

INFLUENCIA DEL RUIDO ESPECTRAL EN LOS PROCESOS DE REGISTRO Y BORRADO DE HOLOGRAMAS EN CRISTALES FOTORREFRACTIVOS DE $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$

Aurelio A. Oliva y Lisset Rubiera¹, Centro de Desarrollo de Equipos e Instrumentos Científicos (CEDEIC)

RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados de un estudio experimental de los procesos de registro y borrado de hologramas en un cristal fotorrefractivo de $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$, bajo la influencia de ruido espectral óptico. Se utiliza como fuente de luz coherente un láser de He-Ne operando en la zona roja del espectro (632.8 nm). Como fuentes de ruido óptico se emplean el nivel de iluminación del laboratorio (luz blanca) y diferentes niveles de intensidad de 5 diodos emisores de luz (LED) de alto brillo.

ABSTRACT

In this work it is presented the results of an experimental study of the registration processes and erased of holograms in a glass fotorrefractivo of $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$, under the influence of optic ghaslyly noise. It is used as source of coherent light a laser of Have-Ne operating in the red area of the spectrum (632.8 nm). As sources of optic noise they are used the level of illumination of the laboratory (white light) and different levels of intensity of 5 issuing diodes of light (LED) of high shine.

INTRODUCCION

Los cristales fotorrefractivos constituyen un medio de registro holográfico reversible que presenta la ventaja de que puede utilizarse un número prácticamente infinito de veces, pues no se deteriora con el uso como otros materiales reversibles (placas termoplásticas, por ejemplo) [1]. Para la obtención de hologramas en tiempo real utilizando como medio de registro uno de estos cristales fotorrefractivos, es importante conocer la influencia de la iluminación que no constituye señal sobre la estabilidad de los parámetros dinámicos del cristal (tiempo de registro, borrado y memoria) debido a que estos últimos muestran una "inercia" significativa, lo cual permite

realizar los trabajos no necesariamente en absoluta oscuridad, sino con cierto nivel de iluminación ambiente.

En este trabajo se presentan los resultados de un estudio experimental de los procesos de registro y borrado de hologramas en un cristal fotorrefractivo de $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$, bajo la influencia de ruido espectral óptico

DESARROLLO EXPERIMENTAL

En la Figura 1 se muestra el esquema del montaje óptico empleado para realizar el estudio de los procesos de registro y borrado de hologramas en el cristal fotorrefractivo de $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$ utilizado en este trabajo bajo la influencia de ruido óptico.

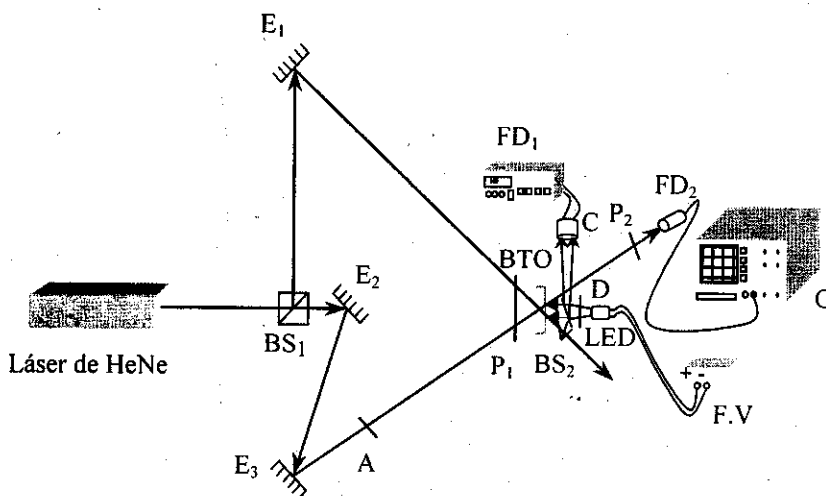


Figura 1.

Esquema de la instalación óptica empleada para la medición de los parámetros dinámicos del cristal BTO.

La salida de un láser de He-Ne operando a 632.8 nm con 2.5 mW de potencia, es dividida en dos haces por medio del beam splitter BS₁: el haz de referencia que llega al espejo E₁ y el haz objeto que incide sobre el espejo E₃ luego de sufrir reflexión por E₂. La relación de intensidades de los haces objeto y referencia se procuró mantenerla cerca de la unidad, para lo que se empleó el atenuador variable A. El polarizador P₁ asegura que los ejes de polarización de los haces objeto y referencia sean paralelos al plano (110) del cristal, correspondiente a la dirección de máxima eficiencia del mismo.

El cristal BTO se ilumina uniformemente por la luz proveniente de un LED de longitud de onda conocida luego de pasar a través de un difusor D. El BS₂ se utiliza para enviar un 50 % de esta luz sobre el cabezal C del fotodetector FD₁ con el objetivo de conocer los diferentes niveles de intensidad a que se expone el cristal para cada longitud de onda. El eje del polarizador P₂ se orienta de tal forma que al fotodetector FD₂ sólo llegue la componente de luz difractada del haz de referencia en la dirección del haz objeto por la red de fase formada en el cristal. La respuesta del fotodetector FD₂, es una señal de voltaje proporcional a la intensidad luminosa que éste detecta, la cual es registrada y medida en el osciloscopio O. Este mismo montaje representado en la Figura 1 fue utilizado para obtener los diferentes procesos sometiendo el cristal a la iluminación del laboratorio, correspondiente como ya se mencionó a luz blanca.

Procedimientos para la medición de los parámetros correspondientes a los procesos de registro y borrado

Los procesos se llevaron a cabo en ausencia de ruido óptico y bajo la influencia de éste. Como fuentes de ruido óptico se emplearon el nivel de iluminación del laboratorio (luz blanca) y diferentes niveles de intensidad de 5 diodos emisores de luz (LED) de alto brillo, con longitudes de onda correspondientes al azul (464.7 nm), amarillo - verdoso (566.7 nm), amarillo (582.2 nm), rojo (653.8 nm) e infrarrojo (933.1 nm). Para cada longitud de onda

se tomaron cuatro niveles de intensidad (NR), cuyos valores son: NR1 = 1.08×10^{-5} W/cm², NR2 = 2.16×10^{-5} W/cm², NR3 = 3.24×10^{-5} W/cm², NR4 = 4.32×10^{-5} W/cm². El nivel de intensidad medido para la luz blanca fue de 2.5×10^{-5} W/cm².

Proceso de registro del holograma

Para el registro de un holograma en el cristal BTO utilizado, primeramente se interrumpe el haz de referencia con una pantalla opaca de tal forma que sobre dicho cristal sólo incida el haz objeto, cuya intensidad se mide con FD₂. Al retirar la pantalla se produce la interferencia de ambos haces dentro del cristal y comienza a formarse un holograma de volumen y fase cuya lectura se realiza con el FD₂ y se registra en la pantalla del osciloscopio, de la cual se toman las mediciones. Ambos procesos de formación y lectura del holograma se pueden llevar a cabo simultáneamente gracias al efecto de autodifracción anisotrópica en el cristal [2]. Entre un registro y otro, se realizó el borrado del holograma dejando transcurrir un intervalo de tiempo de 3 minutos manteniendo el cristal iluminado con el haz objeto con el objetivo de garantizar iguales condiciones en cada medición. Los procedimientos anteriores se repitieron sometiendo el cristal a la influencia de cada nivel de ruido empleado.

Proceso de borrado

Cuando se alcanza el valor máximo de la señal correspondiente a la formación del holograma, se procede a interrumpir el haz objeto dejando que incida sobre el cristal sólo el haz de referencia, obteniéndose a la salida la componente difractada de este haz en la dirección del haz objeto. Este proceso provoca el borrado del holograma y se registra en la pantalla del osciloscopio, de donde se toman las mediciones. Esto se repite manteniendo el cristal iluminado con el haz de ruido.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los gráficos 1.1-1.2 y 1.3-1.4 muestran los procesos de registro y borrado respectivamente de

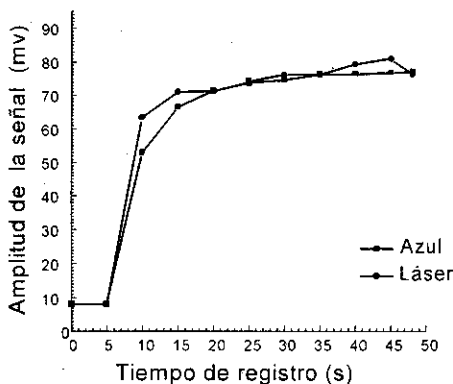


Gráfico 1.1. Proceso de registro bajo la influencia de luz azul con un NR = 4.32×10^{-5} W/cm².

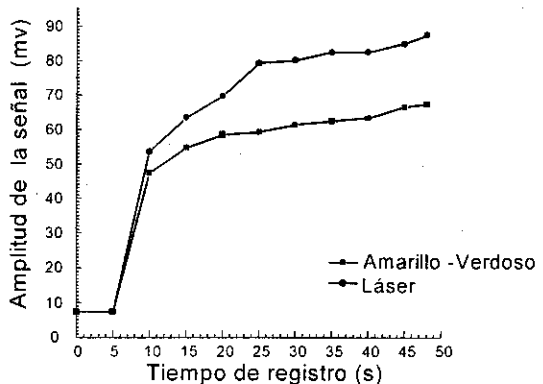


Gráfico 1.2. Proceso de registro bajo la influencia de luz amarillo-verdosa con un NR = 4.32×10^{-5} W/cm².

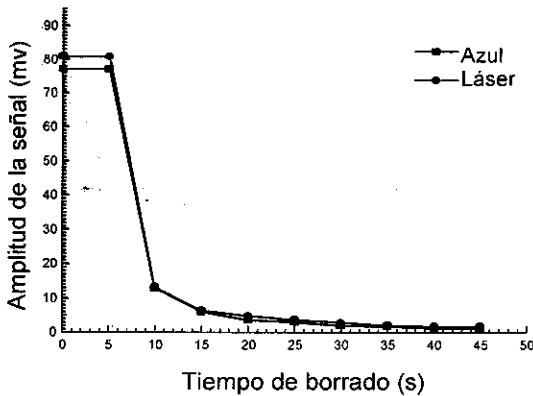


Gráfico 1.3. Proceso de borrado bajo la influencia de luz azul con un NR = $4.32 \times 10^{-5} \text{ W/cm}^2$.

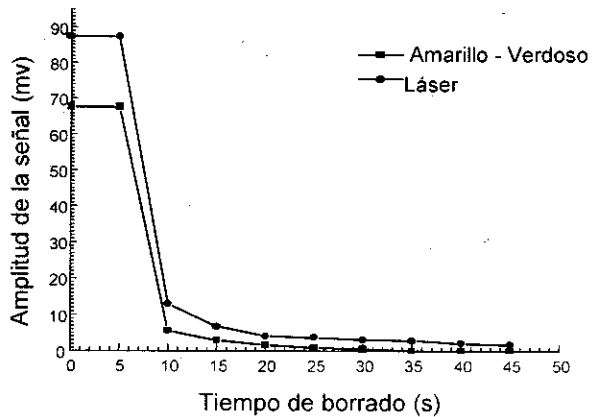


Gráfico 1.4. Proceso de borrado bajo la influencia de luz amarillo-verdosa con un NR = $4.32 \times 10^{-5} \text{ W/cm}^2$.

hologramas en el cristal BTO utilizado bajo la influencia de la luz azul y la amarillo verdosa para el nivel de ruido $4.32 \times 10^{-5} \text{ W/cm}^2$.

- Proceso de Registro

Del análisis de los resultados en general, (es decir, para todos los niveles de ruido óptico empleados) se observa cómo, para un mismo tiempo de registro, el valor de la intensidad del haz objeto que se alcanza ante la presencia de los diferentes niveles de luz empleados como ruido, no tiene una diferencia apreciable en comparación con el valor obtenido con el láser en condiciones de oscuridad, excepto para las longitudes de onda correspondientes al amarillo-verdoso y amarillo en el NR = $4.32 \times 10^{-5} \text{ W/cm}^2$, donde se obtiene que la amplitud registrada para el haz objeto es inferior con relación al resultado obtenido en condiciones de oscuridad.

El hecho de no observarse una diferencia apreciable ante la influencia de estos niveles de ruido óptico, puede atribuirse a que ellos no provocan cambios significativos en la generación del número de portadores que se redistribuyen en el seno del cristal, en dependencia del campo eléctrico. Como consecuencia, la variación del índice de refracción dentro del cristal que se produce por medio del efecto electro-óptico, prácticamente no se altera y por tanto, no se observa un cambio considerable en la eficiencia del holograma registrado en el mismo, o sea, en la intensidad del haz objeto.

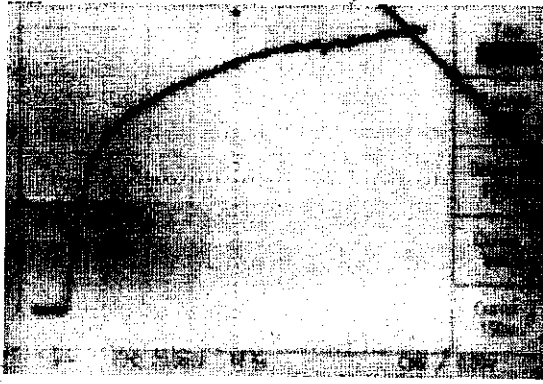
Por otra parte, el caso en que se obtiene que la amplitud registrada para el haz objeto es inferior

para las longitudes correspondientes al amarillo-verdoso y amarillo respectivamente en el NR = $4.32 \times 10^{-5} \text{ W/cm}^2$, con relación al resultado obtenido para el láser en condiciones de oscuridad, se interpreta como una consecuencia de que estos niveles de ruido provocan una atenuación de la variación del índice de refracción dentro del cristal, obteniéndose finalmente una menor eficiencia del holograma registrado en el mismo, es decir, menor intensidad de la luz difractada por él.

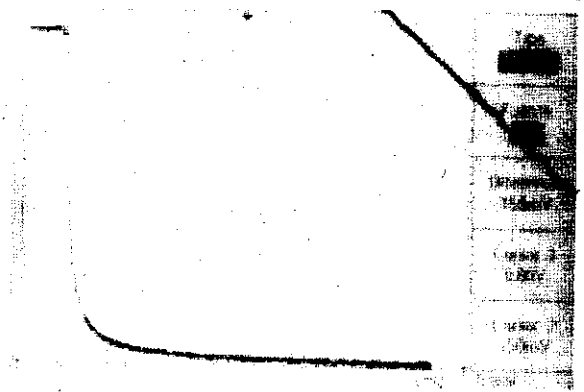
- Proceso de borrado

A partir de los resultados de las mediciones correspondientes al proceso de borrado, se puede observar cómo el tiempo de borrado del holograma para los casos en que se ilumina el cristal con los niveles de intensidad utilizados para cada longitud de onda y con luz blanca, es prácticamente igual al que se alcanza con luz láser en ausencia de ruido óptico. Esto debe ser provocado por el hecho de que al cesar el efecto de interferencia al tapar el haz objeto, el proceso de desexcitación de los portadores debido al haz de referencia del láser (al que se suma el haz del ruido) es muy rápido, ya que la intensidad de este haz es muy alta en comparación con la del ruido.

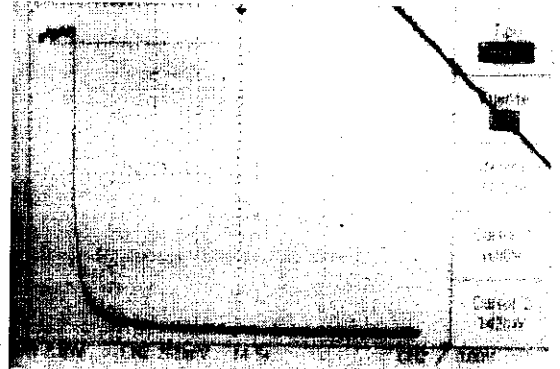
En las Figuras 2 y 3 se muestran fotos tomadas de la pantalla del osciloscopio correspondientes a los procesos de registro y borrado de hologramas en el cristal BTO llevados a cabo en ausencia de ruido óptico y bajo la influencia de la iluminación del laboratorio. En estas fotos se aprecian los resultados discutidos anteriormente para el caso de la luz blanca.



a)



b)



CONCLUSIONES

Figura 2. Procesos de registro y borrado de hologramas en el cristal BTO:

- a) En ausencia de ruido óptico,
- b) Bajo la influencia de la luz blanca

Los resultados obtenidos en este trabajo permiten concluir lo que a continuación se expone:

1. Los niveles de luz empleados como ruido óptico no permiten obtener mejores resultados en el proceso de registro respecto a los que se alcanzan en condiciones de oscuridad y en algunos casos influyen negativamente en este proceso, como es el caso de la luz amarillo-verdosa y amarilla.
2. En el proceso de borrado realizado en presencia de las radiaciones de ruido no se aprecian variaciones significativas respecto a los resultados obtenidos en condiciones de oscuridad.
3. Es posible trabajar con un nivel de luz ambiente por debajo del cual no se altera la calidad de los interferogramas. Esto representa una gran ventaja con respecto al trabajo en oscuridad, imprescindible con otros medios de registro.

REFERENCIAS

1. OLIVA, A.A.; O. VALDESPINO; R. LORENZO and L. REYES (1993): "Optoelectronic Materials and their Applications", **Proceeding of the International Workshop**, Cuba.
2. PETROV, M.P.; S.I. STEPANOV and A.A. KAMSHILIN (1980): **Ferroelectrics**, 21, 631.
3. RUBIERA, L. (1999): Tesis de Maestría: Influencia del ruido espectral en hologramas registrados en cristales fotorrefractivos de $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$, Cuba.