UNIVERSITY OF MOSUL
COLLEGE OF COMPUTER SCIENCES
AND MATHEMATICS

Evaluation of Wavelength Division Multiplexing (WDM) and Its Applications Based On Optical Networks

Essa Ibrahim Essa Al-Juborie

Ph.D./Thesis

Computer Sciences

Supervised by

Asst. Prof. Dr. Khalil I. Al-Saif

2011 A.D. **1432 A.H.**

Abstract

Through this project work, a wavelength division multiplexing (WDM) optical network has been simulated and applied, by using erbium-doped fiber amplifiers (EDFA) to amplify the degradation in signals through round trip, and dispersion compensating fiber (DCF) to compensate the dispersion in optical signals, based on a standard single mode fiber (SSMF-28) that is currently used as a backbone optical fiber infrastructure by the Ministry of Communications in Republic of Iraq.

To evaluate the performance of the network use, three test bed systems with multiple channels at data rates of (8×10Gb/s WDM, 16×40Gb/s WDM and 8×40Gb/s AWG multiplexer/demultiplexer) over optical transmission link with minimum system impairments have been applied, taking into consideration the presence of (Passive/Active) components. By monitoring (Q-Factor, Min BER, and output signal power) through visualization system, results are acceptable. These results are tested and verified by using OptiSystem 7.0; a license product of Optiwave Corporation (Canadian Based Company).

In experiment (1) the nonlinearities effects do not managed thereby do not get an output power signals and eye opening at the receiver side. On the other hand, to overcome the problems in previous experiment, the EDFA was used to reduce the nonlinearities effects. For experiment (2) the optimum fiber length is (150km), the (BER < 10^{-15}), the average total power is (-5dBm), and the average noise power is (-37dBm). For the experiment (3) the best fiber length is (120km), the (BER < 10^{-30}), the average optical power level for all channels is (-47.5dBm), while the average maximum Q-factors for all 16-channels are (10.4875), and finally in experiment (4), the optimum fiber length is (242.5km) the total gain is (-3.6856dBm), input signal is

(4.0402dBm), output signal is (0.3545dBm), and output noise is (1.4248dBm). So, from the optical power meter, the average power is (-6.4255dBm).

An optical WDM network and its applications can contribute to and provide unlimited bandwidth with minimum costs, for all ranges of fiber optics communication systems services such as Internet access, E-society, fiber-to-the-home (FTTH), voice over internet protocol (VoIP), video, and other multimedia interactions.

The simulation results show that data transmission rates can be successfully transmitted with low-cost effective infrastructure with good system performance. WDM network provides valuable features such: scalability, flexibility, transparency, and elimination of optical-electrical-optical (O-E-O) operations.

جامعة الموصل
كلية علوم الحاسوب والرياضيات

تقييم المازج المقسم للأطوال الموجيه الضوئية وتطبيقاتها على شبكه ضوئية

عيسى إبراهيم عيسى آلجبوري

أطروحة دكتوراه

علوم الحاسوب

بإشراف

الأستاذ المساعد الدكتور

خليل إبراهيم آلسيف

١٤٣٢ هـ ٢٠١١ م

المستخلص

تم تصميمِ ومحاكاة شبكة مازج الاطوال الموجية المقسمة ضوئيا" وتطبيقاتها بإسْتِعْمال مكبرات الاشارة الضوئيه الحاوية على عنصر الايربيوم، الذي يستخدم في تكبير الإشاراتِ الواهنه خلال رحلتها في الليف البصري، واستخدام وصلة ليف لتَعويض التفرّقِ في الإشاراتِ البصريةِ، اعتمد في هذا التصميم على ليف قياسيٍ أحادي النمط نوع ٢٨ الذي يُستَعملُ حالياً كعمود فقري للبنية التحتية للأتصالات الضوئية في جمهورية العراق.

ولتقييم اداء الشبكة الضوئية استخدم في هذة المحاكاة أربعة لوحات عمل متعددة القنوات مع معدل بيانات (٨×١٠ جيجا بت لكل ثانية و ١٦×٤٠ جيجا بت لكل ثانية و ×١٠ جيجا بت لكل ثانية كمازج موجّه المصفوفه)على وصلةِ الإرسالِ البصريةِ (١٥٠ كيلومتر، ١٢٠ كيلومتر، و٢٤٢.٥ كيلومتر) على التوالي مع أقل ضرر للنظام والأخذ بنظر الإعتبار وجود المكونات (سلبية / نشيطة). وتبين نَتائِجَ المحاكاةَ بأنّ معدل ارسال البيانات أرسل وجهز بنجاح مع كلّفَ بنى تحتيه قليلة– فعالة وحققت أداءا" جيدا" للنظام. وبمراقبة (معامل النوعية واقل معدل خطأ في البيانات المرسله وطاقة الاشارة الخارجة) خلال النظامِ المرئي ،ظهرت نَتائِج مقبولة. وتم اختبار وتحقيق النتائج من خلال المنتج البرمجي (نظام–ضوئي–٧) المرخص لنا بالعمل به من قبل الشركة الكندية المنتجة.

ومن خلال نتائج التجربة الاولى التي لم تعالج فيها مشاكل اللاخطية لم نحصل على طاقة اشارة خارجة ولم نحصل على عين المراقبة لمحلل معدل خطأ البيانات في جهة الاستلام, ولتجاوز المشكلة التي ظهرت في التجربة انفة الذكر, تم استخدام مكبرات الاشارة الضوئيه الحاوية على عنصر الايربيوم لتحسين الاشارة المستلمة وتقليل انحدارها وتم ادارة مشكلة التفرق في الاشارة باستخدام ليف بصري ذو مواصفات خاصة في التجارب الثانية والثالثة والرابعه. وان النتائج التي تحققت من التجربة الثانية عند طول الليف البصري ١٥٠ كيلومتر (معدل خطأ البيانات اقل من $١٠^{-٨}$ ومعدل طاقة الاشارة –٥ ديسبل متر ومعدل ضوضاء الطاقة –٣٧ ديسبل متر) وللتجربة الثالثة عند طول الليف البصري ١٢٠ كيلومتر(معدل خطأ البيانات اقل من $١٠^{-٣٠}$ ومعدل طاقة الاشارة –٤٧.٥ ديسبل متر واعلى معدل لمعامل النوعية ١٠.٤٨٧٥) وللتجربة الرابعه بطول الليف البصري ٢٤٢.٥ كيلومتر(الكسب الكلي –٣.٦٨٥٦ ديسبل متر والاشارة الداخلة ٤.٠٤٠٢

ديسبل متر والشارة الخارجة ٠.٣٥٤٥ ديسبل متر وضوضاء الاشارة الخارجة ١.٤٢٤٨ ديسبل متر ومعدل الطاقة –٦.٤٢٥٥ ديسبل متر).

إن شبكة مازج الأطوال الموجية المقسمة ضوئيا" وتطبيقاته ، الذي يُمْكِنُهما المُسَاهَمَة في تَزويد عرض حزم غير محدود بكلف قليله, لكُلّ مديات خدمة أنظمةِ إتصالِ الألياف الضوئية التي تصلحُ مثلا للإتصال بالإنترنتِ، أعمال إلكترونية، مجتمع إلكتروني، ليف إلى البيتِ ، صوت على بروتوكول الإنترنتِ ، فيديو، وتفاعلات متعددة الأوساط. وبالتالي فان شبكة مازج الاطوال الموجية المقسمة ضوئيا" تقدم خصائص قيمة كقابلية التوسع والمرونة والشفافية والغاء الحاجة الى عمليات (بصري – كهربائي– بصري).