نظام الألياف البصرية: الخواص والتحليل والتصميم والتطبيقات

عثمان بن عبدالله الرسيني

إشراف

أ.د. عدنان بن محمد أفندي

المستخلص

في مجال الاتصالات الحديثة قفزت أنظمة الاتصالات بالألياف البصرية قفزات كبيرة إلى الأمام. فقد أصبحت البديل الأمثل للنواقل النحاسية في مجالات كثيرة. حيث أن تقنية الألياف البصرية توفر أمان و موثوقية وسرعة أكثر من التقنيات المعتمدة على النحاس.

يقدم البحث نظرة شاملة لمكونات أنظمة الاتصالات المعاصرة والفروقات بينها ومزايا وعيوب كل نوع. ثم يناقش طرق تصميم أنظمة الاتصالات بالألياف البصرية الموجودة مبرزا المميزات والعيوب في كل طريقة من هذه الطرق. يناقش البحث بعد ذلك بشيء من التفصيل طريقة جديدة للتصميم وهي عبارة عن حزمة برامج لتصميم أنظمة الاتصالات بالألياف البصرية ويبرز البحث شمولية هذه الطريقة وتلافيها للعيوب الموجودة في الطرق السابقة. كما يوضح المميزات الإضافية لهذه الطريقة مثل إمكانية تصميم أي جزء من النظام بشكل منفصل أو إمكانية تصميم النظام كاملا بطريقة تسلسلية سهلة.

وبعد ذلك يقدم البحث تقنية التجميع بواسطة تقسيم الطول الموجي المكثف (DWDM) لشبكات النقل الضوئية والتي تعتبر من أحدث وأفضل التقنيات المستخدمة لزيادة سرعة وكمية البيانات المنقولة وذلك تلبية للحاجة المتزايدة لنقل كمية أكبر من المعلومات. وهي تقنية تستخدم عدة حزم من أشعة الليزر لإرسال إشارات على أطوال موجية متعددة من الضوء في نفس الوقت على شعيرة واحدة من الألياف البصرية حيث أن كل إشارة يتم تعديلها لتحمل أنواع مختلفة من البيانات بحيث تسير كل إشارة في نطاق الطول الموجي المحدد لها. حيث يقوم البحث بدراسة واستعراض مكونات أنظمة التجميع بواسطة تقسيم الطول الموجي المكثف لشبكات النقل الضوئية مع التركيز على أهم العوامل الخطية والغير خطية التي تؤثر على أداء الشبكات التي تعتمد على هذه التقنية. كما يتم في هذا البحث تصميم برنامج حاسوبي للقيام بمحاكاة المكونات المختلفة للأنظمة العاملة بهذه التقنية والعمل على تحسين أداءها وذلك بإيجاد طرق للتقليل من تأثير العوامل الخطية والغير الخطية على جودة نقل الإشارات.

وكذلك سوف يتطرق البحث إلى أحد أهم تطبيقات الألياف البصرية وهي مخططات الألياف البصرية إلى المنازل (FTTH) التي توفر خطوط هاتفية رقمية وقنوات تلفزيونية و إنترنت ذو سرعات عالية إلى المنازل. حيث يعد حساب تكلفة تقديم هذه التقنية من المعوقات التي تحد من انتشارها. حيث تم تطوير برنامج حاسوبي يقدم أداة فعالة تساعد المصمم في تقدير التكلفة الاجمالية لتقديم هذه التقنية.

وكذلك سوف يتطرق البحث إلى إستخدام الألياف البصرية في الشبكات المحلية، حيث وجد أن الشبكات الحلقية أفضل أنواع الشبكات المحلية من حيث عزل الأخطاء، ولكن يوجد مشكلة ملحوظة في الشبكات الحلقية وهي التأخير الزمني. تم إستعمال تقنية الحلقة المزدوجة للتقليل قدر الإمكان من التأخير الزمني. حيث يتم محاكاة نظام بإستخدام تقنية الإدراج المسجلي (Register insertion technique). هذه التقنية تستخدم لتصميم بروتوكولات المحطة الطرفية للشبكات الداخلية الحلقية. من خلال هذه التقنية تم تصميم برنامج قوي وبسيط للتعامل

مع جهاز الإرسال والإستقبال في الحلقة المزدوجة (Double ring) و الحلقة الاحتياطية (Standby ring) وبإستخدام أنواع مختلفة من توزيع الاحتمالات لإعطاء تصور شامل لأداء الشبكة.

FIBER OPTICS SYSTEM: PROPERTIES, ANALYSIS, DESIGN AND APPLICATIONS

OTHMAN ABDULLAH AL-RUSAINI

Supervised By

Prof. Dr. Adnan M. Affandi

Abstract

Fiber optic (FO) systems have recently received a great deal of attention, and they are used now as a preferred transmission medium in current communication systems because they offer great information carrying capacity over long distances using less repeaters than conventional copper-wire system. Any FO communication system composed of three parts; transmitter, FO cable, and receiver. Each part is implemented into a computer program.

A generalized and comprehensive flowchart is developed for designing FO communication links, considering most of component parameters and design factors. The flowchart, implemented into web page utilizing ASP.net web programming and C# and database built by SQL server, is examined on several existing FO links. A general computer-aided approach was developed to help the designer to select suitable combination(s) of transmitter, fiber link, detector, and number of repeaters to satisfy link specifications. The capability of the program in minimizing repeaters number is demonstrated.

Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM) system is a high-speed optical transmission system which transports simultaneously optical signals of various

wavelengths over a single FO. DWDM technology, theoretically, gives many services by using FO. The number of services depends on factors such as number of channels, channel spacing between channels, input power, bit rate, FO length and FO effective area. We provide an analysis and simulation of DWDM technology for the optical transmission systems. We provide a method to develop a powerful comprehensive simulation program using MATLAB to simulate different parts of DWDM systems to minimize the impact of linear and non-linear effect [attenuation, dispersion, self-phase modulation (SPM), cross-phase modulation (XPM), and stimulated Raman scattering (SRS)] on the quality of transmission. The developed simulation software will be optimized by using the adaptive split step control to increase the simulation efficiency.

FO has several applications, such as: fiber to the home service (FTTH), local area networks (LAN) using FO. FTTH service providers can offer a variety of services: interactive video, high-speed internet, cable television broadcast, and telephony. All these services are offered via single fiber optic. Calculation of the cost of delivering the FTTH service is one of the constraints in this technology. We present a general computer aided software to provide a good designing tool that assists network planners to evaluate and compute the total cost in order to meet the requirements of FTTH. Several LAN topologies were considered and discussed found ring topology easy to isolate faults and it has good performs under heavy network load. The most serious problem that faces the ring topology is the system delay. Double ring and standby ring are used to decrease the time delay or the propagation delay. We present a powerful program to deal with transmitter and receiver of a ring topology for the standby and double ring topologies and different types of probability distributions to

give statistical output figures of any network performance. Also, a program was developed to assist the user to calculate some of the FO characteristics.