

نصب و راه اندازی شبکه های فیبر نوری و بی سیم

تألیف و گردآوری:

دکتر محمدحسین یغمایی مقدم

(دانشیار گروه مهندسی کامپیوتر - دانشگاه فردوسی مشهد)

مهندس عباسعلی رضایی

(عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی)

۱۳۸۶

به نام خداوند جان و خرد

کتاب بزرگترین دستاورد فرهنگی بشر است. دانش بشری مدیون هزاران هزار کتابی است که در طول تاریخ با رنج و تلاش فراوان گرد آمده‌اند. کتاب تداوم معرفت علمی انسان است که سرانجام به تراکم دانش و بروز دگرگونی‌های تمدنی می‌انجامد.

جهاد دانشگاهی مشهد بر این باور است که نخستین گام در راه بهبود ساختارهای اقتصادی-اجتماعی و توسعه کشور، دستیابی به تازه‌های دانش و نشر یافته‌های پژوهشگران است. کتاب حاضر سیصدویست و چهارمین اثری است که با همین رویکرد منتشر می‌شود. رهنمودهای خوانندگان فرهیخته می‌تواند ما را در ارتقای سطح کیفی و کمی این آثار یاری نماید.

انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد

فهرست

۱۳	پیشگفتار
----	----------

بخش اول: فیبر نوری

۱۴	۱ طبیعت نور
----	-------------

۱۸	۱-۱ تعاریف و قوانین نور
۱۸	ضریب شکست
۱۹	پدیده‌های تابش، انعکاس و انکسار
۱۹	قوانین اسنل
۲۰	حالت‌های مختلف تابش نور در دو محیط مختلف ($n_1 > n_2$)
۲۱	۱-۲ انتقال نور در فیبرنوری
۲۱	زاویه پذیرش
۲۱	انتشار نور با استفاده از شعاع نوری (نور هندسی)
۲۲	انتشار نور با استفاده از آنالیز مدی (نور موجی)
۲۲	تئوری مد در فیبرنوری
۲۲	۱-۳ فرستنده‌های نوری
۲۲	تفاوت نور لیزر و نور معمولی
۲۳	ویژگی‌های منابع نور مورد استفاده در سیستم‌های نوری
۲۴	۱-۴ آشکارسازهای نوری

۲۷	۲ سیستم فیبرنوری
----	------------------

۲۷	۲-۱ کاربردهای فیبر نوری
۲۸	۲-۲ چگونگی انتقال داده در فیبرنوری
۲۹	۲-۳ مفهوم اتلاف در فیبرهای نوری
۲۹	۲-۴ مقایسه فیبرنوری با سیم‌های مسی
۳۱	۲-۵ عناصر خط انتقال فیبرنوری

۳۳	۲-۶ تقسیم‌بندی شبکه‌ها
۳۴	تقسیم‌بندی براساس نوع وظایف
۳۵	تقسیم‌بندی براساس حوزه جغرافیایی تحت پوشش
۳۸	تقسیم‌بندی براساس توپولوژی
۴۲	۲-۷ رابط توزیع‌کننده داده‌ها در شبکه فیبرنوری (FDDI)
۴۲	۲-۸ شبکه نوری سنکرون (SONET)
۴۳	مشخصات SONET
۴۵	۳ انواع کابل فیبرنوری
۴۵	۳-۱ انواع کابل فیبرنوری از نظر شیوه انتقال
۴۵	الف. فیبر چندحالتی
۴۶	ب. فیبر تک‌حالتی
۴۷	۳-۲ انواع کابل فیبرنوری از نظر حفاظت
۴۷	الف. Loss Buffer
۴۷	ب. Tight Buffer
۴۸	۳-۳ انواع کابل فیبرنوری از نظر روکش
۴۸	الف. کابل داخلی
۴۸	ب. کابل خارجی
۴۸	ج. کابل داخلی-خارجی
۵۰	۳-۴ انواع کابل در شبکه‌های فیبرنوری
۵۰	کابل فیبرنوری شیشه‌ای
۵۰	چگونگی ساخت کابل فیبرنوری شیشه‌ای
۵۱	مراحل ساخت کابل فیبرنوری شیشه‌ای به روش MCVD
۵۴	کابل فیبرنوری پلاستیکی
۵۶	کابل فیبرنوری با پوشش پلیمر سخت
۵۹	۴ کانکتورهای فیبرنوری
۶۰	۴-۱ انواع کانکتورهای فیبرنوری
۶۰	کانکتور SC
۶۰	کانکتور ST
۶۱	کانکتور FC
۶۲	کانکتور D4
۶۲	کانکتورهای مدل کوچک
۶۲	کانکتور LC
۶۳	کانکتور MU
۶۴	کانکتور MT-RJ
۶۵	کانکتورهای فیبرنوری پلاستیکی

۶۵	۴-۲ انواع روش‌های نصب کانکتور
۶۶	نصب کانکتور SC به‌روش ذوبی بر روی فیبر ۹۰۰ میکرومتر
۶۹	نصب کانکتور SC به‌روش چسبی

۵ سمباده‌زدن کابل‌های فیبرنوری

۷۳	۵-۱ انواع سمباده‌زدن (پالیش) فیبرنوری
۷۳	۱. پالیش تخت (flat polishing)
۷۳	۲. پالیش تماس فیزیکی (PC polishing یا physical contact)
۷۳	۳. پالیش تماس فیزیکی عالی (SPC polishing)
۷۴	۴. پالیش تماس فیزیکی بسیار عالی (UPC polishing)
۷۴	۵. پالیش تماس فیزیکی زاویه‌دار (APC polishing یا angled physical contact)
۷۴	۵-۲ مراحل پالیش تخت فیبر تک‌حالت به‌روش دستی

۶ اتصالات فیبرنوری

۷۹	۶-۱ ادپترهای کابل فیبرنوری
۸۰	۶-۲ اتصال دو فیبر به‌صورت دائمی
۸۱	اتصال دائمی دو فیبر به‌روش همجوشی
۸۲	اتصال دائمی دو فیبر به‌روش قفل‌شدن
۸۷	۶-۳ SPLICE CLOSURE

۷ سوییچ‌های فیبرنوری

۸۹	۷-۱ فناوری شبکه اترنت
۹۰	سونیچینگ شبکه محلی اترنت
۹۱	۷-۲ فناوری شبکه اترنت سریع (Fast Ethernet)
۹۱	۷-۳ سوییچ‌ها و نحوه عملکرد آنها
۹۲	فناوری سوییچ‌ها
۹۴	طبقه‌بندی سوییچ‌ها
۹۴	۷-۴ سوییچ‌های نوری
۹۵	۱. سوییچ LD2016 ساخت شرکت Lascomm
۹۶	۲. سوییچ LD008T ساخت شرکت Lascomm
۹۶	۷-۵ ماژول‌های نوری
۹۷	استاندارد GBIC
۹۸	۷-۶ مبدل و کارت‌های شبکه فیبرنوری

۸ تلفات در فیبرنوری

۱۰۱	۸-۱ عوامل ایجاد تلفات در فیبرنوری
-----	-----------------------------------

۱۰۱	الف. تلفات جذبی
۱۰۲	ب. تلفات پراکندگی، به‌علت ناهمگونی ضریب شکست هسته فیبر
۱۰۲	ج. تلفات پراکندگی، به‌علت ناهموازی‌های مرز میان هسته و غلاف فیبر (تلفات مرزی)
۱۰۲	د. تلفات ناشی از خمش فیبرنوری
۱۰۳	ه. تلفات ناشی از اتصال فیبرها به یکدیگر (تلفات اتصال دائم و اتصال ساده)
۱۰۴	۸-۲ تستگرهای کابل فیبرنوری
۱۰۶	معرفی دونوع تستگر نوری کوچک
۱۰۹	۹ طرح‌های عملی فیبرنوری

۱۰۹	۹-۱ شبکه فیبرنوری کارخانه ۱ (سیمان)
۱۰۹	شبکه موردنظر
۱۰۹	شبکه پیشنهادی
۱۱۰	انتخاب توپولوژی مناسب
۱۱۱	هزینه و پهنای باند مناسب
۱۱۱	انتخاب رسانه انتقال
۱۱۲	تجهیزات موردنیاز
۱۱۲	نصب و راهاندازی
۱۱۲	۹-۲ شبکه فیبرنوری کارخانه ۲ (تراشکاری)
۱۱۲	شبکه موردنظر
۱۱۳	شبکه پیشنهادی
۱۱۶	تجهیزات موردنیاز
۱۱۸	نقشه‌کشی با Visio

بخش دوم: بی‌سیم

۱۲۵	۱۰ انگیزه و تاریخچه ایجاد شبکه‌های بی‌سیم
۱۲۷	۱۰-۱ مشخصه‌های بی‌سیم
۱۲۹	۱۰-۲ فناوری نقطه‌به‌نقطه درمقایسه با فناوری نقطه به چندنقطه
۱۳۰	۱۰-۳ عملکرد دوطرفه (FDM درمقابل TDM)
۱۳۳	۱۱ بررسی انواع شبکه‌های بی‌سیم
۱۳۴	۱۱-۱ گستره ارتباطی شبکه‌های بی‌سیم
۱۳۷	۱۱-۲ شبکه‌های شخصی بی‌سیم
۱۳۸	۱۱-۳ شبکه‌های محلی بی‌سیم
۱۳۹	۱۱-۴ شبکه‌های شهری بی‌سیم
۱۴۰	۱۱-۵ شبکه‌های گسترده بی‌سیم
۱۴۱	۱۱-۶ مقایسه تجهیزات بی‌سیم

۱۴۳	۱۱- انواع وسایل بی سیم
۱۴۳	۱. تلفن وب
۱۴۴	۲. ابزارهای دستی (handheld)
۱۴۵	۳. پی جو
۱۴۶	۴. یورتال صوتی
۱۴۶	۵. Web PC
۱۴۷	۶. وسایل ارتباطاتی و ابزارهای ترکیبی (appliance)
۱۴۹	۱۲ بررسی شبکه‌های شخصی بی سیم
۱۴۹	۱۲-۱ معرفی بلوتوث
۱۵۱	۱۲-۲ معماری بلوتوث
۱۵۲	۱۲-۳ کاربردهای بلوتوث
۱۵۳	۱۲-۴ پشته قرارداد بلوتوث
۱۵۵	۱۲-۵ لایه رادیویی بلوتوث
۱۵۶	۱۲-۶ لایه باند پایه بلوتوث
۱۵۷	۱۲-۷ لایه L2CAP در بلوتوث
۱۵۸	۱۲-۸ ساختار قاب بلوتوث
۱۵۹	۱۲-۹ بلوتوث و سایر فناوری‌های بی سیم
۱۵۹	مقایسه ارتباطات بی سیم بلوتوث و IrDA
۱۶۱	مقایسه ارتباطات بی سیم بلوتوث و بی سیم خانگی
۱۶۳	۱۳ بررسی شبکه‌های محلی بی سیم
۱۶۳	۱۳-۱ انجمن مهندسين برق و الكترونیک (IEEE)
۱۶۳	خانواده استانداردهای IEEE ۸۰۲
۱۶۴	۱۳-۲ شبکه‌های محلی بی سیم
۱۶۵	شبکه‌های محلی مادون قرمز
۱۶۹	شبکه‌های محلی بی سیم مایکروویو باند باریک
۱۷۲	شبکه‌های محلی با فرکانس رادیویی
۱۷۳	شبکه‌های طیف گسترده
۱۷۴	۱۳-۳ استاندارد ۸۰۲.۱۱
۱۷۵	پشته قرارداد ۸۰۲.۱۱
۱۷۶	توپولوژی IEEE ۸۰۲.۱۱
۱۷۹	لایه فیزیکی ۸۰۲.۱۱
۱۸۲	زیرلایه MAC در ۸۰۲.۱۱

۱۸۷	۱۳-۴ سرویس های IEEE ۸۰۲.۱۱
۱۸۷	سرویس های ایستگاهی
۱۹۰	سرویس های سیستم توزیع
۱۹۱	۱۳-۵ استفاده از همکاری مجدد برای انتقال بهتر سیگنال
۱۹۲	۱۳-۶ وضعیت های ایستگاه و انواع فریم های متناظرا آنها
۱۹۵	۱۴ طراحی شبکه بی سیم
۱۹۵	۱۴-۱ تجهیزات شبکه های بی سیم
۱۹۷	۱۴-۲ دکل
۱۹۷	۱. منطقه فرنل و محاسبه ارتفاع دکل
۲۰۰	۲. ساخت فنداسیون دکل
۲۰۱	۳. حفاظت دکل (ارت)
۲۱۰	۱۴-۳ آنتن ها
۲۱۸	۱۴-۴ نقطه دسترسی و پل
۲۲۵	۱۴-۵ کارت شبکه بی سیم
۲۲۹	ملاحظات بین آنتن و AP
۲۲۹	۱۴-۶ انواع توپولوژی های شبکه های بی سیم
۲۲۹	ارتباط نقطه به نقطه
۲۳۱	ارتباط نقطه به چند نقطه
۲۳۲	ارتباط چند نقطه به چند نقطه
۲۳۲	۱۴-۷ مراحل طراحی شبکه بی سیم
۲۳۳	مزایا و محدودیت های تکنولوژی بی سیم
۲۳۵	نوع داده هایی که در شبکه بی سیم جابه جا می شوند
۲۳۶	حجم داده هایی که قرار است از طریق شبکه بی سیم جابه جا شود
۲۳۶	محدودیت هایی که می توانند شبکه بی سیم را از کارایی ساقط کنند
۲۳۷	ظرفیت مفید شبکه در مقایسه با نرخ نامی آن و میزان بار
۲۴۰	هزینه، بهره اقتصادی و میزان بازگشت سرمایه
۲۴۱	۱۴-۸ تدوین طرح اولیه شبکه بی سیم
۲۴۱	تضعیف (attenuation)
۲۴۴	تداخل فرکانسی سیگنال های رادیویی
۲۴۵	ملاحظات مربوط به ساختمان محل نصب
۲۴۷	ملاحظات مربوط به کاربردها و تجمع کاربران
۲۴۸	طراحی ناحیه پوشش رادیویی

۲۴۹	۱۴-۹ طراحی (رومینگ).....
۲۵۲	برآورد نهایی و آماده‌سازی طرح برای نصب.....
۲۵۵	نوع رسانه انتقال.....
۲۵۵	نوع سیستم‌عامل، پروتکل و راه‌انداز کارت شبکه.....
۲۵۵	نوع هاب یا سوئیچ.....
۲۵۶	چگونگی تغذیه دستگاه‌ها.....
۲۵۷	نقشه توپوگرافیک منطقه.....
۲۵۹	اطمینان از طرح پوشش رادیویی.....
۲۶۱	WiMax ۱۵
۲۶۲	IEEE ۸۰۲,۱۶ ۱۵-۱.....
۲۶۴	WLL و LMDS, MMDS.....
۲۶۶	لایه‌های ۸۰۲,۱۶.....
۲۶۸	WiMax ۱۵-۲
۲۷۰	روش کار WiMAX.....
۲۷۴	مدولاسیون پیشرفته در WiMax.....
۲۷۵	محصولات WiMax.....
۲۷۶	۱۵-۳ گستره WiMax و مقررات مربوط به آن.....
۲۷۶	۱۵-۴ WiMax انجمن.....
۲۷۹	پیوست‌ها.....
۲۹۵	اختصارات.....
۲۹۹	منابع.....
۳۰۳	واژه‌نامه.....

پیشگفتار

در چندسال اخیر با گسترش سیستم‌های کامپیوتری و توسعه کاربردهای متنوع آن، لزوم شبکه‌سازی و اتصال کامپیوترهای مستقل به یکدیگر حس شده است. شبکه جهانی اینترنت به‌عنوان شبکه‌ای از شبکه‌ها، در سطح کل جهان توسعه‌یافته و تقریباً تمام نقاط جهان به آن دسترسی دارند. شبکه‌سازی و تکنیک‌های مربوط به آن موردتوجه بسیاری از محققان قرار گرفته است و تاکنون فعالیت‌های تحقیقاتی بسیار زیادی در راستای گسترش شبکه‌های کامپیوتری و کاربردهای متنوع آن انجام شده است. در چندسال اخیر کاربردهای متنوعی از شبکه‌های کامپیوتری و اینترنت ارائه شده است. اصولاً شبکه‌ها ابزارهایی تجاری برای شرکت‌ها و مؤسسه‌ها هستند. برای مثال یک بانک با استفاده از شبکه می‌تواند سرمایه‌اش را به شعبه‌هایش منتقل کند. مردم می‌توانند از طریق شبکه که جایگزین کارمندان بانک شده است به حساب‌های بانکی‌شان دسترسی داشته باشند. امروزه حتی خریدهای روزمره نیز از طریق سرویس‌های شبکه‌های کامپیوتری و اینترنت انجام می‌شود.

سرعت ارسال اطلاعات در شبکه‌های کامپیوتری موضوع بسیار مهمی است. امروزه اکثر نقاط از طریق تلفن یا خطوط کابلی دیگر به شبکه اینترنت وصل هستند. شبکه‌های محلی از گستردگی بسیار زیادی برخوردار می‌باشند. اتصال این شبکه‌ها می‌تواند از طریق خطوط عمومی مثل تلفن و یا دیگر رسانه‌ها از قبیل فیبرنوری و یا بی‌سیم باشد. خطوط تلفن دارای سرعت کافی نبوده و هزینه استفاده از خطوط استیجاری نیز بالا است. لذا می‌توان با صرف هزینه‌های اولیه از خطوط بی‌سیم در فاصله‌های زیر ۵۰ کیلومتر و خطوط فیبرنوری در فاصله‌هایی حتی دورتر استفاده نمود.

این کتاب بیشتر به‌صورت عملی ارائه شده و کمتر به مباحث تئوری و ریاضی پرداخته است. در این کتاب دو نوع رسانه فیبرنوری و بی‌سیم، که در شبکه‌های گسترده نیز استفاده می‌شوند، بررسی شده است. کتاب حاضر از دو بخش تشکیل شده است. در بخش اول، که شامل نه فصل می‌باشد، طبیعت نور و پدیده‌های مرتبط با آن، اصول سیستم‌های فیبرنوری و عناصر تشکیل‌دهنده آن، انواع کابل‌های فیبرنوری، انواع کانکتورهای فیبرنوری، نحوه سمباده‌زدن کابل‌های فیبرنوری، انواع اتصالات فیبرنوری،

فناوری های نوری در شبکه های اینترنت، تلفات در فیبرنوری و یک مثال عملی از طراحی شبکه های فیبرنوری آورده شده است.

در بخش دوم، که از فصل ۱۰ تا ۱۵ می باشد، انواع شبکه های بی سیم معرفی و روش طراحی شبکه با این رسانه توضیح داده می شود. در این بخش از کتاب مباحثی شامل: انگیزه و تاریخچه ایجاد شبکه های بی سیم، انواع شبکه های بی سیم، شبکه های شخصی بی سیم و تکنیک های مربوط به آن، شبکه های محلی بی سیم و استانداردهای IEEE در شبکه های بی سیم و اصول طراحی شبکه های بی سیم آورده شده است. کتاب حاضر بیشتر جنبه کاربردی و عملی دارد و برای مهندسين و علاقه مندانى که در زمینه طراحی شبکه های فیبرنوری و بی سیم فعالیت می نمایند بسیار مفید می باشد. همچنین از این کتاب می توان به عنوان یک مرجع کمک درسی برای درس شبکه های کامپیوتری، انتقال داده ها و آزمایشگاه شبکه دوره کارشناسی مهندسی برق و کامپیوتر و همچنین برای دروس اصول طراحی سیستم های شبکه و آزمایشگاه شبکه کاردانی کامپیوتر و مهندسی برق استفاده نمود.

در پایان از همکاری مهندس غلامعباس دهستانی از شرکت سروش، مهندس روحا... هاشمی از شرکت رایانه قدس رضوی، مهندس امیررضا رضوی از شرکت پشتیبان نیرو، مهندس ابراهیم افشین از شرکت سهند درگز، و مهندس محمود فرخ و مهندس حمید طباطبایی از شرکت سیستم های هوشمند، که در تهیه این اثر ما را یاری نمودند تشکر و قدردانی می کنیم. مسلماً کتاب اخیر خالی از نقص نبوده و امکان وجود اشکالاتی در آن وجود دارد. بدین جهت از کلیه دانش پژوهان و خوانندگان عزیزی که از این کتاب استفاده می کنند صمیمانه تقاضا نمودیم که نظرات خود را جهت بهبود در ویرایش بعدی عنوان نمایند. CD آموزشی این کتاب که شامل کلیه مطالب و تصاویر آن می باشد نیز فراهم شده است. علاقه مندان می توانند از طریق مؤلف، آن را دریافت نمایند.

(نشانی: مشهد، دانشگاه فردوسی، دانشکده مهندسی، گروه کامپیوتر)

محمد حسین یغمایی مقدم

عباسعلی رضایی

بهار ۱۳۸۶