

## ADECUACIÓN DE LOS ENTORNOS COMPUTACIONALES A LA CLASE DE ELECTRÓNICA DIGITAL: BOOLE-DEUSTO

J. GARCÍA ZUBÍA<sup>1</sup> y J. SANZ MARTÍNEZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Arquitectura de Computadores. Facultad de Ingeniería. Universidad de Deusto. Apdo. 1. 48080, Bilbao.

<sup>2</sup>Departamento de Ingeniería del Software. Facultad de Ingeniería. Universidad de Deusto. Apdo. 1. 48080, Bilbao.

*En la enseñanza de sistemas digitales es muy común utilizar entornos profesionales de diseño digital como ORCAD, Electronic WorkBench, XILINX, etc., para reforzar y asentar lo aprendido. Este trabajo resalta la falta de idoneidad didáctica de estos entornos, y la necesidad de diseñar e implementar un nuevo entorno de análisis y diseño de sistemas digitales: BOOLE-DEUSTO.*

### 1. Introducción

En el desarrollo de la asignatura Sistemas Digitales, o similares, tiene una gran importancia la metodología. Continuamente el alumno debe aprender a aplicar distintos métodos, que le permitirán el análisis o diseño del sistema en cuestión. Para que el alumno domine la metodología debe saber cuáles son las condiciones de aplicación, cuáles son los pasos a dar y debe tener suficientes ejemplos bien resueltos. Los dos primeros puntos son propios del profesor y de los libros de texto, el último suele quedar desatendido.

A la hora de plantear y resolver ejercicios, los computadores son de gran ayuda, pues permiten al alumno comprobar sus resultados. En principio, los sistemas digitales no son una excepción, existe un gran número de programas, pero desde nuestro punto de vista ninguno de ellos se acomoda a las necesidades del profesor y del alumno. A continuación veremos cuáles son las necesidades de la asignatura, qué ofrecen los programas computacionales y qué solución aportamos.

### 2. Análisis y diseño de sistemas combinacionales y secuenciales a nivel de bit

Los sistemas digitales pueden ser combinacionales o secuenciales, y a nivel de bit o de palabra (bloques funcionales o MSI). El trabajo aquí presentado se refiere a sistemas combinacionales y secuenciales a nivel de bit.

Todo sistema a nivel de bit puede representarse de muy diversas formas: tabla de verdad, formas normales, V-K, etc. Resulta que el análisis y diseño de un sistema digital puede ser visto como una mera transformación entre las distintas representaciones del sistema. Es decir,

analizar o diseñar no es más que transformar, y transformar no es sino aplicar un determinado método. La figura 1 ordena los procesos de análisis y diseño desde la perspectiva de la transformación entre representaciones.

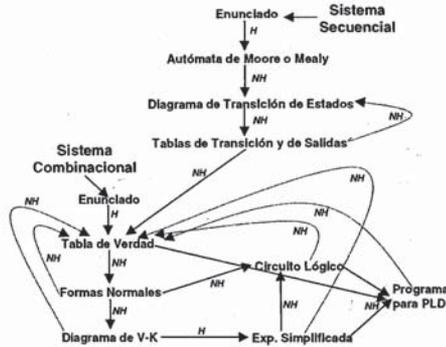


Figura 1: Análisis y diseño de sistemas a nivel de bit

Según la figura, diseñar es seguir las flechas descendentes en trazo continuo, mientras que analizar es seguir las flechas ascendentes y discontinuas. Cada flecha es un método que el alumno debe aplicar. Los métodos pueden ser heurísticos (*H*) o no heurísticos (*NH*). Un método heurístico es *difícil* de aplicar por no ser sistemático, y sí ser intuitivo, mientras que los no heurísticos pueden ser largos, pero siempre sistemáticos. El entorno computacional a utilizar en clase debería ayudar al alumno a reforzar lo sistemático de los métodos no heurísticos, y a practicar con los métodos heurísticos.

### 3. Entornos computacionales de análisis y diseño de sistemas digitales

En este punto veremos por qué no se adecúan los entornos Electronic WorkBench, ORCAD y XILINX a las necesidades didácticas del profesor y alumno, y cómo se encuadra el novedoso BOOLE-DEUSTO en estas necesidades. Para empezar los primeros entornos son profesionales, su objetivo es el diseño, simulación e implementación de sistemas digitales; y por tanto no necesitan ser didácticos, no muestran todos los pasos dados, sólo muestran los resultados. Sin embargo muchos profesores utilizan los anteriores entornos como herramientas didácticas, causando confusión en el alumno, amén de la falta de comodidad propia de estos sistemas. La tabla 1 relaciona las técnicas de representación de la figura 1 con los entornos de diseño, si en una casilla aparece una E (EWB), O (ORCAD) o X (XILINX) significa que el método es contemplado por el correspondiente entorno; la B significa que lo contempla el entorno BOOLE-DEUSTO presentado en el trabajo. Las columnas son las representaciones de entrada del sistema a procesar, mientras las filas son las representaciones de salida del sistema. Una letra en una casilla significa que mediante dicho programa se puede obtener dicha representación de salida, partiendo de la correspondiente entrada.

### Representación de Entrada

	DTE Moore o Mealy	Tabla Verdad	Forma Normal	Diagramas V-K	Expr. Booleana	Circuito	
<b>DTE Moore o Mealy</b>							
S	Tabla de Verdad	B	B	B	B	E, O y X	
	Forma Normal	B	B	B	B	B	
a	Diagramas V-K	B	B	B	B	B	
	Expr. Simplific.	O, X y B	E, O, X y B	O, X y B	B	E, O, X y B	E, O y X
i	NAND/NOR	B	E y B	B	B	E y B	E
	Circuito	O, X y B	E, O, X y B	O, X y B	B	E, O, X y B	
d	Descripción PLD	O, X y B	O, X y B	O, X y B	B	O, X y B	O, X
	Simulación Gráfica	O y X	E, O y X	E, O y X		E, O y X	E, O, X

**Tabla 1:** Comparación entre BOOLE-DEUSTO, ORCAD, EWB y XILINX

En la tabla se aprecia por qué BOOLE-DEUSTO puede ser visto como una calculadora digital -comparación que nos parece muy acertada-, viéndose sus diferencias con los otros entornos:

- ♦ BOOLE-DEUSTO es sencillo, didáctico y poco potente, mientras que los entornos profesionales son complejos, productivos y muy potentes.
- ♦ BOOLE-DEUSTO está orientado al aprendizaje/enseñanza, mientras el resto está orientado al diseño profesional.
- ♦ BOOLE-DEUSTO no permite la entrada mediante un circuito y no dispone de simulación gráfica, los entornos profesionales sí.
- ♦ En BOOLE-DEUSTO están accesibles al alumno las representaciones intermedias en el proceso de análisis y diseño, en los entornos profesionales no.
- ♦ BOOLE-DEUSTO permite una gran variedad de transformaciones, los entornos profesionales no.
- ♦ BOOLE-DEUSTO es capaz de trabajar con PLD's.

Lo anterior no quiere decir que BOOLE-DEUSTO sea superior o inferior a los entornos profesionales, es complementario. BOOLE-DEUSTO está pensado para satisfacer las necesidades del profesor y alumno.

#### 4. Breve descripción de BOOLE-DEUSTO

En el trabajo hemos preferido incardinar a BOOLE-DEUSTO dentro de la teoría, más que describirlo en detalle. BOOLE-DEUSTO puede ser solicitado gratuitamente en [zubia@inf.deusto.es](mailto:zubia@inf.deusto.es) y ha sido desarrollado en la Facultad de Ingeniería Informática de la Universidad de Deusto durante tres años por 10 personas, ocho de ellas como alumnos de proyectos del quinto curso: Ainara Pérez, Federico Losa, Francisco Javier Aranda, Jairo Calleja, Jorge Ariaz, Ricardo Fernández, Sergio García y Sergio Rodríguez. BOOLE-DEUSTO es utilizado por 700 alumnos al año de Electrónica Digital en el primer curso de Ingeniería Técnica Industrial y de Tecnología de Computadores en el primer curso de Ingeniería Técnica en Informática de Gestión.

En la figura 2 se puede observar la pantalla principal. En ella el alumno/usuario escribirá el nombre del sistema, número de variables de entrada y salida y sus nombres. Seguidamente activará una opción de las inferiores para cargar el sistema a procesar: tabla de verdad, V-K,

expresión SOP o POS, NAND/NOR, PLD, circuito lógico, expresión simplificada y formas normales. Una vez cargado el sistema, el alumno podrá pasar de unas a otras sin más que activar la opción deseada. Además de un sistema combinacional, también se puede cargar un sistema secuencial mediante el autómata de Moore o Mealy. Las figuras 2 y 3 muestran parte del comportamiento de BOOLE-DEUSTO, el resto es igual de claro y sencillo.

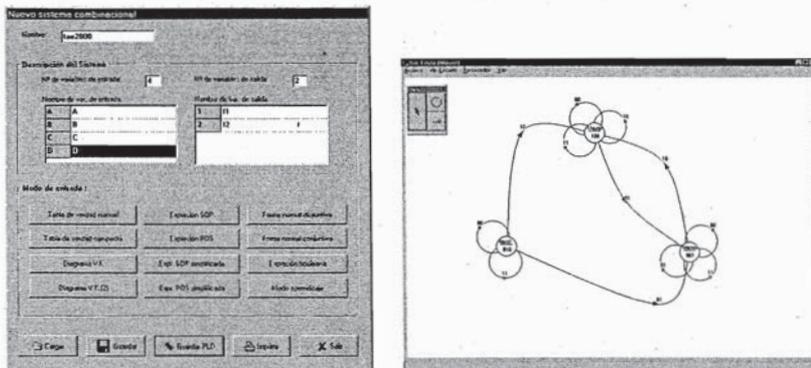


Figura 2: Pantalla principal de BOOLE-DEUSTO y autómata de Moore

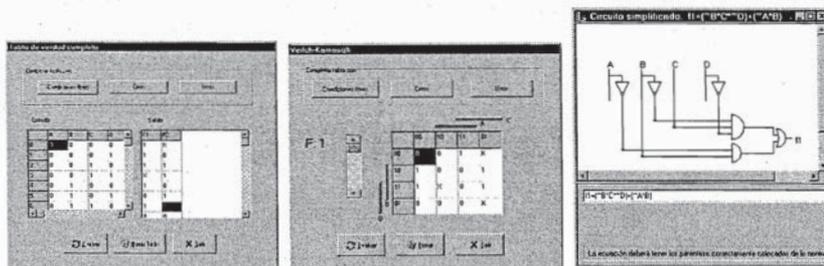


Figura 3: Tabla de verdad, diagrama de Veitch-Karnaugh y circuito de BOOLE-DEUSTO

## 5. Conclusiones

Del presente trabajo se concluye que los entornos profesionales de desarrollo de sistemas digitales no son adecuados para el aprendizaje de la metodología propia de la asignatura de sistemas digitales. A resultados de lo anterior, se ha desarrollado un nuevo entorno BOOLE-DEUSTO, cuyo objetivo es dar servicio al alumno. BOOLE-DEUSTO es: didáctico, completo, visual, atractivo, parcialmente profesional y gratuito.

## Referencias

- [1] J. García Zubía, *Proyecto docente de electrónica digital*, sin publicar, marzo 2000.
- [2] P. García Guillén, *OrCAD PLD 386 +*, Ed. Paraninfo, 1996.
- [3] A. Cánovas, *Electronic Workbench*, Ed. Paraninfo, 1998.
- [4] D. Van den Bout, *The practical XILINX designer lab book*, Ed. Prentice Hall, 1999.