



جامعة الموصل  
كلية الهندسة

# نمذجة وتحليل نظام OFDM للاتصالات اللاسلكية الضوئية

حسنية جاسم عبدالله

رسالة ماجستير  
علوم في الهندسة الكهربائية

بإشراف

الدكتور محمود جاسم محمد

## المُلخَص

إنَّ النُّمو الهائل الناتج عن حركة البيانات اللاسلكية، والاهتمام الواسع في الاستعمال الشَّامِل للطيف التَّرددي التقليدي (RF) كان له أثرٌ كبيرٌ في تحفيز الباحثين في مجال الاتِّصالات على استكشاف إمكانات النطاقات الطِّيفية البديلة للاتصالات اللاسلكية، استجابةً لأزمة طيف التَّرددات اللاسلكية التَّقليدية التي تلوح في الأفق.

يُعدُّ الاتِّصالُ اللاسلكي الضَّوئي أفضل مكمِّلٍ للاتصالات اللاسلكية التَّقليدية القائمة على التَّرددات الراديوية، وسبب هذا التفضيل يعود لما يُوفره من موردٍ ضخمٍ للترددات أكبر بكثيرٍ من طيف التَّرددات اللاسلكية التَّقليدية.

عُرِفَ Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) بأنَّه عبارة عن مخططات إرسال متعددة الحاملات، يُطبق على نطاق واسع في الاتِّصالات اللاسلكية الضوئية Optical Wireless Communication (OWC) التي تتميز بسرعتها العالية، نظراً لفعاليتها في مكافحة التَّداخل بين الرموز Inter Symbol Interference (ISI)، وكفاءته في تقديم قدرة اتصال أكثر كفاءة. كما يُستعمل تضمين التَّبدَّة والكشف المباشر (DD) / direct detection (IM) / intensity modulation في الاتِّصالات اللاسلكية الضوئية، ويتطلب نظام IM / DD في OWC أن تكون إشارة المعلومات حقيقية، وموجبة؛ لذلك، يلزم إجراء المزيد من المعالجة لإشارة الترددات المتعامدة متعددة التقسيمات (OFDM) المستخدمة في الترددات الراديوية.

على الرُّغم من ذلك، إلَّا أنَّ أداء أنظمة Visible Light Communication (VLC) القائمة على OFDM باستعمال IM / DD - يتأثر تأثراً كبيراً بالبيئات غير الخطية لمصباح Light Emitting Diode (LED)، ويرجع ذلك التأثير إلى حقيقة ارتفاع نسبة الدَّروة إلى متوسط القدرة (PAPR) Peak to Average Power Ratio لإشارة OFDM، إذ يتسبب ارتفاع PAPR بقطع لسعات الدَّروة لإشارة OFDM، مما يؤدي إلى تشوهات داخل النطاق وخارجه، ومزيدٍ من التعقيد في استرداد الإشارة الأصلية عند جهاز الاستقبال. وسيُعرض في هذا البحث، اقتراحُ تنفيذ مخططين هجينين للحد من PAPR لنظام VLC القائم على OFDM عن طريق دمج تقانات قطع الإشارة Signal Clipping مع كل من

تقنيتي الـ Comanding والـ Partial Trasmission Sequence (PTS)، إذ ستقلل هذه الطرائق الهجينة المقترحة الجديدة من تأثير PAPR، وتُحدُّ من متطلبات الطّاقة وتُحسن أداء معدل الخطأ في البتات (BER) لنظام VLC.

لقد عُمد في الطريقة الهجينة الأولى على الدمج بين طريقتي قطع الإشارة Signal Clipping، والـ Comanding؛ من أجل تخفيض الـ PAPR، وتحقيق تحسّن في أداء نظام VLC المستند إلى OFDM، وتمّ تقييم هذه الطريقة الهجينة لرتب تضمين مختلفة، فضلاً عن تقييمه لأحجام مختلفة من IFFT. أما بالنسبة للطريقة الهجينة الثانية فقد تم الدمج بين طريقة قطع الإشارة وطريقة PTS وتمّ تقييم هذه الطريقة من حيث تخفيض PAPR وتحسين أداء BER.

لقد أشارت نتائج المحاكاة التي تم الحصول عليها أنّ الطريقة الهجينة الأولى توفر تخفيضاً بقيمة PAPR أكثر من 2 ديسيبل مقارنةً بإشارة O-OFDM الأساسية عند Complementary Cumulative Distribution Function (CCDF) يساوي  $10^{-1}$ ، فضلاً عن ذلك، أظهرت الطريقة الهجينة الأولى حسناً في أداء معدل الخطأ في البتات (BER). أما في الطريقة الهجينة المُقترحة الثانية فقد تمّ تخفيض PAPR بمقدار 2.5 ديسيبل مقارنةً بالإشارة VLC-OFDM الأصلية عند CCDF يساوي  $10^{-1}$ ، وكذلك أظهرت النتائج تحسناً جيداً في أداء معدل الخطأ في البت .

## **Abstract**

The tremendous increase resulting from wireless data traffic, and the interest in the comprehensive use of the traditional radio spectrum (RF) has had a lot of impact in motivated researchers in the field of communications to search the possibility of alternative spectrum bands for wireless communications, in response to the crisis of the radio frequency spectrum.

Many researchers are very interested in spectral use in the optical field of wireless communication.

Optical wireless communication is the best complement to traditional radio frequency-based radio communication, and the reason for this preference is because it provides a lot of resource for frequencies much larger than the radio frequency spectrum. Intensity modulation and direct detection (IM / DD) are used in optical wireless communications, this requires the information signal to be real, and non-negative; Therefore, required further treatment of the complex bipolar orthogonal frequency division (OFDM) signal.

Orthogonal frequency division multiplexing (OFDM) has been defined as multi-carrier multiplexing schemes, widely used in high-speed OWC, due to their effectiveness in combating inter-symbol interference (ISI) and providing more efficient communication.

However, the performance of OFDM-based VLC systems using IM / DD is strongly affected by the non-linear characteristics of the LED, due to the high peak-to-average power ratio (PAPR) of the OFDM signal.

In this paper, two new hybrid methods are proposed to reduce PAPR for an OFDM-based VLC system by combining the clipping

signal method with both the companding and the Partial Transmission Sequence methods, In the new hybrids methods will reduce the effect of PAPR and improve the bit error rate (BER) for the VLC system. The proposed hybrid layout was obscured by the combination of the Clipping Signal method, with the Companding method, in order to reduce PAPR, an improvement in the performance of OFDM-based VLC system, and the proposed hybrid scheme for different inclusion orders was evaluated as well as evaluated for different sizes of IFFT.

In the first proposed hybrid method using combined Signal Clipping and Companding method were used to reduce PAPR and improve the performance of the OFDM-based VLC system. This hybrid method evaluated for different modulation order and IFFT size. As for the second proposed hybrid method, the signal clipping combined with the PTS method.

The simulation results obtained indicated that the first proposed hybrid method provides more than 2 dB reduction of the PAPR compared to the original VLC-OFDM signal at CCDF equal to  $10^{-1}$ . Besides, the first proposed method showed an improvement in the bit error rate (BER) performance. Whereas in the second hybrid proposed method provides a high reduction of the PAPR value equal to 2.5 dB compared to the original VLC-OFDM signal at CCDF equal  $10^{-1}$ , and this method also showed good improvement in bit error rate performance as it decreased to  $10^{-3.5}$ .

**University of Mosul**  
**College of engineering**



# **Modeling and Analysis of Optical OFDM System**

**MSc. Thesis**

**By**

**Husniyah Jasim Abdullah**

**In Electrical Engineering**

**Supervised By**

**Dr. Mahmud Jasim Mohammed**

**2020 AD**

**1442 AH**