DESARROLLO DE UNA UNIDAD OPTOELECTRÓNICA PARA ILUMINACIÓN DE AREAS MUY PEQUEÑAS, APTA PARA ESTUDIOS DE COMPORTAMIENTO DE CÉLULAS BAJO ESTÍMULOS LUMÍNOSOS.

Fco. J. MADRUGA, A. COBO, C. JÁUREGUI, M.A. QUINTELA , J.M. LOPEZ HIGUERA
GRUPO DE INGENIERIA FOTONICA - Dpto. TEISA -UNIVERSIDAD DE CANTABRIA.
TLFNO. 942-201539. FAX. 942-201873
Correo electrónico: madruga@teisa.unican.es

Abstract: *A novel optoelectronic unit to deliver a laser light in a very small area is presented. It is able to control accurate optical power and the modulation mode (continuous, external and digital pulses), emitted by the laser diode. The optoelectronic unit is used in researches about the influence of the light in the behaviour of cellular elements by the Neurofisiology Group of University of Cantabria.*

I. *Introducción*

En las redes neuronales de los seres vivos el cambio de potencial de la membrana juega un papel importante en el control de procesos biológicos tales como el procesado de la información, el aprendizaje y la memoria. El uso de técnicas de registros mediante microelectrodos o registro intracelular ha propiciado algunos resultados[1].

Sin embargo, esta técnicas no permiten comprender la organización funcional del circuito y los aspectos dinámicos de la red neural que controla el reflejo. Estas limitaciones han obligado a la neurobiologia a comenzar a utilizar métodos ópticos tanto como elementos de sensado, medida, o estimulación luminosa.

Entre las técnicas ópticas utilizadas en estos estudios destaca la fotoestimulación que consiste en provocar una estimulación luminosa para caracterizar lo mas detalladamente posible la información sensorial procesada. El mayor problema que se ha encontrado ha sido la indefinición de las respuesta medidas.[2-4]

Esta indefinición puede ser debida a la incapacidad actual para desarrollar un método que permita un control más exacto tanto del tipo e intensidad de la luz aplicada como del área de aplicación de la misma, que exigiría una gran precisión para hacer corresponder exclusivamente el área con un elemento celular, y por tanto proovocar la fotoestiimulación de una sola célula cuyas dimensiones se aprecian en la figura 1.

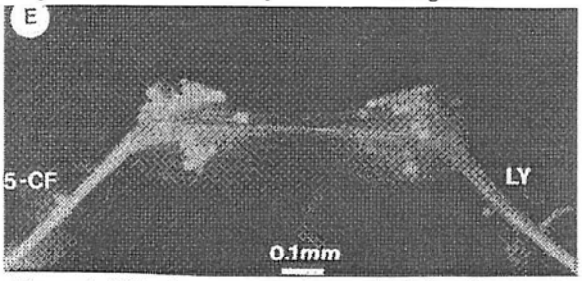

Figura 1. Vista de neuronas observadas bajo microscopía de fluorescencia.

II. *Esquema propuesto y desarrollo.*

Ante la problemática presentada en el apartado anterior, se ha planteado el diseño de la unidad optoeletrónica en dos grandes bloques: desarrollo de la electrónica de control, estabilización y modulación de la emisión láser y desarrollo de la cabeza emisora para acometer la problemática del tamaño del área a iluminar.

La electrónica de control se puede resumir en el esquema de bloques de la figura 2.

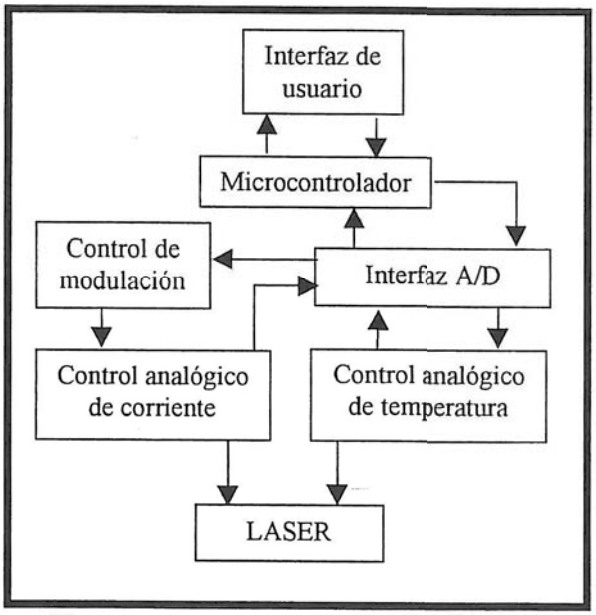

Figura 2. Diagramas de bloques del diseño electrónico propuesto.

Se observan 7 bloques diferenciados:

a) **Interfaz de usuario**.

Constituido por un conjunto de diodo luminosos (verdes y rojos), una pantalla LCD de 2 líneas y 40 caracteres, dos pulsadores y una rueda de giros infinitos y bidireccional con conversión a código Gray de dos bits

b) **Microcontrolador**.

Diseñado sobre el microcontrolador de la

gama media de la familia de Microchip technology PIC16C74 [5].

c) **Interfaz A/D (Analógico/Digital).**

Su misión principal es aislar las partes analógica y digital de equipo para evitar los problemas de ruidos inherentes a los circuitos de reloj de la parte digital en la parte analógica. Además de realizar las conversiones D/A y A/D necesarias.

d) **Control de modulación.**

Dos partes principales. Por un lado la generación de señales pulsadas de frecuencia controlable por el usuario, y por otro lado la protección del láser ante señales de modulación externas incontroladas.

e) **Control analógico de temperatura.**

Se basa en un control integral, y su fin es mantener la temperatura del diodo láser constante, evitando así las variaciones de longitud de onda de emisión de dicho diodo[6]. El control se realiza con una célula Peltier, que permite calentar o enfriar el láser según sea la corriente que lo atraviesa en un sentido o en otro. Así presentado, quedaría una división en subbloques: Medida de temperatura, comparador, subbloque integrador, y conversor V-I bidireccional. Además se puede añadir otro bloque que permite realizar limitaciones de la corriente para evitar dañar a la célula Peltier.

f) **Control analógico de la corriente.**

Tiene dos partes diferenciadas: una para funcionamiento del láser de forma continua y otra para funcionamiento del láser con señales variables en tiempo, tanto continuas como discretas. Para el primer caso, el bloque presenta una estructura similar al anterior, con dos diferencias. La primera es que el conversor V-I no precisa ser bidireccional, y la otra el uso de un circuito integrador realimentado, lo que evita que el subbloque se sature y con ello su tiempo de vuelta a un funcionamiento lineal sea lo suficientemente lento como para no dañar el diodo láser. Sumar a todo ello que el bloque de protección de corriente presenta diferencias como una doble protección con respecto al bloque de protección de temperatura.

La parte optoelectrónica esta constituida por:.

a) **Diodo Láser.**

Se ha utilizado un diodo láser de longitud de onda 670 nm, por ser la de interés inicial en la investigaciones a efectuar, con un cordoncillo de fibra monomodo para dicha longitud de onda, de unos 2 metros de longitud.

La salida de luz esta constituida un tubo de vidrio estrechado que permite focalizar el haz de luz para conseguir iluminar áreas inferiores a 100 μm^2 siempre que la distancia entre la salida de luz y la zona a iluminar no supere los 15 mm.

III. *Montaje y resultados*

El montaje completo ha sido realizado, resultando de un aspecto que se puede observar en la figura 3.

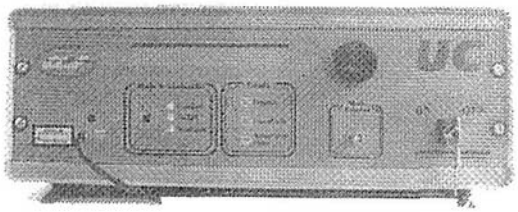

Figura 3. Vista frontal de la Unidad Optoelectrónica desarrollada

Se ha ajustado la electrónica para conseguir que el usuario pueda variar de μW en μW la potencia que emite el láser. Además se ha conseguido un rango de frecuencia de pulsos desde 8 Hz. a 1000 Hz, por ser las bajas frecuencias las más interesantes para los trabajos de investigación planteados.

IV. *Conclusiones*

Se ha desarrollado de forma concreta una unidad optoelectrónica para la iluminación de áreas muy pequeñas. Este desarrollo cubre la carencia de instrumentación apropiada para afrontar estudios en el campo de la Neurobiología. La unidad es fácilmente adaptable a cambios, que pueden ser requeridos para los avances que sucesivamente sean requeridos.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado con medios aportados por Caja Cantabria y la CYCIT a través del proyecto TIC98-0387-C03-02

V. *Referencias*

[1] Kandel, E.R. "Cellular Basis of behavior" CA Freeman, San Francisco, 1976.

[2] Brown, A.M. y cols "Light reponse of a giant *Aplysia* neuron" J.Gen Physiol. V62, pg 239-453, 1973.

[3] Pasic, M. Y cols. "Effects of light on indentified *Helix pomatia* neurons" Comp. Biochem. Physiol. 58A, pg 81-85, 1977.

[4] Pasic, M. Y cols. "Involment of cyclic GMP in teh reactivity to light of *Helix* photosensitive neurons. Period Biol. 93(2) pg 303-304, 1991.

[5] "PIC16/17 microcontroller data book" Microchip Technology Inc.

[6] Zankowsky, D. "Diode láser drivers maintain control" Láser Focus World, Junio 1996