

RESUMEN:
“Multi-core fiber and Optical Supersymmetry:
Theory and Applications”

Autor: Andrés Macho Ortiz
Supervisor: Prof. Dr. Roberto Llorente Sáez

A DÍA DE HOY, las redes de comunicaciones de fibra óptica están alcanzando su capacidad límite debido al rápido crecimiento de la demanda de datos en la última década, generado por el auge de los teléfonos inteligentes, las tabletas, las redes sociales, la provisión de servicios en la nube, las transmisiones en streaming y las comunicaciones máquina-a-máquina. Con el fin de solventar dicho problema, se ha propuesto incrementar la capacidad límite de las redes ópticas mediante el reemplazo de la fibra óptica clásica por la *fibra óptica multinúcleo* (MCF, acrónimo en inglés de multi-core fiber), la cual es capaz de integrar la capacidad de varias fibras ópticas clásicas en su estructura ocupando prácticamente la misma sección transversal que éstas.

Sin embargo, explotar todo el potencial de una fibra MCF requiere entender en profundidad los fenómenos electromagnéticos que aparecen en este tipo de fibras cuando guiamos luz a través de ellas. Así pues, en la *primera parte* de esta tesis se analiza teóricamente estos fenómenos electromagnéticos y, posteriormente, se estudia la viabilidad de la tecnología MCF en distintos tipos de redes ópticas de transporte, específicamente, en aquellas que hacen uso de transmisiones *radio-sobre-fibra*. Estos resultados pueden ser de gran utilidad para las futuras generaciones móviles 5G y Beyond-5G en las próximas décadas.

Adicionalmente, con el fin de expandir las funcionalidades básicas de las fibras MCF, esta tesis explora nuevas estrategias de diseño de las mismas utilizando la analogía existente entre las ecuaciones que rigen la mecánica cuántica y el electromagnetismo. Con esta idea en mente, en la *segunda parte* de la tesis se propone diseñar una nueva clase de fibras MCF usando las matemáticas de la *supersimetría*, surgida en el seno de la teoría de cuerdas y de la teoría cuántica de campos como un marco teórico de trabajo que permite unificar las interacciones fundamentales de la naturaleza (la nuclear fuerte, la nuclear débil, el electromagnetismo y la gravedad). Girando en torno a esta idea surgen las fibras MCF supersimétricas, las cuales nos permiten procesar la información de los usuarios durante la propia propagación de la luz a través de ellas, reduciendo así la complejidad del procesamiento de datos del usuario en recepción.

Finalmente, esta tesis se completa introduciendo un cambio de paradigma que permite diseñar dispositivos fotónicos disruptivos. Demostramos que la supersimetría de mecánica cuántica no relativista, propuesta como una serie de transformaciones matemáticas restringidas al *dominio espacial*, se puede extender también al *dominio del tiempo*, al menos dentro del marco de trabajo de la fotónica. Como resultado de nuestras investigaciones, demostramos que la supersimetría temporal puede convertirse en una plataforma prometedora para la fotónica integrada ya que nos permite diseñar nuevos dispositivos ópticos versátiles y ultra-compactos que pueden jugar un papel clave en los procesadores del futuro.

Asimismo, con el fin de hacer los resultados principales de esta tesis doctoral lo más generales posibles, se detalla cómo poder extrapolarlos a otros campos de la física como acústica y mecánica cuántica.