

Actualización de la currícula Incorporación de la lógica programable en ingenierías

Cayuela, Pablo

*CUDAR - Centro Universitario de Desarrollo en Automación y Robótica
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba*

Resumen

En este trabajo, se propone modificar ligeramente el contenido de ciertas materias de las carreras de Ingeniería Electrónica e Ingeniería en Sistemas de Información, de la Universidad Tecnológica Nacional, para adecuarlas a la renovación tecnológica de la electrónica de consumo actual, que si bien aún no ha inundado Argentina, al punto de hacer absolutamente obsoletas las técnicas digitales discreta y de integración moderada, y las metodologías de diseño de sistemas, no va a pasar demasiado antes de que sea necesario un cambio radical en la industria, en el mercado de consumo masivo, y si seguimos a este ritmo, en última instancia en la educación técnica y tecnológica de nivel terciario-universitario.

Palabras Clave

Currícula, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Sistemas de Información, VHDL, FPGA, CPLD.

Introducción

Los planes de estudio de las carreras de *Ingeniería Electrónica* [1] e *Ingeniería en Sistemas de Información* [2], datan ya del año 1995, fecha de la última actualización de contenidos de gran magnitud, realizada en la Universidad Tecnológica Nacional. Esta renovación tuvo efecto sobre todas las ingenierías que se dictan en las distintas facultades, diseminadas en la amplia geografía argentina, aparte de las ya mencionadas, sobre las que concentraremos nuestra atención.

Dado que la tecnología electrónica e informática se redefine constantemente, estos planes de estudio, quedaron rápidamente desactualizados, lo que hace necesario el rediseño de estos, para contemplar la incorporación de nuevos contenidos y su relación con aquellos que siguen siendo necesarios.

Además, actualmente las carreras de ingenierías están en proceso de acreditación

en todo Argentina, por lo que es un momento adecuado para el replanteo de los planes de estudio y la incorporación de contenidos actualizados, dado el rezago tecnológico en que se encuentran en cuanto a diseño digital moderno.

Análisis de contenidos en *Ingeniería Electrónica e Ingeniería en Sistemas de Información*

En *Ingeniería Electrónica*, se introduce a los alumnos a las tecnologías digitales de procesamiento de información en materias dictadas desde el primer año de cursado, a saber: *Informática I y II, Técnicas Digitales I, II y III*.

El programa de *Informática I* de 1^{er} año, comienza por un pequeño despliegue de conocimientos someros de arquitectura de computadoras modernas, y continúa con la enseñanza de la resolución algorítmica más básica en programación, eligiendo primero los diagramas de flujo, luego el pseudocódigo, y por último el muy popular lenguaje C, de medio y bajo nivel, por lo que se pierde una gran cantidad de tiempo, dada la repetición de temas con distintas herramientas. Durante el 2^o año en *Informática II*, los alcances determinan una ampliación de habilidades en C, tales como las estructuras de datos entre otros temas, y por último un corto (de vista) repaso de conceptos de orientación a objetos, que no llega a concretarse en mucha práctica con C++.

En *Técnicas Digitales I*, de 3^{er} año, se ven los principios de lógica digital hasta diseño secuencial, y se emplea en la parte práctica, tecnología de baja escala de integración, los muy conocidos y populares, TTL línea 7400 y CMOS línea 4000.

En *Técnicas Digitales II*, de 4º año, se estudia no con mucho detalle, la clásica arquitectura Intel X86.

En *Técnicas Digitales III*, de 5º año, se tocan de oído los temas referidos al desarrollo de sistemas de procesamiento digital de señales, mediante programación en C/C++ y Matlab® sobre DSPs integrados o PCs con plataformas X86s.

En *Ingeniería en Sistemas de Información*, debe tenerse en cuenta que la orientación no es precisamente técnica, sino más bien gerencial-administrativa; sin embargo, en su base presenta suficientes materias de contacto con *Ingeniería Electrónica*, y sobre ellas discutiremos.

En *Ingeniería en Sistemas de Información*, durante el último cuatrimestre del 1º año, se dicta con mucho éxito la materia *Algoritmos y Estructuras de Datos* (con C/Java), que en contenido y extensión, abarca prácticamente el total de las dos *Informáticas* de *Ingeniería Electrónica*. También en este cuatrimestre, se dicta la materia *Arquitectura de Computadoras*, en la que se ven temas varios de su correcto nombre, sin pasar más abajo del nivel de lógica digital y llegando hasta la arquitectura de microprocesadores interna y externa. En el 2º año, en la materia *Paradigmas de la Programación*, se llegan a ver entre otros, los paradigmas concurrentes (con Ada), orientado a objetos (Java/C++), funcional (Scheme/Lisp) y lógico (Prolog).

Propuesta de modificaciones de contenido

Lo primero que se propone en este caso, es unificar contenidos entre las materias de programación de los primeros años de ambas ingenierías, mas no tal vez su dictado conjunto, para poder hacer énfasis individuales sobre las especializaciones de estos temas en cada carrera por aparte.

Así, nos quedaría una primera materia *Informática I* dentro de *Ingeniería Electrónica*, equivalente a *Algoritmos y Estructuras de Datos* de *Ingeniería en Sistemas de Información*, pero de duración

anual, lo cual puede ser una ventaja para la maduración de los temas, aunque de carga horaria equivalente similar, la mitad por semana dado su doble extensión temporal anual.

En el 2º año en *Ingeniería Electrónica*, la materia *Informática II*, también anual, tendría tiempo suficiente para incluir extensamente el paradigma orientado a objetos con C++, muy importante para la formación del ingeniero electrónico, y tan importante como el anterior, incluir el paradigma concurrente, enseñado mediante ejemplos en VHDL con simuladores, para de esta forma, preparar al alumno para las técnicas digitales sobre FPGAs, sin tener que comenzar desde cero con un lenguaje de descripción de hardware, en el 3º año.

En cuanto a *Ingeniería en Sistemas de Información*, en la materia *Arquitectura de Computadoras*, se podría introducir descripciones de microprocesadores y otros circuitos en VHDL con simuladores, facilitando la ampliación del paradigma concurrente en VHDL/Ada del siguiente año. Ya en *Paradigmas de la Programación* del 2º año, podría emplearse el lenguaje VHDL junto al Ada (dado que este último es un antecesor del primero), para unificar temas entre materias de los dos niveles y compartir contenidos por un lado, y por otro, para mostrar a los alumnos plataformas de hardware (y no solo las X86s) que se programan directamente con ese paradigma, a la cual algunos tal vez podrían dedicar esfuerzos en el futuro, siendo también una forma de entablar algunos puentes de unión entre estas dos carreras parientes, aunque no cercanos.

Como segundo paso, convendría la incorporación temprana en *Técnicas Digitales I*, de temas de lógica reconfigurable, y dado que VHDL ya se habría visto con mediana intensidad durante el año anterior, se puede concentrar la atención en el diseño de hardware, y en la descripción del mismo mediante estas técnicas, algo ajenas al diseño discreto convencional, del que se puede ver un poco, tan solo para no dejar de lado, que aun hoy

una buena parte de la industria tiene implantados con esta tecnología mucho de su infraestructura, a la cual sin duda deberá darse mantenimiento; sin embargo el siguiente paso es la modernización de esa misma infraestructura con estas nuevas herramientas, para lo cual este cambio sería instrumental.

Luego en *Técnicas Digitales II*, se puede ver no solo la arquitectura X86, sino otras variantes tan importantes en la industria como ella, directamente en VHDL con implementación sobre placas de trabajo construidas alrededor de lógica programable, con lo cual no se queda en teoría el diseño ni de microprocesadores

(irrealizable con electrónica discreta salvo en simulación) ni de arquitectura externa al micro.

Finalmente en *Técnicas Digitales III*, todo los temas referidos al procesamiento digital de señales, se pueden aprender con VHDL y arquitecturas construidas en FPGAs, dado que son en muchos casos la elección prioritaria, complementándolas con tecnología DSP integrada o embebida en FPGAs.

En la Figura 1, podemos ver un esquema sintético de la propuesta.

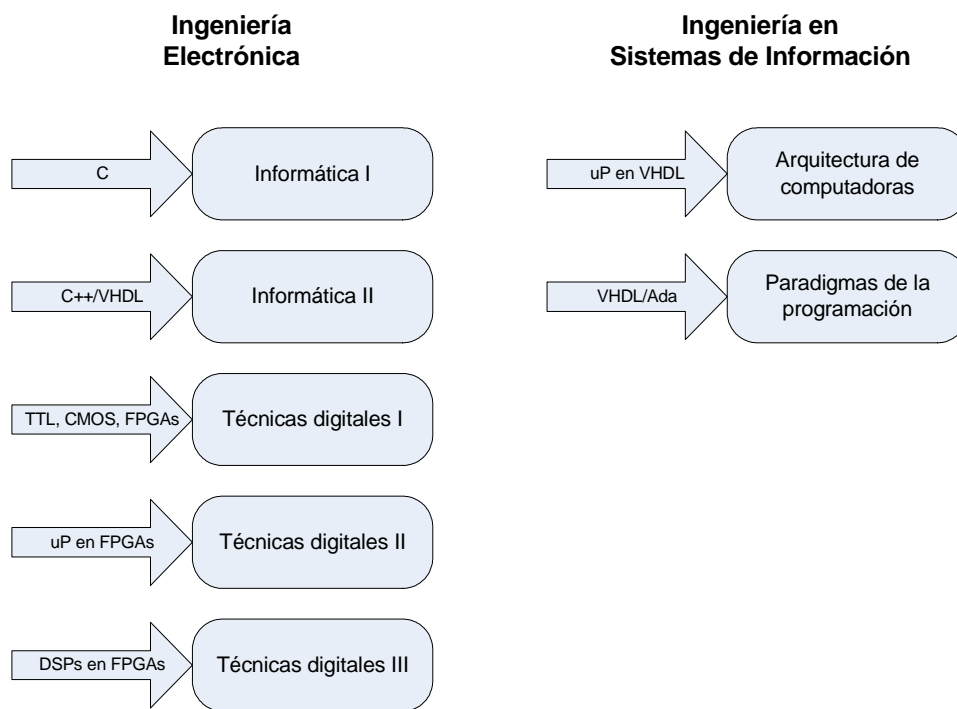


Fig. 1. Propuesta de modificaciones de contenido a las carreras de Ingeniería Electrónica e Ingeniería en Sistemas de Información.

Un atisbo de cambio en la UTN, Facultad Regional Córdoba

En el *CUDAR (Centro Universitario de Desarrollo en Automación y Robótica)*, decidimos colaborar con la incorporación de estas modificaciones, en principio, limitados a las materias de *Técnicas Digitales* de *Ingeniería Electrónica*.

Se lo propusimos a los profesores titulares de cada materia, sin la necesidad de cambiar los programas, pero incorporando las herramientas y el lenguaje VHDL en las tres. Estuvieron de acuerdo y propusieron un cambio mayor en los contenidos, a lo que nosotros dimos nuestro apoyo.

Para ello, el secretario de Ciencia y Técnica de la Facultad Regional Córdoba, instrumentaría un presupuesto, cuando sea posible, para el equipamiento de laboratorios con tecnología de lógica programable, es decir con placas experimentales y estaciones de trabajo con software adecuado.

Además, para poder realizar esta renovación, puede recurrirse a los programas universitarios de empresas como *Xilinx* [3] y *Altera* [4], que donan hardware y disponen de entornos de desarrollo y simuladores gratuitos, o algunas otras como *Celoxica* [5], que ofrecen plataformas de hardware con descuentos y sistemas de desarrollo basados en el lenguaje C con variantes para el manejo del paradigma concurrente.

Otra alternativa que evaluamos fue el diseño en casa, de pequeñas placas de trabajo construidas con CPLDs, aunque nos topamos con la dificultad de la falta de proveedores adecuados. Finalmente las diseñamos y probamos, pero nos encontramos que al querer conseguir CPLDs y FPGAs de bajo precio nominal, los distribuidores para Argentina de *Xilinx* y *Altera* no dan gran importancia a los programas universitarios de esas empresas, generando además sobreprecios, aún cuando los precios sean bajos originalmente, con detalles como compra de una cantidad mínima por componente,

gastos de envío entre Buenos Aires y el interior con valores de transporte internacional, etc.

Resultados

A partir del año 2006, colaboramos activamente en la incorporación de temas de lógica programable en el dictado de la materia *Técnicas Digitales I*, a través del titular de la cátedra y un profesor de trabajos prácticos, ambos integrantes del CUDAR, a los que asistimos con material de lectura, prácticos y exposiciones preparadas en filmas sobre la tecnología interna de los dispositivos programables.

También hemos terminado con las etapas de diseño y pruebas de un Kit de desarrollo educativo con CPLD [6], que dejamos disponible libremente para su construcción por parte de los alumnos, y a partir de este año se utilizará en la materia *Técnicas Digitales I* como herramienta de trabajos prácticos. Asimismo, el departamento *Ingeniería Electrónica* ha dispuesto incorporar este kit en el *Laboratorio de Técnicas Digitales*, esfuerzo que está siendo coordinado por nosotros desde el CUDAR.

Otro integrante del CUDAR, a partir de 2007, será profesor de trabajos prácticos de la materia *Técnicas Digitales III*, por lo que incorporará la tecnología de FPGAs y CPLDs, junto con el lenguaje de descripción de hardware VHDL, como herramientas de desarrollo de temas de procesamiento digital de señales, como filtros FIR e IIR entre otros.

A propuesta nuestra también, a partir de 2007, dictaremos la materia electiva del 6º año de *Ingeniería Electrónica*, dedicada a la lógica programable, y bautizada como *Técnicas Digitales IV*.

Discusión

Esta marcha en la cual somos uno de los principales promotores, debe ser sostenida con la preparación de más profesores en estos temas.

Es así, que a finales de 2006, dimos un seminario sobre lógica programable de

unas 30 horas para docentes y personal de laboratorios del departamento de *Ingeniería Electrónica*, tanto para actualización como para difusión.

A pesar de todos estos cambios, aún está pendiente la revisión de los programas de todas las materias mencionadas, que escapa en parte a nuestro alcance y responsabilidad, pero no a nuestra propuesta, la que seguimos promoviendo.

Conclusión

Creo que el fomento de la lógica programable en los jóvenes estudiantes de ambas ingenierías resultará en un vuelco decidido a la adopción de esta tecnología, que desembocará en su empleo en la industria, en tal grado, que en poco tiempo aparecerá una demanda, que permitirá la aparición de mejores servicios de atención por parte de sus distribuidores o representantes actuales o el surgimiento de nuevos, muy probablemente en la misma camada de estudiantes de ingeniería que hayan presenciado la incorporación de estos cambios durante su cursado.

Esta tecnología no está fuera de nuestro alcance en Argentina y en países similares tecnológicamente, por lo que debemos aprovechar el momento, e incorporar cuanto antes estos temas en los planes de estudio, pues cuando queramos acordarnos, se nos habrá pasado otra vez como tantas, el tren tecnológico, al cual si no nos subimos ahora, no podremos después, cuando esta tecnología se vuelva tan compleja y cara de implantar, que no nos

quedará otra que importarla como muchas actualmente, pagando el derecho de piso de aquellos que no lo hicieron en tiempo, y no desarrollaron un colchón de respaldo que nos permitiera mantenernos, ya no al tope, pero más cerca.

Agradecimientos

Agradezco la colaboración prestada, al director del CUDAR, Ing. Carlos Candiani; al subdirector del CUDAR, Ing. Rodolfo Cavallero; y a los integrantes del centro de investigación CUDAR.

Referencias

- [1] Plan de estudio 1995 de Ingeniería Electrónica, de la Universidad Tecnológica Nacional.
- [2] Plan de estudio 1995 de Ingeniería en Sistemas de Información, de la Universidad Tecnológica Nacional.
- [3] <http://www.xilinx.com/univ/>
- [4] <http://www.altera.com/education/univ/unv-index.html>
- [5] <http://www.celoxica.com/cup/default.asp>
- [6] Kit de desarrollo educativo con CPLD, Olmedo Sergio D., Pereyra Esteban N., Manfredi Gustavo A. (CUDAR, UTN FRC), SPL2006 - II Southern Conference on Programmable Logic, E. Boemo, G. Sutter, E. Todorovich, S. Lopez-Buedo (Editors), "FPGA Based Systems", Mar del Plata, Argentina: March 2006, ISBN 84-609-8998-4.

Datos de Contacto:

Pablo Cayuela. CUDAR (Centro Universitario de Desarrollo en Automación y Robótica), Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba. M. M. López esq. Cruz Roja Arg., Ciudad Universitaria, Córdoba. E-mail: pcayuela@scdt.frc.utn.edu.ar.