

EMPLEO DE "ESPEJOS COLESTERICOS" EN DISPOSITIVOS ELECTROOPTICOS A CRISTALES LIQUIDOS

B. Kerlleñevich

Universidad Nacional del Sur, Departamento de Física,
Laboratorio de Electroóptica y Láser, 8000 Bahía Blanca.

A. Coche

Centre de Recherches Nucléaires et Université Louis Pasteur, Laboratoire PREN,
67037 Strasbourg Cedex, Francia.

Los sistemas de visualización a cristales líquidos requieren el empleo de polarizadores, que absorben la luz incidente. Se realizaron espejos colestéricos con una mezcla de un nemático positivo y un compuesto quirral entre láminas de vidrio tratadas convenientemente. Se logró una transmisión netamente mayor y transiciones abruptas que favorecen el multiplexado.

INTRODUCCION

Los sistemas de visualización a cristales líquidos que aplican efectos de campo requieren el empleo de polarizadores lineales, que absorben fuertemente la luz incidente. Este inconveniente puede eliminarse reemplazando los polarizadores lineales por "espejos colestéricos".

PROPIEDADES DE LOS ESPEJOS COLESTERICOS

Estos espejos están contruídos por una capa delgada ($\approx 10 \mu\text{m}$) de cristal líquido colestérico - caracterizado por su paso p , su índice medio \bar{n} y su sentido dextrógiro o levógiro (izquierdo o derecho) de rotación - orientada convenientemente.

El orden molecular helicoidal del colestérico produce un dicroísmo circular. En un rango de longitudes de onda $\Delta\lambda$ en el entorno de $\lambda_0 = \bar{n} \cdot p$, la luz polarizada circularmente en un sentido es transmitida sin atenuación, mientras que la polarizada en sentido inverso es reflejada totalmente, como puede verse en las figuras 1a y 1b, correspondientes respectivamente a capas colestéricas izquierda (G) y derecha (D). (1), (2).

En el presente trabajo se realizaron espejos colestéricos formados por una mezcla de un nemático de anisotropía dieléctrica positiva ϵ_a y un compuesto quirral entre dos láminas de vidrio previamente tratadas para orientar el colestérico paralelamente a la superficie de las placas de vidrio.

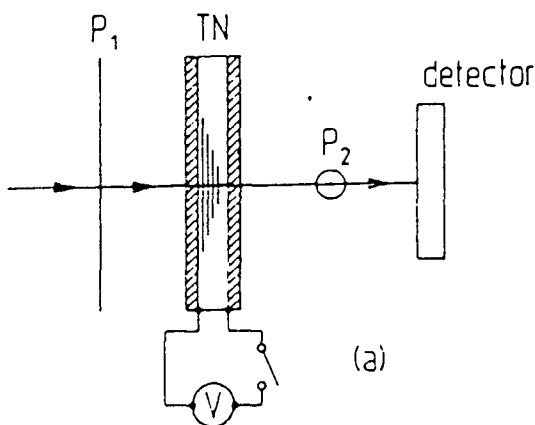


Figura 1: Trayectoria de la luz polarizada circularmente, en un espejo izquierdo (EG) y en uno derecho (ED).

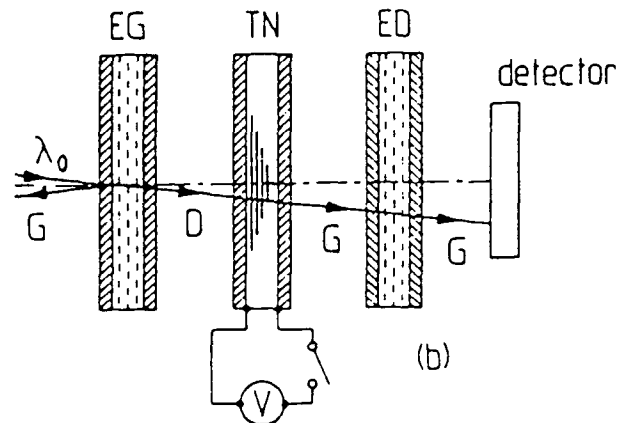


Figura 2: Variación de la transmisión óptica T , en función de la longitud de onda λ , para un espejo izquierdo EG, uno derecho ED y un filtro óptico (G + D).

La figura 2a representa la variación de la transmisión óptica T en función de la longitud de onda λ , para un espejo izquierdo EG y uno derecho ED, correspondientes al mismo valor $\lambda_0 = 630$ nm. Haciendo variar la proporción de compuesto quiral, se logra que las longitudes de onda λ_0 cubran el espectro visible e infrarrojo ($\Delta\lambda \approx 40$ a 50 nm).

Si en el trayecto de un haz de luz se colocan, uno a continuación del otro, dos espejos colestéricos EG y ED correspondientes a la misma longitud de onda, se obtiene un filtro óptico, como muestra la figura 2b. La forma en que varía su transmisión T en función de λ puede verse en la figura 2a (curva G + D): para $\lambda_0 = 630$ nm es $T = 7\%$.

EJEMPLOS DE APLICACIONES DE LOS ESPEJOS COLESTÉRICOS

Para el estudio de dispositivos que aplican efectos electroópticos en cristales líquidos nemáticos, resulta interesante aprovechar las propiedades indicadas más arriba. En los dos ejemplos siguientes pueden apreciarse las ventajas resultantes de esta modificación. (3)

A) Célula neumática "twisted".

El montaje habitual, utilizando dos polarizadores lineales P1 y P2 está representado en la figura 3a. La célula, a neumático positivo ($\epsilon_a > 0$) está constituida por dos electrodos de vidrio tratados previamente para obtener una orientación homogénea, pero las direcciones de alineación del cristal líquido sin tensión aplicada son perpendiculares ("twisted" de $\pi/2$), entre polarizadores cruzados, la célula TN es transparente. Se oscurece al aplicar una tensión (superior a un valor umbral) que orienta las moléculas perpendicularmente a los electrodos.

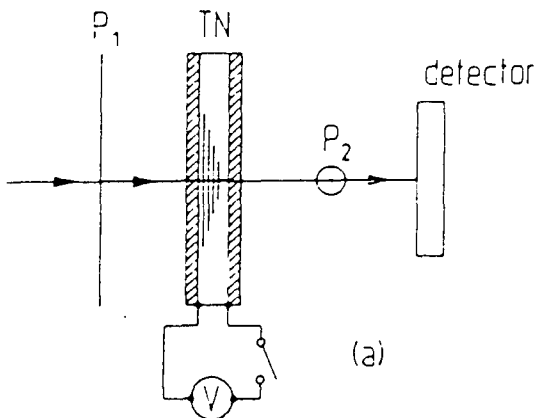


Figura 3a:

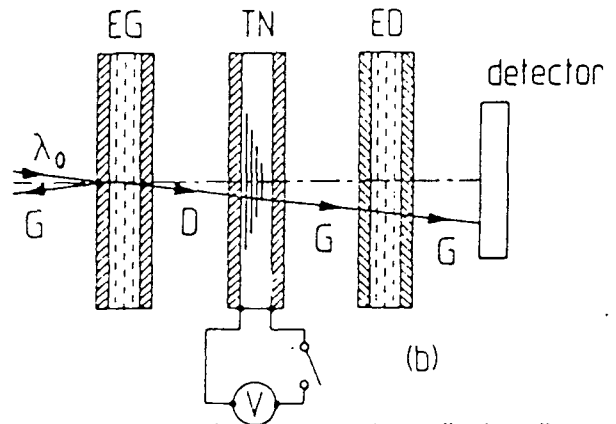


Figura 3: Montaje de una célula "twisted" con polarizadores lineales y con espejos colestéricos.

En el caso de utilización de espejos colestéricos, figura 3b, la célula de cristal líquido nemático "twisted" a $\pi/2$ se sitúa entre los dos espejos, uno izquierdo EG, el otro derecho ED, que corresponden a la misma longitud de onda λ_0 . Si el retardo óptico $d\Delta n$ ($\Delta n =$ anisotropía óptica) introducido por la célula es igual a $k\lambda_0$ ($k = 1, 2, \dots$), provocará la inversión del sentido (derecho D) de la luz incidente: la luz polarizada (izquierda G) a la salida de TN, podrá atravesar el espejo ED. La célula se oscurece, como se dijo más arriba, por aplicación de la tensión V.

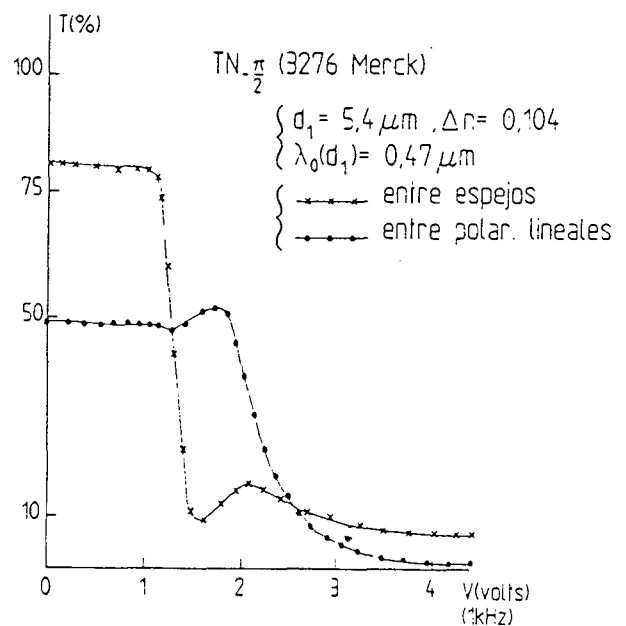


Figura 4: Transmisión en función de la tensión, para una célula "twisted" de espesor $d_1 = 5,4 \mu\text{m}$ entre polarizadores lineales y entre espejos colestéricos.

En las figuras 4 y 5 se representan respectivamente, las curvas que dan la transmisión en función de la tensión aplicada V, para dos células "twisted" a $\pi/2$ (nemático 3276: $\epsilon_a = +11$, $\Delta n = 0,104$) de espesores $d_1 = 5,4 \mu\text{m}$ y $d_2 = 7,5 \mu\text{m}$ entre espejos colestericos EG y ED, correspondientes a las longitudes de onda: $\lambda_0(d_1) = 0,47 \mu\text{m}$ y $\lambda_0(d_2) = 0,54 \mu\text{m}$. y entre polarizadores lineales.

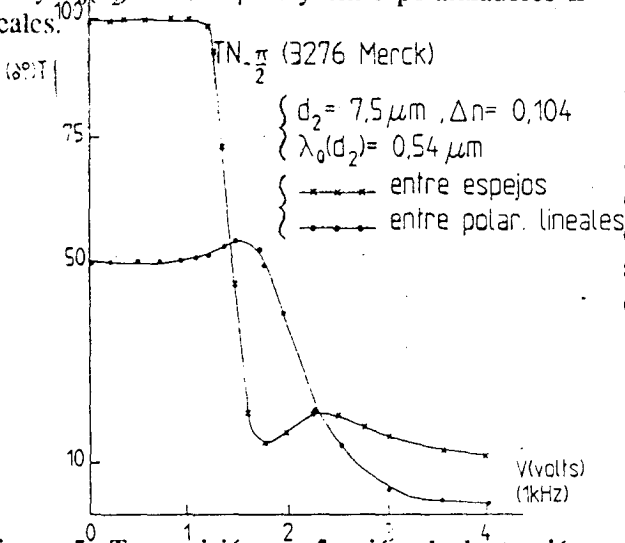


Figura 5: Transmisión en función de la tensión, para una célula "twisted" de espesor $d_2 = 7,5 \mu\text{m}$ entre polarizadores lineales y entre espejos colestericos.

De la comparación de estos dos tipos de curvas, surge claramente que con los espejos colestericos:

- la transmisión es netamente mayor, cerca del doble, ver figura 5, que con polarizadores,
- los umbrales de transición de un estado (transparente) al otro (opaco) se reducen notablemente y se aproximan a los umbrales de Fréedericksz de formación mecánica - que dependen de las constantes elásticas k_{ij} y de la anisotropía dieléctrica ϵ_a del cristal líquido - de una capa no "twisted".

- eligiendo convenientemente el valor del producto $d \cdot \Delta n$, pueden obtenerse transiciones abruptas que permiten gran rapidez de multiplexado.

B) Célula nemática a birrefringencia controlada eléctricamente

Las ventajas mencionadas en lo que antecede, que resultan del empleo de espejos colestericos con respecto al de polarizadores lineales, surgen igualmente en los dispositivos a birrefringencia controlada eléctricamente, empleados como moduladores de fase.

Consideremos una célula de cristal líquido nemático de alineación homogénea, de espesor d,

situada entre dos polarizadores lineales e iluminada por un haz de luz monocromática de longitud de onda δ ; los rayos ordinario y extraordinario a la

$$\delta = \frac{2 \pi d \cdot \Delta n}{\lambda}$$

salida de la célula presentan una diferencia de fase que depende de la tensión V aplicada a la célula por medio de la birrefringencia Δn .

Entre polarizadores cruzados, la transmisión T de la luz es proporcional a $\text{sen}^2(\delta/2)$ y su variación con la tensión V está representada por la curva (1) de la figura 6 para una célula homogénea de espesor $d = 4,7 \mu\text{m}$ sobre la que incide una luz monocromática de $\lambda_0 = 630 \text{ nm}$.

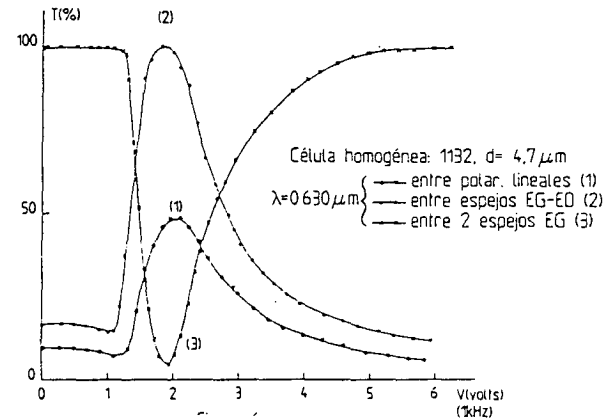


Figura 6: Curvas de transmisión en función de la tensión, para una célula homogénea entre polarizadores lineales, entre espejos EG y ED y entre dos espejos EG.

Si se reemplazan los polarizadores lineales por dos espejos colestericos, uno izquierdo EG y otro derecho ED que corresponden a la misma longitud de onda $\lambda_0 = 630 \text{ nm}$, se obtiene la curva (2) de la figura 6, que corresponde a un contraste muy superior al de la precedente.

El contraste puede invertirse (de claro a negro) situando la misma célula entre dos espejos izquierdos EG, como lo muestra la curva (3).

En conclusión, el empleo de espejos colestericos permite realizar dispositivos electroópticos constituidos solamente por elementos a cristales líquidos, de baja absorción de la luz entre la entrada y la salida, con tensiones de funcionamiento

reducidas y velocidades de multiplexado elevadas.

REFERENCIAS

1. F.J.Kahn, Appl. Phys. Letters 18 (1971) p.231.
2. J.Adams, W.Haas and J.Dailey, J.Appl.Phys. 42 (1971) p.4096.
3. S.V.Belayev, M.Schadt, M.I.Barnik, J.Fünfschilling, N.V.Malimoneko and K.Schmitt, Jap. J. Appl. Phys., 29, (1990), p.L634.