

# SISTEMA EMBEBIDO DE PROCESAMIENTO DE VÍDEO PARA LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DOCENTES

F.CORTÉS<sup>1</sup>, F.BARRERO<sup>1</sup>, S.TORAL<sup>1</sup>, M.VARGAS<sup>2</sup>, G.MOLINA<sup>3</sup>, L.JIMÉNEZ<sup>3</sup>, J.J.RUÍZ<sup>3</sup>,  
L.TERRÓN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dpto. de Ingeniería Electrónica. Escuela Superior de Ingenieros. Universidad de Sevilla. España

<sup>2</sup>Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática. Escuela Superior de Ingenieros. Universidad de Sevilla. España

<sup>3</sup>Departamento de I+D. ACISA

*La realización, fomento y búsqueda de temas transversales en el proceso de enseñanza y aprendizaje, de manera que los contenidos curriculares se impregnen de ellos, es determinante para conseguir una docencia de calidad. Sin embargo, la estructura departamental universitaria no fomenta precisamente esta transversalidad. En un esfuerzo por mejorar las prácticas realizadas por Departamentos adscritos a la Escuela Superior de Ingenieros de Sevilla, se plantea el desarrollo de un entorno práctico para alumnos de la misma titulación y en asignaturas relacionadas con el diseño y desarrollo de sensores inteligentes y sistemas microprocesadores actuales y con los sistemas de percepción, visión y procesamiento de imágenes.*

## 1. Introducción

Desde principios de los noventa, la Unión Europea ha desarrollado programas de convergencia vinculados al ámbito educativo, destacando la creación del Espacio Europeo de Educación Superior, encaminado al desarrollo de un sistema universitario de calidad que mejore la formación de los universitarios europeos. En este contexto, las sucesivas declaraciones de la Sorbona (1998), Bolonia (1999) y Praga (2001), así como la reunión de Salamanca (2001), han contribuido a la definición de las líneas de actuación futuras de este espacio europeo. Todos los cambios contemplados en estas declaraciones, que deberán aplicarse antes del año 2010, obligan a que las universidades europeas deban de modificar, en mayor o menor medida, su metodología docente, introduciendo nuevos métodos y sistemas de aprendizaje, con el fin de facilitar una formación integral de los estudiantes.

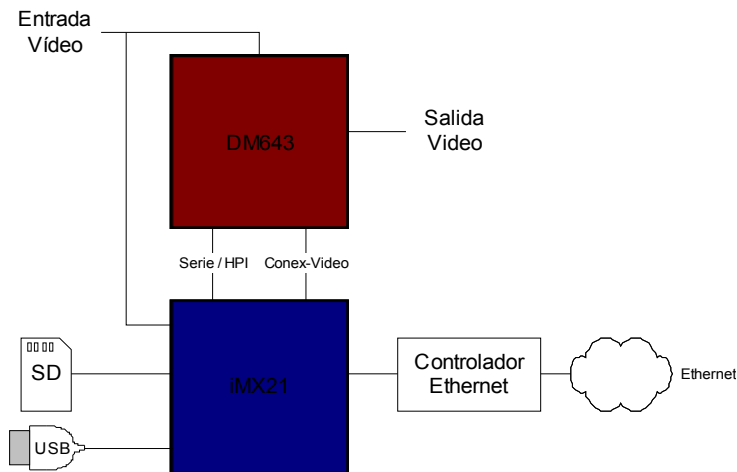
Ante las necesidades que plantea esta nueva realidad de la educación europea, se plantea en este artículo el desarrollo de un entorno práctico de aplicación transversal, involucrando diferentes disciplinas vinculadas por un lado al área de Ingeniería Electrónica, como por ejemplo Sistemas Electrónicos Digitales e Instrumentación Electrónica, y por otro vinculadas al área de Ingeniería de Sistemas y Automática, Visión por Computador o Sistemas de Percepción.

El sistema propuesto, constituido sobre una plataforma hardware basada en DSPs, busca preparar un programa de actividades transversales que apoyen la formación integral del estudiante y eliminen la percepción habitual del alumno que, a menudo, detecta ciertas carencias a nivel práctico en su formación, apreciando, en la mayoría de los casos, que las prácticas están demasiado sesgadas y enfocadas hacia el área de conocimiento a la que se circunscribe la asignatura en cuestión. La propuesta presenta además un valor añadido de interés industrial, que siempre es de gran atractivo tanto para los alumnos como para la propia docencia técnica en sí, puesto que la idea surge a raíz de la realización de un proyecto industrial en colaboración con la empresa española ACISA –Aeronaval de Construcciones e Instalaciones S.A.–.

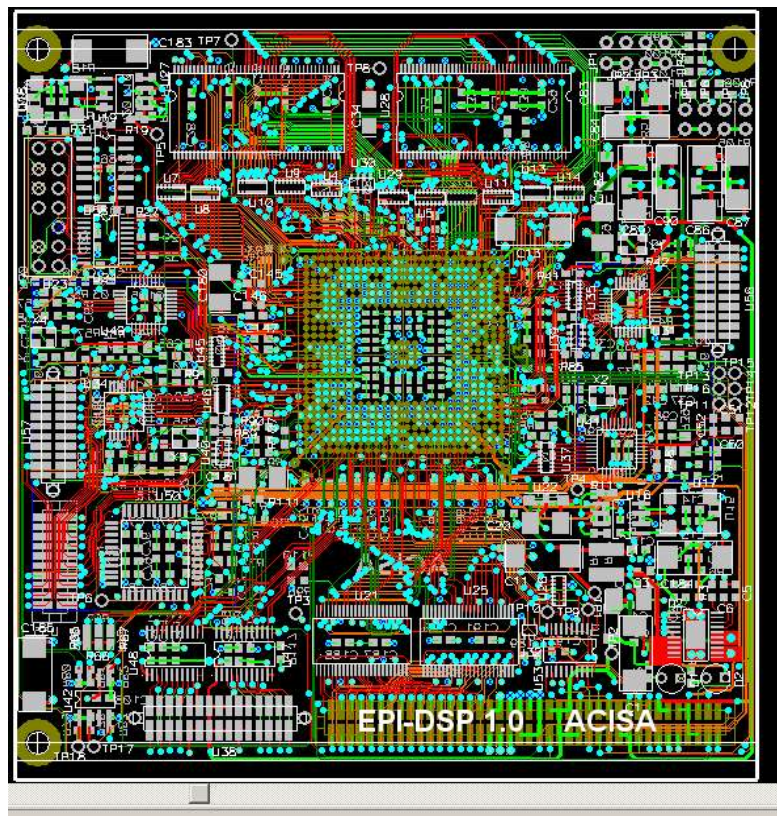
## 2. Descripción del sistema

El prototipo, en proceso de implementación, se articula en torno a dos sistemas hardware basados

en DSPs de altas prestaciones de Texas Instruments (familia TMS320DM6000) y de Freescale (familia DragonBall), figuras 1 y 2. Estos elementos se encargan del almacenamiento y gestión de la información del sistema, permiten adquirir señales de video para su posterior procesamiento y generan señales de video digital que pueden ser codificadas para producir video analógico convencional.



**Figura 1.** Esquema del sistema de procesamiento de video diseñado.

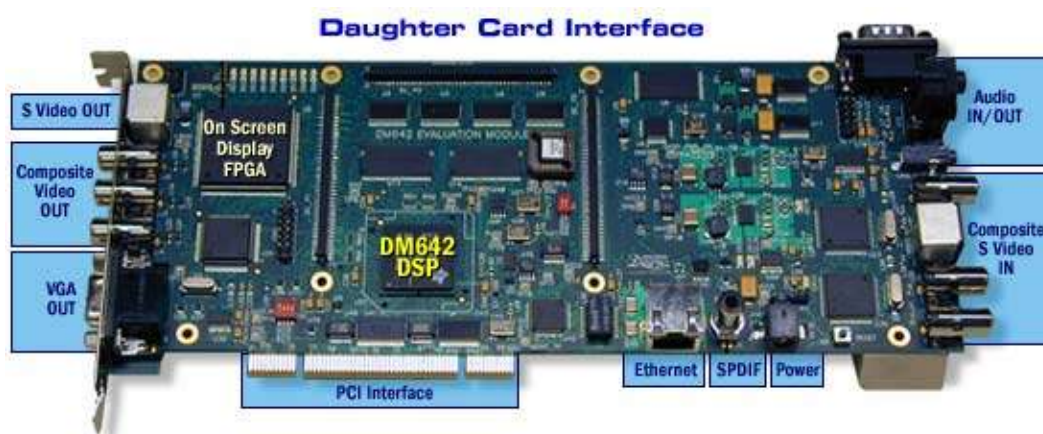


**Figura 2.** PCB de uno de los sistemas electrónicos diseñados en el proyecto, versión 1.0 (prototipo en desarrollo de sistema microprocesador basado en DSP de Texas instruments). Este sistema se empleará como plataforma docente de procesamiento de imágenes de video.

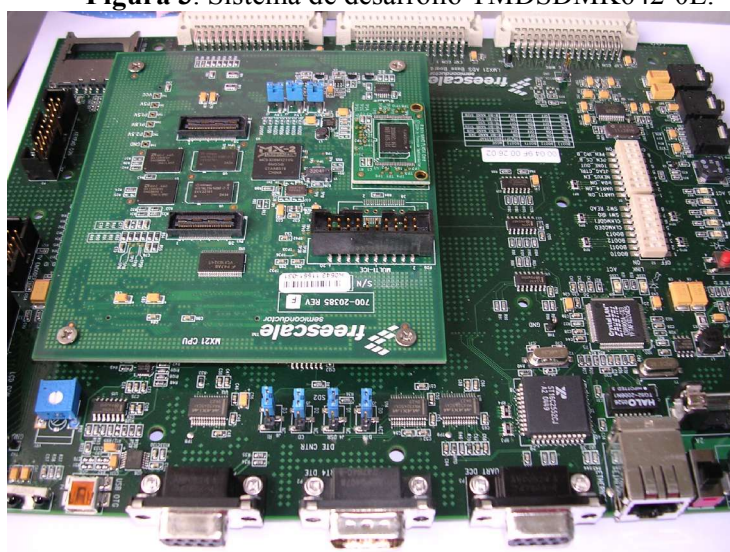
La funcionalidad del sistema es similar a la que ofrecen los sistemas de desarrollo M9328MX21ADS de Freescale (coste estimado, unos 2000\$) y TMDSDMK642-0E de Texas

Instruments (coste estimado, unos 6500\$), aunque a un coste muy inferior. En concreto, el sistema diseñado permite trabajar en áreas muy actuales y relacionadas con el diseño y manejo de sistemas embebidos con aplicación en las TICs. Destacar, entre ellas, las siguientes líneas de trabajo:

- Análisis de protocolos de video digital.
- Implementación de algoritmos de compresión de audio y/o video.
- Diseño de sistemas electrónicos de conversión de video analógico a digital (ITU 656).
- Desarrollo de algoritmos de procesamiento de video y de visión artificial.
- Sistemas operativos embebidos.
- Desarrollo de sistemas electrónicos que funcionen como periféricos de la aplicación: dispositivos de comunicación inalámbrica, etc.



**Figura 3.** Sistema de desarrollo TMDSDMK642-0E.



**Figura 4.** Sistema de desarrollo M9328MX21ADS.

Otro de los elementos destacados del sistema es el desarrollo de librerías y drivers que proporcionen al alumno un cierto nivel de abstracción en cuanto al uso de los recursos disponibles. La ventaja que aportará este sistema frente a otros comerciales disponibles es que permitirá en el futuro la ampliación tanto hardware como software del banco de ensayos y prácticas.

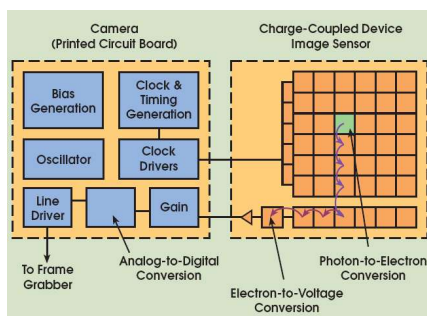
Las principales ventajas del sistema propuesto es que el problema que pudiera plantear el coste de la puesta en marcha de un prototipo de estas características se puede solventar gracias a que se realiza un aprovechamiento parcial de una tecnología que se ha desarrollado en el seno de un proyecto para la empresa ACISA. Este hecho se convierte en beneficio docente puesto que permite disponer de



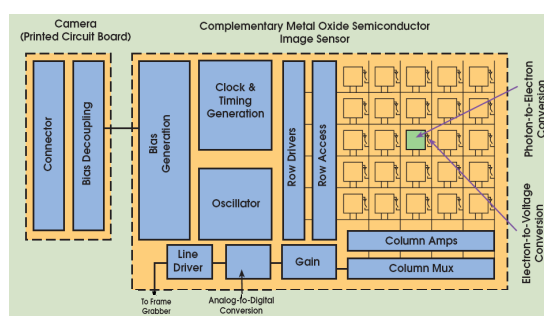
un sistema para prácticas cercano a la realidad y con aplicación directa, lo que con toda seguridad motivará y fomentará el interés del alumno.

### 3. Aplicaciones del sistema

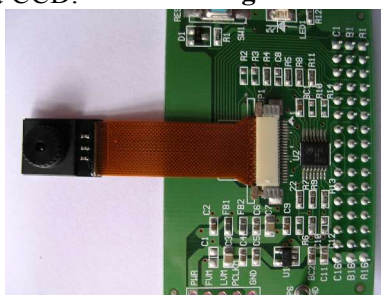
En primer lugar, entre las asignaturas relacionadas con el área de electrónica, el sistema se podrá emplear entre otras en el Laboratorio de Instrumentación Electrónica. Se prevén algunas sesiones prácticas cuyo objetivo sea el de familiarizar al alumno tanto con circuitos de adaptación de sensores y actuadores, incluidos sistemas de visión basados en sensores CMOS y CCD, figuras 5, 6 y 7, como con la programación de los DSPs y la utilización de software elemental de adquisición de imágenes.



**Figura 5.** Sensor CCD y cámara CCD.



**Figura 6.** Sensor CMOS y cámara CMOS.



**Figura 7.** Sensor de imagen.

Por otra parte, también se plantea el aprovechamiento del sistema para la realización de trabajos de carácter voluntario, iniciativa que ya viene funcionando desde cursos pasados y que los alumnos encuentran bastante útil. Lo que se pretende con estos trabajos es enseñar al alumno a hacer diseños de esquemáticos, PCBs, a buscar y seleccionar componentes electrónicos, a manejarse con documentación técnica y a depurar el hardware que han desarrollado, haciendo uso de la instrumentación electrónica disponible. Como resultado, los alumnos obtienen una visión general del proceso de diseño de sistemas electrónicos reales y adquieren una experiencia muy útil que no suelen recibir en otras asignaturas. La previsión es que el sistema evolucione progresivamente gracias a las contribuciones de los propios estudiantes.



**Figura 8.** Sistema electrónico para comunicaciones inalámbricas: módulo Bluetooth.

En segundo lugar, en relación con las áreas de automática y visión por computador, el sistema se podría emplear como complemento en asignaturas tales como Sistemas de Percepción. En este caso, el objetivo sería disponer de una plataforma embebida en la que se pudieran implementar los algoritmos de procesamiento de imágenes o de reconocimiento que se explican en dicha asignatura.

En este apartado se podrían incluir, desde las funciones de tratamiento de imágenes que se encuadran dentro de los niveles de preprocesamiento o procesamiento de bajo nivel, tales como la binarización, realce, suavizado, detección de bordes [1] [2], etc. hasta funciones de alto nivel como la localización y reconocimiento de formas [3], llegando incluso a la implementación de reconocedores ópticos de caracteres (OCR), reconocedores de códigos de barras, u otros, haciendo uso de clasificadores bayesianos, redes neuronales u otros.

A continuación se muestra un ejemplo de una aplicación avanzada que podría dársele al sistema diseñado y que resultaría de gran interés para los alumnos. Consistiría en la localización, extracción y reconocimiento de matrículas de vehículos en una imagen como la que aparece en la figura 9 Izq. El gran interés de esta aplicación radica en que, aparte de ser de por sí es bastante llamativa para los estudiantes, existen actualmente en el mercado numerosos productos comerciales que, con mayor o menor fortuna, implementan esta tarea.

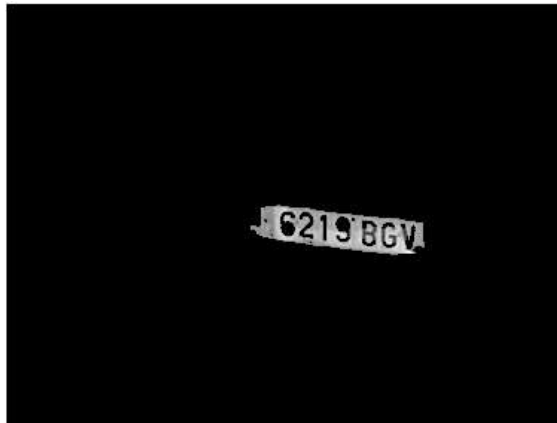
En primer lugar, se puede plantear el realizar ciertos procesamientos de forma que se pongan de manifiesto las regiones que, por sus características, son candidatos más probables a matrículas (regiones de tonalidad más intensa en la figura 9. Der).



**Figura 9.** Izq: Imagen original del frontal de un vehículo, incluyendo su matrícula. Der: Imagen en la que se ponen de manifiesto las regiones que son candidatos más probables a matrícula.

A continuación, se realiza un procesamiento que permita, atendiendo a la afinidad de colores o tonalidades de gris, perfilar más precisamente la región que contiene a la matrícula. Esto se muestra en la figura 10.

Seguidamente, se aplican unos pasos para la corrección de la orientación de dicha matrícula. La figura 11 muestra este proceso. En la figura 12, se realiza la binarización y la segmentación de los caracteres individuales. Una vez llegados a este punto, en el que se tiene aislado individualmente cada carácter, se pasaría al proceso de reconocimiento de cada uno de ellos.



**Figura 10.** Mediante técnicas apropiadas, se delimita la región que contiene la matrícula del vehículo.



**Figura 11.** Extracción de la subimagen conteniendo la matrícula y corrección de la orientación.



**Figura 12.** Binarización e individualización de los caracteres contenidos en la matrícula.

#### 4. Conclusión

El sistema propuesto constituirá una herramienta docente novedosa y útil en asignaturas de últimos cursos, permitirá dotar de cierta transversalidad y acercará aplicaciones de tipo práctico y reales al alumno. Además, trabajar con tecnologías reales, muy actuales y de gran interés desde el punto de vista de su transferencia a la empresa (colaboración de una empresa del entorno en el desarrollo del sistema) permitirá atraer la atención de los alumnos, ayudándoles a comprender mejor la utilidad de los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera.

#### Agradecimientos

Los autores quieren expresar su agradecimiento a ACISA por la colaboración prestada en el desarrollo del sistema.

#### Referencias

- [1] Gonzalez, R.C., Woods, R.E. *Digital Image Processing*. Prentice Hall International. Second Edition. 2001.
- [2] Escalera, A. de la. *Visión por Computador. Fundamentos y Métodos*. Prentice Hall. 2001.
- [3] Bou, S.T. *Pattern Recognition and Image Preprocessing*. Marcel Dekker Inc. 1992.