

Modelado de Resonancias BIC y Puntos Excepcionales en Estructuras con Periodicidad 1D de Silicio

Tomás Busto^{1,2}; Gustavo Grinblat^{1,2}; Lucas J. Fernández-Alcázar^{3,4}

¹ UBA-CONICET. Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA). Buenos Aires, Argentina.

² Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

³ Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica (CONICET-UNNE)

⁴ Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste.

tomasbusto@gmail.com

Área temática: C. Propiedades de nanomateriales

La evolución de las telecomunicaciones hacia bandas de ondas milimétricas y THz plantea un desafío técnico importante: necesitamos dispositivos más compactos, de bajas pérdidas y con mayor capacidad de procesamiento de señal. En este contexto, las metasuperficies dieléctricas de alto índice de refracción ofrecen una plataforma versátil para manipular la luz a escala nanométrica. Este trabajo se centra en el diseño y análisis de metasuperficies de Silicio (Si) sobre sustratos de SiO₂, optimizadas para operar en el rango visible e infrarrojo cercano (300-400 THz).

A diferencia de las estructuras 2D convencionales, proponemos una arquitectura con periodicidad unidimensional (1D) y tres elementos por celda unidad. Esta reducción dimensional simplifica la integración en circuitos fotónicos y permite un control más preciso de los canales de radiación. Para describir la física del sistema, desarrollamos un modelo analítico basado en la Teoría de Modos Acoplados (CMT) mediante un Hamiltoniano no-hermítico efectivo de rango 3. Este enfoque nos permite predecir la formación de Bound States in the Continuum (BICs), tanto por simetría como por interferencia de Friedrich-Wintgen, así como identificar condiciones para hallar Puntos Excepcionales (EPs), donde el colapso de autovalores y autovectores genera una sensibilidad extrema en la respuesta del sistema.

Mediante simulaciones de elementos finitos (FEM), evaluamos la precisión y el alcance del modelo de CMT propuesto. La comparación entre los resultados numéricos y las predicciones analíticas permite validar la capacidad del Hamiltoniano para describir la evolución del factor de calidad (Q) y el campo en las cercanías de la condición de BIC. Este análisis es fundamental para establecer los límites de validez del modelo y su utilidad en el diseño de dispositivos fotónicos.