بسم الله الرحمن الرحيم

١٠٢١٠٥

دانشگاه یزد

مجتمع فنی و مهندسی

دانشکده برق

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

مهندسی برق- مخابرات

معماری شبکه مترو اترنت و اصول طراحی و شبیه سازی آن

استاد راهنما : دکتر قاسم میر جلیلی

استاد مشاور : دکتر فضل الله ادیب نیا

پژوهش و نگارش : محمد هادی کریمی تفتی

۱۳۸۷ /۹/ ۲۳

اسفند ۱۳۸۶

۱۰۲۱۰۵

تقدیم به:

پیشگاه مقدس حضرت اباعبدالله الحسین(ع)

تقدیروتشکر

بیش از هر چیز شکروسپاس به درگاه خداوندگار جهان آفرین که در سایه الطاف بی کرانش توفیق انجام رساله میسر گردید .

سپس از تمام فرهیختگانی که در طول زندگی چگونه زیستن وچگونه اندیشیدن را به من آموختند سپاسگزاری می نمایم .از تمامی آموزگارانم که نخستین ایشان پدرومادرم بوده اند تا دبیران واستادانم که هر یک به زعم خویش بر آموخته هایم افزوده اند وهمواره یار ویاورم بودند.

در اینجا لازم می دانم از استاد ارجمندم جناب آقای دکتر قاسم میرجلیلی که با پیشتیبانی بی دریغ و هدایت های بی شائبه و دلسوزانه خود همواره حامی من بوده اند و همچنین استاد گرامی جناب آقای دکترادیب نیاکه در انجام پروژه مرا راهنمایی نمودند، تشکر نمایم.

این پایان نامه با حمایت مرکزتحقیقات مخابرات ایران و شرکت مخابرات استان یزد به انجام رسیده است که بدینوسیله از مسئولین مربوطه به خاطرهمکاریهای صمیمانه ای که کرده اند، کمال تشکر را دارم.

درپایان بر خود میدانم از همه دوستانی که مرا در گرد آوری این اثر یاری نموده اند تشکر نمایم و از خداوند منان توفیقات روزافزون آنها را مسالت نمایم.

محمد هادی کریمی تفتی

اسفند ۱۳۸۶

این پایان‌نامه با حمایت‌های مالی

مرکز تحقیقات مخابرات ایران

به انجام رسیده است.

مدیریت تحصیلات تکمیلی	صورتجلسه دفاعیه پایان نامه دانشجوی دوره کارشناسی ارشد	شناسه: ب/ک/۳

جلسه دفاعیه پایان نامه تحصیلی آقای/ خانم: محمد هادی کریمی دانشجوی کارشناسی ارشد

رشته/گرایش: برق- مخابرات

تحت عنوان: معماری شبکه مترو اترنت و اصول طراحی و شبیه سازی آن

و تعداد واحد: ۶ درتاریخ ۱۳۸۶/۱۲/۱۵ باحضور اعضای هیأت داوران (به شرح ذیل) تشکیل گردید.

پس از ارزیابی توسط هیأت داوران، پایان‌نامه با نمره: به عدد ۱۹/۲۰ به حروف نوزده و (۲۰) و درجه عالی مورد تصویب قرارگرفت.

عنوان	نام و نام خانوادگی	امضاء
استاد/ استادان راهنما:	دکتر قاسم میرجلیلی	
استاد/ استادان مشاور:	دکتر فضل الله ادیب نیا	
متخصص وصاحبنظرداخلی:	دکتر رضا سعادت	
متخصص و صاحبنظر خارجی:	دکتر علیرضا ذوالقدر اصلی	

نماینده تحصیلات تکمیلی دانشگاه (ناظر)

نام ونام خانوادگی:دکتر اصغر دشتی

امضاء

چکیده

فناوری اترنت در طی حدود سی سالی که از پیدایش آن می‌گذرد، به طور دائم قابلیت‌های خود را با نیازهای کاربران شبکه هماهنگ نموده است. این فناوری به یاری سادگی فوق‌العاده ی خود، هزینه پائینی را برای استفاده‌کنندگان در بردارد و در عین حال از سرعت و قابلیت اطمینان مناسب نیز برخوردار می‌باشد. در حال حاضر، اترنت با دستیابی به سرعت‌های چند گیگابیتی، پا را از محدوده شبکه‌های محلی فراتر گذارده و به حوزه شبکه‌های گسترده وارد شده است و راه را برای کاربردهای پرترافیک و حساس شبکه‌های نسل آینده می‌گشاید. بنابراین لزوم ایجاد تغییرات اساسی در زیر ساختهای موجود شبکه های گسترده شهری و ملی آشکار می شود. البته این کار محقق نمی شود مگر اینکه شناخت کاملی از اترنت و معایب و مزایا و وضع موجود آن داشته و راهکارهای رفع نقایص موجود بررسی شود.

در این پایان نامه با وارد شدن به لایه‌های درونی این فناوری، چالشهای پیش رو جهت بکارگیری اترنت در شبکه های گسترده معرفی شده و راهکارهای استاندارد جهت رفع این چالشها بررسی می شود. همچنین از دید پارامتر های اقتصادی، مزایای استفاده از این فناوری کارآمد نشان داده می شود. در این رساله با معرفی یک الگوریتم جدید، سعی دربهبود عملکرد یکی از مهمترین پروتکل های مرتبط با اترنت یعنی STP داریم. هدف از بکارگیری این الگوریتم جدید، انتخاب بهترین درخت پوشا است که منجر به پخش بهتر ترافیک در شبکه، توازن بار و عبور ترافیک از مسیر های کوتاهتر می شود. علاوه بر آن ضمن معرفی شبیه ساز OPNET و قابلیت های آن برای شبیه سازی پروتکل های اترنتی چند شبکه اترنتی پیاده سازی شده و با تجزیه تحلیل نتایج حاصل از شبیه سازی، عملکرد پروتکلهای مرتبط با فناوری اترنت بررسی می شود. و در نهایت یک شبکه اترنت شهری نمونه را که بر اساس اطلاعات مربوط به شبکه مخابراتی استان یزد طراحی شده شبیه سازی کرده و نتایج را تجزیه تحلیل می کنیم.

فهرست

فصل اول : مقدمه ای بر اترنت

۱-۱.سر آغاز اترنت..... ۱

۱-۲ .استاندارد سازی اترنت10Mbps ۳

۱-۲-۱.جزئیات فنی استاندارد اولیه اترنت..... ۴

۱-۲-۲.کارت شبکه اترنت..... ۵

۱-۳.لایه های اترنت..... ۶

۱-۴.قالب فریم DIX ۹

۱-۵.قالب فریم پیشنهادی IEEEبرای اترنت..... ۱۱

۱-۶.آدرسها در اترنت..... ۱۳

۱-۷.استاندارد سازی اترنت توسط کمیته IEEE ۱۵

۱-۷-۱.اترنت صد مگا بیت بر ثانیه..... ۱۸

۱-۷-۲.اترنت گیگا بیت..... ۲۰

۱-۷-۲-۱.رسانه های انتقال اترنت گیگا بیت..... ۲۱

۱-۷-۲-۲. مولفه های لایه فیزیکی در اترنت گیگا بیت..... ۲۳

۱-۷-۲-۳.مزایای بهره گیری از اترنت گیگا بیت..... ۲۵

۱-۷-۳.اترنت ده گیگا بیت..... ۲۸

۱-۷-۳-۱.رسانه انتقال اترنت ۱۰گیگا بیت..... ۲۹

۱-۸ . شبکه های محلی مجازی :VLAN ۳۴

۱-۸-۱. مفهوم شبکه های محلی مجازی..... ۳۴

۱-۸-۲.استاندارد IEEE.1Q ۴۰

۱-۹. پروتکل درخت پوشا ۴۳

۱-۹-۱. بررسی دقیق تر پروتکل درخت پوشا..... ۴۶

۱-۹-۱-۱.ساختار درخت پوشا..... ۴۹

۱-۹-۱-۲. BPDU..... ۵۰

۱-۹-۱-۳.هزینه هراتصال..... ۵۲

۱-۹-۲.RSTP..... ۵۳

۱-۹-۳.MSTP..... ۵۵

۱-۱۰.جمع بندی..... ۵۷

فصل دوم: اترنت شهری

۲-۱. فناوری اترنت در شبکه های گسترده..... ۵۸

۲-۲. دلایل استفاده از اترنت شهری..... ۶۰

۲-۳. مشکلات استفاده از اترنت در شبکه های شهری..... ۶۳

۲-۴. راه حلهایی برای رفع مشکلات..... ۶۶

۲-۵. مجمع اترنت شهری..... ۷۳

۲-۶ .سرویسهای اترنت شهری..... ۷۶

۲-۶-۱. ارتباط مجازی اترنت(EVC)..... ۷۷

۲-۶-۲. سرویس E-Line..... ۷۹

۲-۶-۳. سرویس E-LAN ۸۱

۲-۷. ویژگیهای یک سرویس اترنت..... ۸۳

۲-۸. نگاهی به مزیت های اقتصادی و بازار اترنت..... ۹۱

۲-۹.جمع بندی..... ۹۵

فصل سوم : آشنایی با امکانات شبیه ساز OPNET برای پیاده سازی پروتکل های اترنتی در آن

۳-۱.آشنایی با OPNET..... ۹۶

۳-۲.شبیه سازی شبکه های مبتنی بر اترنت وپروتکل های مرتبط با آن..... ۱۰۰

۳-۲-۱.شبکه های محلی و پردیس مبتنی بر اترنت..... ۱۰۱

۳-۲-۱-۱.شبیه سازی اول:پیاده سازی شبکه محلی مبتنی بر اترنت..... ۱۰۱

۳-۲-۱-۲.شبیه سازی دوم:مقایسه دو سناریوپیاده سازی اترنت با و بدون استفاده از کانال اترنتی..... ۱۰۳

۳-۲-۲. پیاده سازی و بررسی پروتکل درخت پوشا..... ۱۰۷

۳-۲-۲-۱.شبیه سازی اول:ساختن سناریوهای مورد نظر و راه اندازی و بررسی STP برروی آنها..... ۱۰۸

۳-۲-۲-۲.شبیه سازی دوم :مقایسه STP و RSTP..... ۱۱۲

۳-۲-۳.بررسی VLAN ها و مزایای استفاده از آن ها..... ۱۱۷

۳-۲-۳-۱.برخی مفاهیم VLAN درOPNET..... ۱۱۷

۳-۲-۳-۲.نحوه پیاده سازی VLAN..... ۱۱۸

۳-۲-۳-۳. شبیه سازی اول:پیاده سازی VLAN و بررسی عملکرد آن..... ۱۲۰

۳-۲-۳-۴.شبیه سازی دوم :مقایسه دو شبکه یکی باVLAN و دیگری بدونVLAN..... ۱۲۲

۳-۲-۳-۵.شبیه سازی سوم :بررسی نقش VLAN در کاهش ترافیک های پخش عمومی.....۱۲۵

۳-۳.جمع بندی.....۱۲۷

فصل چهارم :انتخاب بهترین درخت پوشا برای STP

۴-۱.لزوم ایجاد تغییرات در STP.....۱۲۸

۴-۱-۱.کارهای انجام شده در این زمینه.....۱۲۹

۴-۲. الگوریتم انتخاب بهترین درخت پوشا.....۱۳۲

۴-۲-۱. نحوه بدست آوردن درخت های یک گراف و پخش ترافیک برروی آنها.....۱۳۳

۴-۳.فاز اول :بدست آوردن نتایج اولیه بدون در نظر گرفتن کمیتهای ثانویه.....۱۳۸

۴-۳-۱.بررسی نتایج فاز اول.....۱۴۱

۴-۴.فازدوم:در نظر گرفتن کمیتهای ثانویه.....۱۵۰

۴-۴-۱. بررسی نتایج فاز دوم.....۱۵۷

۴-۴-۱-۱.بررسی پخش یکنواختر برروی اتصالات با در نظر گرفتن پهنای باند آنها.....۱۶۰

۴-۴-۱-۲.بررسی پخش یکنواختر برروی سوئیچ ها با در نظر گرفتن قدرت سوئیچینگ در آنها.....۱۶۱

۴-۴-۱-۳. بررسی عملکرد الگوریتم دربدست آوردن SPS بر اساس ترافیک شبکه و پهنای باندااتصال.....۱۶۴

۴-۴-۱-۴.در نظر گرفتن هر سه کمیت.....۱۶۵

۴-۵.جمع بندی.....۱۶۸

فصل پنجم : طراحی و شبیه سازی یک شبکه ی اترنت شهری نمونه

۵-۱. مقدمه.....۱۶۹

۵-۲. یک نمونه شبکه شهری پیاده سازی شده (مشخصات و ساختار کلی).....۱۷۰

۵-۲-۱. نمای کلی از شبکه پیاده سازی شده..... ۱۷۱

۵-۲-۱-۱. ساختار ها و شبکه های موجود درزیر شبکه Yazd MEN..... ۱۷۵

۵-۲-۲. پروفایل ها ، برنامه های کاربردی و نحوه اعمال و تولید ترافیک..... ۱۸۰

۵-۳. شبیه سازی سناریو و بدست آوردن برخی نتایج..... ۱۸۴

۵-۳-۱. انتخاب درخت پوشا و بررسی بهره وری ۱۸۴

۵-۳-۲. اندازه گیری و تجزیه و تحلیل برخی کمیتهای کیفی..... ۱۸۷

۵-۴.جمع بندی..... ۲۰۰

فصل ششم : نتیجه گیری و پیشنهادات

۶-۱. نتیجه گیری..... ۲۰۱

۶-۲.پیشنهادات..... ۲۰۳

ضمائم..... ۲۰۵

منابع و مراجع..... ۲۱۴

فهرست جداول

جدول(۱-۱) رسانه های انتقال اترنت ده گیگابیت..... ۳۲

جدول(۱-۲)هزینه تعریف شده برای اتصالات..... ۵۲

جدول(۱-۳)قیاس مراحل در STP و RSTP..... ۵۳

جدول(۲-۱) مثالی از کلاس سرویس..... ۸۷

جدول(۲-۲) برخی از پروتکل های کنترلی..... ۸۷

جدول(۲-۳)ویژگیهای مربوط به UNI ۸۹

جدول(۲-۴)ویژگیهای مربوط به EVC ۹۰

جدول(۲-۵) مقایسه ی هزینه های سرمایه ای و عملیاتی فناوریهای مختلف (برحسب درصد)..... ۹۴

جدول(۴-۱) ۴ اولویت اول برای LLB..... ۱۶۰

جدول(۴-۲) ۳ اولویت اول با توجه به SC_1..... ۱۶۳

جدول(۴-۳) ۵ اولویت اول برای حالت SPS..... ۱۶۵

جدول(۴-۴) نتایج پنج اولویت اول را برای ۴ کاربر..... ۱۶۷

جدول(۵-۱) پروفایل های در نظر گرفته شده به همراه برنامه های کاربردی برای هر پروفایل..... ۱۸۱

جدول(۵-۲) ترافیک مابین مراکز مخابراتی..... ۱۸۳

جدول(۵-۳) پنج اولویت اول برای شبکه طراحی شده..... ۱۸۶

جدول(۵-۴) میزان بهره وری اتصالات..... ۱۸۶

جدول(۵-۵) نتایج تاخیر و اعوجاج تاخیر برای سرویس ویدئو کنفرانس..... ۱۹۲

جدول(۵-۶) میزان گم شدن بسته برای دو سرویس Email وDataBase ۱۹۳

جدول(۵-۷) تاخیر و درصد بسته های گم شده برای چند سرویس گیرنده و سرویس دهنده در جاهای مختلف شبکه..... ۱۹۴

جدول(۵-۸) نتایج برای سرویس های مختلف(قسمت اول)..... ۱۹۷

جدول(۵-۸) نتایج برای سرویس های مختلف(قسمت دوم)..... ۱۹۸

فهرست شکل ها

شکل (۱-۱) طرح اولیه با دستخط متکالف..... ۱

شکل (۱-۲) الگوی توپولوژی خطی..... ۴

شکل (۱-۳) لایه های تشکیل دهندهٔ اترنت ده مگابیت بر ثانیه..... ۶

شکل (۱-۴) قالب فریم DIX برای اترنت..... ۹

شکل (۱-۵) فریم پیشنهادی IEEE در سال ۱۹۸۳..... ۱۱

شکل (۱-۶) قالب آدرس دهی سخت افزار اترنت..... ۱۳

شکل (۱-۷) مؤلفه های تشکیل دهندهٔ لایهٔ فیزیکی در اترنت گیگابیت..... ۲۳

شکل (۱-۸) آرایش چند لایه ای با سوئیچهای گیگابیت..... ۲۷

شکل (۱-۹)نمونه دیگر از آرایش چند لایه ۲۷

شکل(۱-۱۰) لایه های IEEE 802.3ae در مقایسه با OSI ۳۰

شکل(۱-۱۱) مفهوم VLAN را در شمایی بسیار ساده و در سوئیچ واحد..... ۳۶

شکل(۱-۱۲) مفهوم VLAN در یک شبکه با ایستگاههای پراکنده..... ۳۷

شکل(۱-۱۳) یک شبکه بزرگ در اندازه MAN با چندین VLAN و صدها ایستگاه..... ۳۹

شکل(۱-۱۴) قالب جدید اترنت در استاندارد IEEE 802.1Q ۴۰

شکل(۱-۱۵) زیر فیلد های TAG ۴۱

شکل(۱-۱۶) یک نمونه از ایجاد حلقه در شبکه..... ۴۳

شکل(۱-۱۷)مشکل ناشی از حلقه..... ۴۳

شکل(۱-۱۸)یک شبکه نمونه و درخت پوشای آن..... ۴۵

شکل(۱-۱۹) ۵ وضعیت برای پورت ها در STP ۴۸

شکل(۲-۱) لایه های یک شبکه شهری..... ۵۹

شکل(۲-۲)نرخ افزایش سرعت در استانداردهای اترنت تعریف شده توسط IEEE.....۶۱

شکل(۲-۳): ساختار بسته ها در VLAN-XC ، برچسب تکی (۱۲ بیتی) ویا برچسب دوتایی ترکیبی (۲۴ بیتی).....۶۷

شکل(۲-۴) : ساختار قالب استاندارد IEEE 802.1ah که در روش PBT استفاده می شود.....۶۸

شکل(۲-۵) :ساختار قالب T-MPLS ۶۹

شکل(۲-۶) گرههای تخصصی MEF و برخی از وظایف آنها.....۷۴

شکل(۲-۷) ساختارهای خارجی قابل اتصال به یک شبکه اترنت شهری..... ۷۵

شکل(۲-۸) مدل مرجع اترنت شهری ۷۵

شکل(۲-۹) نمونه ای از استانداردهای ارائه شده توسط MEF.....۷۶

شکل(۲-۱۰) ساختار پایه تمام سرویسهای اترنتی.....۷۷

شکل(۲-۱۱) تعریف یک سرویس اترنت.....۷۸

شکل(۲-۱۲) نمونه ای از E-Line نقطه به نقطه.....۷۹

شکل(۲-۱۳) سرویس FR.....۸۰

شکل(۲-۱۴) هر EVC دارای یک UNI مجزا.....۸۱

شکل(۲-۱۵) سرویس E-LAN ۸۲

شکل(۲-۱۶) سرویس E-Line هنگام افزودن UNIجدید.....۸۲

شکل(۲-۱۷) سرویس E-LAN هنگام افزودن UNIجدید.....۸۳

شکل(۲-۱۸)مدل تأخیر فریم.....۸۵

شکل(۲-۱۹)محاسبه frame loss.....۸۶

شکل(۲-۲۰) مالتی پلکسینگ سرویس را به صورت EVC های چند نقطه ای.....۸۸

شکل(۲-۲۱)مقایسه رشد اترنت در قیاس با تکنولوژی های دیگر در بین سال های ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۶.....۹۱

شکل(۲-۲۲) روند قیمتهای اترنت های موجود بین سالهای ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۶.....۹۲

شکل(۲-۲۳)مقایسه قیمت رابط های مختلف اترنتی با قیمت رابط های POS و SDH ۹۳

شکل(۳-۱) یک نمونه شبکه ساخته شده در ویرایشگر پروژه.....۹۷

شکل(۳-۲) ساختار درونی یک گره نمونه در ویرایشگرگره.....۹۷

شکل(۳-۳) یک نمونه ساختار دیاگرام حالت در ویرایشگر مدل فرآیند.....۹۸

شکل(۳-۴) یک نمونه دیاگرام حالت و قسمت های فوقانی و تحتانی آن.....۹۸

شکل(۳-۵)امکانات تنظیم پروفایل ها و برنامه کاربردی در OPNET.....۹۹

شکل(۳-۶)پیاده سازی یک شبکه محلی با استفاده از سرور و ایستگاهای کاری مجزا..... ...۱۰۲

شکل(۳-۷) پیاده سازی شبکه محلی سناریو اول با استفاده از مدل LAN ۱۰۲

شکل(۳-۸) قیاس دو سناریو پیاده شده در شبیه سازی اول.....۱۰۳

شکل(۳-۹) نمایی از یک کانال اترنتی بین یک سرور و یک سوئیچ.....۱۰۴

شکل(۳-۱۰) ساختار کلی شبکه پیاده سازی شده در سناریو اول ۱۰۵

شکل(۳-۱۱نمای داخلی دو نمونه از زیر شبکه ها ۱۰۶

شکل(۳-۱۲) ساختار کلی شبکه درسناریو دوم ۱۰۶

شکل(۳-۱۳) قیاس تاخیر در دو سناریو پیاده شده در شبیه سازی دوم.....۱۰۷

شکل(۳-۱۴) شبکه پیاده سازی در سناریوی اول..... ....۱۰۹

شکل(۳-۱۵) شبکه پیاده سازی شده سناریو دوم با BP تغییر یافته.....۱۱۱

شکل(۳-۱۶) شبکه پیاده سازی شده درسناریو ی سوم (پروتکل STP) ۱۱۲

شکل(۳-۱۷) شبکه پیاده شده برای قیاس STP و RSTP ۱۱۳

شکل(۳-۱۸) قیاس نتایج شبیه سازی دوسناریو برای اتصال ارتباطی مقصد ۱.....۱۱۴

شکل(۳-۱۹)قیاس نتایج شبیه سازی دو سناریو برای اتصال ما بین پل ۱و۴.....۱۱۴

شکل(۳-۲۰)قیاس نتایج شبیه سازی دوسناریو برای اتصال ارتباطی مقصد ۳.....۱۱۵

شکل(۳-۲۱)قیاس نتایج شبیه سازی دوسناریو برای اتصال ارتباطی مقصد ۱.....۱۱۶

شکل(۳-۲۲)قیاس نتایج شبیه سازی دوسناریو از نظر حجم BPDU ارسالی.....۱۱۶
شکل(۳-۲۳) نمونه ای از یک سوئیچ و پل که VLAN را پشتیبانی می کنند.....۱۱۸
شکل(۳-۲۴) شمای شبکه پیاده سازی اول VLAN ۱۲۱
شکل(۳-۲۵) درخواست های رد شده مشترکین واقع در VLAN 10 .....۱۲۱
شکل(۳-۲۶) درخواست های رد شده مشترکین واقع در VLAN 20 .....۱۲۲
شکل(۳-۲۷) شمای شبکه سناریو اول بدون VLAN.....۱۲۳
شکل(۳-۲۸) شمای شبکه سناریو اول با VLAN.....۱۲۳
شکل(۳-۲۹) نمودار مقایسه ای متوسط ترافیک موجود بین ساختمان ها ۱۲۴
شکل (۳-۳۰)نمودار مقایسه ای متوسط ترافیک موجود برروی اتصال یکی از گره ها.....۱۲۴
شکل(۳-۳۱) شمای شبکه شبیه سازی سوم ۱۲۶
شکل(۳-۳۲) ترافیک پخش گسترده ای که از پخش آن جلوگیری شده.....۱۲۶

شکل(۴-۱) یک گراف و۴ تا از درخت های پوشای آن.....۱۳۳
شکل(۴-۲) طریقه های گوناگون شماره گذاری یک درخت با ۴ راس.....۱۳۴
شکل(۴-۳).....۱۳۴
شکل(۴-۴) درخت نشاندار T.....۱۳۵
شکل(۴-۵)گراف نمونه.....۱۳۶
شکل(۴-۶) دو درخت متناظربا α و β ۱۳۶
شکل(۴-۷) شبکه نمونه.....۱۴۱
شکل(۴-۸) نحوه اعمال ترافیک مابین گره ها.....۱۴۲
شکل(۴-۹)درخت انتخابی برمبنای STP پایه.....۱۴۳
شکل(۴-۱۰)نتایج حاصل از شبیه سازی.....۱۴۳
شکل(۴-۱۱)درخت پوشای حاصل از شبیه سازی بعد از اعمال مقادیر روش ما.....۱۴۵

شکل(۴-۱۲) نتایج حاصل از شبیه سازی بعد از اعمال مقادیر روش ما.....۱۴۶
شکل(۴-۱۳) قیاس نتایج حاصل ازدو شبیه سازی ۱۴۶
شکل(۴-۱۴)درخت انتخاب شده ناشی از اعمال روش ما برروی ماتریس ترافیکی T_2.....۱۴۷
شکل(۴-۱۵)قیاس پخش ترافیک برروی درخت انتخابی STP و درخت انتخابی روش ما.....۱۴۸
شکل(۴-۱۶)درخت انتخابی برای پخش بهتر برروی سوئیچ.....۱۴۸
شکل(۴-۱۷)مقایسه سه روش STP پایه ، پخش روی اتصال(LLB) و پخش روی سوئیچ (SLB)..۱۴۹
شکل(۴-۱۸)گراف شبکه و سه درخت پوشای ممکن آن ۱۵۱
شکل(۴-۱۹)گراف شبکه مورد نظر.....۱۵۷
شکل(۴-۲۰)درخت پوشای پیشنهادی برای LLB.....۱۵۸
شکل(۴-۲۱)درخت پوشای پیشنهادی برای LLB1.....۱۵۹
شکل(۴-۲۲) درخت پوشای پیشنهادی مربوط به T_{LLB2}.....۱۶۰
شکل(۴-۲۳) درخت پیشنهادی برای SLB.....۱۶۱
شکل(۴-۲۴) درخت پوشای پیشنهادی پس از اعمال SC_1.....۱۶۲
شکل(۴-۲۵)درخت پوشای پیشنهادی مربوط به T_{SLB1}.....۱۶۳
شکل(۴-۲۶)درخت پوشای پیشنهادی برای حالت SPS.....۱۶۴

شکل(۵-۱) شمای کلی شبکه خدمات داده و جایگاه شبکه شهری در آن.....۱۷۰
شکل(۵-۲) شبکه پیاده سازی شده از دید کلی.....۱۷۲
شکل(۵-۳) زیرشبکهYazd MEN ۱۷۲
شکل(۵-۴) زیر شبکه Yazd environs ۱۷۳
شکل(۵-۵) زیر شبکه Intranet.....۱۷۴
شکل(۵-۶) زیر شبکه Internet.....۱۷۵
شکل(۵-۷) ۵ مرکز مخابراتی استان یزد ونحوه اتصال آنها به صورت مترو اترنت.....۱۷۵

شکل(۵-۸)ساختار نمونه مرکز صدوقی.....۱۷۶
شکل(۵-۹) Data Center مرکز صدوقی ۱۷۷
شکل(۵-۱۰)مراکز مطهری و هفتم تیر.....۱۷۷
شکل(۵-۱۱)مراکز روحپرور و امام.....۱۷۷
شکل(۵-۱۲) پردیس مرکزی دانشگاه با نحوه اتصال مجتمع ها.....۱۷۸
شکل(۵-۱۳)زیر شبکه برای مجتمع فنی.....۱۷۸
شکل(۵-۱۴)زیر شبکه های مجتمع های انسانی ،پایه و معماری.....۱۷۹
شکل(۵-۱۵) شبکه ی شعبه مرکزی بانک.....۱۷۹
شکل(۵-۱۶شعب فرعی بانک.....۱۷۹
شکل(۵-۱۷) دو شبکه در نظر گرفته شده برای مشترکین خانگی و تجاریADSL ۱۸۰
شکل(۵-۱۸) ترافیک های پیاده سازی شده باIP traffic demand ۱۸۲
شکل(۵-۱۹)درخت پوشای انتخابی.....۱۸۵
شکل(۵-۲۰) ترافیک های موجود برروی اتصالات مختلف ۱۸۵
شکل(۵-۲۱) سرعت شبیه سازدر پیاده سازی شبکه.....۱۸۸
شکل(۵-۲۲) تاخیر کلی اترنت در شبکه.....۱۹۰
شکل(۵-۲۳)تاخیر و نوسان تاخیر برای سرویس ویدئو.....۱۹۰