

# Design and implementation of nanoantennas on integrated guides and their application on polarization analysis and synthesis

## Resumen

La fotónica sobre silicio se ha convertido en la tecnología más importante en la producción de chips integrados fotónicos. Sus grandes ventajas, entre las cuales destacan su idoneidad para la fabricación a gran escala y su bajo coste de producción, como resultado de la posibilidad del uso tecnología CMOS, son motivo suficiente para justificar su supremacía sobre otras plataformas de integración. Pese a los múltiples dispositivos ya implementados en dicha tecnología, entre los que cabe destacar filtros WDM o moduladores electro-ópticos, todavía hay espacio para la mejora, sobre todo en cuanto a la reducción del foot-print de los dispositivos o a la creación de nuevas funcionalidades para la manipulación de la luz.

Dichas mejoras podrían llevarse a cabo mediante la integración de componentes con dimensiones sub-lambda surgidos en el campo conocido como plasmónica. Esta disciplina estudia la interacción entre la luz y los metales, que viene mediada por la existencia de ondas conocidas como plasmones de superficie. Una de las propiedades clave de los plasmones es su capacidad para confinar la luz muy por encima del límite de difracción, lo cual es limitante en el caso de la fotónica sobre silicio. Sin embargo, las pérdidas por absorción de los metales a frecuencias ópticas impiden su uso para el guiado de la luz en grandes distancias. Se hace evidente, por tanto, los beneficios de unificar estos dos mundos. Usando el silicio como material conductor de la señal óptica y el metal como eficiente interactivo con la luz en estructuras sub-lambda, se pueden crear nuevos dispositivos para la manipulación de las propiedades de la luz en la nanoescala.

Esta Tesis está centrada en la integración de estructuras con dimensiones sub-lambda en guías de silicio y en su aplicación a nuevas funcionalidades de manipulación de la luz en chips de silicio. Dichas nanoestructuras sirven de transductores entre la luz guiada y la radiación en espacio libre, por lo que también pueden ser denominadas nanoantenas. Para empezar, se describen las propiedades de los modos guiados en guías de onda de silicio para la correcta excitación de las nanoantenas, seguido de la demostración de técnicas de integración de estas nanoestructuras en las propias guías para aumentar su eficiencia de interacción con la luz guiada. Además, se demuestra el control coherente de la absorción y el scattering de una nanoantenna metálica integrada en una guía de silicio. Por último, a partir del posicionamiento asimétrico de la nanoestructura con respecto a la guía, se proponen y demuestran nuevos métodos de manipulación de la polarización, como la capacidad para sintetizar estados de polarización deseados a escala nanométrica. Esto desembocará en la demostración teórica y experimental de un nanopolarímetro de Stokes, basado en tecnología fotónica sobre silicio, capaz de determinar el estado de polarización de manera local, óptima, y no destructiva, habilitándose su uso para medidas de polarización en tiempo real en circuitos integrados.