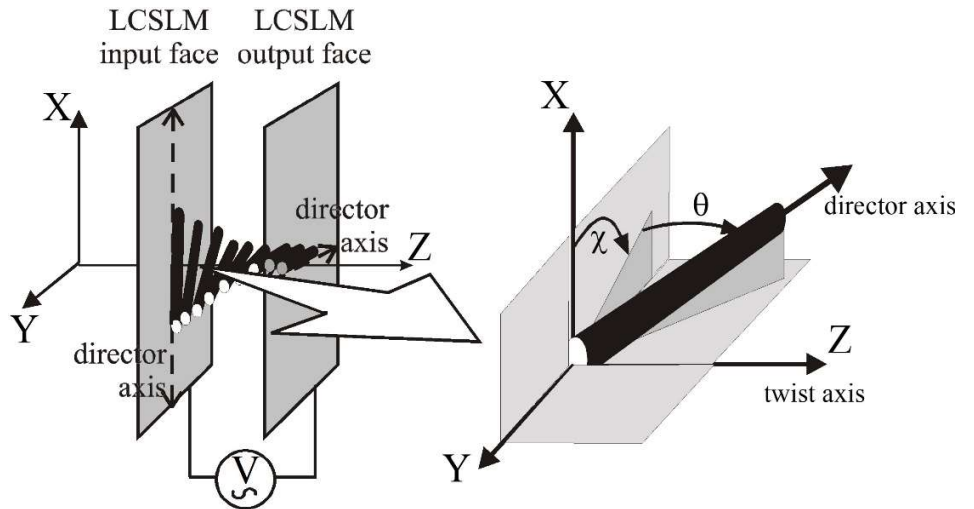



LIQUID CRYSTAL PANNELS

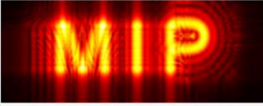


Credits

Metrology & Image Processing Lab



UAB
Universitat Autònoma
de Barcelona




MIP

Authors
Juan Campos Coloma
juan.campos@uab.es
Angel Lizana Tutusaus
angel.lizana@uab.cat

If you found some errors or you have any question or suggestions, please, send an e-mail to the authors

Collaborators

This work has been partially financed by "Microayudas SEDOPTICA luce 2021" of the SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ÓPTICA



SEDOPTICA
SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ÓPTICA

Close

Juan Campos Coloma juan.campos@uab.es

Ángel Lizana Tutusaus angel.lizana@uab.cat

Bellaterra, 29/06/2022

1 CONTENIDO

2	Resumen Teoría	3
2.1 Celdas de cristal líquido con alineamiento helicoidal	3
2.2 Celdas de cristal líquido con alineamiento paralelo	4
3	Interfaz con el usuario	5
3.1 Alineamiento paralelo	5
3.1.1	P1-L1	6
3.1.2	P1-L1-P2	6
3.1.3	P1-L1-L2	6
3.2 Alineamiento helicoidal	7
3.2.1	Pel1-TN	7
3.2.2	Pel1-TN-Pel	7
3.2.3	Pel1-TN-Pel Var Pel1	7

2 RESUMEN TEORÍA

En esta aplicación se simula el funcionamiento de dos tipos de celdas de cristal líquido nemático:

- Alineamiento helicoidal
- Alineamiento paralelo

Las moléculas que lo componen son materiales birrefringentes uniaxiales

2.1 CELDAS DE CRISTAL LÍQUIDO CON ALINEAMIENTO HELICOIDAL

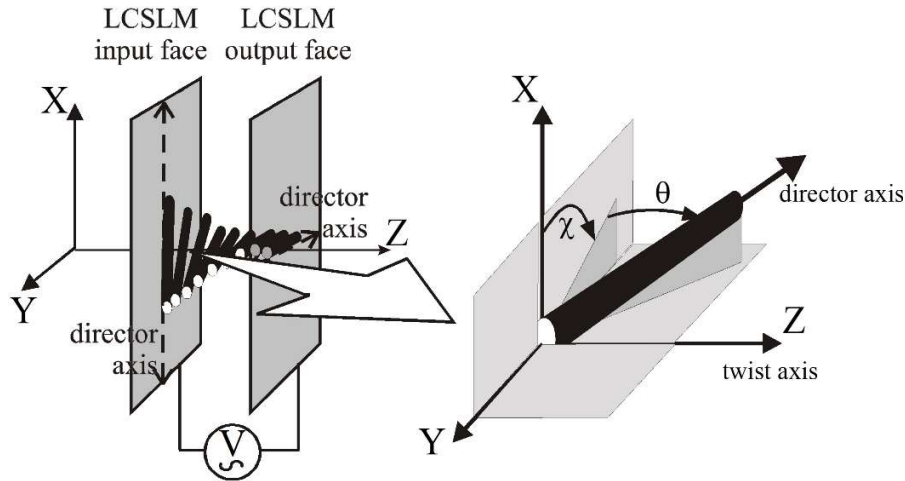


Figura 2-1 Distribución de las moléculas en una celda de cristal líquido de alineamiento helicoidal

$$M(\alpha, \beta) = \begin{pmatrix} X - iY & Z \\ -Z & X + iY \end{pmatrix} \quad (1.1)$$

En este caso, las moléculas giran desde la cara de entrada hasta la cara de salida un cierto ángulo χ . Al aplicar un cierto voltaje, las moléculas se inclinan un ángulo θ . Estos dispositivos se pueden caracterizar mediante una matriz de Jones que depende del voltaje. Con el modelo más simple esta matriz viene dada por:

$$M_{TN}(\alpha, \beta) = \exp(-i\beta) R(-\alpha) M(\alpha, \beta) \quad (1.2)$$

Donde

$$R(\alpha) = \begin{pmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha \\ -\sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix} \quad (1.3)$$

Es una matriz de rotación con $\alpha = \chi$ igual al ángulo de giro total entre la cara de entrada y la de salida. Normalmente toma un valor de 90°

$$X = \cos \gamma \quad (1.4)$$

$$Y = \frac{\beta}{\gamma} \sin \gamma \quad (1.5)$$

$$Z = \frac{\alpha}{\gamma} \sin \gamma \quad (1.6)$$

$$\gamma = \sqrt{\alpha^2 + \beta^2} \quad (1.7)$$

$$\beta(V) = \frac{\pi d \Delta n_{\text{eff}}(V)}{\lambda} \quad (1.8)$$

Al aplicar un voltaje e inclinarse las moléculas, el índice de refracción efectivo que ve la luz va cambiando. Dando lugar a una birrefringencia β que depende del voltaje.

Dado un estado de polarización a la entrada dado por el vector de Jones J_{in} a la salida el estado de polarización será J_{out}

Dado por

$$J_{out} = M_{\text{TN}}(\alpha, \beta) J_{in} \quad (1.9)$$

2.2 CELDAS DE CRISTAL LÍQUIDO CON ALINEAMIENTO PARALELO

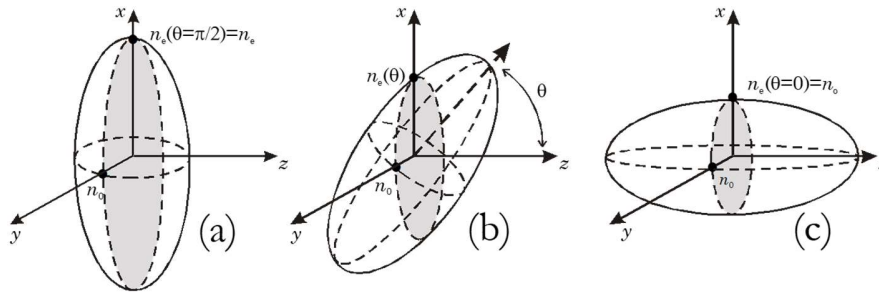


Figura 2-2 Distribución de las moléculas en una celda de cristal líquido de alineamiento paralelo

En este caso el eje director de las moléculas permanece paralelo desde la cara de entrada hasta la de salida. Al aplicar un voltaje las moléculas se inclinan, cambiando el índice de refracción efectivo que ve la luz.

En este caso la matriz de Jones que describe la celda viene dada por

$$M(V) = \begin{pmatrix} e^{i\beta(V)} & 0 \\ 0 & e^{-i\beta(V)} \end{pmatrix} \quad (1.10)$$

Con

$$\beta(V) = \pi d_2(V) \Delta n(V) / \lambda \quad (1.11)$$

$$n_{\text{eff}}(\theta) = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{\cos \theta}{n_o}\right)^2 + \left(\frac{\sin \theta}{n_e}\right)^2}} \quad (1.12)$$

Y
$$\Delta n(V) = n_o - n_{\text{eff}}(\theta(V)) \quad (1.13)$$

3 INTERFAZ CON EL USUARIO

Al iniciar el programa aparece la ventana de trabajo

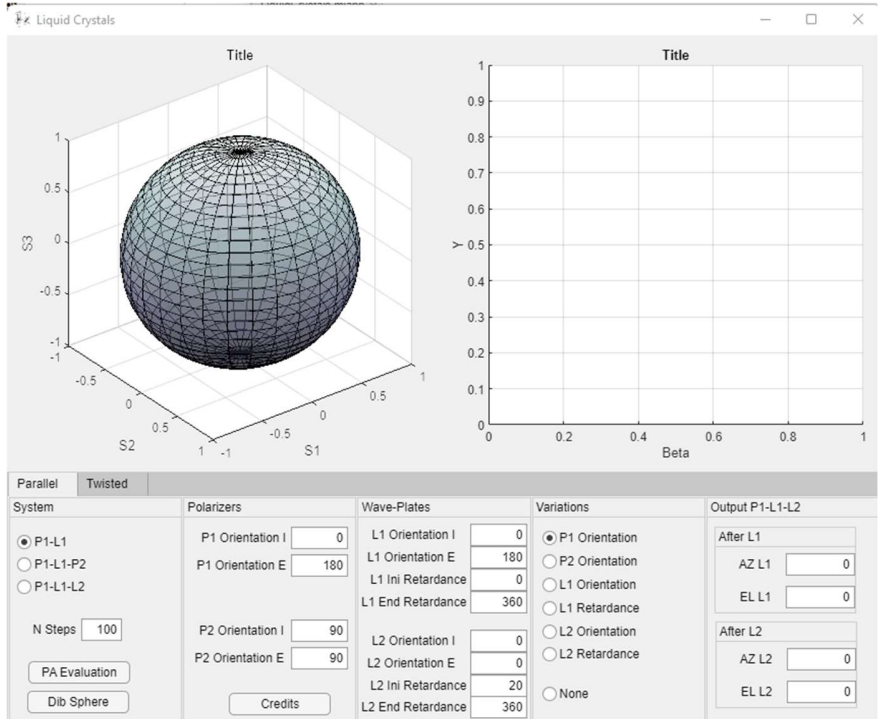


Figura 3-1 Ventana principal del programa

En la parte inferior aparecen dos pestañas para realizar las simulaciones con las celdas de alineamiento paralelo o helicoidal. En la parte superior aparecen dos gráficos. A la izquierda se dibujarán los estados de polarización a la salida sobre la esfera de Poincaré, mientras que en la de la derecha aparecerán, en algunos casos la modulación de intensidad y de fase.

3.1 ALINEAMIENTO PARALELO

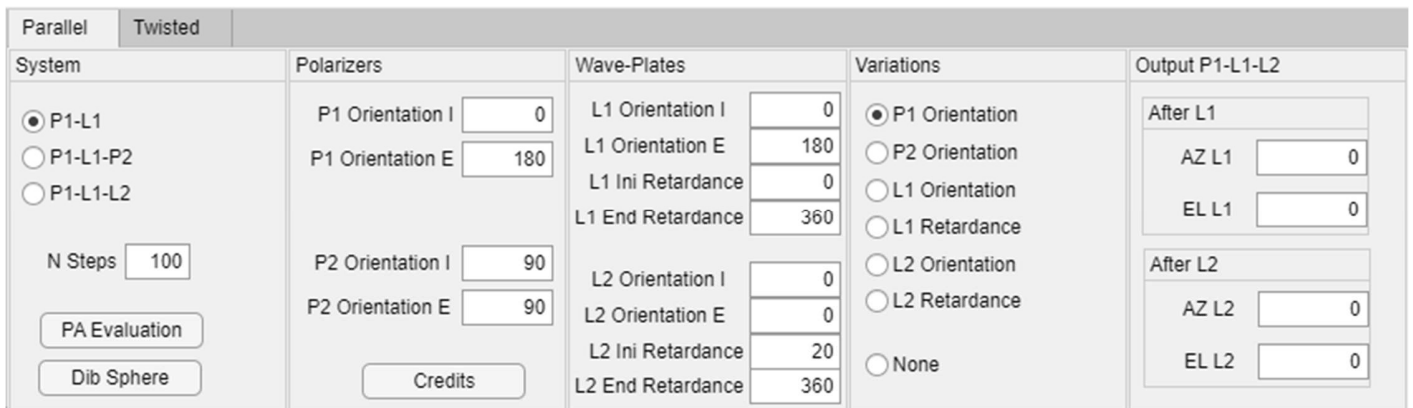
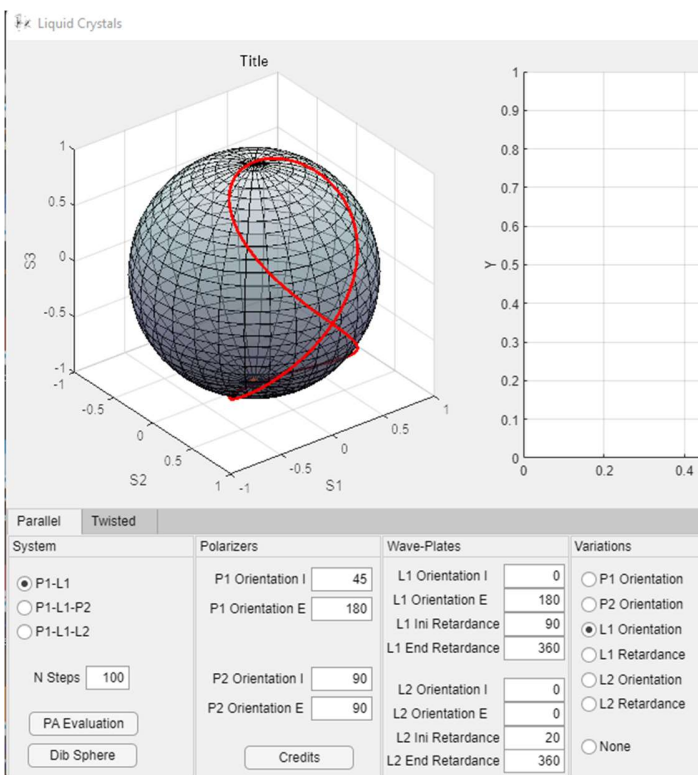


Figura 3-2 Parámetros de la simulación

Se pueden estudiar tres configuraciones

3.1.1 P1-L1

Variations	Polarizers	Wave-Plates
<input checked="" type="radio"/> P1 Orientation	P1 Orientation I <input type="text" value="0"/>	L1 Orientation I <input type="text" value="0"/>
<input type="radio"/> P2 Orientation	P1 Orientation E <input type="text" value="180"/>	L1 Orientation E <input type="text" value="180"/>
<input type="radio"/> L1 Orientation		L1 Ini Retardance <input type="text" value="0"/>
<input type="radio"/> L1 Retardance		L1 End Retardance <input type="text" value="360"/>
<input type="radio"/> L2 Orientation	P2 Orientation I <input type="text" value="90"/>	L2 Orientation I <input type="text" value="0"/>
<input type="radio"/> L2 Retardance	P2 Orientation E <input type="text" value="90"/>	L2 Orientation E <input type="text" value="0"/>
<input type="radio"/> None		L2 Ini Retardance <input type="text" value="20"/>
		L2 End Retardance <input type="text" value="360"/>



Este dispositivo contiene un polarizador lineal (P1) seguido de una lámina (L1). Se puede calcular el estado de polarización a la salida en función de uno de los parámetros: La orientación del polarizador, la orientación de la lámina, o el retardo máximo de la lámina.

Los rangos de variación de los parámetros correspondientes se dan en las casillas correspondientes. Si algún parámetro no se modifica, se toma el valor inicial (I)

El efecto de una lámina retardadora lineal es la rotación del estado de polarización inicial un ángulo igual a su birrefringencia alrededor del eje de los vectores propios de la lámina (en este caso dos polarizaciones lineales). Este eje también se muestra, salvo que la orientación sea el parámetro variable

3.1.2 P1-L1-P2

Este dispositivo contiene un polarizador lineal (P1) seguido de una lámina (L1) y un segundo polarización (P2).

Se calculo el estado de polarización después de la lámina, así como la intensidad después del segundo polarizador

3.1.3 P1-L1-L2

Este dispositivo contiene un polarizador lineal (P1) seguido de una lámina (L1) y una segunda lámina (L2)

Sirve para visualizar que con este sistema se puede generar cualquier estado de polarización. Se muestran los estados de polarización después de la primera lámina con retardo entre 0 y L1IniRetardance, y después los estados obtenidos después de la segunda lámina con retardo entre 0 y L2IniRetardance

3.2 ALINEAMIENTO HELICOIDAL

En este caso los parámetros que se pueden variar están dados en

Parallel	Twisted					Red: Pol1	Blue: Pol2	
Model $M_{LCSEM}(\alpha, \beta) = \exp(-i\beta) R(-\alpha) M(\alpha, \beta)$ $R(\alpha) = \begin{pmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha \\ -\sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix}$ $M(\alpha, \beta) = \begin{pmatrix} X - iY & Z \\ -Z & X + iY \end{pmatrix}$ $X = \cos \gamma \quad Y = \frac{\beta}{\gamma} \sin \gamma \quad Z = \frac{\alpha}{\gamma} \sin \gamma$ $\beta = \frac{\pi \Delta n}{\lambda} \quad \gamma = \sqrt{\alpha^2 + \beta^2}$		System <input type="radio"/> Pel1-TN <input type="radio"/> Pel1-TN-Pel2 <input checked="" type="radio"/> Pel1-TN Var Pel1 <input type="button" value="TN Evaluation"/> N Az <input type="text" value="50"/> N EI <input type="text" value="20"/>		Twisted Nematic Alfa <input type="text" value="90"/> Beta Max <input type="text" value="360"/> Beta Steps <input type="text" value="100"/> <input type="button" value="Dib Sphere"/>		Elliptic Polarizers Pol Elliptic 1 AZpel1 <input type="text" value="252"/> ELpel1 <input type="text" value="6.3"/> Pol Elliptic 2 AZpel2 <input type="text" value="45"/> ELpel2 <input type="text" value="0"/>		

También se pueden hacer tres simulaciones

3.2.1 Pel1-TN

En este caso la lámina se ilumina con una polarización elíptica “Pol Elliptic 1”

Alfa no varía

La birrefringencia varía entre cero y “Beta Max”

Se dibujan los estados de polarización a la salida

3.2.2 Pel1-TN-Pel

Se añade un polarizador elíptico al final dado en “Pol Elliptic 2”

Además de dibujar sobre la esfera de Poincaré los estados de polarización después de la lámina, se dibuja la modulación de intensidad y la de fase

3.2.3 Pel1-TN-Pel Var Pel1

Es análogo al caso anterior, pero, además, se va modificando el estado de polarización de entrada

En número de pasos de orientación y de elipticidad se dan en

N Az	<input type="text" value="50"/>
N EI	<input type="text" value="20"/>