

Area: CE - Cs. Exactas y Naturales

Título del Trabajo: EFECTOS DE LA DISPERSIÓN Y DISIPACIÓN EN EL CÁLCULO DE BANDAS FOTÓNICAS PARA SISTEMAS NANOESTRUCTURADOS.

Autores: LÓPEZ, EGDAR GASTÓN. - ORTIZ, GUILLERMO PABLO.

E-mail de Contacto: gastoni.36955@gmail.com

Teléfono: 3794913863

Tipo de Beca: CIN - EVC

Resolución Nº: 809/12

Período: 01/09/2012 - 01/09/2013

Proyecto Acreditado: PICT-PRH-135/2008, Respuesta Electromagnética Predeterminada Mediante el Diseño de Estructuras Nanométricas, ANPCyT 2011-2014

Lugar de Trabajo: Facultad de Cs. Exactas y Naturales y Agrimensura

Palabras Claves: permitividad, multicapa, plasmón

Resumen:

La respuesta óptica de los materiales compuestos se rige por la naturaleza, morfologías y tamaños de sus partes constitutivas. Estas partes definen al material compuesto y cuando se combinan dos fases, una dieléctrica y otra conductora con tamaños nanométricos y geometrías adecuadas, es posible obtener propiedades de refracción, reflexión, transmisión, anisotropía, etc... que difieren de los materiales convencionales, razón por la cual se los denominan en general metamateriales.

Para explicar la respuesta óptica de un material es necesario conocer las funciones dieléctricas y permeabilidad magnética del mismo. En la actualidad existen métodos de cálculo que obtienen estas propiedades para compuestos periódicos de sistemas metal-dieléctrico nanoestructurados. Mediante la discretización de las ecuaciones de Maxwell y aplicando las condiciones de contorno correspondientes se obtienen las densidades de energías transmitidas y reflejadas por el sistema. A partir de estas densidades y aplicando métodos de inversión por parámetros se determinan la función dieléctricas y permeabilidad magnética macroscópicas del compuesto. Siendo éstas el resultado último del procedimiento aplicado, la metodología descripta resulta poco viable a los efectos del diseño de propiedades ópticas de sistemas macroscópicos. Recientemente se han publicado métodos novedosos y muy eficientes de homogenización de las ecuaciones de Maxwell para encontrar funciones dieléctricas macroscópica de materiales nanoestructurados. Entre éstos empleamos el denominado E.N.R. debido al nombre en inglés "Effective Non Retarded" en el que se utiliza la aproximación de longitud de onda larga, o equivalentemente, sin retardamiento puesto que el tamaño característico de la nanoestructura en un orden por debajo de la longitud de onda del campo incidente. Bajo esta aproximación los efectos magnéticos inducidos por la respuesta eléctrica de la nanoestructura son despreciables.

Como antecedente al presente trabajo hemos obtenido la respuesta óptica de un sistema multicapa, o superred, formado por la repetición periódica de dos fases con diferentes espesores y propiedades dieléctricas sin dispersión y sin disipación. Como resultado del contraste entre las permitividades de esas fases con interfaces planas se obtienen los intervalos en frecuencia (brechas) para los que se prohíben la transmisión de la luz y desplazamientos de esos intervalos en función del ángulo de incidencia sobre la superred.

La pregunta que deseamos contestar en el presente trabajo es el efecto de la dispersión y de la disipación en los materiales que conforman las fases de la superred. Esta pregunta es importante en primer lugar porque ambos efectos, aunque en pequeñas cantidades, existen en los materiales reales. Por lo tanto la cuantificación de sus efectos nos permite evaluar la aplicabilidad de las aproximaciones realizadas cuando los mismos no son considerados. Además, la posibilidad de introducir dispersión en una de las fases de la superred es relevante en cuanto al diseño de propiedades ópticas. Esta generalización permite explorar la combinación de dos tipos de resonancias ópticas. Las plasmónicas que tienen lugar en las fases que componen la superred y las resonancias estructurales del tipo Fabry-Perot que son propias de la superred. De esta manera, abordamos el objetivo del plan de trabajo propuesto en cuanto a considerar los efectos de tamaños característicos del sistema cuando estos son comparables con la longitud de onda del campo incidente.

Analizamos la estructura de banda para la superred y las modificaciones de las brechas de energía con motivo de introducir efectos típicos de dispersión y disipación asociados a compuestos nanoestructurados que modelamos mediante el método E.N.R. Con esta información se puede diseñar sistemas macroscópicos compuestos con propiedades ópticas requeridas mediante el control de la morfología y composición de la nanoestructura que constituyen las fases del mismo.