

NUEVAS TENDENCIAS EN LA ENSEÑANZA DE LA ELECTRÓNICA DE POTENCIA (I)

J. M. BURDÍO

Departamento de Ingeniería Electrónica y Comunicaciones. Centro Politécnico Superior. Universidad de Zaragoza. María de Luna, 3. 50015 Zaragoza, España.

Como cualquier rama de la electrónica, la electrónica de potencia es una disciplina que ha evolucionado sustancialmente en los últimos años. La aparición de nuevos dispositivos semiconductores de potencia, las nuevas orientaciones didácticas y el carácter interdisciplinar de la materia, está aconsejando alterar la organización docente tradicional estructurada desde los dispositivos hasta las aplicaciones. En esta primera parte se analiza la reorientación docente aconsejable de esta disciplina.

1. Introducción

En términos generales, la función principal de la electrónica de potencia consiste en adaptar la forma de energía eléctrica disponible en la fuente a la forma que necesita la carga, mediante etapas electrónicas que realizan la conversión o procesado de potencia con una alta eficiencia, lo cual casi siempre conduce a la utilización de dispositivos semiconductores funcionando en conmutación.

La materia de electrónica de potencia viene siendo impartida en las universidades españolas preferentemente en las titulaciones de ingeniería industrial y de telecomunicación en menor medida, tanto en ingenierías técnicas como en superiores. Dependiendo de titulaciones y universidades, actualmente esta disciplina se encuentra como materia troncal, obligatoria u optativa, con un número de créditos que suele oscilar entre 6 y 9. Además, en algunas universidades se ofrecen otras asignaturas directamente relacionadas con la electrónica de potencia o aplicaciones de la misma, como son las fuentes de alimentación electrónicas y la electrónica industrial y accionamientos eléctricos.

2. Reorientación docente en electrónica de potencia

La docencia tradicional de la electrónica de potencia ha seguido un esquema de organización en el que se presentaban en primer lugar los dispositivos de potencia con alto grado de detalle, para abordar después las topologías convertidoras y, si se disponía de tiempo suficiente, los sistemas de aplicación. Dentro de las topologías, las correspondientes a sistemas rectificadores, controlados o no, eran profusamente estudiadas.

Todo lo anterior tuvo su justificación en décadas pasadas, en las que los dispositivos de potencia casi exclusivamente utilizados eran los diodos rectificadores y los tiristores, siendo la electrónica de potencia una electrónica de baja frecuencia. Actualmente, la proliferación de nuevos dispositivos semiconductores de potencia cada vez más rápidos, junto con las nuevas orientaciones didácticas, están aconsejando alterar la organización tradicional.

Aunque la reorientación de la electrónica de potencia empezó a ser anunciada a principios de los 80 por el profesor Middlebrook [1], ha sido recientemente cuando las experiencias docentes han dado lugar a numerosas publicaciones [2-6], siendo debatidas en algunos foros internacionales (destacamos especialmente dos [7,8]).

Del examen de la documentación previa, así como de nuestra asistencia al último de los foros indicados, hemos extraído una serie de conclusiones de interés a la hora de organizar un programa moderno en la materia que nos ocupa. En resumen, son las siguientes:

- a) Existe un acuerdo prácticamente unánime de que, desde los puntos de vista de metodología didáctica, asimilación de conceptos y motivación del alumno, resulta más aconsejable estudiar las topologías convertidoras antes que los dispositivos de potencia, haciendo una introducción previa rápida de los mismos con antelación a las topologías.
- b) El tiempo invertido tradicionalmente en el estudio tecnológico de los dispositivos semiconductores de potencia debe ser reducido, debido a la evolución cambiante de sus estructuras cada vez más complejas, en favor de criterios de selección y utilización dentro de las topologías.
- c) Es importante revisar y aclarar conceptos básicos electrónicos y circuitales, como características idealizadas de dispositivos, comportamiento transitorio de inductancias y condensadores, definiciones de factor de potencia, distorsión armónica, valores medios y eficaces, etc.
- d) Debe reducirse el tiempo dedicado tradicionalmente a circuitos rectificadores no controlados y controlados, sobre todo en los aspectos matemáticos. Se ha constatado que resulta desmotivador para el alumno y de reducida asimilación conceptual.
- e) Por su escasa utilización actual, se deben eliminar del programa los conceptos de conmutación forzada con tiristores y reducir a una breve presentación los cicloconvertidores.
- f) Se aconseja compaginar sesiones prácticas de laboratorio de simulación por computador y de montaje o ensayos experimentales en equipos.

Abordar el estudio de las topologías convertidoras desde las primeras etapas del curso reporta numerosas ventajas. En primer lugar, permite análisis sistematizados y generales de los circuitos sin restringirlos a dispositivos de potencia específicos. Además, posibilita introducir aplicaciones y prácticas de laboratorio próximas a la realidad desde el principio. Y también facilita la asimilación conceptual y motivación por parte del alumno.

El apartado de prácticas de laboratorio merece una mención especial. Las prácticas tradicionales de electrónica de potencia solían reducirse a sencillos montajes de baja potencia u observación y realización de medidas experimentales en equipos demostrativos de potencias más elevadas, en el mejor de los casos. La simulación por computador se introdujo con fuerza en las prácticas de esta materia a principios de los 90, por sus muchas y buenas

razones [9,10]. Con tanta fuerza lo hizo, que llegó a acaparar todas las sesiones prácticas de esta asignatura en algunas universidades. Como se ha comentado, hoy en día se considera recomendable no situarse en ninguno de los dos extremos anteriores, sino combinar la innegable aportación de la simulación por computador con los montajes y ensayos experimentales de potencias respetables. Siguiendo esta línea, se han presentado varias publicaciones en los últimos años [11-15], donde se exponen comentarios, experiencias y programas de prácticas para asignaturas de electrónica de potencia, de los que nosotros hemos extraído ideas para nuestra propuesta.

3. Conclusiones

Partiendo de un análisis de la docencia tradicional de la electrónica de potencia, se propone una reorientación de la organización de objetivos y contenidos de la materia, incluyendo el programa teórico y las prácticas de laboratorio. Como conclusiones principales, destacamos la conveniencia de adelantar el análisis de las topologías convertidoras al estudio detallado de los dispositivos de potencia, que debe ser reducido en favor de criterios de selección y utilización dentro de las topologías. Asimismo, se propone una reestructuración de las prácticas de laboratorio, haciendo uso no exclusivo de la simulación por computador y con mayor aproximación a los sistemas de aplicación. Teniendo presentes estas conclusiones, se elabora una propuesta de programa docente para una asignatura tipo de electrónica de potencia [16].

Referencias

- [1] R. D. Middlebrook, "Power electronics: an emerging discipline," *IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS) Rec.*, 1981.
- [2] I. Batarseh, "Course and laboratory instructions in power electronics," *IEEE Power Electronics Specialists Conf. (PESC) Rec.*, pp. 1359-1368, 1994.
- [3] T. G. Habetler, R. M. Bass, H. B. Puttgen and W. E. Sayle II, "Power electronics education in the ever-expanding EE curriculum," *NSF Workshop Proc. on Developing Power Electronics Curriculum*, pp. 15-20, 1996.
- [4] R. M. Duke, N. Mohan and W. P. Robbins, "A survey of power electronics education in US and Canadian universities," *NSF Workshop Proc. on Developing Power Electronics Curriculum*, pp. 1-14, 1996.
- [5] P. T. Krein, "Power Electronics as an opportunity in multidisciplinary design curricula," *NSF Workshop Proc. on Developing Power Electronics Curriculum*, pp. 39-44, 1996.
- [6] A. M. Stankovic, "Towards an effective and integrated power electronics curriculum," *NSF Workshop Proc. on Developing Power Electronics Curriculum*, pp. 27-30, 1996.
- [7] *Workshop on Developing Power Electronics Curriculum: Courses, Hardware and Software Laboratories*, National Science Foundation, Orlando, Florida, 24-26 de Marzo de 1996.
- [8] *Teaching Curriculum in Power Electronics*, *IEEE Power Electronics Specialists Conference*, Baveno, Italia, 23-27 de Junio de 1996.
- [9] N. Mohan, W. P. Robbins and T. M. Undeland, "Computer-aided education of power electronics," *Proc. European Conf. on Power Electronics and Applications (EPE)*, pp. 546-549, 1991.

- [10] N. Mohan *et al.*, "Simulation of power electronic and motion control systems—An overview," *Proceedings of the IEEE*, vol. 82, pp. 1287-1302, August 1994.
- [11] P. T. Krein, "A broad-based laboratory for power electronics and electric machines," *IEEE Power Electronics Specialists Conf. (PESC) Rec.*, pp. 959-964, 1993.
- [12] T. H. Sloane, "Laboratories for an undergraduate course in power electronics," *IEEE Power Electronics Specialists Conf. (PESC) Rec.*, pp. 965-971, 1993.
- [13] D. A. Torrey, "A project-oriented power electronics laboratory," *IEEE Transactions on Power Electronics*, pp. 250-255, April 1994.
- [14] P. Lauritzen, "Integration of laboratories and computer simulation in an undergraduate power electronics design course," *NSF Workshop Proc. on Developing Power Electronics Curriculum*, pp. 63-67, 1996.
- [15] R. Bonert, "A flexible modular hardware for power electronic laboratories and projects," *NSF Workshop Proc. on Developing Power Electronics Curriculum*, pp. 80-85, 1996.
- [16] J. M. Burdío, "Nuevas tendencias en la enseñanza de la electrónica de potencia (y II)," *V Congreso de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica (TAEE)*, 2002.