

# **INNOVACIÓN EDUCATIVA EN LA ENSEÑANZA DEL PROCESADOR SEGMENTADO**

**Juan Luis Posadas<sup>1</sup>, Antonio Robles<sup>1</sup>**

*Departamento de Informática de Sistemas y Computadores (DISCA)  
Universidad Politécnica de Valencia (UPV)  
E-mail: { jposadas, arobles } @disca.upv.es*

**Resumen:** El presente trabajo pretende ilustrar una metodología para la enseñanza del procesador segmentado a alumnos de primer curso de los estudios de Informática, basada en el uso de herramientas de desarrollo de presentaciones animadas. Se describen un conjunto de animaciones didácticas que presentan de forma sencilla y visual el concepto y funcionamiento del procesador segmentado. El objetivo de dicho material es facilitar la exposición y comprensión del tema en el aula así como el estudio posterior que el alumno realiza. Esta metodología se aplica en la asignatura de Estructura de Computadores 1 de las titulaciones de Informática de la UPV dentro del marco del Proyecto de Innovación Educativa nº 135 [1].

## **1.- INTRODUCCIÓN**

En los actuales planes de estudios para la obtención de los títulos de Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas (ITIS), Ingeniería Técnica en Informática de Gestión (ITIG) e Ingeniería Informática (II) en la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), el estudio de la organización del computador y de sus principios básicos de funcionamiento es competencia de tres asignaturas de carácter troncal/obligatorio: Fundamentos de Computadores, Estructura de Computadores 1 y Estructura de Computadores 2. El tema de segmentación pertenece a la asignatura Estructura de Computadores 1, impartida durante el cuatrimestre 1B, y en la que se estudia la organización interna de la CPU (Ruta de Datos, Unidad de Control y Unidad Aritmético-Lógica) [4].

Las razones que justifican su inclusión como materia de primer ciclo son:

- En la actualidad, el diseño de procesadores segmentados es una constante, habiendo sido incorporado el término “segmentación” a la “jerga” informática que se maneja a nivel incluso divulgativo. Luego conviene que el alumno empiece a familiarizarse cuanto antes con el mismo.
- El concepto de segmentación trasciende en sí mismo el estricto ámbito de los procesadores pudiéndose ampliar a campos tan amplios como las redes, los sistemas operativos, la programación paralela, etc.
- El no incluir la materia de segmentación en asignaturas de primer ciclo, impediría a las Ingenierías Técnicas conocer conceptos básicos del funcionamiento de los complejos sistemas informáticos actuales.

El esfuerzo docente debe ir encaminado a introducir un adecuado nivel de abstracción que oculte toda interferencia tanto conceptual como tecnológica que no estén al nivel que los alumnos de un primer curso son capaces de asimilar. Los objetivos del tema se pueden resumir como sigue:

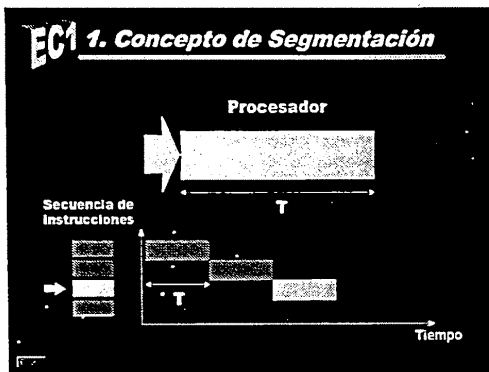
- Comprender el concepto de segmentación, así como su contribución al incremento de productividad del procesador.
- Conocer el soporte hardware básico para la segmentación.
- Conocer algunos de los problemas que dificultan la segmentación, así como las soluciones básicas dadas a los mismos.

En este trabajo se ilustra la experiencia de innovación docente llevada a cabo para facilitar la enseñanza del procesador segmentado a los alumnos de primer curso de los estudios de Informática. Dicha experiencia se basa en una revisión metodológica de contenidos, apoyada en el empleo de herramientas tecnológicas de presentación en el aula [2][3], aprovechando que desde el presente curso se dispone de ordenador y cañón de vídeo en todas las aulas de forma complementaria a los medios tradicionales como la pizarra. El material didáctico confeccionado incorpora animaciones en color orientadas a facilitar la comprensión del funcionamiento de un procesador segmentado, con las que se permite realizar un seguimiento visual del solapamiento producido en la ejecución de las instrucciones. Para el desarrollo de dicho material se ha empleado PowerPoint del paquete MS Office para W98. Al tema de segmentación se dedican dos sesiones, que hacen un total de tres horas. Quedaría para un cuarto curso de II todo lo referente a técnicas avanzadas de segmentación.

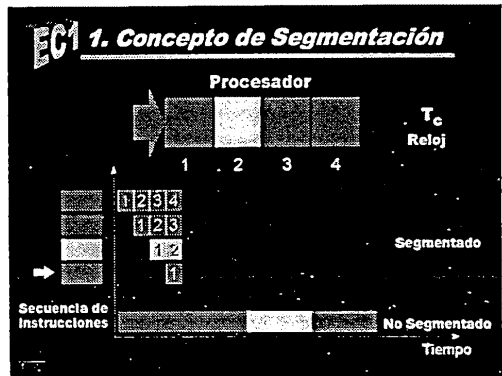
El resto del trabajo tiene por objeto mostrar el desarrollo de la experiencia, destacando los elementos de innovación que afectan a los diferentes contenidos del tema.

## 2.- CONCEPTO DE SEGMENTACIÓN

Para presentar al alumno el concepto de segmentación [5][6] se recurre a una serie de animaciones que comparan el funcionamiento de un procesador no segmentado con el funcionamiento de un procesador segmentado. En dichas animaciones el procesador se considera una "caja negra" gobernada por un reloj, en la que las instrucciones van entrando por la izquierda (indicándose el inicio de su ejecución) y saliendo por la derecha (indicándose el final de su ejecución). En las animaciones se presenta un eje temporal donde se van situando las instrucciones en el orden y tiempo en que van ejecutándose. Inicialmente, se muestra una animación donde se ejecuta una secuencia de instrucciones, cada una de ellas identificada por un color, en un procesador no segmentado monociclo (fig.1).



(Fig.1) Procesador no segmentado



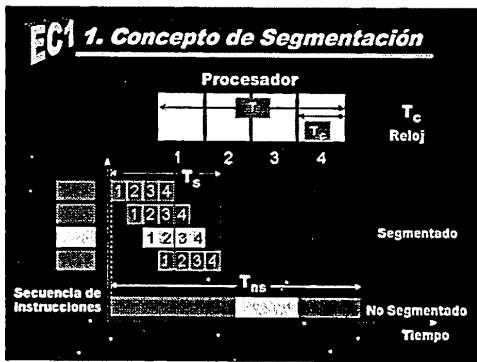
(Fig.2) Procesador segmentado

Esta animación nos sitúa ante el problema de cómo reducir el tiempo de ejecución de dichas instrucciones utilizando únicamente un procesador. De esta forma se introduce el concepto de procesador segmentado. Para ello, de forma animada, se divide físicamente el procesador no segmentado en cuatro etapas (fig.2) y se muestra como se ejecutarían las anteriores instrucciones en este nuevo procesador pasando a través de todas las etapas. Se observa que ahora el ciclo de reloj marcará el paso de las instrucciones de una etapa a otra y que, por tanto, su duración estará determinada por la etapa que más tiempo requiera. En cualquier instante de la simulación se conoce visualmente qué instrucción se encuentra en cada una de las etapas.

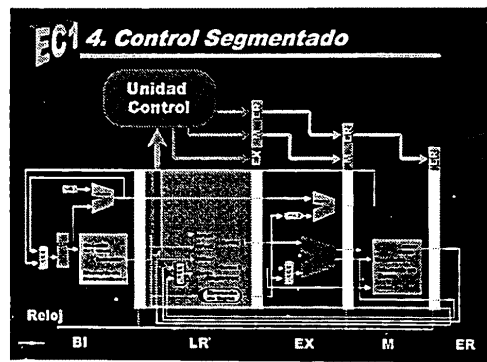
En la fig.3 puede observarse el resultado de dichas animaciones donde se comparan los tiempos de ejecución globales obtenidos en ambos casos. En el eje temporal puede apreciarse claramente las ventajas de la segmentación al obtenerse una mayor productividad en la ejecución de las instrucciones, a

pesar de no haberse mejorado el tiempo individual de ejecución de las mismas. En este último aspecto se hace especial hincapié pues es susceptible de ser mal interpretado por el alumno. La presentación visual del mismo permite clarificarlo en su justa medida.

Para introducir el concepto de aceleración, se muestra al alumno, mediante las animaciones (fig.1 y 2), que tanto en el procesador segmentado como en el no segmentado cada ciclo de reloj finaliza la ejecución de una instrucción. Sin embargo, en el caso ideal, teniendo en cuenta que el ciclo de reloj de un procesador segmentado en  $n$  etapas es  $n$  veces inferior al del procesador no segmentado, es inmediato concluir que el incremento de velocidad será equivalente al número de etapas de segmentación; esto es, el procesador segmentado es  $n$  veces más rápido que el no segmentado.



(Fig.3) Comparación de las ejecuciones

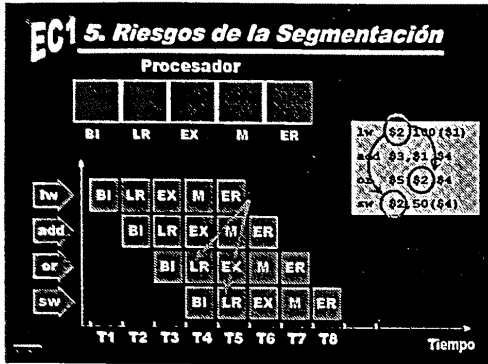


(Fig.4) Hardware y control segmentado

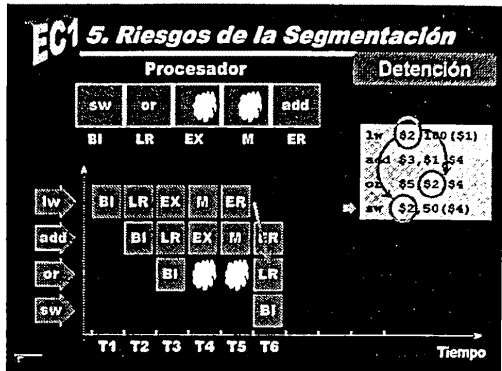
### 3.- SOPORTE HARDWARE A LA SEGMENTACIÓN

Una vez introducido el concepto de segmentación se estudia básicamente el *hardware* necesario y la forma de ejercer el control. Al mismo tiempo, se muestra como ello puede afectar al rendimiento del procesador a través del cómputo de la aceleración real. Para ello, la exposición se apoya en otro conjunto de animaciones (fig.4) que contribuyen a que el alumno comprenda la necesidad de introducir los registros de segmentación entre las etapas, así como su funcionamiento síncrono. En las animaciones también se observa que la Unidad de Control del procesador segmentado tiene que generar las mismas señales de control que el procesador no segmentado aunque, a diferencia de éste último, en el procesador segmentado dichas señales no actúan a la vez, sino que lo hacen repartidas entre las etapas en diferentes ciclos de reloj, para lo cual son necesarios los registros de segmentación.

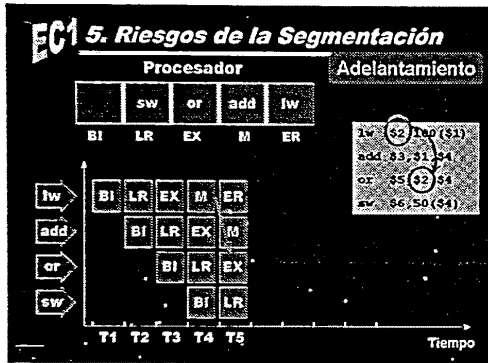
### 4.- RIESGOS DE LA SEGMENTACIÓN



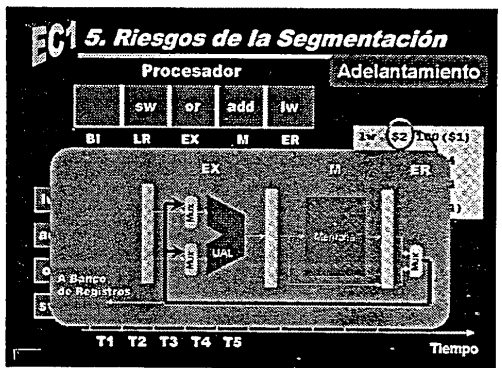
(Fig.5) Riesgo de datos



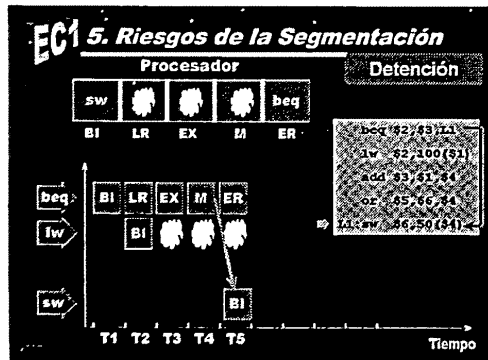
(Fig.6) Inserción de burbujas



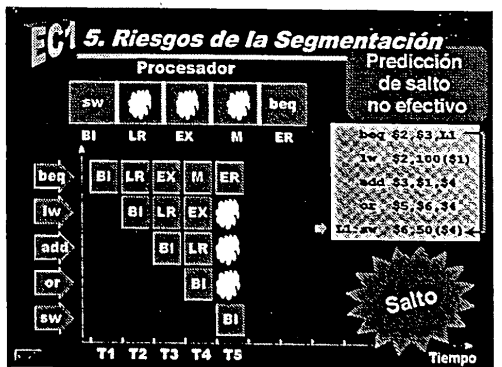
(Fig.7) Riesgo de datos. Adelantamiento



(Fig.8) Adelantamiento. Detalle Hardware



(Fig.9) R. Control. Inserción de burbujas



(Fig.10) R. control. Predicción de salto no efectivo

Como segunda parte en la presentación de la técnica de segmentación se introduce al alumno en los problemas que origina dicha técnica. Se presenta

el concepto de "riesgos de la segmentación" generándolos visualmente mediante animaciones (fig.5). El siguiente paso, es procurar que el alumno conozca que existen soluciones a los mismos. Para ello se ilustran diferentes técnicas básicas de forma animada comentando sus ventajas e inconvenientes: inserción de burbujas (fig.6) y adelantamiento (fig.7 y 8) para resolver los riesgos por dependencia de datos, e inserción de burbujas (fig.9) y predicción de no salto (fig.10) para resolver los riesgos de control.

## 5.- CONCLUSIONES

La experiencia docente llevada a cabo ha puesto de manifiesto la idoneidad del empleo de materiales didácticos que incluyan presentaciones animadas en el ámbito de la estructura del computador. En particular, su aplicación al tema de segmentación ha permitido facilitar su asimilación por el alumnado, alcanzando un nivel de comprensión mayor y un altísimo grado de satisfacción por su parte. Es este sentido, se ha podido constatar una sensible mejora del rendimiento del alumnado en las pruebas de evaluación referentes a este tema a raíz de incorporar este nuevo material al proceso de enseñanza-aprendizaje. Ello también ha contribuido a facilitar el trabajo del profesor y optimizar el tiempo de exposición.

Uno de los aspectos positivos que los alumnos han destacado del material es la posibilidad de recrear una y otra vez la exposición del profesor en el aula; al disponer del mismo en la *web* de la asignatura [7].

En la actualidad, se ha hecho extensivo el empleo de este tipo de herramientas al resto de temas de la asignatura, así como al conjunto de asignaturas que abarcan la estructura del computador.

## 6.- REFERENCIAS

- [1] A. Pont y M.L. Rico. Plan de innovación docente en Arquitectura y Estructura de Computadores. III Jornadas Univ. sobre Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas.
- [2] A. Robles y J. Sahuquillo. Integración teórico-práctica en la enseñanza de Estructura de Computadores: un enfoque metodológico. II Jornadas Nacionales de Innovación en las Enseñanzas de las Ingenierías. ICE (UPM). 1996
- [3] J. Real, J.A. Gil y A. Robles. Uso de nuevos medios de apoyo a las exposiciones en el aula. III Jornadas de Enseñanza Universitaria de Informática. 1997
- [4] J.A. Gil, L. Peñalver, A. Pont y A. Robles. Estructura de Computadores (Vol.1). SPUPV-1999
- [5] J.L. Hennessy, D.A. Patterson. Arquitectura de Computadores, un enfoque cuantitativo. New York. Mc. Graw Hill. 1993
- [6] D.A. Patterson, J.L. Hennessy. Organización y Diseño de Comput. Mc. Graw Hill. 1995
- [7] WEB de la asignatura con animaciones disponibles: <http://gea.disca.upv.es/cc1>