

Esta tesis propone nuevos sistemas híbridos de comunicación de luz visible (VLC) en interiores para diversas aplicaciones que abordan los retos de las redes de comunicaciones inalámbricas de próxima generación. Se desarrollan y demuestran experimentalmente nuevas arquitecturas de enlaces híbridos de fibra óptica de polímero (POF) y VLC con interfaces inalámbricas pasivas que muestran ventajas significativas relacionadas con la ausencia de necesidad de conversiones optoelectrónicas adicionales. Se demuestra un enlace híbrido fibra/inalámbrico basado en un único LED central para interiores que utiliza señales de datos con diferentes anchos de banda y formatos de modulación (QPSK, 16-QAM y 64-QAM) sobre 1.5 m de cable de POF y hasta 2.8 m de enlace inalámbrico, alcanzando velocidades de hasta 294 Mbps con 64-QAM. Además, se emplean diodos láser (LD) en una configuración similar a la anterior, pero en enlaces punto a punto que permiten la multiplexación por división de longitud de onda (WDM) para transmitir señales QPSK y M-QAM en un escenario de Industria 4.0. También se demuestra el potencial del acceso multiusuario a velocidades hasta 3.5 Gbps por usuario y velocidades agregadas hasta 6 Gbps utilizando el formato QPSK.

Con respecto a uno de los principales inconvenientes de los enlaces VLC, como es el requisito de línea de visión directa entre el transmisor y el receptor, este trabajo aborda también un sistema de seguimiento en tiempo real basado en un único espejo de sistemas microelectromecánicos (MEMS) que redirige el haz de luz de la interfaz óptica pasiva y mantiene la conectividad. El montaje experimental incluye un sistema de detección de movimiento basado en una cámara para determinar la posición del receptor y los resultados demuestran velocidades de transmisión de señales de hasta 10 Mbps utilizando el formato de modulación on-off sin retorno a cero (NRZ-OOK).

Las comunicaciones ópticas por cámara (OCC) también se han integrado en el sistema híbrido POF/VLC mediante la interfaz óptica pasiva basada en un único LED centralizado. De este modo, se pueden transmitir señales de alta y baja velocidad utilizando un fotodiodo (PD) y un sensor de imagen (IS), respectivamente. Es decir, se han recuperado con éxito dos flujos de datos de 88 Mbps y 4 kbps a través de un POF de 20 m y enlaces ópticos inalámbricos de hasta 3 m. La caracterización completa del rendimiento del sistema se ha realizado en términos de la magnitud del vector de error (EVM) en el enlace PD, mientras que el sistema basado en IS se caracteriza en términos de porcentaje de recepción exitosa (SoR).

Además, se han desarrollado esquemas de transmisión full dúplex en este tipo de enlaces híbridos POF/VLC/OCC. En este caso, se han demostrado velocidades de transmisión de datos de hasta 160 Mbps utilizando un esquema de modulación 16-QAM en el enlace ascendente y una transmisión en el enlace descendente de hasta 500 bps con una SoR del 98,6 % utilizando modulación NRZ-OOK.

Este trabajo también aborda otras aplicaciones de los sistemas VLC en sistemas inalámbricos de posicionamiento y comunicación. Concretamente, se propone y demuestra un sistema de posicionamiento por luz visible (VLP) de alta precisión en interiores en 2D/3D que utiliza redes neuronales artificiales (ANN) y alcanza una precisión de posicionamiento de 1.8 cm en 2D y 2.7 cm en 3D. Por último, se propone e implementa un enlace fronthaul óptico convergente para el acceso inalámbrico heterogéneo por ondas milimétricas (mmW) y VLC en redes de próxima generación. Basado en un láser modulado directamente y una modulación externa con portadora suprimida para la generación fotónica de la señal en la banda de las milimétricas, el enlace de fibra de 10 km suministra

simultáneamente señal de datos en la banda base para modular el LED en el enlace VLC y datos en la banda de mmW para ser radiados entre antenas. Se han realizado pruebas experimentales para el acceso simultáneo VLC y mmW a distancias de hasta 2.5 y 4 m, respectivamente, con rendimientos máximos de aproximadamente 55 y 400 Mbps para anchos de banda de señales con multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDM) de 30 y 100 MHz, respectivamente.

Las arquitecturas propuestas y las demostraciones experimentales presentadas contribuyen a la evolución de los sistemas VLC con mayor capacidad, flexibilidad y posibilidades de posicionamiento con el fin de satisfacer las crecientes demandas de las comunicaciones inalámbricas de interior de próxima generación.