
7. Resultados

The paper burns, but the words fly away.

Ben Joseph Akiba.

En este capítulo se explica el método deducido para simular el efecto termoóptico mediante el programa disponible, pero por ciertos fallos de dicho simulador no fue posible comprobar el funcionamiento de los dispositivos diseñados en el capítulo 6.

7.1 Simulación con Prometheus

Como ya se ha señalado en el capítulo 5, el software disponible para la simulación de los dispositivos ópticos diseñados, es el programa comercial *Prometheus RV 2.0* desarrollado por *BBV Software BV* [1].

El primer problema encontrado al simulador es, evidentemente, que no permite la introducción directa de calentadores o electrodos. Es decir, lo idóneo hubiese sido que el usuario pudiese controlar la potencia, voltaje o temperatura a aplicar, y el coeficiente electroóptico o termoóptico del núcleo y revestimiento de la guíaondas; desentendiéndose de toda la teoría al respecto.

Para resolver esta limitación, se estudiaron en el capítulo 5 varias técnicas para simular el efecto termoóptico, con las restricciones impuestas por la escasa literatura al respecto y la necesidad de encontrar un método aplicable en un BPM 2D. Como se comprobó, para simular con cierta fiabilidad el efecto termoóptico es deseable utilizar un

BPM 3D, ya que se necesitan conocer las dimensiones transversales de la guíaondas y su distancia al calentador.

Por limitaciones en cuanto al número de capas susceptibles de ser utilizadas con el programa, se trataría de definir una variación *gaussiana* únicamente en el índice de refracción del núcleo, para simular el efecto termoóptico. La guíaondas en todo caso, seguiría siendo de salto de índice, pues el cambio del índice de refracción del núcleo al revestimiento continúa siendo abrupto.

Además de la capa del núcleo de índice $n_1 = 1,52$ y la del revestimiento de índice $n_2 = 1,46$, se define otra capa correspondiente al calentador. La capa del calentador deberá estar marcada con las opciones *simulation*, *overlay* y *mask output*. El valor del índice dicha capa ha de ser especificado, aunque su valor es indiferente, luego basta con tomar $n_e = 1,52$. En cambio sí que hay que especificar el efecto del calentador, que como vimos en el capítulo 5, origina un perfil en el índice de refracción con la forma

$$n_e(x) = c \cdot \frac{e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x}{w}\right)^2}}{\sqrt{2\pi}w} + n_2 \quad (7.1)$$

Nótese que $n_e(x)$ es relativo al índice de refracción del revestimiento, lo cual no viene especificado en el manual del simulador pero ha sido comprobado experimentalmente. Esta función sería introducida como $c \cdot \text{Gaussian}(x, w)$, debiendo resaltar un nuevo error en el manual de referencia del simulador, pues según éste la función $\text{Gaussian}(x, w)$ se corresponde a $\exp(-x^2/w^2)/\sqrt{2\pi}w$, pero se trata realmente de $\exp(-x^2/2w^2)/\sqrt{2\pi}w$.

Para la guíaondas y calentador de las dimensiones derivadas en el apartado 5.3.3, se llegó a que $w = 2,97 \mu\text{m}$. Fijado este valor de la constante w , el valor de la constante c deberá ser, tal que en $x = 0$ se tenga la variación máxima del índice de refracción en el núcleo inducida por el calentador. Considerando el diseño teórico del conmutador del

capítulo 6, donde las guías de onda eran de SiO_2 y la temperatura máxima en el núcleo de la guía de onda era de $25\text{ }^\circ\text{C}$; se llega a $c = 0,44854233$. De los resultados del apartado 5.3.3, el calentador deberá encontrarse a una temperatura de $30,34\text{ }^\circ\text{C}$ y la potencia que se le deberá aplicar es de $0,2128761\text{ W}$. Cuando no se suministre potencia a los calentadores, la señal de entrada al conmutador aparecerá en sus dos salidas.

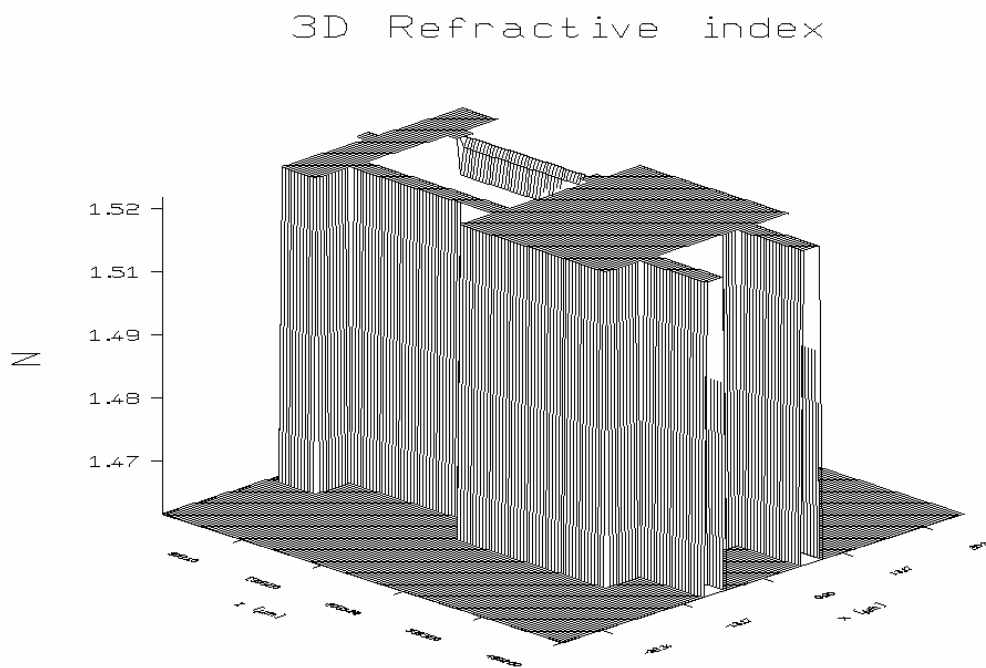


Figura 7.1: Perfil del índice de refracción en 3D, para el conmutador del capítulo 6. Sólo se está alimentando al calentador sobre la guía 1 de la matriz de guías de onda.

No obstante, mediante el perfil dado por la ecuación (7.1) y los valores deducidos, resulta que hay puntos del núcleo de la guía de onda donde el valor del índice de refracción es menor que $n_1 = 1,52$, como queda reflejado en la Figura 7.1, debiendo considerar, por lo tanto, otros parámetros en la simulación. Puesto que las guías de onda y el calentador tienen una anchura de $3\text{ }\mu\text{m}$, los parámetros c y w se calculan a partir del siguiente sistema de ecuaciones

$$\begin{cases} n_e(0) = c \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi w}} + 1,46 = 1,52025 \\ n_e(1,5) = c \cdot \frac{e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{1,5}{w}\right)^2}}{\sqrt{2\pi w}} + 1,46 = 1,52 \end{cases} \quad (7.2)$$

llegando a que $w = 16,4487723$ y $c = 2,4841652$.

Finalmente se encontró un error irreversible en el simulador y por el cual resultó imposible la simulación del conmutador y multiplexor activo: la disposición de dos guías paralelas, definidas sobre la misma capa correspondiente al calentador, aunque analizadas visualmente daban lugar al mismo perfil del índice de refracción, la fase con la que salía una señal óptica viajando a su través no era el mismo, siendo la distorsión mucho mayor a cuando aumentaba la longitud de la guía.

Encontrado este problema, no se han podido tampoco extraer conclusiones fiables acerca de la variación en promedio del índice de refracción efectivo y de posibles pérdidas, u otros fenómenos, por transiciones abruptas en el índice de refracción del núcleo según la dirección de propagación.

7.2 Referencias

[1] BBV Software BV. “*Prometheus 1.5. Reference Manual*”. 1996.