos que definen cualquier software educativo, pero con la inclusión de los elementos que hacen de esta herramienta un programa particular y con una finalidad

ya explicada. Se ha elaborado una encuesta completa que permite extraer datos de valoración sobre la herramienta y sobre el propio proceso de evaluación, que es bastante novedoso en este tipo de herramientas. Se divide en tres partes claramente diferenciadas: un análisis de presentación de los contenidos (aspecto visual), un análisis funcional del programa (cómo funciona, manejabilidad, facilidad de uso), y un estudio técnico de contenidos (calidad docente, recursos aportados, contenidos). Cada uno de estos tres bloques se aborda desde dos enfoques diferentes, una primera parte de preguntas de libre respuesta, con carácter cualitativo, y una segunda parte (cuantitativa), de puntuación numérica de distintos aspectos. Como conclusión se pide una valoración global del software y la expresión de los elementos de mayor conformidad y disconformidad que se deseen resaltar, así como los fallos encontrados.

RESUMEN DE RESULTADOS
Datos numéricos:
Nota global a la aplicación: 7,81
Nota Vídeos: 8,15
Nota Evaluación: 7,6
Nota aspecto general: 7,75
Nota nivel de aprendizaje: 6,77
Nota simulaciones: 8,15
Nota media mínima: 5,8 en el Grado de dificultad de la Evaluación
Nota media máxima: 8,2 en el Formato de presentación
Aprobado en la nota media de todas las cuestiones
Análisis de opinión:
Un 83,3% no sabe lo que es el <i>eLearning</i> , y el 16,67% restante lo intuye, pero tampoco lo asegura
Resumen de la presentación: en general, gusta por el orden de exposición, por la composición de colores y por el aspecto. Existen algunas críticas, como las que se refieren al tamaño de la letra, la forma de los botones de avance/retroceso/índice, o el color del fondo.
Resumen del análisis funcional: gusta cómo se estructura, lo califican de fácil una grandísima mayoría, lo ven como ordenado y completo, y no estiman necesario más elementos. Existe una división clara en cuanto a si dejar que sea la intuición la que aporte el cómo funciona el programa o si explicar un poco más. Mejoras en los botones, y los textos dinámicos.
Resumen del análisis técnico: completo según la mayoría, sin necesidad de más elementos de ayuda o más profundidad en las explicaciones. Todos lo ven aplicable a otros campos y de gran utilidad, a la vez que reconocen que han mejorado sus conocimientos en mayor o menor medida.
Lo que más gusta es, con diferencia, la inclusión de simulaciones y vídeos.
Lo que menos gusta es la extensión, la evaluación y la teoría.

Tabla 1. Tabla resumen de algunos aspectos evaluados.

Una vez que se han obtenido los resultados se ha abordado un estudio sobre conclusiones que se desprenden y sobre la calidad del propio proceso de encuesta, a través de criterios de evaluación externos. Dichos criterios responden a estudios existentes sobre el tema de calidad de software educativo y se pueden consultar en las fuentes bibliográficas citadas en el párrafo anterior. Los resultados obtenidos del estudio de calidad que se resume permiten confirmar la utilidad y aceptación de esta línea de creación de software multimedia de apoyo a las tareas docentes en temas relacionados con la electrónica. El ámbito de aplicación es la enseñanza universitaria de los futuros ingenieros industriales, pero su utilidad puede extenderse a consultas de carácter técnico de personas especializadas en temas de electrónica, instrumentación o automatismos. De este modo, se parte de un

modelo claramente aceptado y validado, que permite afrontar futuros desarrollos en los que se aportarán mejoras relacionadas con la capacidad de interacción, el dinamismo y el aspecto visual.

VIII. Perspectivas.

El desarrollo de esta herramienta multimedia se enmarca en un proceso de creación de software educativo para la mejora de la enseñanza de distintos temas de electrónica. En los futuros desarrollos, alguno de los cuales ya está en marcha, se incluyen las características mejor valoradas en la evaluación expuesta, y se mejorarán los aspectos menos valorados. El horizonte hacia el que se dirige esta línea de trabajo tiene como punto de referencia la existencia de un programa principal de sensores desde el cual sea posible el acceso a cada aplicación. Además de esta mejora de características, se plantean otros retos que tienen como objetivos la inclusión del software en la página Web del Departamento. En esta línea, será necesario vincular la aplicación a una página de docencia a través de las asignaturas en las que se emplea, o bien a través de un acceso a un entorno *eLearning*. A continuación, se podrán guardar los datos de resultados de la evaluación en bases de datos dinámicas, e incluso se podrá incluir la encuesta de calidad. El análisis de datos será automático, con la finalidad de que no incremente el tiempo de dedicación a la valoración de los datos en el proceso de estudio de calidad.

IX. Conclusiones.

Para mejorar la calidad en la enseñanza es necesario incorporar nuevos métodos de aprendizaje, mejorar los medios para facilitar la comprensión de los nuevos conceptos, y motivar al alumno de forma que se sienta atraído por los temas que debe aprender. Este aspecto es aplicable a las enseñanzas técnicas propias de las distintas ramas de Ingeniería, y puede ser desarrollado especialmente para la explicación de temas de Electrónica. Por ello, el Departamento de Tecnología Electrónica de la Universidad de Vigo ha iniciado un proceso de creación de software didáctico ([1], [2], [3],[5]) que arroja como uno de sus primeros resultados la aplicación “Sistema multimedia para la enseñanza de los sensores de proximidad”. Este desarrollo aporta varias características de gran importancia: ahorro de tiempo en la explicación de conceptos, claridad, motivación, etc. Todos los elementos incluidos contribuyen a una mejora en el conocimiento de los sensores de proximidad para que su utilización, selección y montaje en planta sean tareas más conocidas para el ingeniero relacionado con temas de automatización. La previsión se dirige a la extensión de este proceso de generación de software de simulación y enseñanza a otros campos relacionados con la electrónica.

Agradecimientos.

Los autores desean expresar su gratitud a la Dirección General de Investigación de la Secretaría de Estado de Política Científica y Tecnología del Ministerio de Ciencia y Tecnología, que apoyó este trabajo con el proyecto de investigación DPI2003-04926.

Referencias.

- [1] J. Marcos, A. Nogueiras y R. Rodríguez. “Herramienta de ayuda para la enseñanza de los sensores optoelectrónicos”. Seminario Anual de Automática, Electrónica Industrial e Instrumentación SAAEI2001. Matanzas, Cuba. 17 - 19 de Septiembre de 2001.
- [2] J. Marcos, L. Molinelli and S. Fernández. “Software-aided reliability education”. 31st ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. Reno – EEUU. October 10 - 13, 2001.
- [3] J. Marcos, A. Nogueiras y J. Vilariño. “Aplicación multimedia para la enseñanza de los sensores de proximidad inductivos”. Seminario Anual de Automática, Electrónica Industrial e Instrumentación (SAAEI2002). Alcalá de Henares – Madrid, España. 18 - 20 de Septiembre de 2002.
- [4] T. Bartelt, “Industrial Control Electronics; Devices, Systems & Applications”; Ed. Thomson Learning, E.E.U.U., 2002.
- [5] 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.

- [6] K. Ulrich: "Flash 4"; Ediciones Anaya Multimedia; Ed. Anaya, Madrid, 2000.
- [7] <http://www.ujaen.es/investiga/igyse/software.html>
- [8] <http://www.elearningeuropa.info>
- [9] <http://www.xtec.es/~pmarques/edusoft.htm>
- [10] <http://www.fi.uba.ar/laboratorios/lie/Revista/Articulos/010103/A1oct2004.pdf>
- [11] <http://www.itba.edu.ar/capis/webcapis/RGMITBA/comunicacionesrgm/c-icie99-ingenieriasoftwareeducativo.pdf>