

# SISTEMA DE CONTROL PARA LÁSER SEMICONDUCTOR DE ALTA POTENCIA

## CONTROL SYSTEM FOR A HIGH POWER SEMICONDUCTOR LASER

M. GONZÁLEZ-PÉREZ<sup>a</sup>, I. VÁZQUEZ-HERNÁNDEZ<sup>a</sup>, L. HERNÁNDEZ-TABARES<sup>b†</sup>, P.J. LARREA-COX<sup>b</sup>, O. MORALES-VALDÉS<sup>b</sup>

a) Facultad de Ingeniería Automática y Biomédica, Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría” (CUJAE), 19390 La Habana, Cuba

b) Centro de Aplicaciones Tecnológicas y Desarrollo Nuclear (CEADEN), 11300 La Habana, Cuba; lorenzo@ceaden.edu.cu<sup>†</sup>

† autor para la correspondencia

Recibido 16/3/2017; Aceptado 27/4/2017

PACS: Semiconductor lasers, 42.55.Px; applications of lasers, 42.62.-b; Control devices, 07.07.Tw; biomedical Engineering, 87.85.-d

Los diodos láser semiconductores tienen un gran número de aplicaciones en la industria y la medicina. Estos dispositivos tienen como ventaja su elevada eficiencia, larga vida media, bajo costo, reducido volumen y peso, permiten la modulación directa de la radiación emitida y consumen muy poca energía [1].

Mientras que los láseres de baja potencia utilizados en medicina logran los efectos terapéuticos: analgésico, antiinflamatorio y de regeneración tisular, los de alta potencia provocan efectos físicos visibles inmediatos, tales como el corte, la coagulación y la vaporización de los tejidos, por lo que se emplean en la cirugía como sustitutos del bisturí convencional [1–3]. El empleo de estos láseres tiene como ventaja la disminución del sangrado, un menor daño tisular, bajo dolor postoperatorio y la reducción del tiempo de cicatrización y de cirugía [4–6].

Los láseres más utilizados en cirugía estomatológica son el Er:YAG y el Er,Cr:YSGG. Estos láseres, comparados con el semiconductor, poseen mayor costo y tamaño por estar compuestos por un medio activo de cristal sólido y necesitar un bombeo mediante lámpara [7, 8]. El láser semiconductor de alta potencia se utiliza también en diversas aplicaciones estomatológicas: cirugía de tejidos blandos, incisión y drenaje de abscesos, biopsias, obtención de hemostasia en los procedimientos quirúrgicos con excesivo sangrado y tratamiento de perimplantitis. Por su efecto bactericida, tiene indicaciones específicas en periodoncia y en endodoncia [2].

Por otra parte, las investigaciones en óptica y láser en Cuba han involucrado a centros dedicados a la investigación y al desarrollo de aplicaciones afines, como el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (ISPJAE) y el Centro de Aplicaciones Tecnológicas y Desarrollo Nuclear (CEADEN), que actualmente mantiene un lugar importante en el desarrollo e introducción de instrumentos ópticos en el país [9]. En este sentido, se han desarrollado equipos con diodos láseres de baja potencia, empleados para el tratamiento de diversas patologías [10].

En este trabajo se reporta el desarrollo del sistema de control de un equipo de uso quirúrgico para estomatología, el cual

controla un diodo láser de 976 nm de longitud de onda, con una potencia de salida hasta 10 W, emisión continua, y otros circuitos asociados. En el mercado existe una gran variedad de equipos que utilizan láser semiconductor para cirugía estomatológica (Tabla 1). Estos equipos se componen básicamente por una consola con un cable de fibra óptica y un aplicador en el extremo por donde se emite el haz de alta potencia y otro de baja potencia que funciona como guía visible [11]. Para el accionamiento del láser se utiliza un pedal, al tener el operario ambas manos ocupadas en la cirugía. Cuentan también con un botón de parada de emergencia, un interruptor de encendido y apagado a base de llave, indicador de conexión de fibra óptica y control de potencia de emisión [12].

Tabla 1. Equipos de láser semiconductor para cirugía estomatológica existentes en el mercado.

Marca y modelo	Longitud de onda (nm)	Potencia máx. (W)	Régimen de omisión
Denlase Dental Diode Laser	810 y 980	7	Continuo y pulsado
Biolase Inc. Epic X Deka Laser Diodo	980	10	Continuo
Smart	980	5	Continuo y pulsado
OrotigMed LASER Pocket	915	6	Continuo y pulsado
SironaSIROLaser Advance	970	7	Continuo y pulsado

El sistema diseñado está compuesto por dos tarjetas principales: la tarjeta fuente y la tarjeta de control (Figura 1). La primera suministra las tensiones requeridas por el equipo. La segunda posee un microcontrolador PIC18F4550 y otros circuitos necesarios para automatizar el equipo.

Existen también varios componentes externos a ambas tarjetas: el módulo láser (G980-10WD-14HHL-PTFS), el driver del módulo láser (LDP-CW 18-05), y el driver del Enfriador Termoeléctrico o TEC (PL-TEC 2-1024).

La tarjeta de control se compone de varios circuitos como el de control de potencia y el de alimentación del láser guía (Figura 2a).

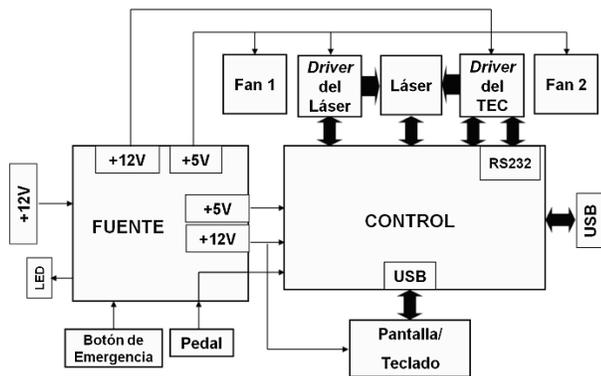


Figura 1. Diagrama en bloque del sistema láser de alta potencia.

El primero controla la potencia de emisión del diodo láser de alta potencia al aplicar una tensión a un pin del driver del módulo láser. El segundo controla y alimenta al láser guía. El circuito de medición de potencia y detección de fibra óptica (Figura 2b) verifica la potencia de emisión del haz midiendo la corriente que circula por el fotodiodo de monitoreo del láser. La detección del acople de fibra óptica se realiza al medir la corriente que circula por otro fotodiodo dentro del módulo láser. El control del driver del TEC (Figura 2c) es una interfaz de comunicación entre este último y el microcontrolador, permitiendo el control digital de los parámetros del enfriador termoeléctrico. Maneja también las señales de habilitación y comprobación de error en este driver.

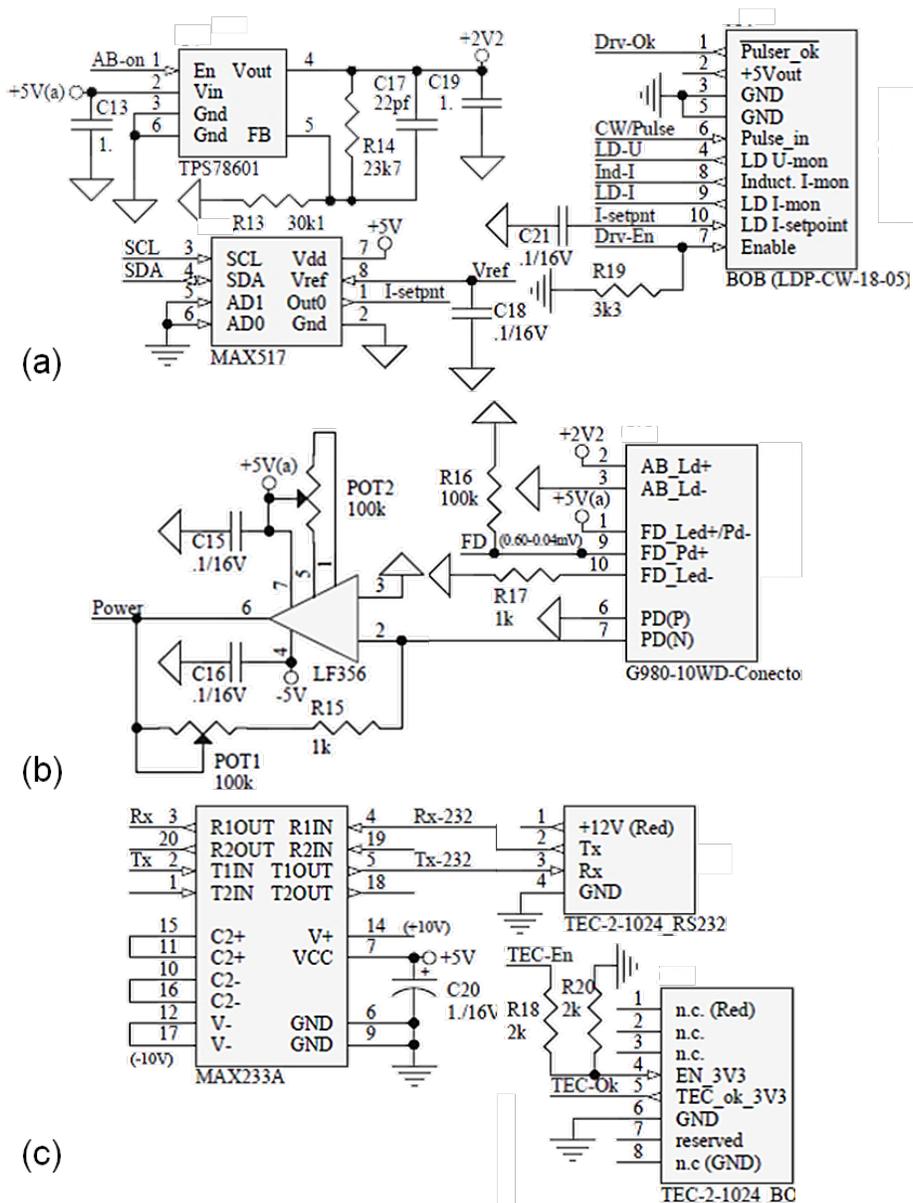


Figura 2. Circuitos de la tarjeta de control.

En conclusión, se logró diseñar un prototipo de sistema de control, utilizando componentes que cumplen los requerimientos técnicos de la aplicación (Figura 3) y se verificó su correcto funcionamiento mediante pruebas experimentales.

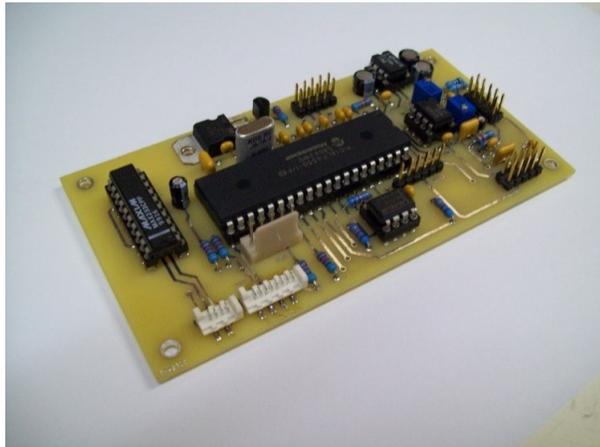


Figura 3. Circuitos de la tarjeta de control.

Se ha logrado asimilar un *know-how* propio relacionado con la tecnología de los láseres para cirugía estomatológica, como parte del desarrollo del primer equipo de láser semiconductor para aplicaciones quirúrgicas en el país.

## REFERENCIAS

- [1] A. M. Combarro *et al.*, Láser de baja potencia. Física y aplicaciones médicas, (Cubaenergía, La Habana, 2011).
- [2] A. Hernández, El láser terapéutico en la práctica médica actual, 2da Ed. (Editorial Científico-Técnica, La Habana, 2014).
- [3] A. J. España, J. Arnabat, L. Berini, y C. Gay, RCOE **9**, 497 (2004).
- [4] M. A. Pulido-Rozo, L.R. Tirado-Amador, and C.C. Madrid-Troconis, Rev. Clin. Periodoncia Implanol. Rehabil. Oral **8**, 157 (2015).
- [5] E. Azma and N. Safavi, J. Lasers Med. Sci. **4**, 206 (2013).
- [6] R. M. Patel, S. Varma, G. Suragimath, K. Abbayya, S.A. Zope, and Vishwajeet Kale, J. Dent. Lasers **9**, 94 (2015).
- [7] V. Revilla-Gutiérrez, J. Arnabat-Domínguez, A. J. España-Tost, and C. Gay-Escoda, RCOE **9**, 551 (2004).
- [8] J. Diaci and B. Gaspirc, J. LAHA 2012, 1 (2012).
- [9] V. Fajer and M. Sánchez, Rev. Cubana Fis. **32**, 2 (2015).
- [10] A. M. Combarro *et al.*, Rev. Cubana Fis. **28**, 2 (2011).
- [11] M. H. Niemz, Laser-Tissue Interactions. Fundamentals and Applications, 3ra Ed. (Springer, Heidelberg, Germany, 2007).
- [12] IEC, "60601-2-22:2007 Medical electrical equipment" (IEC, Ginebra, 2007).