

Capítulo 7.

Conclusiones y líneas de trabajo

Para ponerle el broche final al proyecto, suele ser conveniente recapitular y reflexionar sobre los resultados obtenidos en el estudio realizado y hacer una conclusión global de todo ello. Además se van a comentar las posibles líneas futuras de trabajo a raíz de la realización de este proyecto.

7.1 Conclusiones

Este Proyecto Fin de Carrera presenta un estudio asociado a un trabajo de investigación sobre cómo realizar una adaptación del método de modulación OFDM, que generalmente ha sido usado en comunicaciones RF, para sistemas ópticos inalámbricos.

El motivo por el cual se ha necesitado adaptar esta modulación, es que existen incompatibilidades entre sistemas. Por un lado, OFDM está enfocado a sistemas bipolares, sin embargo, los sistemas ópticos inalámbricos (OWC) requieren de una señal unipolar, ya que la información se transporta por medio de la intensidad óptica, y no tiene sentido una intensidad negativa.

La modulación ACO-OFDM incluye la mayoría de las características principales de OFDM (emplea subportadoras ortogonales entre sí, IFFT y FFT, prefijo cíclico, etc.), pero con algunas variantes, como son incluir un bloque de simetría hermítica y un bloque de *zero clipping* para transformar esta señal bipolar en unipolar.

Una vez estudiada esta adaptación, se ha llevado a cabo un proceso de simulación, con el objetivo de poder comparar los resultados obtenidos, variando ciertos parámetros de importancia.

Los objetivos marcados al principio del proyecto, se han cumplido. La programación del sistema ACO-OFDM en Matlab ha sido un proceso largo y complejo, ya que el más mínimo fallo, producía que el sistema no funcionase correctamente. Ha habido que ser minucioso en este aspecto y tratar con detalle cualquier cambio realizado para que no afectase al conjunto global.

Un problema importante al que hubo que enfrentarse, fue la incompatibilidad entre los datos de salida del software Matlab y la entrada de esos datos en el software Optisystem.

Durante un tiempo, la opción de usar Optisystem en este proyecto llegó a estar en el aire (lo cual requería una reestructuración), hasta que finalmente, fruto de la constancia, se pudo resolver y así poder simular todo el sistema sin problemas.

En cuanto a los resultados obtenidos, son bastante satisfactorios. En la primera etapa de simulación, las curvas de la BER frente a SNR obtenidas una vez finalizado el sistema ACO-OFDM en Matlab, coinciden prácticamente con las curvas publicadas en artículos y documentos sobre esta modulación. El resto de simulaciones presentadas, también cumplen con los resultados esperados. Algunas de estas simulaciones han servido para conocer mejor estos sistemas, y eso, en definitiva, es la mejor conclusión que se puede sacar.

7.2 Líneas futuras de trabajo

Como líneas futuras de trabajo se plantea hacer alguna variante de este modelo. Al igual que las simulaciones se han centrado en espacios cortos (*Indoor*), sería interesante hacer este mismo proyecto para enlaces de largo alcance (*Outdoor*). Para ello, existe un bloque llamado FSO *Channel* en Optisystem, que podría ser utilizado.

Además, hay muchas simulaciones que pueden realizarse cambiando ciertos parámetros, como por ejemplo un cambio en la frecuencia óptica, o sustituyendo los dispositivos ópticos por otros.

Entre los posibles proyectos a realizar como líneas futuras, destacan:

- Hacer un estudio sobre la distribución óptima de portadoras pilotos para la implementación de un estimador de canal adecuado a las características de propagación de un sistema OFDM.

- Estudiar algoritmos para la optimización de potencia empleada, mediante la reducción de potencia de pico o PAPR (Peak Average Power Rate).

- Aunque se ha realizado un estudio de las prestaciones de ACO-OFDM en un canal Rayleigh general, sería muy conveniente realizar estudios más óptimos sobre modelado de canal OWC *Indoor* y *Outdoor* para sistemas inalámbricos ópticos en el rango de luz visible, teniendo en cuenta no sólo el efecto de multitrayecto, sino también efectos de sombra o distorsión en la recepción de la señal, posibles movimientos en el ambiente de una sala, etc.

- Estudiar algoritmos de sincronización de OFDM para sistemas OWC, adecuados a sus características. En este proyecto, se ha realizado el estudio suponiendo sincronización perfecta entre transmisor y receptor, pero en la realidad es imprescindible la implementación de técnicas de sincronización.

- Realizar una comparación de la técnica ACO-OFDM en sistema OWC, con respecto a eficiencia espectral y optimización de potencia, con respecto a otras técnicas que también se están proponiendo para este tipo de sistemas, como DCO-OFDM, SC-OFDM, U-OFDM.

- En este proyecto se ha estudiado las prestaciones de un sistema ACO-OFDM sin la implementación de un algoritmo de codificación de errores. Sería interesante estudiar posibles algoritmos de codificación de errores adaptados a las características del sistema y de las características de propagación.

Por último, existen aplicaciones que están empezando a sonar con fuerza en los últimos meses y tienen cierta relación con este proyecto. Es el caso del Li-Fi (*Light Fidelity*), que está llamado a ser el equivalente óptico del Wi-Fi.



Figura 7.1 Logotipo de la tecnología Li-Fi[1].

7.3 Referencias

[1]. www.google.es