





دانشگاه زنجان
دانشکده فنی و مهندسی
گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش: الکترونیک

عنوان: طراحی و ساخت کارت I/O با استفاده از پروتکل اترنت

استاد راهنما: دکتر وحید رشتچی

نگارش: حامد عبدی

تاریخ دفاعیه: شهریور ۸۹

با تشکر فراوان از:

مهندس حمید شهروزی

مهندس محسن نورآذر

مهندس امیر صفایی

مهندس علی اکبر سلیمی

دکتر وحید رشتچی

و تمام دوستانی که من را در انجام این پایان نامه یاری کردند.

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم که در تمام مراحل زندگی یاور و همراه من هستند.

فهرست مطالب

ج	فهرست مطالب
ز	چکیده
ح	مقدمه
۱	مقدمه ای بر شبکه های کامپیوتری
۱	سخت افزار شبکه
۳	شبکه های محلی
۵	شبکه های شهری
۵	شبکه های گسترده
۷	شبکه های بیسیم
۹	شبکه های خانگی
۱۲	شبکه بندی
۱۳	نرم افزار شبکه
۱۳	سلسله مراتب قرار داد
۱۹	اصول طراحی لایه ها
۲۰	خدمات اتصال گرا و بی اتصال
۲۵	عملیات خدمات
۲۸	رابطه بین خدمات و قرارداد ها
۲۹	مدل مرجع OSI
۳۱	لایه فیزیکی

۳۱	..... لایه پیوند داده ها
۳۱	..... لایه شبکه
۳۲	..... لایه انتقال
۳۳	..... لایه جلسه
۳۳	..... لایه نمایش
۳۳	..... لایه کاربرد
۳۴	..... اترنت
۳۷	..... لایه فیزیکی
۳۷	..... رسانه های انتقال هدایت شده
۳۷	..... رسانه های مغناطیسی
۳۸	..... کابل جفتِ تاییده
۳۹	..... کابل هم محور
۴۰	..... فیبر های نوری
۴۲	..... انتقال نور از طریق فیبر
۴۴	..... کابل های فیبری
۴۶	..... شبکه های فیبر نوری
۴۸	..... مقایسه فیبر های نوری و سیم مسی
۵۰	..... اترنت
۵۰	..... کابل کشی اترنت
۵۴	..... رمزگذاری منچستر
۵۶	..... قرار داد زیر لایه MAC در اترنت

۶۰	الگوریتم عقب گرد توانی دودویی
۶۱	کارایی اترنت
۶۴	اترنت راه گزینی
۶۶	اترنت سریع
۷۰	اترنت گیگابیتی
۷۶	استاندارد IEEE 802.2: کنترل پیوند منطقی
۷۷	آنچه که بر اترنت گذشت
۷۹	آی سی اترنت کنترلر Microchip ENC424J600
۸۳	کتابخانه ی رایگان WinPcap
۸۶	طراحی برد نهایی و نرم افزار مربوط به آن
۸۶	سخت افزار
۸۶	ورودی ها و خروجی ها
۸۶	جامپر ها
۸۷	نرم افزار
۸۸	نتیجه گیری
۸۹	پیوست ۱- سخت افزار مربوط به برد I/O با استفاده از پروتکل اترنت
۸۹	شماتیک سخت افزار
۹۴	طرح PCB
۹۵	بالای PCB
۹۶	زیر PCB
۹۷	پیوست ۲- کد نرم افزار نوشته شده برای میکروکنترلر

- پیوست ۳- نرم افزار رابط ویندوز نوشته شده توسط کتابخانه ی WinPcap ۱۲۵
- پیوست ۴- شماتیک طرح پیشنهادی برای استفاده از FPGA در برد ۱۲۸
- منابع ۱۳۵

چکیده

اترنت با اثبات کارآمدی و اقتصادی بودن فوق‌العاده‌اش بر دیگر تکنولوژی‌های LAN چیره شده است.

با توجه به این که اجزای اترنت ۱۰ Mbps و ۱۰۰ Mbps به طور وسیع و با قیمت خیلی پایین قابل تهیه هستند، کاربران علاقه‌ی زیادی به اعمال این تکنولوژی آشنا در ابزارهای صنعتی خود پیدا کرده‌اند. هرچند نیازهای اندازه‌گیری یا پردازش بلادرنگ کاربردهای صنعتی با نیازهای موجود در ادارات یا دانشگاه‌ها متفاوت‌اند، هم اکنون اترنت به عنوان یک اتصال ارتباطی مستقیم بر روی سیستم‌های ورودی/خروجی اندازه‌گیری یا صنعتی که هر روز در حال افزایش‌اند به کار می‌رود.

در این پایان‌نامه بر آنیم که کارت ورودی/خروجی بر اساس پروتکل اترنت برای رفع نیاز صنعت داخل به این ابزار مهم طراحی کنیم.

مقدمه

امروزه کامپیوترها تقریباً در تمام امور زندگی انسان مورد استفاده قرار می‌گیرند و زندگی انسان بدون آن‌ها با مشکل مواجه می‌شود. یکی از بخش‌هایی که این دستگاه‌ها جایگاه مهمی را در آن برای خود باز کرده‌اند، صنعت است.

با توجه به این، یکی از مسایل مهم در صنعت برقراری ارتباط بین ابزارهای صنعتی و کامپیوترها می‌باشد. در این پایان‌نامه سعی ما بر این است که رابطی سخت‌افزاری با استفاده از پروتکل اترنت برای برقراری ارتباط بین ابزارهای صنعتی و کامپیوتر طراحی کنیم.

علت انتخاب اترنت برای رسیدن به این هدف، کارایی خوب این پروتکل، راحتی کار با آن و استفاده‌ی وسیع از آن در شبکه‌های کامپیوتری و موجود بودن سخت‌افزار آن با کمترین هزینه است.

یکی از مدارهای مجتمع در دسترس برای برقراری ارتباط بر پایه‌ی پروتکل اترنت، آی‌سی اترنت کنترلر ENC424J600 محصول شرکت Microchip است. ابتدا با استفاده از این آی‌سی و میکروکنترلر ATMEGA32 برد اولیه را می‌سازیم و سپس طرح پیشنهادی خود برای بردی بر اساس FPGA را بیان می‌کنیم.

در طرف کامپیوتر، از کتابخانه‌ی رایگان WinPcap که کتابخانه‌ای برای انتقال اطلاعات خام بر اساس پروتکل اترنت است به عنوان رابط نرم‌افزاری استفاده خواهیم کرد.

فایل‌های مربوط به طرح نهایی در سی‌دی پیوست شده به این پایان‌نامه (پیوست ۵) قابل دسترسی هستند.

مقدمه ای بر شبکه های کامپیوتری

سخت افزار شبکه

در طبقه بندی شبکه های کامپیوتری دو بعد مهم است: فناوری انتقال و مقیاس. دو نوع فناوری انتقال به وفور مورد استفاده قرار می گیرند:

۱- شبکه های پخشی

۲- شبکه های نقطه به نقطه

شبکه های پخشی کانال ارتباطی منفردی دارند که بین تمام ماشین های موجود در شبکه یکسان است. پیام های کوتاهی که یک ماشین در شبکه ارسال می کند، تمام ماشین های موجود در شبکه می توانند آن را دریافت کنند. این پیام های کوتاه بسته نام دارند. فیلد آدرس موجود در بسته مشخص می کند که بسته برای چه کسی ارسال شده است. ماشین پس از دریافت بسته فیلد آدرس را کنترل می کند. اگر بسته برای وی ارسال شده باشد، آن را پردازش می کند؛ اگر بسته برای آن ماشین نباشد، آن را نادیده می گیرد.

برای مقایسه، شخصی را در نظر بگیرید که در انتهای راهرویی با چند اتاق فریاد می زند و اتسون بیا اینجا با شما کار دارم. گر چه ممکن است افراد زیادی این صدا را بشنوند، فقط واتسون به آن پاسخ می دهد. بقیه افراد به آن پاسخ نمی دهند. مثال دیگر، اعلان سوار شدن مسافری یک پرواز خاص در فرودگاه است.

در سیستم های پخشی می توان کاری کرد که یک بسته به تمام ماشین های موجود در شبکه ارسال شود. این کار با کد خاصی در فیلد آدرس انجام می گیرد. وقتی بسته ای با این کد ارسال می شود، تمام ماشین های موجود در شبکه آن را دریافت کرده پردازش می کنند. این حالت را پخش می گویند. بعضی از سیستم های پخش امکان انتقال به زیر مجموعه ای از ماشین ها را فراهم می کنند، که گاهی به آن ها چند پخشی گویند. یک روش این است که بیتی را به حالت چند پخشی اختصاص داد. $n - 1$ بیت باقیمانده - ی آدرس، می تواند بیانگر شماره ی گروهی از ماشین ها باشد. هر ماشین می تواند عضو یک یا تمام گروه ها شود. وقتی بسته ای به گروه خاصی ارسال شد، به تمام ماشین های عضو آن گروه تحویل داده می شود.

بر عکس، در شبکه‌های نقطه به نقطه اتصال‌های زیادی بین جفت‌هایی از ماشین‌ها وجود دارد. بسته، در چنین شبکه‌ایف برای رفتن از مبدا به مقصد ممکن است از چند ماشین میانی بگذرد. اغلب، مسیرهای گوناگون با طول‌های متفاوتی را می‌تواند طی کند؛ لذا الگوریتم مسیریابی نقش مهمی را در این شبکه‌ها بازی می‌کند. به عنوان یک قاعده‌ی کلی (اگر چه استثناهای زیادی وجود دارد)، در شبکه‌های کوچک، از پخش و در شبکه‌های بزرگ از نقطه به نقطه استفاده می‌شود. انتقال نقطه به نقطه‌ای که دارای یک فرستنده و یک گره است، تک پخشی نام دارد.

معیار دیگر طبقه‌بندی شبکه‌ها، مقیاس آن‌ها است. در شکل ۱ سیستم‌های چند پردازنده‌ای بر اساس اندازه‌ی فیزیکی طبقه‌بندی شده‌اند. در بالای همه‌ی آن‌ها، شبکه‌های شخصی قرار دارند. این شبکه‌ها به یک نفر تعلق دارند. به عنوان مثال، شبکه‌ی بی‌سیم که کامپیوتری را به ماوس، صفحه کلید و چاپگر متصل می‌کند، یک شبکه‌ی شخصی است. علاوه بر این، یک PDA که به شنیدن افراد کمک می‌کند یا ضربان قلب او را تنظیم می‌کند، در این دسته می‌گنجد. بعد از آن شبکه‌های بزرگ‌تری قرار می‌گیرند. این‌ها را می‌توان به شبکه‌های محلی، شهری و گسترده تقسیم‌بندی کرد. اتصال دو یا چند شبکه را شبکه‌بندی گویند. اینترنت جهانی، نمونه‌ای از شبکه‌بندی است. فاصله به عنوان معیاری برای طبقه‌بندی شبکه‌ها است، زیرا در مقیاس‌های مختلف، فناوری‌های مختلفی به کار گرفته می‌شود.

مثال	محل قرار گرفتن پردازنده‌ها	ناحیه‌ی بین پردازنده‌ها
شبکه‌ی شخصی	متر مربع	۱ متر
	اتاق	۱۰ متر
شبکه‌ی محلی	ساختمان	۱۰۰ متر
	محوطه‌ی دانشگاه	۱ کیلومتر
شبکه‌ی شهری	شهر	۱۰ کیلومتر
	کشور	۱۰۰ کیلومتر
شبکه‌ی گسترده	قاره	۱۰۰۰ کیلومتر
	سیاره	۱۰۰۰۰ کیلومتر
اینترنت		

شکل ۱ طبقه‌بندی پردازنده‌های متصل به هم بر اساس مقیاس

شبکه های محلی

شبکه های محلی (LAN) در داخل یک ساختمان و در فواصل کم (در حد چند کیلومتر) مورد استفاده قرار می گیرند. این نوع شبکه ها برای اتصال کامپیوترهای شخصی و ایستگاه های کاری در دفاتر شرکت ها و کارخانه ها به کار می روند تا منابع (مثل چاپگر) را به طور اشتراکی استفاده کرده، اطلاعات را مبادله کنند. شبکه های محلی با سه ویژگی از سایر شبکه ها مجزا شده اند:

۱. اندازه

۲. فناوری

۳. توپولوژی

اندازه ی شبکه های محلی محدود است. یعنی زمان انتقال بدترین حالت، محدود بوده از قبل مشخص است. دانستن این زمان موجب شد تا بعضی از طراحی ها امکان پذیر شود. مدیریت شبکه را نیز آسان می کند.

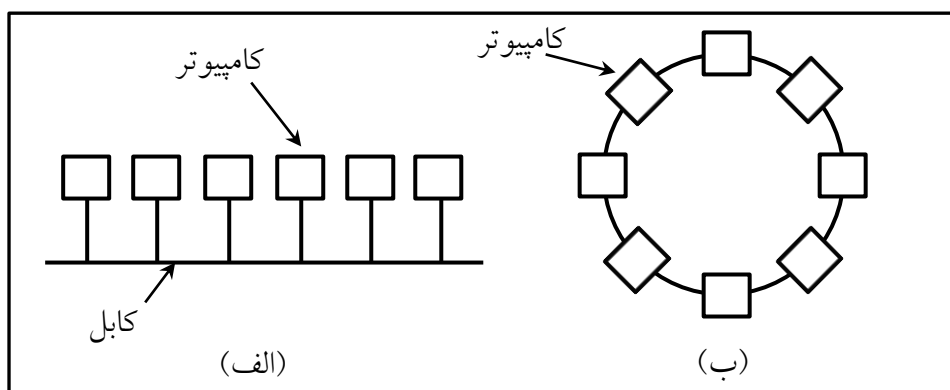
فناوری انتقال در شبکه های محلی حاوی کابل منفردی است که تمام ماشین ها به آن وصل شده اند؛ مثل خطوط تلفنی که در نواحی روستایی مورد استفاده قرار می گیرد. شبکه های محلی قدیمی با سرعت ۱۰ تا ۱۰۰ مگابیت در ثانیه کار کرده، تاخیر آن ها کم بوده (میکرو ثانیه یا نانو ثانیه) و خطای آن بسیار اندک بود. شبکه های محلی جدیدتر با سرعت بیشتری کار کرده اند (تا ۱۰ گیگابیت در ثانیه). هر مگابیت ۱۰۰۰۰۰۰ بیت بر ثانیه و یک گیگابیت ۱۰۰۰۰۰۰۰۰ بیت بر ثانیه است.

توپولوژی های گوناگون برای شبکه های محلی پخشی فراهم است. شکل ۲ دو تا از آن ها را نشان می دهد. در شبکه ی خطی (مثل کابل خطی)، در هر لحظه یک ماشین اجازه ی انتقال دارد. سایر ماشین ها از ارسال اطلاعات خودداری می کنند. اگر دو یا چند ماشین، هم زمان بخواهند عمل انتقال را انجام دهند، برای جلوگیری از این وضعیت، نیاز به یک راهکار داوری است. این راهکار داوری ممکن است متمرکز یا توزیع شده باشد. IEEE 802.3 که اترنت نامیده می شود، شبکه ی پخشی خطی با کنترل غیر متمرکز است که در ۱۰ مگابیت در ثانیه تا ۱۰۰ گیگابیت در ثانیه عمل می کند. کامپیوترها در اترنت، هر وقت که بخواهند، می توانند عمل انتقال را انجام دهند. اگر دو یا چند بسته با هم برخورد کنند، هر کامپیوتر فقط در یک زمان تصادفی منتظر می ماند و مجددا تلاش می کند.

سیستم پخش نوع دوم حلقوی است. در حلقه، هر بیت دور خودش انتقال می‌یابد و منتظر بقیه‌ی بیت-هایی که متعلق به آن بسته هستند نمی‌ماند. هر بیت، در مدت زمانی که برای انتقال تعدادی از بیت‌ها لازم است، حلقه را می‌پیماید (اغلب، قبل از این که بسته کاملاً منتقل شده باشد). همچون سایر سیستم-های پخش، برای دستیابی همزمان به حلقه، به راهکار داوری نیاز است. روش‌های گوناگونی مورد استفاده قرار می‌گیرند. IEEE 802.5، شبکه‌ی حلقوی است که با سرعت ۴ و ۱۶ مگابیت در ثانیه کار می‌کند.

شبکه‌های پخش، بر اساس چگونگی تخصیص کانال، می‌توانند با شبکه‌ی ایستا و پویا تقسیم شوند. تخصیص ایستا زمانی را به فواصلی تقسیم کرده الگوریتم نوبتی سازی را اجرا می‌کند، هر ماشین فقط وقتی که فاصله‌ی زمانی به وی اختصاص یافت، اجازه‌ی پخش دارد. در تخصیص ایستا، چنانچه حین اختصاص فاصله‌ی زمانی به یک ماشین، آن ماشین چیزی برای انتقال نداشته باشد، کل ظرفیت به هدر می‌رود. لذا اغلب سیستم‌ها کانال را به طور پویا تخصیص می‌دهند.

روش‌های تخصیص پویا برای کانال مشترک، متمرکز یا غیر متمرکزاند. در روش تخصیص متمرکز کانال، نهادی مثل داوری خط وجود دارد که نفر بعدی را مشخص می‌کند. برای این کار درخواست‌ها را می‌پذیرد و بر اساس الگوریتم‌های داخلی تصمیم می‌گیرد. در روش تخصیص غیر متمرکز کانال، نهاد مرکزی وجود ندارد، هر ماشین باید خودش تصمیم بگیرد که انتقال صورت گیرد یا خیر. ممکن است تصور شود که این کار موجب آشوب گردد، اما این طور نیست.



شکل ۲ دو شبکه‌ی پخش. (الف) خطی. (ب) حلقوی.

شبکه های شهری

شبکه‌ی شهری یا MAN یک شهر را تحت پوشش دارد. بهترین مثال شبکه‌ی شهری، شبکه‌ی تلویزیون کابلی است. این سیستم ناشی از رشد سیستم‌های آنتنی اولیه است که برای مناطقی که دریافت برنامه‌های تلویزیونی دشوار بود، استفاده شده است. در این سیستم‌های اولیه، یک آنتن بزرگ در بالای تپه‌ای نصب می‌شد و سیگنال‌ها به خانه‌های مشترکین ارسال می‌شد.

در آغاز، این سیستم‌ها به طور محلی طراحی شده‌اند. سپس شرکت‌هایی وارد تجارت شدند و از مسئولین شهر اجازه گرفتند تا کل شهر را سیم‌کشی کنند. مرحله‌ی بعدی، تهیه‌ی برنامه‌های تلویزیونی بود و حتی تمام کانال‌ها فقط برای کابل‌ها طراحی شدند. اغلب این کابل‌ها اختصاصی بودند، مثل اخبار، ورزش‌ها، آشپزی، باغ داری و غیره. اما در دهه‌ی ۱۹۹۰ فقط برای دریافت برنامه‌های تلویزیونی اختصاص یافتند.

وقتی اینترنت طرفداران زیادی پیدا کرد، گردانندگان شبکه‌ی تلویزیونی کابلی به این نتیجه رسیدند که با تغییراتی در سیستم، می‌توانند در بخش‌های بلااستفاده‌ی طیف، خدمات دو طرفه‌ی اینترنت را ارائه کنند. از آن زمان، سیستم تلویزیون کابلی از حالت پخش تلویزیونی به شبکه‌ی شهری گرایش پیدا کرد.

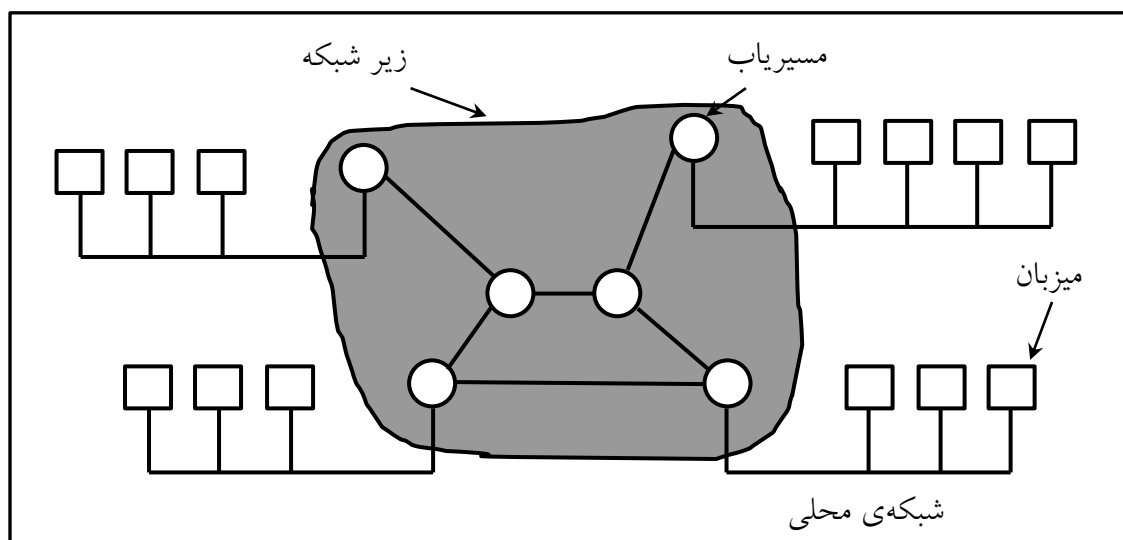
تلویزیون کابلی، تنها شبکه‌ی شهری نیست. توسعه‌های اخیر در دستیابی سریع و بی‌سیم به اینترنت، شبکه‌ی شهری دیگری را ایجاد کرد که به صورت استاندارد IEEE 802.16 در آمد.

شبکه های گسترده

شبکه‌ی گسترده (WAN)، ناحیه‌ی جغرافیایی وسیعی را در بر می‌گیرد (کشور یا قاره). این شبکه کامپیوترهای متعددی برای اجرای برنامه‌های کاربر دارد. این ماشین‌ها را میزبان می‌گوییم. مشتریان (مثل کامپیوترهای شخصی افراد)، مالک میزبان‌ها هستند. در حالی که مالک زیر شبکه‌های ارتباطی، شرکت مخابرات یا تامین‌کننده‌ی خدمات اینترنت (ISP) هستند. میزبان‌ها با زیر شبکه‌ی ارتباطی یا به طور اختصار، زیر شبکه به یکدیگر متصل شده‌اند. کار زیر شبکه حمل پیام از میزبان به میزبان است، دقیقاً مانند سیم تلفن که کلمات را از گوینده به گیرنده حمل می‌کند. با تفکیک جنبه‌های ارتباطی واقعی شبکه (زیر شبکه) از جنبه‌های کاربردی (میزبان‌ها)، طراحی شبکه ساده شده است.

در اغلب شبکه‌های گسترده، زیر شبکه از دو مولفه‌ی مجزا تشکیل می‌شود: خطوط انتقال و عناصر راه-گزینی. خطوط انتقال بیت‌ها را بین ماشین‌ها منتقل می‌کنند. این‌ها از سیم‌های مسی فیبر نوری یا خطوط انتقال رادیو تشکیل شده‌اند. عناصر راه‌گزینی، کامپیوترهای ویژه‌ای هستند که برای اتصال دو یا چند خط انتقال به کار می‌روند. وقتی داده‌ها به خط ورودی می‌رسند، عناصر راه‌گزینی باید خط خروجی را برای پیشروی آن‌ها انتخاب کنند. این کامپیوترها در گذشته به نام‌های مختلفی خوانده می‌شدند ولی اکنون بیشتر به نام مسیریاب خوانده می‌شوند.

در این مدل (شکل ۳) هر میزبان به یک شبکه‌ی محلی وصل است که بر روی آن یک مسیریاب وجود دارد. البته در بعضی از موارد، میزبان می‌تواند مستقیماً به مسیریاب متصل شود. مجموعه‌ای از خطوط ارتباطی و مسیریاب‌ها (اما نه میزبان‌ها)، زیر شبکه را تشکیل می‌دهند.



شکل ۳ ارتباط بین میزبان‌ها و زیر شبکه

جا دارد که در مورد عبارت "زیر شبکه" بحث بیشتری ارائه شود. در آغاز، تنها معنی آن، مجموعه‌ای از مسیریاب‌ها و خطوط ارتباطی بود که بسته‌ها را از میزبان منبع به میزبان مقصد منتقل می‌کرد. اما، چند سال بعد در ارتباط با آدرس دهی شبکه معنی دیگری پیدا کرد. متأسفانه، جایگزین خوبی برای معنی اول آن وجود ندارد، لذا هر دو معنی از آن استنباط می‌شود. از معنای آن می‌توان فهمید که کدام معنی از این عبارت مد نظر است.

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

[۱] آندرواس. تنباوم - عین الله جعفر نژاد قمی، شبکه های کامپیوتری، چاپ هفتم، انتشارات علوم

رایانه، ۱۳۸۷

[2] Microchip, "ENC424J600/624J600" Data Sheet

[3] WinPcap documentation, <http://www.winpcap.org/docs/default.htm>

[4] Fairchild semiconductor, "H11L1M, H11L2M, H11L3M 6-Pin DIP Optocoupler" Datasheet

[5] NXP, "74LVC245A; 74LVCH245A" Datasheet

[6] Fairchild Semiconductor, "74AC245, 74ACT245 Octal Bidirectional Transceiver with 3-STATE Inputs/Outputs" Datasheet

[7] ST Microelectronics, "LFxxAB LFxxC Very low drop voltage regulators with inhibit" Datasheet

[8] Altera, Cyclone II Device Handbook

[9] ATMEL, "8-bit Microcontroller with 32K Bytes In-System Programmable Flash ATmega32 ATmega32L" Datasheet

[10] National Semiconductor, LM1117/LM1117I 800mA Low-Dropout Linear Regulator

[11] YCL, "RJ000002 LAN 10/100BASE T Power over Ethernet RJ45 Jack With Magnetic + LED module for RoHS process" Datasheet

[12] Texas Instrimnts, "AM26LS31C QUADRUPLE DIFFERENTIAL LINE DRIVER" Datasheet

[13] Motorola, "QUAD EIA-422/423 Line Reciever with Three-State Outputs", AM26LS32 Datasheet