



Performance Analysis of Coherent Optical Transmission Systems with Different Modulation Schemes

A Thesis Submitted by

Abdullah Mohammed Saleh Hussein

To

**The Council of Postgraduate Studies and Scientific Research,
in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master Degree of
Electronic Engineering in Communication Engineering**

Supervisor

Dr. Ali Naji Mousleh Nosary

Assistant Professor of Communications Engineering
Sana'a University

Co-Supervisor

Prof. Dr. Mohammad Ahmed Mohammad Eissa

Professor of Computer and Control Engineering
University of Science and Technology



**“Performance Analysis of Coherent Optical Transmission Systems
with Different Modulation Schemes”**

Abstract

The huge revolution in the communication era needs a high traffic data rate to connect the entire world to become as small village, in this growth it is necessary to have an optical transmission network capable of providing high data rate speed with a high quality and low cost. This thesis will analyzes and demonstrates the performance of coherent transmission technology, which considered as the next generation technology in optical communication, due to its design and software are dependent, it enhances the optical signal quality and efficiency that is required for long haul high data rate transmission system. The thesis is structured from the background for optical communication and considering the most affective items that serve this research in coherent communication, as well as merging this technology with other multiplexing technologies for getting high data rate.

A special optical communication design software called OptiSystem was used to simulate all the proposed scenarios in many stages starting from a single channel optical transmission system with different modulation formats for different transmission distance from short range to long haul transmission distance. The designed system with n-PSK modulation shows better performance for transmission distance. On the other hand the system with m-QAM showing best performance with high data rate.

And then merging this technology with multiplexing technology such as optical OFDM and DWDM. This combination increases the optical transmission data rate and transmission distance to around 1000 km, also at this combination we simulate and analyze special cases first one for different channel with different data rate a performance analysis is done with results show the ability of using this method but with considering the high data rate signal requirements in the system design.

Republic of Yemen
University of Science and Technology
Deanship of Postgraduate Studies and Scientific Research



The second case is a practically full DWDM system 40 lambda with coherent technology and without it. The results show a high increasing in the transmitted data rate for coherent technology which reach around 4Tbps for the designed system with the longest path with acceptable OSNR in the range which is around 16dB with BER around 10^{-5} for coherent system.

Candidate

Abdullah Mohammed Saleh Hussein

Supervisor

Dr. Ali Naji Mousleh Nosary

Assistant Prof. of Communications Engineering
Sana'a University

Co-Supervisor

Prof. Dr. Mohammad Ahmed Mohammad Eissa

Professor of Computer and Control Engineering
University of Science and Technology

October, 2018AD

Sana'a

Safar, 1440AH



الجمهورية اليمنية
جامعة العلوم والتكنولوجيا
عمادة الدراسات العليا والبحث العلمي

وبعد ذلك تم دمج تقنية التراسل الضوئي المتماسك مع تقنية مضاعفة تقسيم التردد المتعامد ليصبح النظام CO-OFDM وتمت دراسة النظام مع نوعين من التضمين وظهر النظام كفاءة عالية ولمسافه تجاوزت 1000 km وذلك لمقاومة النظام للتداخل في الإشارة المرسله، ولزيادة السعه الكلية للنظام تم دمج التقنية السابقة مع نظام تجميع باستخدام التقسيم للطول الموجي WDM وهنا تمت دراسة أداء النظام لعدة قنوات ولعدة مسافات وبحسب التصميم اظهر أداء متعدد للأنظمة وبسعات تراسلية عالية ونظرا لاختلاف النتائج بحسب التصميم للنظام التراسلي المستخدم، فقد تم عمل دراسة على نظام لشبكة تراسل عاملة في الحقل وتم تطبيق سيناريوهات مختلفة وذلك استنادا الى استنتاجات مطلوبة للشبكة العاملة حيث تم اختبار نظام هجين مكون من عدة قنوات تراسليه وبسعات تراسليه مختلفة محمله على نفس النظام 10G, 40G and 100G وأثبتت الدراسة إمكانية ارسال بيانات مختلفة السرعات على نفس النظام التراسلي معا ولكن بشرط التقييد بالتصميم لأعلى سرعة بيانات.

وفي السيناريو الثاني قمنا باختبار الشبكة محمله بعدد أربعين قناة تراسليه وذلك بتطبيق النظام على مسافات تراسليه مختلفة حسب الشبكة العاملة في الحقل وباختبار التقنية باستخدام النظام التراسلي العادي Non Coherent System وأيضا باستخدام تقنية التراسل المتماسكة Coherent System وأثبتت الشبكة أداء افضل باستخدام تقنية التراسل المتماسكة حيث تجاوزت سرعة نقل البيانات 4Tbps ولأقصى مسافة تصميم في الشبكة وبقيمة OSNR للقناة حوالي 16 dB وBER حوالي 10^{-5} .

المشرف

د. علي ناجي مصلح نصاري
أستاذ هندسة الاتصالات المساعد
جامعة صنعاء

الطالب

عبدالله محمد صالح حسين

المشرف المشارك

أ.د. محمد أحمد محمد عيسى
أستاذ هندسة الحاسوب الآلي والتحكم
جامعة العلوم والتكنولوجيا



الجمهورية اليمنية

جامعة العلوم والتكنولوجيا

عمادة الدراسات العليا والبحث العلمي

"تحليل أداء أنظمة التراسل الضوئي المتماسكة بتقنيات تضمين مختلفة"

المُلخَص

إن التطور الكبير في أنظمة الاتصالات يتطلب سرعة بيانات عالية للربط بين مصادر المعلومات والمستخدمين، وفي ظل هذا الازدهار أصبح من الضروري وجود تقنيات ترسل ضوئي حديثه وذو سرعة بيانات عالية وبأقل التكاليف لتلبية هذا الطلب المتزايد على نقل البيانات وفي هذه الفترة ظهرت مجموعة من التقنيات الحديثة والتي تعتبر بمثابة الجيل الجديد لأنظمة التراسل الضوئي ذات المدى البعيد Long haul Transmission والتي تربط قارات العالم كقريه صغيره ومن ضمن هذه التقنيات تقنية التراسل الضوئي المتماسكة Coherent Optical Transmission System والذي تعتمد بشكل كبير على النظام البرمجي والذي يستخدم المعالجة الرقمية للإشارة DSP بحيث يحسن من جودة الإشارة وكفائتها ويتناسب مع أنظمة التراسل ذات السعات العالية ويبدو هذا واضحا عند دمج هذه التقنية مع تقنية مضاعفة تقسيم التردد المتعامد OFDM والتي من خلالها يتم التغلب على عدد من العيوب في أنظمة التراسل الضوئي.

في هذا البحث سنقوم بدراسة تحليليه لمعرفة إمكانية زيادة سرعة الاتصالات الضوئية والطرق الممكنة وذلك عن طريق تحليل الأداء لعدد من الأنظمة وأيضا دمجها بتشكيل نظام هجين يحتوي على المميزات الأفضل والمناسبة لنقل سرعة البيانات العالية في أنظمة التراسل الضوئي، والدراسة العملية للموضوع تمت عن طريق دراسة أنظمة التراسل ذات السعات التراسليه العالية والعيوب والمشاكل الموجوده فيها ومن ثم تمت تصميم النظام عن طريق برنامج محاكاة أنظمة التراسل الضوئي OptiSystem Version 14 and 15 وأيضا الربط مع برنامج المحاكاة ماتلاب Matlab version 14 لبعض السيناريوهات، حيث تمت الدراسة على عدة مراحل أولا لقناه تراسليه واحده وبعدد من أنواع التضمين ولمسافات تراسليه مختلفة من المدى القريب الى المدى البعيد حيث تم اعتماد عدد من المعايير لدراسة النظام والذي سيقاس عليها أداء نظام التراسل الضوئي ومنها نسبة الإشارة الضوئية الى إشارة الضجيج OSNR وأيضا نسبة الخطاء في الإشارة الواصلة BER وجودة الإشارة الواصلة Received signal وهنا اثبت نظام التراسل الضوئي المتماسك باستخدام تقنية التضمين n-PSK افضل جوده لأطول مسافه تراسليه ولكن كمية بيانات اقل وفي الجانب الاخر اثبت نظام التراسل باستخدام تقنية التضمين m-QAM افضل أداء لسرعة البيانات العالية.



الجمهورية اليمنية
جامعة العلوم والتكنولوجيا
عمادة الدراسات العليا والبحث العلمي

تحليل أداء أنظمة التراسل الضوئي المتماسكة بتقنيات تضمين مختلفة

رسالة مقدمة من الطالب
عبدالله محمد صالح حسين

إلى

مجلس الدراسات العليا والبحث العلمي، وهي جزء من متطلبات الحصول على درجة الماجستير في
الهندسة الالكترونية (هندسة اتصالات)

المشرف

د. علي ناجي مصلح نصاري
أستاذ هندسة الاتصالات المساعد
جامعة صنعاء

المشرف المشارك

أ.د. محمد أحمد محمد عيسى
أستاذ هندسة الحاسوب الآلي والتحكم
جامعة العلوم والتكنولوجيا