UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

Propuesta TFG. Curso 2026/2027

GRADO: Grado en Física

CÓDIGO DEL TFG: 267-023-2026/2027

1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Metamateriales en el diseño de circuitos fotónicos integrados

Descripción general (resumen y metodología):

Los materiales constituyen un elemento indispensable de la civilización humana desde sus comienzos. Durante la historia numerosos materiales se han desarrollado pero con elementos básicos que podemos denominar “naturales”. Desde el punto de vista electromagnético, la longitud de onda determina el carácter de materia de un conjunto de átomos u otros objetos. Las características electromagnéticas como permitividad o permeabilidad se obtiene a partir de la respuesta de estos elementos básicos. El material artificial o metamaterial se construye a partir de objetos cuya respuesta electromagnética se obtiene a partir de sus propiedades para la dispersión electromagnética.

El impacto de los metamateriales es enorme debido a la posibilidad de manipular y controlar las propiedades de propagación de ondas electromagnéticas de cualquier frecuencia, teóricamente. La nanotecnología ha puesto el foco de atención en este tipo de materiales que incluye estructuras plasmónicas, metasuperficies y nano-antenas.

En este trabajo se estudiarán diferentes métodos de construcción de dispositivos fotónicos integrados basados en tecnología fotónica de silicio y sus diferentes aplicaciones en sensores, nanoantenas y metamateriales. También se hará una simulación numérica de la propagación de ondas electromagnéticas en guías de silicio.

Metodología:

Revisión bibliográfica y simulación numérica.

Como método numérico se intentará hacer simulaciones basadas en diferencias finitas y/o método de líneas de transmisión (TLM).

Tipología: Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática del Grado.

Objetivos planteados:

Revisión bibliográfica de los fundamentos físicos de los metamateriales y comparación de sus propiedades con las de los materiales naturales estudiados en el grado. Por ejemplo una permitividad o permeabilidad negativas.

Estudio del estado actual de la investigación en el campo de la nanotecnología en circuitos fotónicos integrados basados en tecnología de silicio como gran candidato para su producción industrial.

Estudio de los diferentes métodos numéricos usados en la propagación de ondas electromagnéticas diferentes estructuras metamateriales y desarrollo de una simulación numérica de propagación en guías dieléctricas con diferentes elementos (plamones y/o metamateriales)

Bibliografía básica:

Francisco J Rodríguez-Fortuño et al. 2016 Exploiting metamaterials, plasmonics and nanoantennas concepts in silicon photonics J. Opt. 18 123001

Arthur R. McGurn, Introduction to Photonic and Phononic Crystals and Metamaterials 2020 Springer Nature

Nader Engueta and Richard W. Ziolkowski (Editors) 2006 Metamaterials Wiley-Interscience

Kenneth Diest (Editor) 2013 Numerical Methods for Metamaterial Design Springer

C. Christopulos 1995 The Transmission-Line Modeling Method: TLM. Wiley-IEEE Press.

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: ALFONSO SALINAS EXTREMERA

Ámbito de conocimiento/Departamento: ELECTROMAGNETISMO

Correo electrónico: asalinas@ugr.es

3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):

Nombre y apellidos:

Ámbito de conocimiento/Departamento:

Correo electrónico:

4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):

Nombre y apellidos:

Correo electrónico:

Nombre de la empresa o institución:

Dirección postal:

Puesto del tutor en la empresa o institución:

Centro de convenio Externo:

5. DATOS DEL ESTUDIANTE:

Nombre y apellidos: ALVARO RODRIGUEZ PALACIOS

Correo electrónico: arodpal@correo.ugr.es