فصل سوم

آشنایی با نرم افزار شبیه سازی و تست

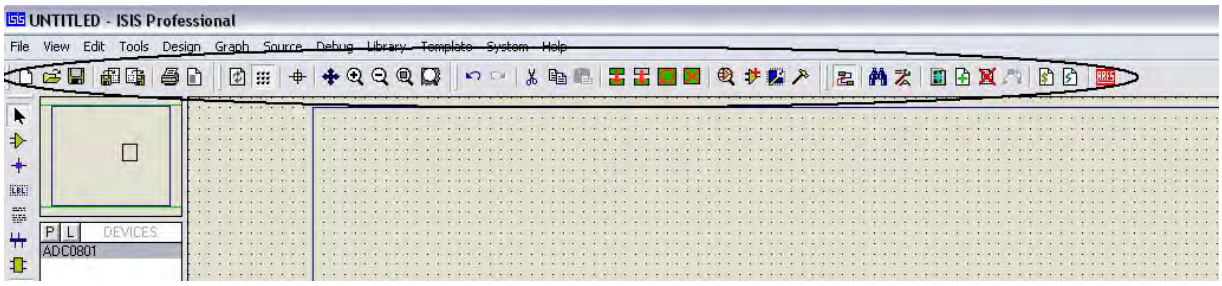
Proteus

مقدمه

نرم افزار Proteus یک شبیه ساز مخصوص ابزارهای الکترونیک است و قادر به شبیه‌سازی میکروکنترلرها، مدارهای مجتمع و مبدل‌ها، مدارات آنالوگ، دیجیتال و ... می‌باشد و به دلیل قدرت بالا و سادگی کار با آن، دارای محبوبیت خاصی در شبیه‌سازی و پیاده سازی مدارات می‌باشد. در این بخش سعی شده است تا اصول اولیه برای پیاده سازی مدارات دیجیتال شرح داده شود. ابتدا به توضیح بخشهای مختلف که در صفحه نمایش وجود دارند خواهیم پرداخت.

نوار ابزار دستورات

ابزارهایی که به صورت پیش فرض در بالای صفحه نمایش واقع شده‌اند و مسیری میانبر برای دستیابی به دستورات موجود در منوی File ، Edit می‌باشند را تحت عنوان نوار ابزار دستورات می شناسیم.



شکل (۳-۱). نوار ابزار دستورات در نرم‌افزار پروتئوس

دراین نوار ابزار، آیکن‌هایی جهت دسترسی سریع و آسان به مواردی فراهم شده است که معمولا زیاد بکار برده می‌شود. تمامی این موارد در داخل منوهای نرم‌افزار نیز موجود و قابل استفاده هستند. بعلت سادگی استفاده، معمولا کاربران ترجیح می‌دهند از این نوار ابزار استفاده نمایند. در ادامه به توضیح بعضی از این آیکن‌ها خواهیم پرداخت:

new File : ایجاد یک طراحی جدید.

Open Design : باز کردن فایل طراحی از حافظه.

Save Design: ذخیره کردن طراحی در حافظه.

Import Section: وارد کردن قسمتی از طرح که قبلاً ذخیره شده.

Export Section: ذخیره کردن قسمتی از مدار که انتخاب شده است.

Print Design: چاپ کردن مدار طراحی شده.

Mark Output Area: انتخاب قسمتی که قصد چاپ آن را داریم.

Refresh: تازه کردن کردن شماتیک.

Toggle Grid : چنانچه به صفحه نگاه کنید ، نقطه چین است. با استفاده از این دکمه می‌توان نمایش نقطه چین ها را فعال یا غیر فعال کرد.

Toggle False Origin: برای مشخص کردن مبدا جدید از این کلید استفاده می شود. به این صورت که ابتدا کلید را فشار می‌دهیم و سپس با کلیک چپ در نقطه دلخواهی از صفحه مبدا جدید را تعیین می کنیم.

Center At Cursor : با کلیک روی این دکمه و کلیک روی قسمت دلخواهی از صفحه می توانیم روی قسمت مورد نظر متمرکز شویم.

Zoom In: بزرگ کردن شماتیک.

Zoom Out: کوچک کردن شماتیک.

Zoom To View Entire Sheet: چنانچه قبلاً از Zoom استفاده کرده باشیم ، با کلیک روی این دکمه تمام صفحه نشان داده می شود.

Zoom To Area: برای Zoom کردن روی قسمت خاصی از این کلید استفاده می شود.

Undo Changes: برای برگرداندن طرح به نقشه یک مرحله قبل.

Redo Changes: برای تغییر طرح به نقشه یک مرحله جلوتر.

Cut To Clipboard: می توان با این کلید قسمتی از مدار را برید.

Copy To Clipboard: می توان با این کلید قسمتی از مدار را کپی کرد.

Paste From Clipboard: میتوان با این کلید قسمتی از مدار را که قبلاً بریده یا کپی شده را جاگذاری کرد.

Block Copy: این کلید قسمتی از مدار را که انتخاب شده کپی کرده و در اختیار ما می‌گذارد تا آن را به هر تعداد که مورد نیاز است، جاگذاری کنیم.

Block Move: این کلید قسمتی از مدار را که انتخاب شده بریده و در اختیار ما قرار می دهد تا در قسمت دلخواه جاگذاری کنیم.

Block Rotate: اگر بخواهیم قسمتی از مدار را بچرخانیم، آن قسمت را انتخاب کرده و این کلید را فشار می‌دهیم. پنجره جدیدی باز می شود که درجه چرخش را از ما سوال می‌کند.

Block Delete: با این کلید می‌توان قسمتی از مدار را که انتخاب کردیم پاک کرد.

Pick Parts From Libraries: برای انتخاب قطعه از کتابخانه استفاده می‌شود.

Make Device: مجموعه‌ای از قطعات انتخاب شده را به صورت یک بسته در آورده و به کتابخانه اضافه می‌کند.

Packaging Tool: می‌توان با استفاده از این کلید پکیج‌های قطعات موجود را تغییر داد.

Decompose: با فشار دادن این کلید می‌توانیم در شکل قطعاتی که انتخاب شده تغییراتی ایجاد کنیم.

Toggle Wire Auto router: چنانچه فعال باشد می توان به صورت خودکار سیم کشی کرد.

Search Tag Components: برای جستجو در شماتیک کشیده شده از این کلید استفاده می‌شود.

Design Explorer: با زدن این کلید پنجره Design Explorer باز می‌شود.

New “Root” Sheet: برای ایجاد یک شیت جدید از این کلید استفاده می‌شود.

Remove/Delete Sheet: برای پاک کردن یک شیت کاربرد دارد.

Exit To Parent Sheet: با استفاده از این کلید به شیت اصلی می رویم.

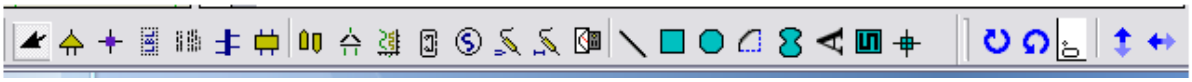
View Bom Report: لیستی از المان ها و توضیحات مدار را نشان می‌دهد.

View Electrical Report: گزارش الکتریکی مدار را نشان می‌دهد.

Netlist Transfer To Ares: این کلید شماتیک طراحی شده را به قسمت طراحی PCB می برد.

نوار ابزار انتخاب حالت[۲۰]

این نوار ابزار دستورات در گوشه چپ صفحه نمایش قرار دارد و عملیات انجام شده بر روی پنجره ویرایش را کنترل می‌نماید.



شکل (۳-۲). نوار ابزار انتخاب حالت در نرم‌افزار پروتئوس

(Selection Mode) برای انتخاب المان ها این کلید باید فعال باشد.

[۲۰] Mode Selector Toolbars

(Component Mode) برای اضافه کردن المان به مدار این کلید باید فعال باشد.

(Junction Dot Mode) برای ایجاد انشعاب در سیم کشی می‌توان از این کلید هم استفاده کرد.

(Wire Label Mode) برای برچسب گذاشتن روی سیم ها از کلید استفاده می‌شود.

(Text Scrip Mode) جهت نوشتن متن داخل صفحه می‌توان از این کلید استفاده کرد.

(Buses Mode) برای کشیدن باس باید این کلید فعال باشد.

(Sub-circuit Mode) جهت استفاده از المان هایی مانند تغذیه و زمین از این کلید استفاده می‌شود.

(Terminals Mode) برای استفاده از ترمینال های مختلف از این کلید استفاده می‌شود.

(Device Pins Mode) برای استفاده از پین های مختلف از این کلید استفاده می‌شود.

(Graph Mode) برای استفاده از گراف ها جهت رسم سیگنال های دلخاه مدار از این کلید استفاده می‌شود.

(Tape Recorder Mode) برای ضبط کردن یا پخش کردن سیگنال درون مدار از این کلید استفاده می‌شود.

(Generator Mode) برای استفاده از سیگنال ژنراتور های مختلف از این کلید استفاده می‌شود.

(Voltage Probe Mode) پروب ولتاژ.

(Current Probe Mode) پروب جریان.

(Virtual Instruments Mode) برای استفاده از تجهیزات مجازی همچون اسکوپ ، سیگنال ژنراتر ، آمپرمتر ، ولـت متـر و غیره باید این کلید فعال باشد.

(2D Graphics Line Mode) برای کشیدن خط از این کلید استفاده می‌شود.

(2D Graphics box Mode) برای کشیدن مستطیل از این کلید می‌توان استفاده کرد.

(2D Graphics Circle Mode) برای رسم یک دایره از این کلید استفاده می کنیم.

(2D Graphics Arc Mode) جهت کشیدن کمان دلخواه از این کلید استفاده می کنیم.

(2D Graphics Closed Path Mode) برای ایجاد یک شکل بسته دلخاه از این کلید استفاده می‌شود.

(2D Graphics Text Mode) برای نوشتن متن در جای دلخاه صفحه می‌توان از این کلید استفاده کرد.

(2D Graphics Symbols Mode) برای گذاشتن نماد ها از کتابخانه مربوط باید این کلید فعال باشد.

(2D Graphics Markers Mode) می‌توان به این وسیله یک علامت در جای دلخواه صفحه گذاشت.

(Rotate Clock-Wise) قطعه را ۹۰ درجه در جهت ساعتگرد می چرخاند.

(Rotate Anti-Clock-Wise) قطعه را ۹۰ درجه درجهت پاد ساعتگرد می چرخاند.

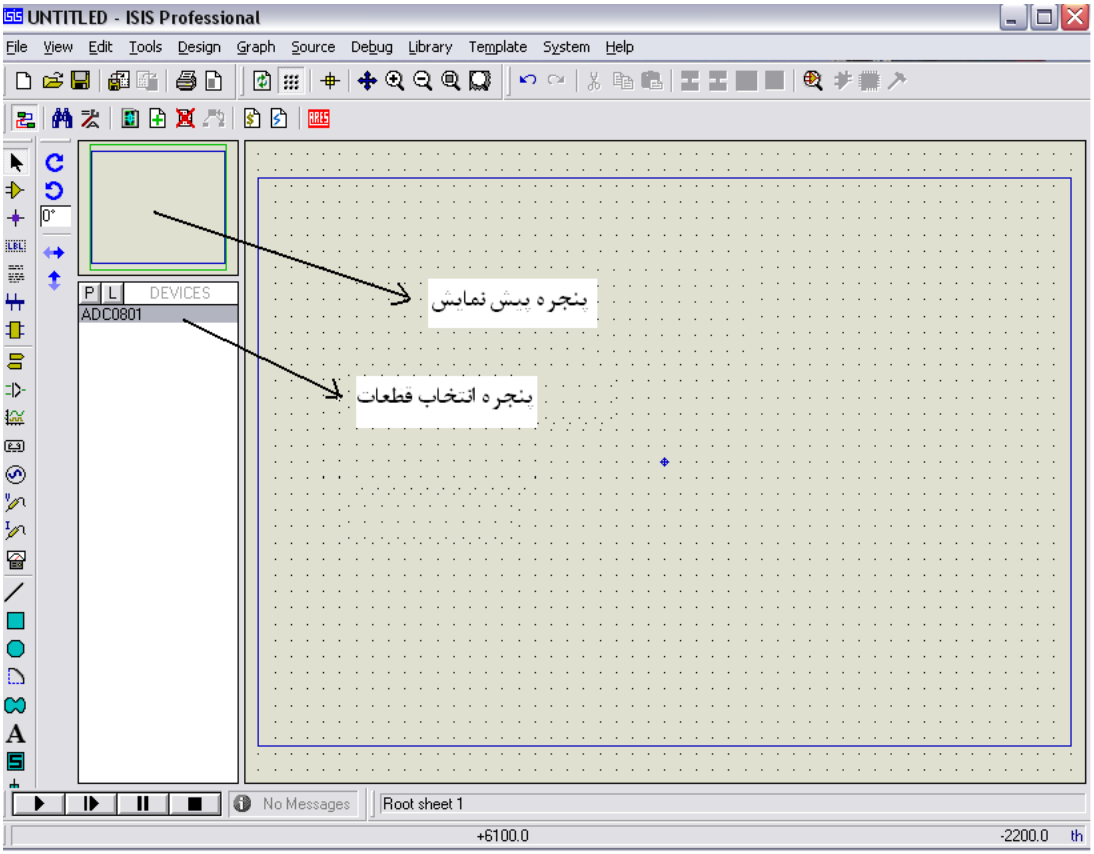
(X-Mirror) قطعه را نسبت به محور X می چرخاند.

(Y-Mirror) قطعه را نسبت به محور Y می چرخاند.

(Editing BOX) این نوار ابزار به شما این امکان را می‌دهد که زاویه دلخواه را جهت چرخش اعمال نمایید ، اما باید به خاطر داشته باشید که ISIS فقط زوایای متعامد را می پذیرد.

پنجره اصلی یا پنجره ویرایش[۲۱]

زمانی که ISIS را باز می کنید ، پنجره اصلی برنامه باز می‌شود که این پنجره از قسمت های مختلفی از جمله نوار ابـزار هـا ، پنجره ویرایش ، پنجره پیش نمایش و Object Selector تشکیل یافته است. پنجره Editing قسمت عمده ایـن پنجـره را بـه خـود اختصاص می‌دهد. این پنجره امکان طراحی، ویرایش و شبیه سازی انواع مـدارهای آنـالوگ و دیجیتـال را در اختیـار کـاربر قـرار می‌دهد. این پنجره با یک Outline (به صورت پیش فرض آبی رنگ) مرزبندی شده است و اگر قطعـه ای خـارج از ایـن Outline قرار گیرد غیر فعال خواهد بود و کابر دیگر، نمی‌تواند قطعه مزبور را انتخاب و ویرایش نماید.



شکل (۳-۳). صفحه اصلی به همراه نوار ابزارها در نرم‌افزار پروتئوس

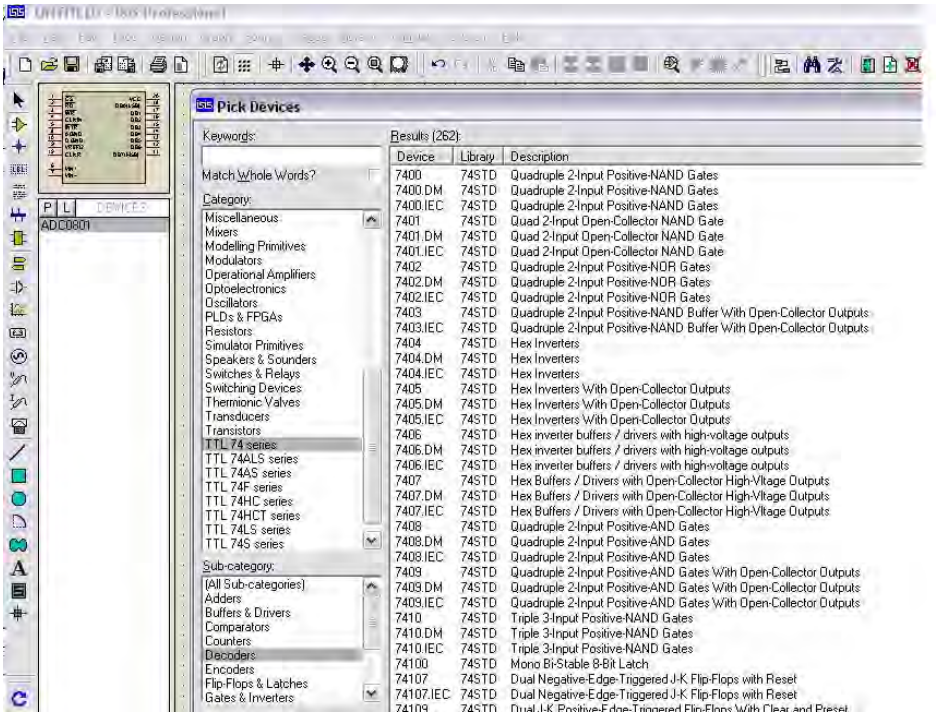
[۲۱] The Editing Window

پنجره پیش نمایش

این پنجره یک نمایش خلاصه از تمام طرح را نشان می‌دهد. در این پنجره ، رنگ آبی مایل به سبز حاشیه صفحه را مشخص می‌کند و حاشیه قرمز رنگ ناحیه ای از طرح جاری که در پنجره ویرایش قابل مشاهده است را نشان می‌دهد. بیشتر اوقات پنجره پیش نمایش برای پیش نمایش المان انتخابی برای جایگذاری استفاده می‌گردد. می‌توانید قبل از جایگذاری المان ، جهت دلخواه آن را با جهت مشاهده شده روی پنجره پیش نمایش مقایسه کرده و با استفاده از دستورات mirror و orientation جهت را به جهت مطلوب اصلاح نمایید. پنجره پیش نمایش پس از جایگذاری المان ، بطور اتوماتیک پاک خواهد شد.

پنجره انتخاب قطعات

برای انتخاب قطعه ای باید آن قطعه را از کتابخانه فرا خوانی نمایید که این کار را از طریق بخش Devices از بخش انتخابگر قطعات می‌توان انجام داد. قطعات با توجه به طبقه بندی قطعات الکترونیک بصورت تفکیک شده موجود است.



شکل(۳-٤). پنجره انتخاب قطعات در نرم‌افزار پروتئوس

برای برقرار کردن اتصالات کافی است تا نوک موس خود را در ابتدا یا انتهای Pinهای هر المان قرار دهید. علامت ضربدر ایجاد شده در نوک موس، نشان از قرار گرفتن موس بر روی Pin ورودی یا خروجی المان دارد. در صورتی که قصد انصراف از برقراری اتصال یا Wiring را دارید، کلیک راست کرده و یا دکمه Esc را فشار دهید.

شکل(۳-۵). نحوه نمایش المان مقاومت در نرم‌افزار پروتئوس در هنگام برقراری اتصال

نکته دیگری که در رسم مدار به آن نیاز خواهید داشت، زمین ها و Vccها می‌باشند. برای انتخاب آنها می‌توانید از گزینه Inter-Sheet Terminal استفاده کنید.

شکل(۳-۶). نحوه تعیین زمین و VCC در نرم‌افزار پروتئوس

برای تغییر دادن مقادیر مقاومتها، خازنها و یا منابع ولتاژ کافی است بر روی عنصر مورد نظر دوبار کلیک کرده و در صفحه مربوط به مشخصات آن عنصر، مقدار مورد نظر را وارد کنید.

شکل(۳-۷). نحوه تغییر مقادیر المان در نرم‌افزار پروتئوس

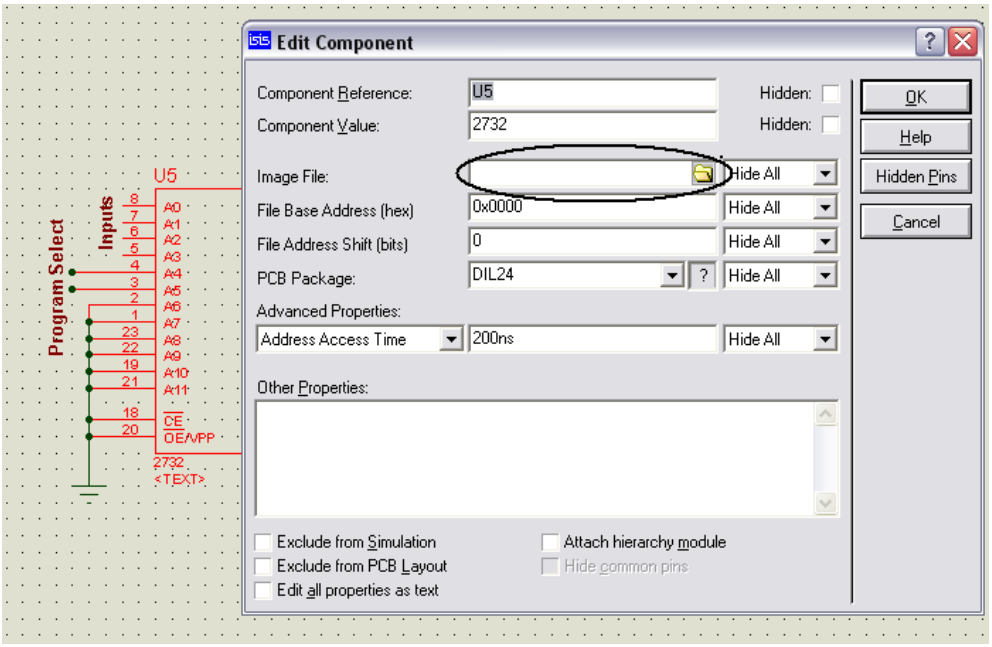
اجرا و شبیه سازی

بعد از طراحی مدار مورد نظر و دیدن نتیجه از بخش پایین صفحه اصلی که در شکل (۳-۳) نمایش داده شده است، برنامه را اجرا و کنترل نمایید.

شکل(۳-۸). دکمه‌های موجود در نرم‌افزار پروتئوس جهت اجرا و توقف

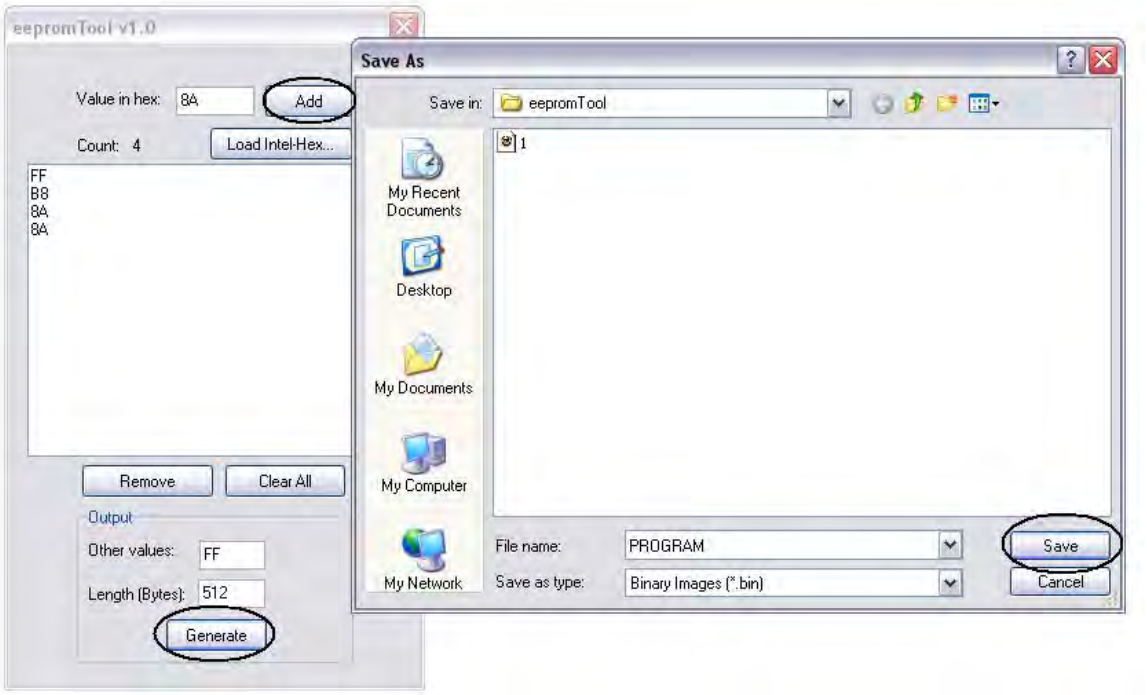
برنامه ریزی حافظه E^2PROM

در طراحی میکروپروسسور از آی سی ۷۴۳۲ به عنوان حافظه و برای ذخیره کردن برنامه ها استفاده شده است. بنابراین برای شبیه سازی این آی سی نیاز به برنامه ریزی آن دارید. برای انجام این کار در Proteus ، در قسمت مشخصات مربوط به هر میکروکنترلر و یا عنصر حافظه ای، گزینه‌ای وجود دارد که با انتخاب آن می‌توانید یک فایل را به عنوان محتویات اولیه حافظه E^2PROMمیکروکنترلر به Proteus معرفی نمایید. در شکل زیر می‌توانید این گزینه را برای آی‌سی ۷۴۳۲ مشاهده کنید.



شکل(۳-۹). نحوه تعریف یک المان موجود در حافظه در نرم‌افزار پروتئوس

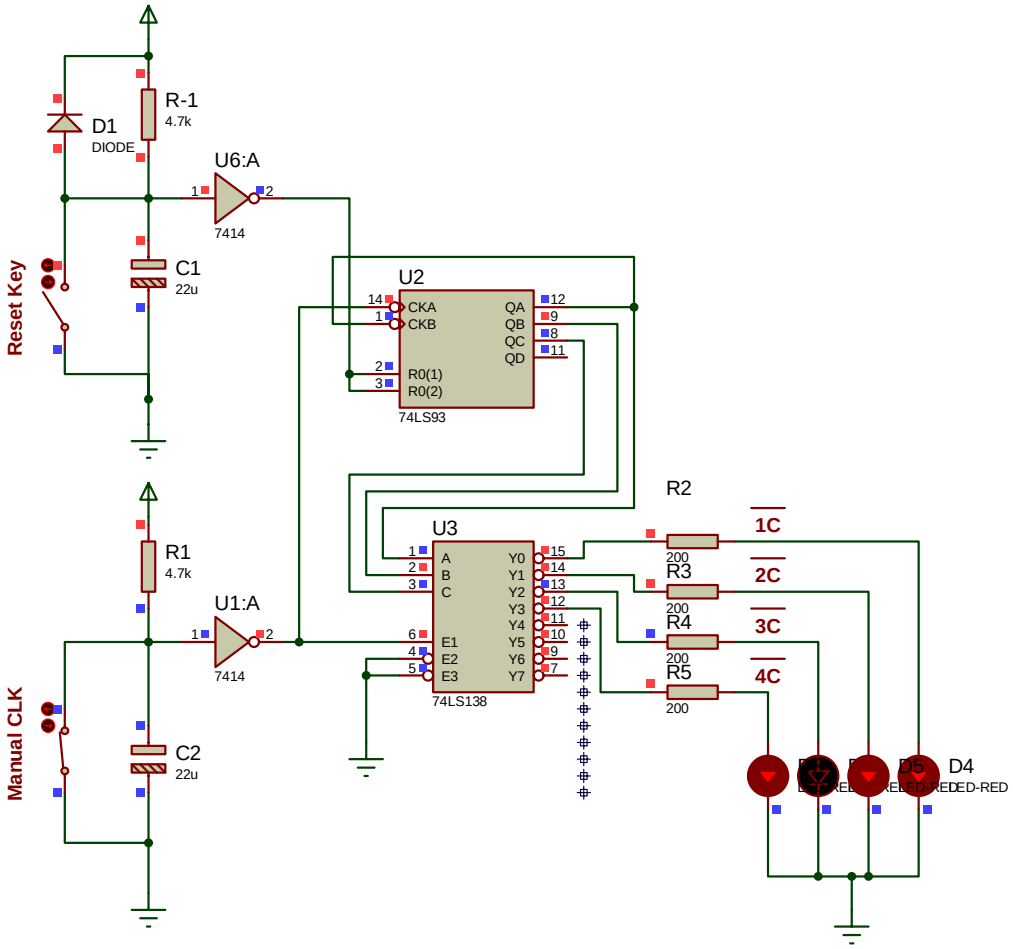
با استفاده از برنامه EEPROM-TOOL می‌توانید فایل های hex خود را به فرمت بـاینری قابـل اسـتفاده در Proteus تبـدیل نمایید. فرض کنید می‌خواهیم جهار بایت از حافظه با مقادیر نشان داده شده در شکل ۰۰ برنامه ریزی شوند. توجه کنیـد از طریـق دکمه‌های Add و Remove می‌توانید بایت‌هایی را اضافه کرده و یا حذف کنید. در پایان انـدازه کـل حافظـه EEPROM-TOOL را در قسمت Length وارد کرده (به بایت) و در قسمت Other values نیز مقداری را که می‌خواهیـد بـه عنـوان مقـدار پـیش فـرض قسمت‌های اشغال نشده EEPROM-TOOL در آن ذخیره شود را به فرمت عدد مبنای شانزده وارد نماید. دکمه Generate را فشار داده و داده‌ها را در فایل موردنظر ذخیره نمایید. اکنون می‌توانید این فایل را در Proteus بصورتی که قبلاً توضیح داده شد، انتخـاب نموده و پروژه خود را شبیه‌سازی نمایید.



شکل(۳-۱۰). نحوه تعریف مقادیر حافظه و ذخیره آن در نرم‌افزار پروتئوس

پیاده سازی یک مدار نمونه

به عنوان مثال، مدار مولد سیگنال سیکل ماشین که در آزمایش ۸ از فصل اول مورد استفاده قرار گرفته است، در شکل زیر نشان داده شده است.



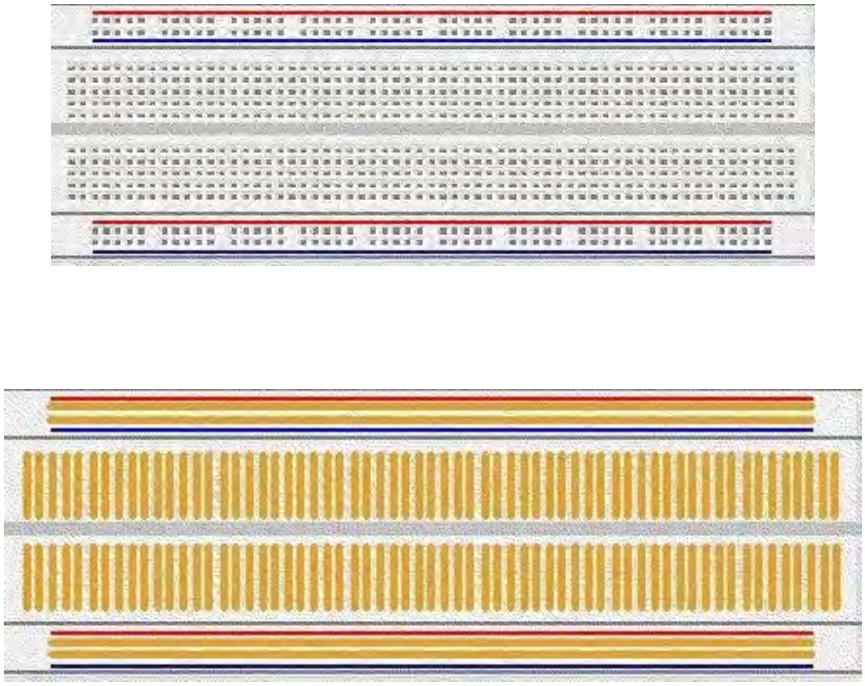
شکل(۳-۱۱). نحوه تعریف و ترسیم مدار مربوط به آزمایش ۸ در نرم‌افزار پروتئوس

فصل چهارم

آشنایی با برخی از تجهیزات و آی‌سی‌های مورد استفاده در آزمایشگاه

برد بورد

برد بورد[۲۲] از تعداد زیادی سیم ردیف شده‌ی فلزی (معمولا مسی) ساخته شده است، که در زیر بورد ردیف شده‌اند. ردیف‌های فلزی همانند شکل زیر با هم موازی هستند. این ردیف‌ها سوراخ‌های روی بورد را به هم متصل می‌نمایند که باعث آسان‌تر شدن اتصال قطعات برای ساخت مدارها می‌شود. برای استفاده از بردبورد پایه‌های قطعات را در حفره‌های آن فرو کنید. هر حفره به یکی از ردیف‌های زیر بورد متصل شده است.

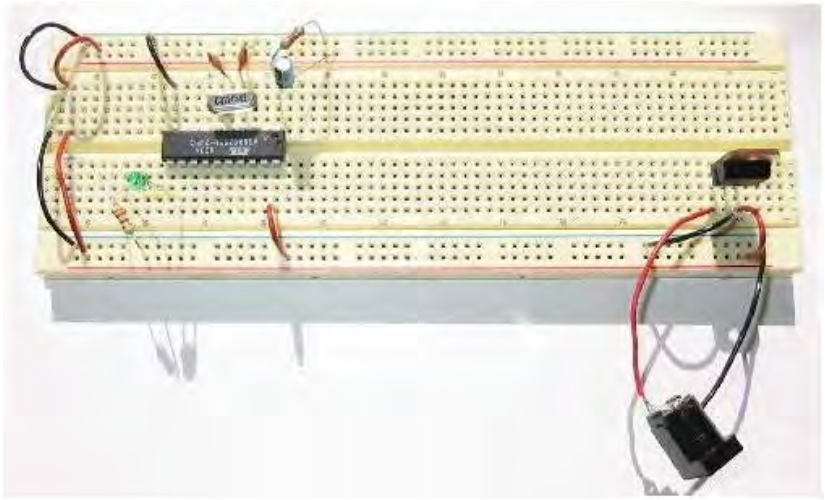


شکل (٤-١). تصویر بردبورد و نحوه اتصالات موجود در آن

هر سیم تشکیل یک گره می‌دهد، گره نقطه‌ای از مدار است که دو قطعه به هم اتصال می‌یابند. اتصال بین قطعات مختلف با قرار دادن پایه‌ی آن‌ها در گره مشترک تشکیل می‌شود. روی برد بورد، گره سطری از حفره‌هایی است که توسط ردیف فلزی اتصال یافته است. سطر های بالا و پایین معمولا برای اتصال منابع تغذیه استفاده می‌شود. باقی مدار توسط قرار دادن قطعات و اتصال آنها با یکدیگر توسط سیم ها تشکیل می‌شود. چیپ هایی که پایه های زیادی دارند (آی‌سی ها) را در وسط بورد قرار دهید و نیمی از پایه ها را روی یک طرف و نیمی دیگر را روی طرف دیگر قرار دهید. برای درک بهتر مطلب به شکل زیر توجه

[۲۲] Bread Board

نمایید. سوراخهای قرار گرفته درنیمه بالایی برد بطور عمودی بهم متصل هستند و می‌توان پایه‌های عناصر مختلفی که باید بهم متصل باشند را در سوراخهای عمودی قرار داد و مدار را بست.

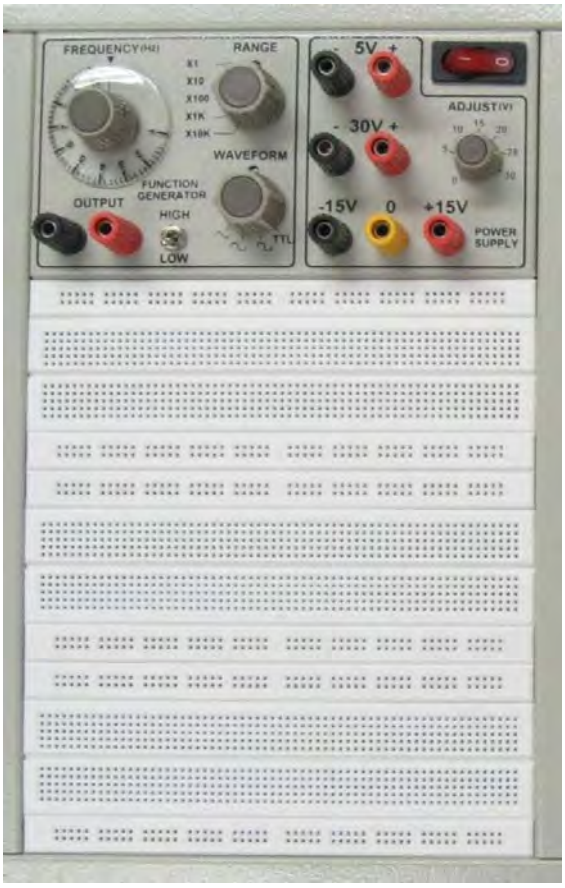


شکل (٤-٢). یک روش معمول در نصب آی‌سی‌ها و ارتباطات آنها

در برد دیجیتال موجود در آزمایشگاه معمولاً سه برد بورد موجود است که دانشجویان می‌توانند در صورت نیاز برای بستن مدارها یا تست قطعات از آنها استفاده نمایند . در شکل زیر این بردها قابل مشاهده هستند.

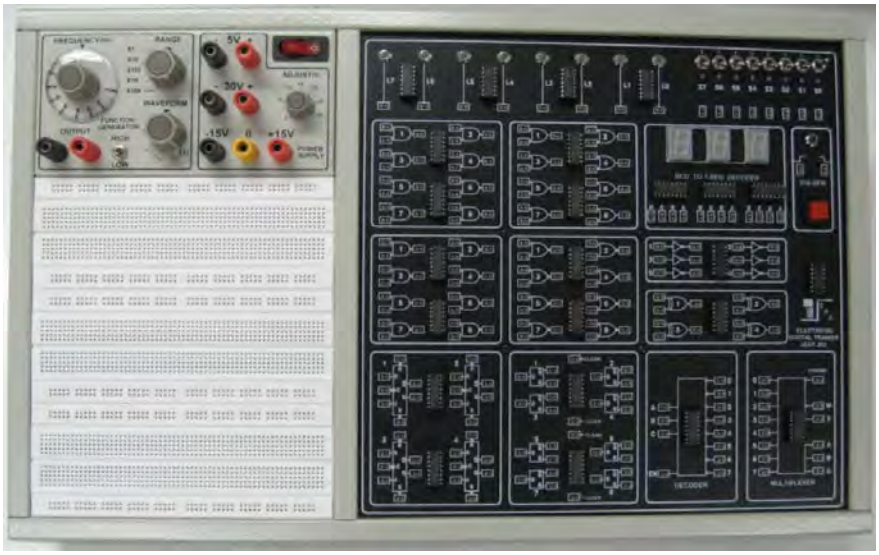
برد آموزشی دیجیتال

بردهای آموزشی موجود در آزمایشگاهای دیجیتال دانشگاه پیام‌نور در سراسر کشور مشابه و یکسان است. این بردها دارای منابع تغذیه، مولد پالس مربعی ، سینوسی و مثلثی است. بنابراین نیازی به استفاده از سیگنال ژنراتور برای تولید سیگنالهای با شکل موج‌ها و فرکانسهای متفاوت نمی‌باشد. برای انجام آزمایشات این درس، می‌توان از برد بوردها برای نصب آی‌سی‌ها، مقاومتها، خازنها و سایر المانهای الکتریکی استفاده کرد. در شکل (٤-٣) نحوه قراگیری بردبوردها،منابع تغذیه و مولد موجهای مربعی، سینوسی و دندانه اره‌ای مشاهده می‌شود.



شکل (٤-٣). نحوه قرار گرفتن بردبوردها، منابع تغذیه و مولد موج در بردهای آزمایشگاه

در بردهای موجود در آزمایشگاه، تمامی اتصالات از زیر برقرار شده و دانشجو نیازی به بستن کل مدار و همه سیم‌کشی‌ها ندارد. تنها آی‌سی‌های مورد نیاز و سرهای اتصال ورودی و خروجی آنها بر روی برد و در اختیار دانشجویان قرار گرفته‌اند. این برد دارای امکانات دیگری همچون برد بورد، نمایشگر هفت قطعه‌ای، سوئیچ ها و تعدادی LED می‌باشد که انجام آزمایشها را سریعتر و مفهوم‌تر خواهد کرد. جهت اطلاع بیشتر، در شکل (٤-٤) تمامی قسمتهای این برد قابل مشاهده هستند.



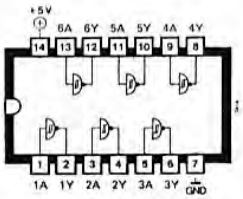
شکل(٤-٤).تصویری از کل برد موجود در آزمایشگاه

در شکل(٤-٤) تصویری از کل برد قابل مشاهده است که سمت چپ آن بردبورد وسمت راست گیت‌های مختلف منطقی هستند. تمامی آزمایشهای فصل دوم توسط این برد و گیتهای موجود بر آن قابل پیاده‌سازی هستند. برای کار با آی‌سی‌هایی که در مجموعه گیتهای سمت راست موجود نیستند، می‌توان آنها را بر روی برد بورد سمت چپ نصب و استفاده کرد.

در ادامه این فصل مشخصات آی‌سی‌های بکار رفته در آزمایشها بطور مختصر آورده شده‌اند.

آی‌سی ۷٤۱٤ :

این آی‌سی دارای شش عدد گیت معکوس کننده اشمیت تریگر است که ترتیب قرار گرفتن آنها در آی‌سی در شکل (٤-٥) نشان داده شده است.



Description:
This package contains six Schmitt-trigger inverters.

Mode of operation:
All six inverters can be used independently of one another.
For each inverter, if an input is low, the output will be high and vice versa.
The internal hysteresis makes the device ideal for noisy or slowly changing input signals. In addition, it is also suitable for debouncing or conditioning inputs from switch contacts and for astable or monostable circuits.
If the input voltage is rising in a positive direction, the output will change at 1.7 V. If the input voltage is moving in the negative direction, the change takes place at 0.9 V. For this reason, the hysteresis, or the "dead band" is 0.8 V. This is temperature-compensated internally.
The pinout is compatible with the 7404.

Application:
Level detection and pulse shaping, use in systems with noisy signals, monostable and astable multivibrators, implementation of inverter functions.

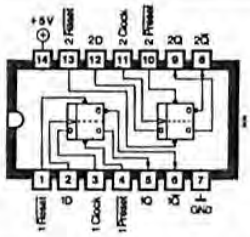
Data:									
Propagation delay	ns	15	8		5			15	
Hysteresis	V	0.8	0.8		0.8			0.8	
Supply current	mA	30	12		18			10	
Families:		Std	ALS	AS	F	H	L	LS	S
		●	●		●			●	

Hex Schmitt-trigger INVERTER

7414

آی‌سی ۷٤۷٤:

این آی‌سی دارای دو فلیپ فلاپ نوع D است که دارای پایه‌های clear و preset نیز می‌باشد. در جدولی که در پایین دیـده مـی-شود، رفتار این فلیپ فلاپ به ازای ورودی‌های مختلف قابل مشاهده است.



Description:
This package contains two D-type positive-edge-triggered flip-flops with separate preset and clear inputs.

Mode of operation:
Each flip-flop can be used independently.
Data at the D-input is transferred to output Q (and inverted to output $\overline{Q}$) whenever the clock input changes from low to high. Until this rising clock edge occurs, no change of data at the D-input will result in a change in the output.
If D is high, Q goes high and $\overline{Q}$ goes low when triggered by the clock pulse.
If D is low, Q goes low and Q goes high when triggered by the clock pulse.
Data on the D-input can be changed at any time. What counts is the level at the moment that the clock goes from low to high. This state is then latched.
For normal operation, the $\overline{\text{Preset}}$ and $\overline{\text{Reset}}$ inputs should be held high. If the $\overline{\text{Reset}}$ input is taken low, Q goes low and $\overline{Q}$ goes high. If the Preset input is taken low, Q immediately goes high and $\overline{Q}$ goes low. These two inputs should never be low simultaneously, since an unstable state is created which is not retained once $\overline{\text{Preset}}$ and $\overline{\text{Reset}}$ become inactive (high).

Inputs				Outputs	
$\overline{\text{Preset}}$	$\overline{\text{Reset}}$	Clock	D	Q	$\overline{Q}$
L	H	X	X	H	L
H	L	X	X	L	H
L	L	X	X	H*	H*
H	H	↑	H	H	L
H	H	↑	L	L	H
H	H	L	X	no change	
H	H	H	X	no change	
H	H	↓	X	no change	

* unstable state

Application:
Registers, counters, control circuits

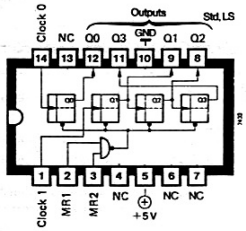
Data:									
Minimum guaranteed clock frequency	MHz	15	34	105	100	35	2.5	25	75
Propagation delay	ns	17	10	6	4	13	65	19	6
Supply current	mA	17	1.2	5	10	30	1.6	4	30
Families:		Std	ALS	AS	F	H	L	LS	S
		●	●	●	●	●	●	●	●

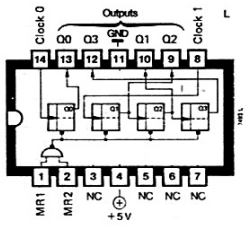
Dual D-TYPE FLIP-FLOP with preset and clear

7474

آی‌سی ۷۴۹۳ :

این آی‌سی یک شمارنده چهاربیتی باینری است به ازای هر پالس ورودی، محتویات آن یک شماره تغییر می‌کند. دارای دو ورودی ریست است و تنها در حالتی که هر دوی آنها در وضعیت High قرار داشته باشند، شمارنده ریست شده و مقدارش صفر خواهد شد. مشخصات بیشتر این شمارنده در شکل زیر قابل مشاهده است.





Description:
This package contains a divide-by-two and a divide-by-eight counter.

Mode of operation:
The device consists of 4 flip-flops which are connected internally to create one divide-by-two and one divide-by-eight counter.
All flip-flops have a common reset line controlled by two inputs MR1 and MR2. When both MR1 and MR2 are high the counters are cleared.
Flip-flop 1 is not internally connected to the other stages, thus providing a variety of counter sequences:

a) Counting to 16: Output Q0 is connected to the Clock 1 input. The input pulses are applied to the Clock 0 input and the divided symmetrical output signal is extracted at Q3. The device counts in binary code up to 16 (0-15), with the outputs returning to zero on the 16th clock pulse.
b) Divide by 2 and divide by 8: Flip-flop 1 is used as a 2:1 divider and flip-flops 2,3 and 4 are used as an 8:1 divider.The flip-flops are triggered on the negative-edge of the clock pulse. For normal counting, at least one of the two reset pins MR1 or MR2 must be taken low.

Reset inputs		Outputs			
MR1	MR2	Q0	Q1	Q2	Q3
H	H	L	L	L	L
L	H	Counting			
H	L	Counting			
L	L	Counting			

Application:
Counters and dividers 2:1, 8:1 and 16:1

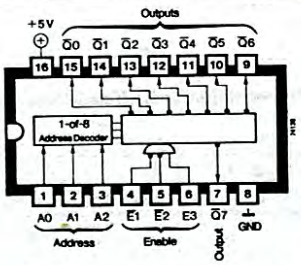
Data:									
Min. guaranteed clock frequency, flip-flop 1	MHz	32					3	32	
Min. guaranteed clock frequency, flip-flops 2-4	MHz	16					3	16	
Supply Current	mA	26					3.2	9	
Families:		Std	ALS	AS	F	H	L	LS	S
		●					●	●	

4-bit BINARY COUNTER

7493

آی‌سی ۷٤۱۳۸ :

این آی‌سی یک دیکودر ۳ به ۸ است. دارای سه ورودی و هشت خروجی است. هر خروجی تنها به ازای یک ترکیب مشخص ورودی فعال و بقیه خروجی‌ها غیر فعال هستند. خروجی فعال دارای منطق Low بوده و خروجی‌های غیرفعال منطق High دارند. آی‌سی سه ورودی فعالساز دارد که تنها با مقداردهی مناسب آنها آی‌سی فعال شده و بطور صحیح کار می‌کند در غیر اینصورت همه خروجی‌ها High و غیرفعال هستند.



Description:
This package contains a high-speed 3 line to 8 line decoder/demultiplexer with 3 enable inputs.

Mode of operation:
When a 3-bit code is applied to the three binary weighted address inputs (A0, A1 and A2), the $\overline{Q}$ output corresponding to this code goes low, while the other outputs remain high. However, this applies only if the enable inputs $\overline{E1}$ and $\overline{E2}$ are low and E3 is high.
The multiple enable inputs to this circuit permit the parallel expansion of the device to a 1 of 32 decoder requiring only four 74138s plus an inverter.
This package can also be used as a demultiplexer with 8 outputs, in which one of the $\overline{E1}$ or $\overline{E2}$ inputs (with active low) is used as a data input and the other enable inputs as strobe inputs. The unused enable inputs in this case must be taken to their corresponding active level with a high or low.

Enable inputs			Address inputs			Outputs							
E3	$\overline{E2}$	$\overline{E1}$	A2	A1	A0	$\overline{Q0}$	$\overline{Q1}$	$\overline{Q2}$	$\overline{Q3}$	$\overline{Q4}$	$\overline{Q5}$	$\overline{Q6}$	$\overline{Q7}$
X	H	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
X	X	H	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
L	X	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H
H	L	L	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H
H	L	L	H	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H
H	L	L	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H
H	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H
H	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L

Application:
Digital demultiplexing, address decoding, control decoding

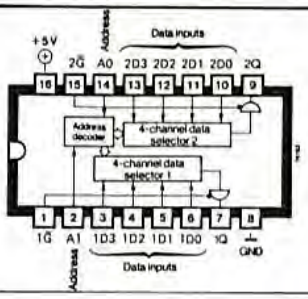
Data:									
Propagation delay	ns		13	5.8	5.8			22	8
Supply current	mA		6	5	13			13	49
Families:		Std	ALS	AS	F	H	L	LS	S
			●	●	●			●	●

3-to-8 LINE DECODER/DEMULTIPLEXER with inverted outputs

74138

آی‌سی ۷٤۱۵۳ :

این آی‌سی دارای دو عدد مالتی‌پلکسر ٤ به ۱ است که برای هر کدام دارای چهار ورودی و یک خروجی است. با اعمال سیگنالهای مناسب به دو ورودی آدرس A_0 و A_1 خط داده ورودی انتخاب شده و به خروجی منتقل می‌شود. آی‌سی دارای دو ورودی فعالساز مستقل از هم می‌باشد که برای فعالسازی هر یک از مالتی‌پلکسرها از آنها استفاده می‌شود.



Description:
This package contains two 1-of-4 data selectors with separate strobe inputs and common address inputs

Mode of operation:
The required input (D0 - D4) for both selectors is obtained by applying a binary address to the common Address inputs (A0 - A1). The signal at the selected input appears at the corresponding Q output in non-inverted form.
For normal operation, the Enable inputs (1G̅ 2G̅), which operate independently, are taken low. If an Enable input is taken high, the corresponding output goes low, regardless of the state of the other inputs.

Address inputs		Data inputs				Enable	Output
A1	A0	D0	D1	D2	D3	$\overline{G}$	Q
X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	X	X	X	L	L
L	L	H	X	X	X	L	H
L	H	X	L	X	X	L	L
L	H	X	H	X	X	L	H
H	L	X	X	L	X	L	L
H	L	X	X	H	X	L	H
H	H	X	X	X	L	L	L
H	H	X	X	X	H	L	H

Application:
Multiplexing, address decoding, serial data transmission.

Data:									
Propagation delay	ns	17	10	6.6	7			17	19
Supply current	mA	36	7.5	18.5	12			6	45

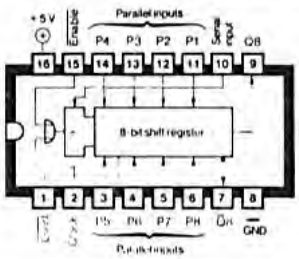
Families:	Std	ALS	AS	F	H	L	LS	S
	●	●	●	●		●	●	●

Dual 4-LINE-TO-1-LINE DATA SELECTOR/MULTIPLEXER

74153

آی‌سی ۷٤۱٦٥ :

این آی‌سی یک شیفت رجیستر ۸ بیتی است. وظیفه اصلی آن شیفت دادن اطلاعات موجود در آن به ازای هر کلاک پالس ورودی است. در لبه بالا رونده هر پالس ساعت، داده موجود در رجیستر یک واحد به راست جابجا می‌شود. این آی‌سی همچنین توانایی بار کردن یک داده چهاربیتی بصورت همزمان و در یک پالس ساعت را نیز داراست.



Description:
This package contains an 8-stage shift register with serial or parallel input and serial output.

Mode of operation:
For normal operation, the $\overline{\text{Enable}}$ input is held low. Each low-to-high transition (positive edge) of the clock pulse applied to the Clock input shifts the data one step to the right.
The shift register can be loaded with parallel data from inputs P1 through P8, by taking the $\overline{\text{Load}}$ input momentarily low. The load operation is independent of the clock pulse. Data present at the Serial input (pin 10) is entered into the register on each positive edge of the clock pulse.
The serial output is obtained at Q8 and inverted at $\overline{\text{Q8}}$.The Clock input can be disabled by taking the $\overline{\text{Enable}}$ input high. The Clock and $\overline{\text{Enable}}$ inputs may be swapped, because they form a 2-input OR gate.
The 74166 is a similar device with a $\overline{\text{Clear}}$ input.

Inputs			Function
Shift/$\overline{\text{Load}}$	Clock	$\overline{\text{Enable}}$	
L	X	X	Parallel load
H	H	X	no change
H	X	H	no change
H	L	⌐	Shift
H	⌐	L	Shift

Application:
Parallel-serial conversion, temporary data storage.

Data:									
Min. guaranteed clock frequency	MHz	20	60					25	
Supply current	mA	42	16					21	

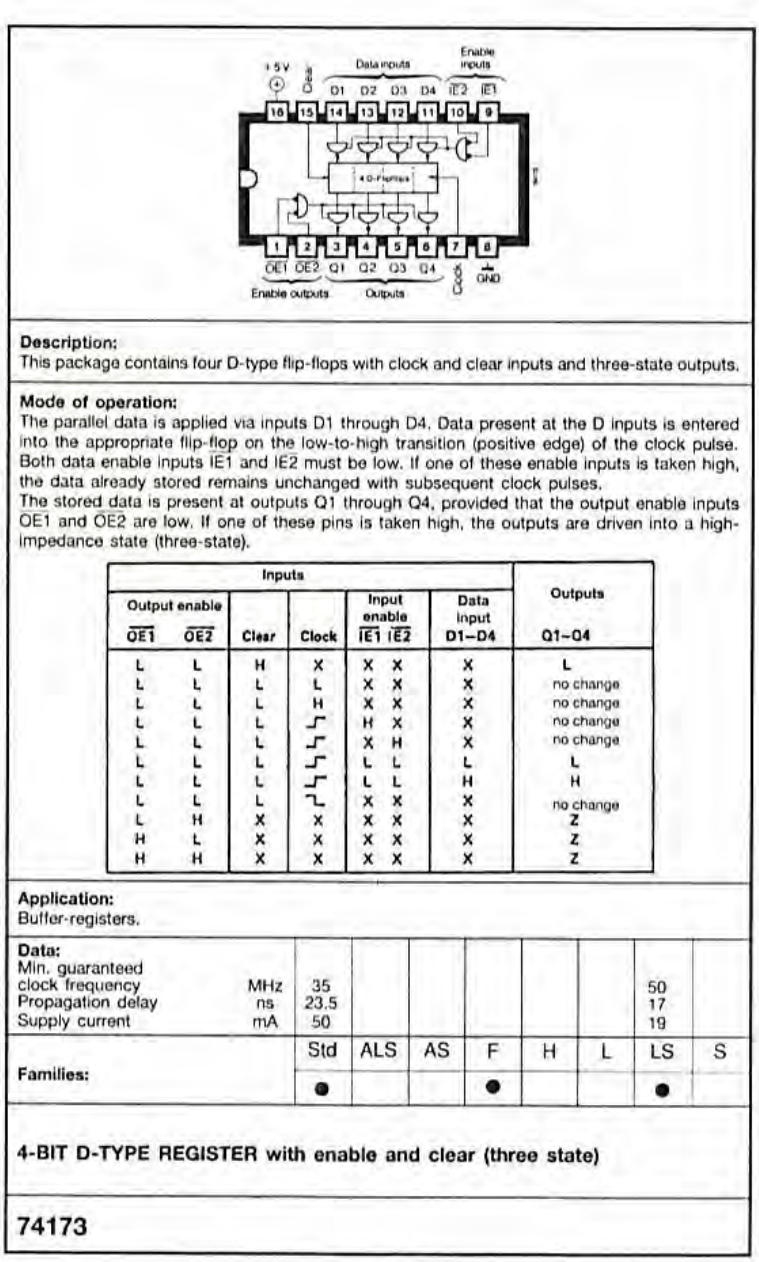
Families:	Std	ALS	AS	F	H	L	LS	S
	●	●				●	●	

8-BIT SHIFT REGISTER (parallel/serial-in, serial-out)

74165

آی‌سی ۷٤۱۷۳ :

این آی‌سی دارای یک فلیپ فلاپ نوع D چهار بیتی است. دارای دو ورودی فعالساز است که برای عملکرد معمول فلیپ فلاپ باید هردو مقدار Low داشته باشند. چهار ورودی داده و چهار خروجی داده در شکل زیر قابل مشاهده هستند. رفتار فلیپ فلاپ نیز در جدول زیر قابل مشاهده است.



Description:
This package contains four D-type flip-flops with clock and clear inputs and three-state outputs.

Mode of operation:
The parallel data is applied via inputs D1 through D4. Data present at the D inputs is entered into the appropriate flip-flop on the low-to-high transition (positive edge) of the clock pulse. Both data enable inputs $\overline{1E1}$ and $\overline{1E2}$ must be low. If one of these enable inputs is taken high, the data already stored remains unchanged with subsequent clock pulses.
The stored data is present at outputs Q1 through Q4, provided that the output enable inputs $\overline{OE1}$ and $\overline{OE2}$ are low. If one of these pins is taken high, the outputs are driven into a high-impedance state (three-state).

Inputs						Outputs
Output enable				Input enable	Data input	
$\overline{OE1}$	$\overline{OE2}$	Clear	Clock	$\overline{1E1}$ $\overline{1E2}$	D1–D4	Q1–Q4
L	L	H	X	X X	X	L
L	L	L	L	X X	X	no change
L	L	L	H	X X	X	no change
L	L	L	↓	H X	X	no change
L	L	L	↓	X H	X	no change
L	L	L	↓	L L	L	L
L	L	L	↓	L L	H	H
L	L	L	↑	X X	X	no change
L	H	X	X	X X	X	Z
H	L	X	X	X X	X	Z
H	H	X	X	X X	X	Z

Application:
Buffer-registers.

Data:

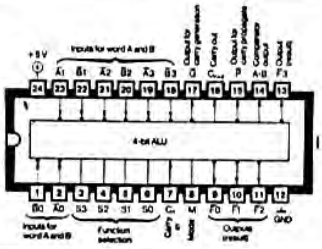
Min. guaranteed clock frequency	MHz	35						50	
Propagation delay	ns	23.5						17	
Supply current	mA	50						19	
Families:		Std	ALS	AS	F	H	L	LS	S
		●			●			●	

4-BIT D-TYPE REGISTER with enable and clear (three state)

74173

آی‌سی ۷٤۱۸۱ :

این آی‌سی یک ALU چهار بیتی است که توانایی دریافت دو داده چهاربیتی و انجام ۱٦ عمل محاسباتی و ۱٦ عمل منطقی را داراست. برای ساختن ALUهای بزرگتر می‌توان چند عدد از این آی‌سی را به هم متصل کرد.



Description:
This package contains an arithmetic logic unit (ALU) which can perform 16 logical and 16 arithmetic operations on two 4-bit words.

Mode of operation:
The two operands A and B are supplied to the corresponding inputs (active low). With M taken high, Logic mode is selected, with M low Arithmetic. The required function is then selected according to the truth table via inputs S0 through S3 with the result being obtained at $\overline{F0}$ - $\overline{F3}$ (active low).
Expansion to n x 8 bits is possible using the 74182 (carry unit) package and additional 74181s. This package can also be used as a comparator. If the operands are the same the A = B output goes high (open-collector).Negative logic operation is also possible if the pins are renamed accordingly.

Function selection				Inputs and outputs active low		Inputs and outputs active high	
S_0	S_1	S_2	S_3	Arithmetic (M = L, $\overline{C_n}$ = H)	Logic (M = H)	Arithmetic (M = L, $\overline{C_n}$ = H)	Logic (M = H)
L	L	L	L	A minus 1	$\overline{A}$	A	$\overline{A}$
H	L	L	L	AB minus 1	$\overline{AB}$	A + B	$\overline{A+B}$
L	H	L	L	$A\overline{B}$ minus 1	$\overline{A}+B$	A + $\overline{B}$	$\overline{AB}$
H	H	L	L	minus 1 (2's comp.)	Logic '1'	minus 1 (2's comp.)	Logic '0'
L	L	H	L	A plus [A + $\overline{B}$]	$\overline{A+B}$	A plus $A\overline{B}$	$\overline{AB}$
H	L	H	L	AB plus [A + $\overline{B}$]	$\overline{B}$	$A\overline{B}$ plus [A + B]	$\overline{B}$
L	H	H	L	A minus B minus 1	$\overline{A+B}$	A minus B minus 1	$A\oplus B$
H	H	H	L	A + $\overline{B}$	A + $\overline{B}$	$A\overline{B}$ minus 1	$A\overline{B}$
L	L	L	H	A plus [A + B]	$\overline{AB}$	A plus AB	$\overline{A}+B$
H	L	L	H	A plus B	$A\oplus B$	A plus B	$\overline{A\oplus B}$
L	H	L	H	$A\overline{B}$ plus [A + B]	B	AB plus [A + $\overline{B}$]	B
H	H	L	H	A + B	A + B	AB minus 1	AB
L	L	H	H	A plus A (2 x A)	Logic '0'	A plus A (2 x A)	Logic '1'
H	L	H	H	A plus AB	$A\overline{B}$	A plus [A + B]	A + $\overline{B}$
L	H	H	H	A plus $A\overline{B}$	AB	A plus [A + $\overline{B}$]	A + B
H	H	H	H	A	A	A minus 1	A

Application:
Arithmetic and logic operations.

Data:									
Typ. addition time for 4 bits	ns	24		5	7			24	11
Supply current	mA	91		135	43			20	120

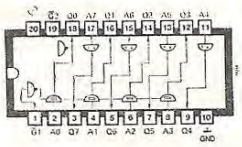
Families:	Std	ALS	AS	F	H	L	LS	S
	●		●	●			●	●

4-BIT ARITHMETIC LOGIC UNIT/FUNCTION GENERATOR

74181

آی‌سی ٧٤٢٤٤ :

این آی‌سی دارای دو بافر مستقل چهاربیتی است که می‌توان برای انتقال ٨ بیت داده نیز از آن استفاده کرد. هر مجموعه ٤ بیتی دارای یک فعالساز مستقل است که در حالت Low فعال می‌شوند. ٧٤٢٤٤ بافر سه حالته است یعنی در حالتی که فعالساز غیر فعال است، خروجی بافر امپدانس بالاست. در غیر اینصورت مقدار خروجی برابر با مقدار ورودی است. بافرها معمولا برای محافظت مدارها و جلوگیری از تداخل سیگنال دو طرف بافر بکار می‌روند.



Description:
This package comprises eight non-inverting line drivers/buffers, with 3-state outputs, organised as two blocks of four each with its own enable input.

Operation:
The line drivers are arranged in two groups. Group 1 (A0-A3) is controlled by the enable input $\overline{G}1$. Data applied to inputs A0-A3 appears at outputs Q0-Q3 in non-inverted form. Group 2 (A4-A7) is controlled by the enable input $\overline{G}2$. Data applied to inputs A4-A7 appears at outputs Q4-Q7 in non-inverted form.
If $\overline{G}1$ or $\overline{G}2$ are taken high, the associated outputs are driven to their high-impedance state (Z). The line drivers may drive bus lines terminated with at least 133 Ω.
All inputs have PNP inputs stages to reduce the DC loading on the bus. All inputs on the LS and S versions have Schmitt-trigger action which makes this device ideal for receiving signals on noisy lines.
The outputs can source 15 mA when high and LS & ALS types can sink 24 mA when low (64 mA for S & AS types).

Inputs		Output
$\overline{G}$	A	Q
L	H	H
L	L	L
H	X	Z

Application:
Buffers and line drivers for data and address bus systems

Data:									
Propagation delay	ns		6.5	4.1	4			12	6
Supply current	mA		16	39	53			27	112
Families:		Std	ALS	AS	F	H	L	LS	S
			●	●	●			●	●

Octal non-inverting BUFFER/LINE DRIVER (3-state)

74244

2-23

مراجع:

[۱] موریس مانو، "*معماری کامپیوتر*"، انتشارات خراسان، ۱۳۸۵.

[۲] موریس مانو، "*مدارهای دیجیتال*"، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۸۷.