

## Control de un obturador para aplicaciones fototérmicas

R. Carbajal Valdéz, J.L. Jiménez Pérez  
CICATA-IPN

Legaría 694, Col. Irrigación, 11500 México D.F., México

P. A. Lomelí Mejía  
Centro Nacional de Rehabilitación y Ortopedia

A. Cruz Orea, S. Tomás Velázquez  
Departamento de Física, CINVESTAV-IPN  
A.P. 14-740, 07300 México D.F., México.

Diseñamos y construimos un circuito electrónico, para controlar un obturador, que se dispara con una espiga de voltaje, generada por un pulsador, del cual obtenemos un pulso de salida de 5.5V. Con este circuito el intervalo de tiempo de abertura del obturador puede variar de 6 ms a 1 segundo controlado manualmente. Este pulso se envía a través de un optoacoplador 4N33 y un transistor lo cual asegura que no haya interferencias con otros equipos al momento de accionarlo, y su consumo mínimo es de 20 mA. Este pulso generado acciona el obturador mecánico en el cual incide un haz láser. El pulso de láser generado por la abertura del obturador será usado para producir gradientes térmicos en líquidos. La generación de gradientes térmicos son de gran interés en diferentes técnicas fototérmicas (en particular en el caso de la lente térmica). Con este desarrollo se demuestra que es posible construir controladores de obturadores sin recurrir a tecnologías costosas y complejas, substituyéndolas por tecnología propia con componentes de fácil adquisición en el mercado nacional y de bajo costo.

*Palabras clave:* Efecto térmico; Técnicas fototérmicas; Líquidos; Instrumentación electrónica

We designed and constructed an electronic circuit, in order to control a shutter, that shoots with a voltage pulse of 5.5V. With this circuit the shutter time interval of opening can be controlled from 6ms to 1 second. This pulse is sent through an opto coupler 4N33 and a transistor which assures that there are not interference with other equipment at the time of activate it, and its minimum consumption is 20 mA. This generated pulse drives a mechanical shutter in which a laser beam incidences. The laser pulse generated by the opening of the shutter will be used to produce a thermal gradient in liquids. The generation of thermal gradients is of great interest in different photothermal techniques (in particular for the case of thermal lens.) With this development it is demonstrated that is possible to construct a shutter driver without resorting to expensive and complex technologies, replacing them by own technology and components of easy acquisition in national market and low cost.

*Keywords:* Thermal effect; Photothermal techniques; Liquids; Electronic instrumentation

### 1. Introducción

La generación y utilización de pulsos de luz largos o cortos constituye un campo muy importante en las técnicas fototérmicas [1]. Hoy en día existe un gran número de dispositivos para la obtención de pulsos luz entre ellos, shutter (obturador), chopper (modulador) y Q-Switching (obturador) etc., que producen pulsos luminosos del orden de milisegundos y hoy en día con sistemas más complejos llegan al orden de 100 fs (femtosegundos) [2,3].

Debido a la falta de componentes para recuperar un shutter comercial se construyó un circuito alternativo para controlar su abertura de 6 ms a 1 segundo. El circuito crea pulsos cortos mediante un obturador electromecánico de la marca Oriol modelo 76993. La generación del pulso de luz, en nuestro caso un láser de Ar<sup>+</sup>, por medio del obturador incide sobre una muestra líquida en la que genera un gradiente térmico, lo cual forma una lente térmica. A través de un láser de prueba de He-Ne incidiendo en esta región es posible detectar la variación de su intensidad por medio de un fotodetector, este voltaje como señal es registrado a

través de un osciloscopio y después llevado a una computadora donde se registran y se procesan los datos [4,5], vea Fig. 1 del montaje experimental de la lente térmica.

En este trabajo presentamos el diseño y la construcción de un circuito para controlar un shutter, y así obtener pulsos cortos de iluminación a muy bajo costo. El minicircuito construido nos permite generar pulsos en el intervalo de tiempo de 6 ms a 1 s permitiendo la elección de la duración del pulso dentro de este rango de tiempo. Presentaremos una descripción del diseño de circuitos electrónicos, para el controlador del shutter así como para la detección de la señal óptica. Finalmente se muestra la señal del pulso obtenido mediante el obturador y su aplicación a la lente térmica.

### 2.- Diseño del circuito electrónico para un obturador

En las Figs.1 y 2 mostramos el esquema experimental típico para la técnica de la lente térmica y el circuito electrónico alternativo en detalle para el control del shutter,

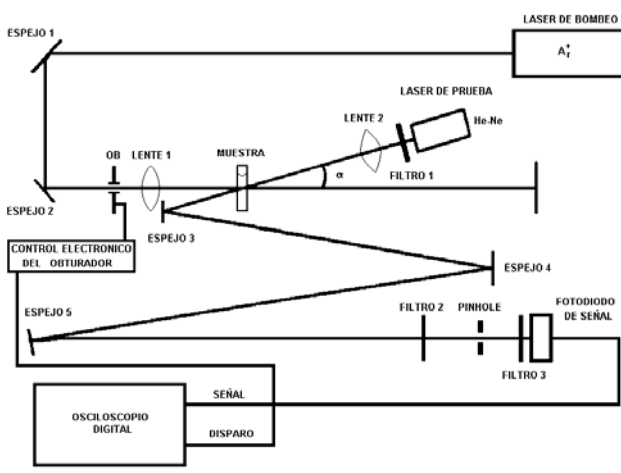


Figura 1. Montaje experimental típico para la lente térmica.

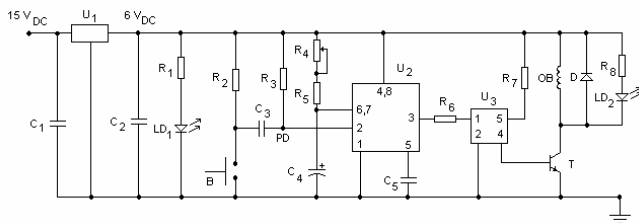


Figura 2. Esquema general del circuito electrónico controlador del shutter.

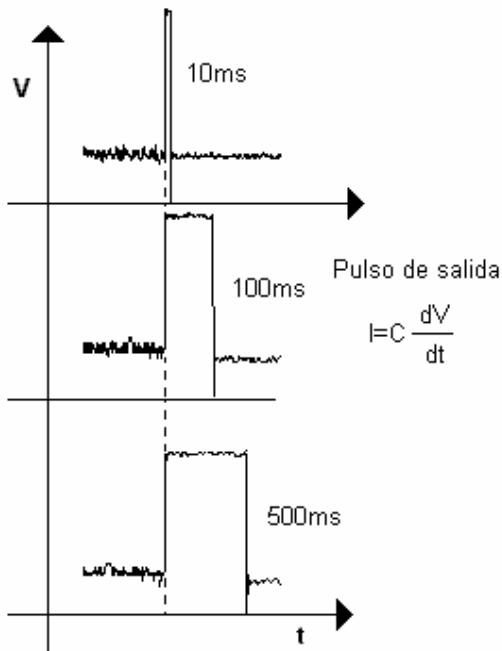


Figura 3. Esquema de la variación del ancho del pulso de 10, 100 y 500 ms, respectivamente.

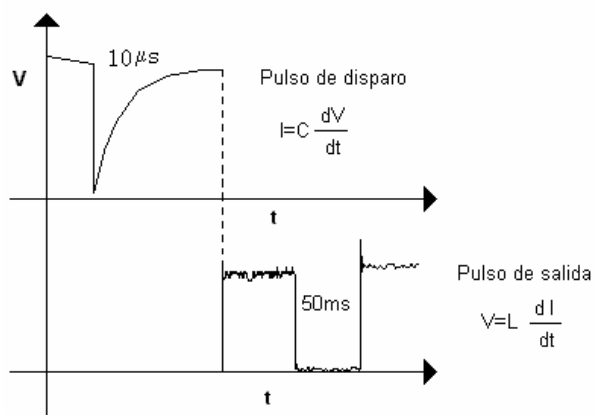
utilizado en esta técnica, respectivamente. El diseño es diferente al circuito del controlador del shutter marca Oriol modelo 76993 [6]. En cuanto a la electrónica, se utiliza un integrado, modelo LM555 ( $U_2$ ) en la configuración monoestable que se dispara con una espiga de voltaje, generada por un pulsador, del cual obtenemos un pulso de salida de 5.5 V. Su intervalo temporal puede variar de 6 ms a 1 s. El pulso es enviado a través del puerto serial de una computadora. Este pulso se envía a través de un optoacoplador 4N33 ( $U_3$ ) y un transistor (ver Fig.2) lo cual asegura que no haya interferencia con otros equipos al momento de accionarlo. El temporizador está en una configuración monoestable debido al arreglo en serie  $R_4$  (potenciómetro)  $R_5$  y  $C_1$  a través de las terminales 6 y 7 (ver Fig.2). La salida del temporizador a través del terminal 3 es un pulso cuya duración la determina el potenciómetro  $R_4$ . Podemos hacer barridos temporales de 10, 100 hasta 500 ms (ver Fig. 3) con frecuencia de 1 Hertz o menos, dependiendo del experimento y de la muestra [7-10].

### 3.-Resultados

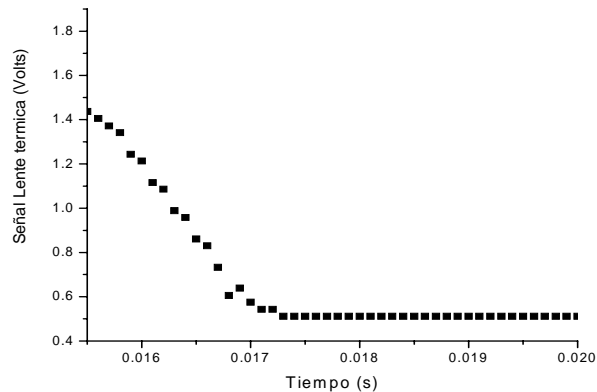
Una vez construido el dispositivo, el primer paso consistió en encontrar la escala de tiempo adecuada en el osciloscopio para la observación de la señal generada por el controlador del diafragma. Es importante tener en cuenta que el pulso de salida es cuadrado, con un voltaje o señal de 5.5 V. El pulso de salida que sale del colector del transistor (T) sirve para activar la bobina del obturador (OB) (vea Fig. 2). La corriente en la bobina del obturador es de 60 mA, la cual fue medida con un multímetro. La función del diodo emisor de luz ( $LD_2$ ) es mantenerse encendido mientras el obturador está abierto, para indicarnos la duración del pulso (vea Fig. 4). Los pulsos obtenidos del láser de  $Ar^+$ , operando en 514 nm y potencias de 40 mW, son producidos con un tiempo de 1segundo o menos. En la Fig. 5 mostramos una curva experimental para la lente térmica, después de que el láser de prueba He-Ne atraviesa una muestra de aceite de oliva, que fue irradiada por un pulso del láser de  $Ar^+$  con duración de 35 ms, y el gradiente térmico de la muestra decrece exponencialmente con el tiempo. Estos experimentos serán utilizados para la determinación de la difusividad térmica y la detección de trazas de contaminantes en aceites vegetales.

### 4.-Conclusiones

En este trabajo se ha presentado el diseño y construcción de un circuito electrónico para el control de un obturador. El circuito presenta las ventajas de bajo costo y sencillez de operación en comparación con el dispositivo comercial controlador de shutter Oriol modelo 75993. Este diseño del circuito controlador nos permite obtener gradientes térmicos en líquidos para la implementación de técnicas fototérmicas como es el caso de la lente térmica. Se presentaron resultados obtenidos con este dispositivo para la medición de la duración de pulsos cortos en la región visible proveniente de un láser de  $Ar^+$ .



**Figura 4.** Diagrama de tiempos de la entrada y la salida del pulso De 10 μs y 50 ms, respectivamente.



**Figura 5.** Curva experimental de la respuesta de la lente térmica, para una muestra de aceite de oliva

### Agradecimientos

Se agradece al CONACYT, COFAA, CGPI – IPN para la realización de este trabajo a través de los proyectos.

### Referencias

- [1] M. Franko, C.D. Tran, Rev. Sci. Instrum. **67**, 1 (1996s).
- [2] [2] J.C., W. Radolph, “Ultrashort laser pulse phenomena”, Academic Press, San Diego USA, 1996.
- [3] [3] M.A. Garcia Arthur, R.R. Rojo, N. Jamasbi and M. Mohebi, Rev. Méx. Fis. **49**, 258(2003)
- [4] [4] J. P. Gordon, R.C.C. Leite, R.S. Moore, S.P.S. Porto and J.R. Whinnery, J. Appl. Phys. **36**, 3 (1965).
- [5] [5] J. Shen, R.D. Lowe and R.D. Snook, Chemical Physics **165**, 385(1992).
- [6] [6] Oriol instruments, Electronic shutters & shutter controller, M76995(2001).
- [7] [7] Malvino “Principios de Electrónica “3ed Mc Graw Hill 600(1989).
- [8] [8] R.F. Coughlin, F.F. Driscoll “ Operational amplifiers and lineal integrated circuits” 3ed Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey 07632 (1987).
- [9] [9] Howard M. Berlin, “ The 555 timer applications sourcebook, with experiments E & Instruments, Inc. Derby, Connecticut (1978).
- [10] [10] E. Frank, Pulsed linear Networks, New York, London, MC Graw-Hill Book Company, Inc. 1945.