

## LIBRO ELECTRONICO INTERACTIVO PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA ELECTRONICA DIGITAL

IÑIGO J. OLEAGORDIA<sup>1</sup>, JOSÉ J. SAN MARTÍN<sup>2</sup>, JOSÉ I. SAN MARTÍN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dpto. de Electrónica y Telecomunicaciones. E.U.I.T.I. de Bilbao. Universidad del País Vasco. Pza. de la Casilla, 3. 48012 BILBAO (Vizcaya) España. Tfno. 94 - 601 43 04 - Fax 94-444.16.25. E-mail : jtpolagi@lg.ehu.es

<sup>2</sup>Dpto. de Ingeniería Eléctrica. E. U.I.T.I. de Eibar. Universidad del País Vasco. Avda Otaola, 29. 20600 EIBAR (Guipuzcoa) España. Tfno. 943-018000 - Fax 943-033110. E-mail : iepsadij@sb.ehu.es

<sup>3</sup>Dpto. de Ingeniería Eléctrica E.U.I.T.I. de Eibar. Universidad del País Vasco. Avda Otaola, 29. 20600 EIBAR (Guipuzcoa) España. Tfno. 943-018000 - Fax 943-033110. E-mail : iepsmdij@sb.ehu.es

*Este trabajo consiste en una aplicación de informática educativa correspondiente a un curso básico de Electrónica Digital. Su operatividad se basa en la utilización conjunta de los fundamentos teóricos presentados como hipertexto y de los correspondientes programas de simulación, de forma que se está utilizando una estrategia de aprendizaje de probada eficacia como es la de aprender haciendo. La aplicación en el entorno windows (3.1, 95 ó superior) está implementada en un CD. Para generar el libro electrónico de 485 páginas se ha utilizado el Toolbook 3.0 y como programas de simulación el Workbench 4.0 y otros desarrollados con Borlandc C++ 4.0. Este trabajo forma parte de un proyecto de investigación UPV 14736-TAO19/99 subvencionado por la Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea.*

### 1. Introducción

Dentro del objetivo global como es la edición de material docente innovador aplicado a la docencia e investigación en el ámbito universitario, los objetivos parciales a considerar son:

- **Investigar** la aportación del ordenador como una herramienta operativa dentro del binomio enseñanza-aprendizaje.
- **Investigar** la puesta en práctica de aquellas tecnologías que desde el punto de vista pedagógico pueden resultar de mayor utilidad en el momento y entorno actual (tecnologías interactivas) y que al mismo tiempo se adapten mejor a la actuación del pensamiento humano (aplicaciones multimedia).
- **Introducir** un nuevo enfoque tecnológico en la formación académica.
- **Potenciar** el carácter interdisciplinar de las distintas áreas de conocimiento.
- **Generar** nuevos entornos de aprendizaje autónomo de forma individualizada y en grupo.
- Que el alumno **desarrolle** tanto la capacidad de integración de los conocimientos con un adecuado grado de profundidad como la capacidad de utilización de técnicas de diseño e implementación de sistemas digitales.

## 2. Metodología

La metodología empleada está regida por los distintos modelos educativos. Del modelo cognitivo, el más representativo, corresponde el papel principal al aspecto del pensamiento inductivo e investigación. Sin embargo, no se descuidan otros aspectos concernientes a la relación de distintos fenómenos dentro de la unidad de conocimiento y profundización de un hecho particular en su relación con el entorno operativo propio de los modelos de la organización intelectual y de formación de conceptos y descubrimiento. De los modelos conductistas el más representativo corresponde al modelo del entrenamiento directo donde se acentúan las técnicas de modelado y analogías como método a seguir para asimilar y adquirir nuevos conocimientos.

En este contexto, de una forma resumida, se han seguido los siguientes pasos:

1. **Seleccionar** los contenidos previo análisis y captación de las necesidades a cubrir.
2. **Diseño del prototipo.** Abarca tanto el diseño pedagógico como informático.
3. **Desarrollo del prototipo.** Es una etapa fundamentalmente informática donde se implementan los algoritmos que fundamentan los programas. Esta fase corresponde a la ingeniería del software donde se incluyen las etapas características de la metodología informática utilizada
4. **Evaluación y perfeccionamiento.** Una vez elaborado el prototipo se necesita una puesta en práctica del mismo que permita cuantificar su operatividad.

## 3. División del conocimiento en nodos

Globalmente la arquitectura del hipertexto se organiza en cuatro niveles, pudiendo accederse a partir del tercer nivel a aspectos particulares de un nodo como puede ser una representación gráfica o una información complementaria. La estructura empleada en su representación esquemática corresponde al tipo de árbol. En el primer nivel de la estructura jerarquizada se sitúa el tema general ELECTRONICA DIGITAL el cual se divide en dos secciones SISTEMAS COMBINACIONALES Y SISTEMAS SECUENCIALES. Cada una de estas dos secciones se divide a su vez en diversos temas. Por ejemplo partir del nodo SISTEMAS SECUENCIALES se puede acceder a las siguientes unidades temáticas:

1. Fundamentos básicos
2. Dispositivos de memoria
3. Sistemas secuenciales asíncronos
4. Sistemas secuenciales síncronos
5. Aplicaciones generales

A partir de este segundo nivel de la arquitectura se procede a la división del tema elegido en diversas unidades de conocimiento. Por ejemplo el nodo **Sistemas secuenciales síncronos** se subdivide en: a) Autómatas finitos; b) Automatas de Mealy y Moore; c) Transformación entre estructuras; d) Síntesis de sistemas secuenciales síncronos; e) Planteamiento del sistema; f) Tabla de fases; g) Reducción de la tabla de fases ; h) Codificación de estados internos; i) Implementación de las salidas; j) Ejemplos

#### 4 Representación gráfica de la estructura

En este apartado se muestran diversas pantallas correspondientes a la estructura gráfica del hipertexto. Como puede observarse en la pantalla representada en la figura 1 se listan los cinco tópicos en los que se divide el tema general SISTEMAS SECUENCIALES, el nodo SISTEMAS COMBINACIONALES se representa de forma similar.

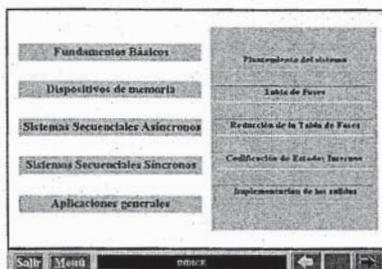


Figura 1: Desarrollo del nodo Sistemas Secuenciales.

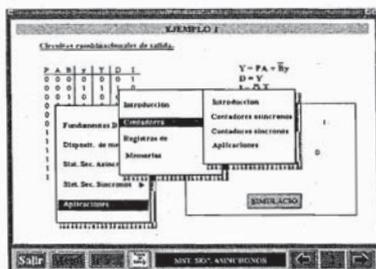


Figura 2: Interface

En esta pantalla se listan los cinco temas, que a su vez son nodos situados en un segundo nivel de la estructura del hipertexto, en los que se divide el tema general SISTEMAS SECUENCIALES. En la parte derecha, aparecen nuevos nodos, en un tercer nivel, asociadas a las diversas unidades de conocimiento en las que se divide el tema elegido y que corresponde a la división del conocimiento en nodos. Mediante la activación de estos nodos se pasa propiamente a las explicaciones, ejemplos, gráficas, etc., que conforman el desarrollo de las diversas unidades de conocimiento. En todo momento el usuario tiene el control de la aplicación ya que mediante menús desplegables puede acceder a la representación gráfica de la estructura del hipertexto y en consecuencia acceder, de forma no lineal, a otro nodo, figura 2. La activación de un nodo puede efectuarse bien desde el teclado o con el ratón. Las distintas páginas que componen el libro tienen un campo con el nombre genérico del tema seleccionado y una serie de botones de avance y retroceso de página, Salir, Menú e Ir a. Con el botón Moore y Mealy se activa un programa que permite la síntesis completa, a partir de la tabla de estados, tanto de un autómata de Mealy como de Moore, figura 3.

TABLA DE MEALY (E51 a E54)

Estado siguiente / Salida (Entradas de 0000 a 0011)

E actual	E51 / S1	E52 / S2	E53 / S3	E54 / S4
A0	A1 1	A2 0	A3 1	A4 1
A1		A2 0	A3 0	
A2	A3 0	A3 1	A4 0	
A3	A3 0		A4 0	A5 1
A4		A5 1	A5 1	A5 1
A5			A0 0	A0 1

Figura 3: Vista parcial de la tabla de estados

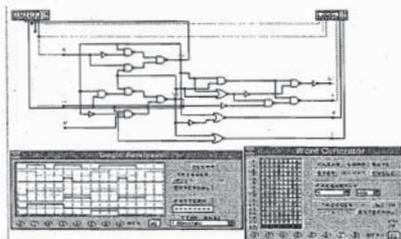


Figura 4: Rpta. del circuito con el analizador lógico del EWB.

Siempre que el usuario desee comprobar algún concepto o diseño de cualquier circuito o sistema puede acceder a la correspondiente simulación y verificar la operatividad del mismo, figura 4. En este entorno interactivo el usuario no sólo dispone de la información necesaria para realizar sus propios diseños sino que además puede comprobar el funcionamiento de los mismos. En el desarrollo temático las explicaciones teóricas van acompañadas de abundante información gráfica, figuras 5 y 6.

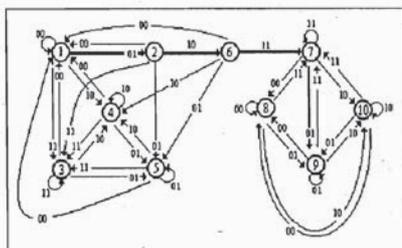


Figura 5: Diagrama de flujo.

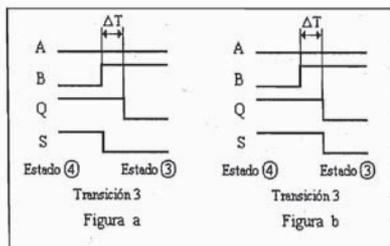


Figura 6: Detalle del régimen transitorio

Los ejemplos propuestos se exponen de forma detallada efectuándose un análisis desde los aspectos generales a los particulares, figura 7. En la figura 8 se muestra la pantalla gráfica correspondiente al proceso de simplificar una función lógica de 5 variables mediante el mapa de Karnaugh. Para ello se emplea un programa específico.

**EJEMPLO 3**

La variable luz queda:  
 $L = LF + LI + G$

Es decir, con  $LF = 1$  y  $LI = X$ , se obtiene  $L = G$ . Para  $L = 0$  es necesario:

Tabla de verdad

Con estas dos nuevas señales se puede:

F.F.B.

00	01	11	10	LF	LI	C	A
1	0	1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0

1. No hay señal de alarma si se ha actuado sobre el pulsador.  
 2. No hay señal de alarma si se actúa sobre el pulsador.  
 3. Hay señal de alarma y no se ha actuado sobre el pulsador, por lo que se activa la luz intermitente, así como el clikson y la señal mínima.  
 4. La señal de alarma desaparece y condiciones activadas: la luz intermitente, el clikson y la señal mínima.

Figura 7: Ejemplo de diseño

TABLA DE KARNAUGH DE 5 VARIABLES

CDE	000	001	011	010	110	111	101	100
00	0	0	0	0	0	0	0	0
01	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0

OPCIONES:  
 (MAB)C  
 (MABC)C  
 (MAB)C  
 (MABC)C  
 (MABC)C

SIMPLIFICAR  
 BORRAR  
 SOLUCION

Figura 7: Simplificación mediante un mapa de Karnaugh.

#### 4. Conclusiones

El empleo esta aplicación informática permite comprobar que las nuevas tecnologías aplicadas a la docencia en el ámbito universitario suponen nuevas opciones en el proceso de enseñanza y aprendizaje y hoy más que nunca el profesor debe facilitar esta faceta. En la evaluación realizada entre los alumnos el aspecto más valorado ha sido la integración de hipertexto y programas de simulación. Actualmente se está trabajando en la ampliación este módulo dotándole de una unidad de evaluación, una base de usuario y otra de problemas creando un entorno de trabajo en el cual estén presentes todas las posibles dimensiones de la pluralidad.

#### 6 Bibliografía

[1] J. NIELSEN. Multimedia and Hipertext. London: AP Professional, 1995.