

METODOLOGÍA PARA EL APRENDIZAJE DE LOS CIRCUITOS PLD Y DEL DISEÑO DE SISTEMAS BASADOS EN ELLOS

E. MANDADO PÉREZ, L.J. ÁLVAREZ RUIZ DE OJEDA, M.D. VALDÉS PEÑA, M.J. MOURE RODRÍGUEZ

Departamento de Tecnología Electrónica. Universidad de Vigo. Lagoas (Marcosende). 36280 - Vigo. España. Email: emandado@uvigo.es

En esta comunicación se describe el método desarrollado por los autores para realizar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los circuitos PLD y de sus aplicaciones. Este método tiene como objetivo lograr que el estudiante sea capaz de asimilar las características de los circuitos PLD de los distintos fabricantes así como los recursos de diseño asistido por computador puestos por ellos a disposición del diseñador.

1. Introducción

Los circuitos PLD constituyen sistemas digitales complejos que se caracterizan por poseer un conjunto de conceptos básicos no excluyentes entre sí que a su vez se subdividen en un número mayor de subconceptos. Esto hace que su estudio, y en especial el del diseño de sistemas basados en ellos, sea una tarea difícil.

Lo anteriormente expuesto motivó el desarrollo de una metodología para su aprendizaje consistente en la ejecución de las siguientes tareas:

- Descripción del concepto de circuito digital configurable y su diferencia con el circuito digital programable.
- Análisis de los principales conceptos asociados a los circuitos PLD que permiten clasificarlos en básicos, avanzados y complejos.
- Utilización de dichos conceptos para describir los circuitos PLD de Lattice, Xilinx y Altera.
- Estudio de las formas de describir, verificar e implementar los sistemas digitales complejos mediante la utilización de recursos de diseño asistido por computador.
- Aplicación de las formas descritas en el punto anterior a los circuitos PLD.
- Diseño de sistemas digitales reales con diferentes familias de circuitos PLD.

A continuación se describen brevemente los puntos más importantes.

2. Análisis de los circuitos PLD

El análisis de un conjunto significativo de circuitos PLD reales da como resultado los siguientes conceptos asociados a los circuitos PLD:

- Matriz de interconexión programable
- Macrocelda
 - o Número de biestables.
 - o Número de realimentaciones.
- Circuito de compartición de productos lógicos entre macroceldas.
- Número de matrices de interconexión programables.
- Bloques lógicos complejos.
- Recursos de interconexión distribuidos.

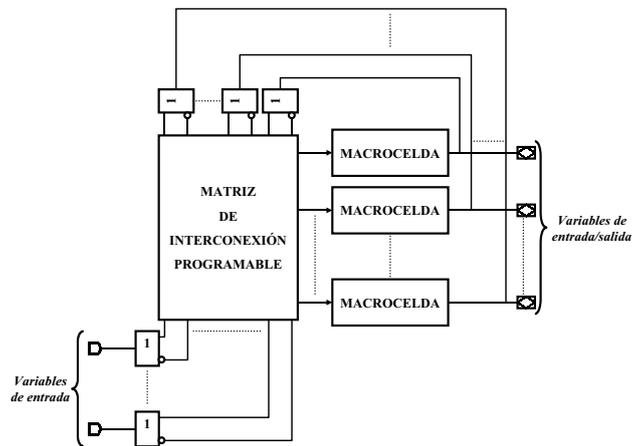


Figura 1: Esquema de un PLD básico

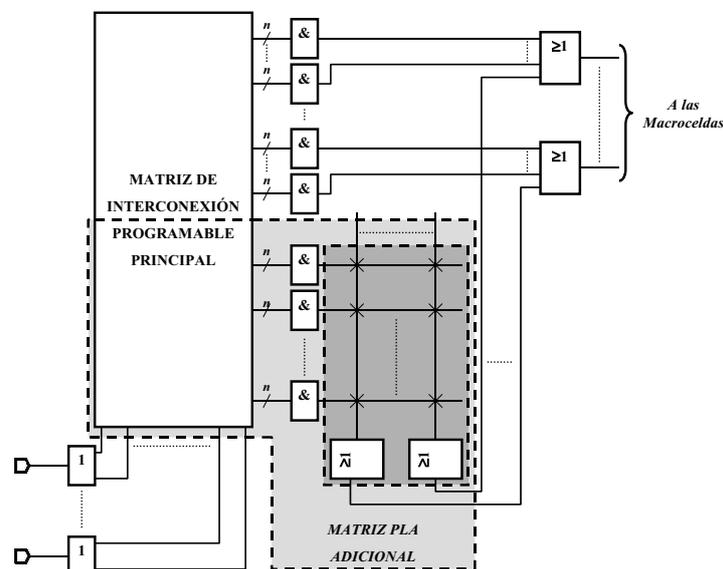


Figura 2: Esquema de un PLD avanzado con compartición de recursos

Cada uno de estos conceptos se analiza primero por separado para después combinarlos a través de un conjunto de cuarenta y tres figuras de complejidad creciente. El análisis se inicia por los circuitos PLD más sencillos (denominados básicos) que poseen una sola matriz de interconexión programable (Figura 1). Una vez analizadas las variantes más importantes de los circuitos PLD básicos se estudian las distintas formas de compartir

productos lógicos entre macroceldas que dan lugar a circuitos PLD denominados avanzados. En la figura 2 se representa una de las formas de compartición consistente en una matriz PLA adicional. A continuación se analizan los circuitos PLD avanzados segmentados que poseen dos matrices de interconexión tal como se indica en la figura 3. Finalmente se estudian las formas de elevar la complejidad de los circuitos PLD avanzados que se indican en la tabla 1, las cuales dan lugar a los dispositivos lógicos programables complejos denominados CPLD.

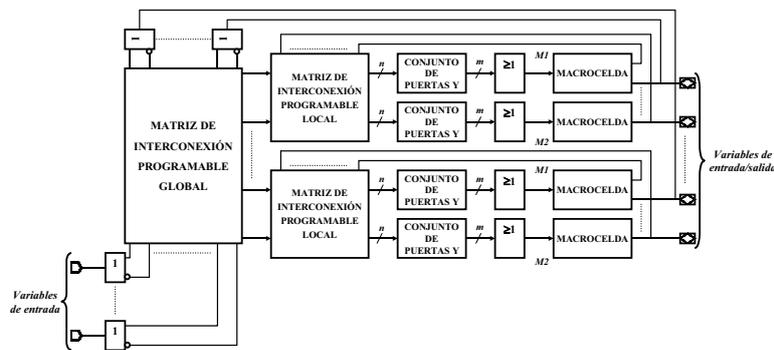


Figura 3: Esquema de un PLD avanzado segmentado

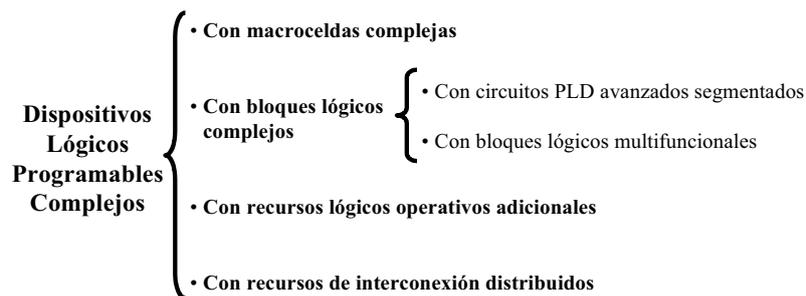


Tabla 1: Clasificación de los PLDs complejos

3. Proceso de diseño de sistemas digitales realizados con circuitos PLD

El proceso de diseño se realiza mediante el diagrama de fases y etapas representado en la figura 4, que ha sido desarrollado por los autores a partir de su experiencia en el diseño de sistemas digitales con circuitos PLD. Cada etapa se describe mediante un ejemplo adecuadamente elegido.

Especial énfasis se hace en la descripción mediante lenguajes de descripción de sistemas digitales denominados HDL (acrónimo de “Hardware Description Language”) así como en las etapas de verificación a lo largo de todo el proceso.

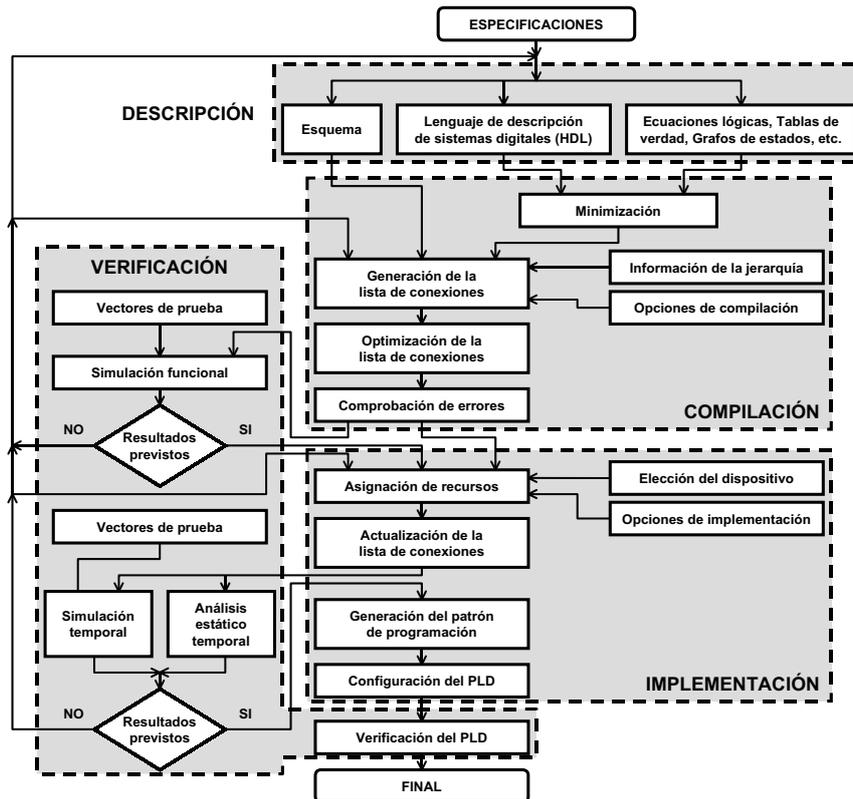


Figura 4: Proceso de diseño de sistemas digitales con circuitos PLD

4. Sistemas electrónicos digitales realizados con circuitos PLD

Para que el estudiante consolide sus conocimientos se le presenta el diseño de un conjunto de sistemas digitales adecuadamente seleccionados. Previamente se analizan los criterios de selección del PLD idóneo para implementar un sistema digital a partir de las características del mismo y se analiza un conjunto de normas generales de diseño que los autores han obtenido a través del diseño de numerosos sistemas reales. Además, para que el alumno se acostumbre a utilizar diferentes recursos de diseño asistido por computador se diseñan los sistemas con tres herramientas de diseño, cada uno de un fabricante distinto.

5. Conclusiones

El método desarrollado permite llevar a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje de los circuitos PLD de una forma general desligada de cualquier fabricante concreto hasta que finalmente se describen los circuitos PLD reales a partir de los conceptos más importantes.

El método descrito ha sido utilizado con estudiantes de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de Vigo y en diversos cursos de postgrado de la Universidad de Vigo, en los que las encuestas realizadas han dado como resultado un grado de satisfacción elevado.

El método cuyos fundamentos se describen en esta comunicación está actualmente en imprenta para ser publicado en forma de libro titulado “Dispositivos lógicos programables y sus aplicaciones”.