بخش پنجم

دیجیتال و گیت‌های منطقی

هدف کلی :

تحلیل نظری و عملی مدارهای پایه در دیجیتال

واحد کار	شماره توانایی	عنوان توانایی	زمان آموزش		
			نظری	عملی	جمع
U۸	۲۰	توانایی بررسی سیستم‌های دیجیتال و کاربرد آن‌ها	۱۰	۱۲	۲۲

فصل نهم

سیستم‌های دیجیتال و کاربرد آن‌ها

هدف کلی :

تحلیل نظری و عملی مدارهای ترکیبی و ترتیبی در دیجیتال

هدف های رفتاری : در پایان این فصل از فراگیرنده انتظار می‌رود که :

۱- سیستم های دیجیتال و آنالوگ را از یکدیگر تشخیص دهد.

۲- مفهوم صفر و یک منطقی و سطوح آن را شرح دهد.

۳- نماد دروازه های منطقی AND، OR، NOT، NAND، NOR، XOR، XNOR را رسم کند.

۴- جدول صحت دروازه های منطقی را با استفاده از توابع و گیت ها به دست آورد.

۵- جدول صحت گیت های منطقی را از طریق آزمایش به دست آورد .

۶- توابع بولی را شرح دهد.

۷- عبارت بولی یک تابع منطقی ساده را بنویسد.

۸- اتحادهای اساسی جبر بول را شرح دهد.

۹- توابع بولی ساده را به کمک جدول کارنو به دست آورد.

۱۰ - فرق بین IC های TTL و CMOS را شرح دهد.

۱۱- سیستم‌های اعداد دهدهی و باینری را شرح دهد.

۱۲- روش تبدیل اعداد اعشاری به باینری را شرح دهد.

۱۳- عملکرد مدارهای ترکیبی ، رمز گشا (Decoder)، رمز گذار (Encoder) ، متمرکز کننده (مالتی‌پلکسر) ومنتشر کننده (دی‌مالتی پلکسر) را شرح دهد .

۱۴- عملکرد مدارهای ترتیبی فلیپ فلاپ های RS ، JK ، D و T را شرح دهد.

۱۵- اصول کار آی سی اشمیت تریگر را توضیح دهد.

۱۶- مدارهای Decoder ، مالتی پلکسر و فلیپ فلاپ‌ها را از طریق آزمایش به صورت عملی ببندد و رفتار آن را تحلیل کند.

توانایی شماره ۱۹	ساعت آموزش		
	نظری	عملی	جمع
	۱۰	۱۲	۲۲

پیش آزمون (۱-۹)

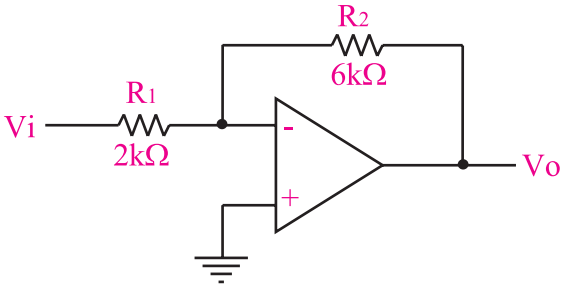
دروازه‌های منطقی

۱- IC ها چه مزایایی نسبت به مدار مجزا دارند ؟

۲- یک تقویت کننده عملیاتی چه مشخصاتی بایدداشته باشد؟

۳-چگونه می‌توان در یک تقویت‌کننده عملیاتی بهره تقویت را به دل خواه و با دقت تنظیم کرد؟

۴- در شکل زیر بهره ولتاژچه قدر است؟



الف) ۳ ب) ۲

ج) ٦ د)۰/۳۲

۵- با استفاده از چه مداری و چگونه می توان یک موج مربعی تولید کرد ؟ توضیح دهید.

۶- آی سی ۷۴۱ چند پایه دارد ؟

الف)٦

ب) ٨

ج) ١٤

د)١٦

۷- چهار مورد از نکات ایمنی مربوط به آی سی را بنویسید.

۸- یک نمونه سیگنال آنالوگ و یک نمونه سیگنال دیجیتالی را رسم کنید.

۹- فرق سیستم های آنالوگ و دیجیتال را شرح دهید .

۱۰-دروازه منطقی را تعریف کنید ؟

۱۱- کدام جـــدول صحت مربوط به دروازه منطقی AND است ؟

الف)

A	B	F
۰	۰	۰
۰	۱	۱
۱	۰	۱
۱	۱	۱

ب)

A	B	F
۰	۰	۱
۰	۱	۱
۱	۰	۱
۱	۱	۰

ج)

A	B	F
۰	۰	۰
۰	۱	۰
۱	۰	۰
۱	۱	۱

د)

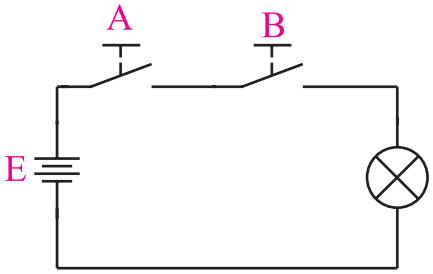
A	B	F
۰	۰	۱
۰	۱	۰
۱	۰	۰
۱	۰	۰

۱۲- رابطه منطقی خروجی دروازه منطقی XOR کدام است ؟

الف) $\overline{A}B+A\overline{B}$ ب) $\overline{A}\,\overline{B}+AB$

ج) $A+B$ د) $\overline{A+B}$

۱۳- مـــدار کلیدی زیر ، عملکرد کدام گیت را نشـــان می‌دهد؟



الف) OR ب) XOR

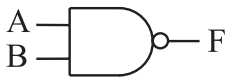
ج) AND د) NOT

۱۴- مفهوم صفر و یک منطقی را شرح دهید.

۱۵- ســطوح ولتاژ برای نشان دادن صفر و یک منطقی را رسم کنید.

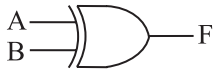
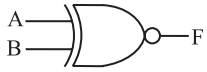
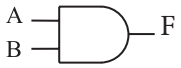
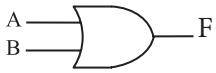
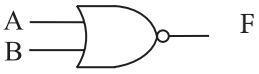
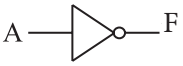
۱۶- مدار کلیدی گیت OR و NOT را رسم کنید.

۱۷ - دروازه منطقی رسم شده در شکل زیر را می‌توان از کدام دروازه های منطقی پایه تشکیل داد ؟



۱۸- برای این که نشان دهیم متغیر A و متغیر B بایکدیگر NORشده اند از چه رابطه منطقی استفاده می کنیم ؟ رابطه را بنویسید.

۱۹- روابط منطقی نوشته شده در ستون سمت چپ را به دروازه منطقی آن در ستون سمت راست اتصال دهید.

$Y = A+B$	
$Y = A.B$	
$Y = \overline{A}$	
$Y = \overline{A}B + A\overline{B}$	
$Y = \overline{A \oplus B}$	
$Y = \overline{A+B}$	
$Y = \overline{A.B}$	

بعد از مطالعه قسمت اول فصل (۹) به سوالات پیش آزمون ۲ - ۹ پاسخ دهید

پیش آزمون (۲-۹)

جبربول وجدول کارنو

۲۰- جدول صحت مربوط به رابطه منطقی $F = A\overline{B} + \overline{A}B$ را رسم کنید .

۲۱- با استفاده از قوانین جبر بول طرف دوم روابط منطقی زیر را تکمیل کنید.

الف) $A + ۰$

ب) $A + ۱$

ج) $A + A$

د) $A + \overline{A}$

هـ) $A.۱$

و) $A.۰$

ز) AA

ح) $A\overline{A}$

ط) $A(B+C) =$

ی) $\overline{A+B}$

ک) $AB+C$

ل) $\overline{AB}$

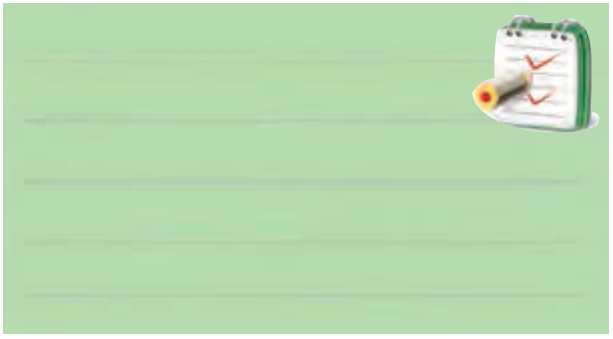
۲۲- ساده شده تابع $f(A.B) = \overline{A}\,\overline{B} + \overline{A}B + A$ کدام است؟

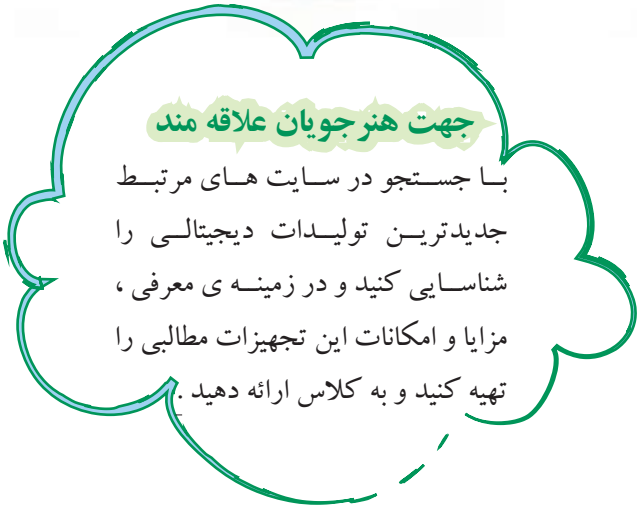
الف) صفر ب) $\overline{A}(\overline{B}+B)$

ج) $A\overline{A}$ د) یک

۲۳- تابع $F = \overline{A}B + \overline{A}\,\overline{B} + \overline{A}$ را به کمک قوانین جبر بول ساده کنید؟

۲۴- جدول کارنوی مربوط به رابطه منطق $F=\bar{A}\bar{B}+AB$ را به همراه جدول صحت تابع رسم کنید.



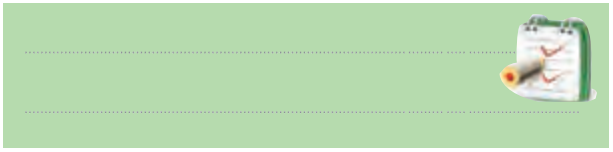


بعد از مطالعه قسمت دوم فصل ۹ به سوالات پیش آزمون ۳ - ۹ پاسخ دهید

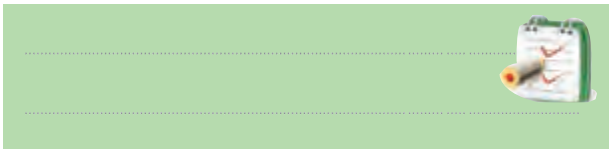
پیش آزمون (۳-۹)

سیستم‌های اعداد

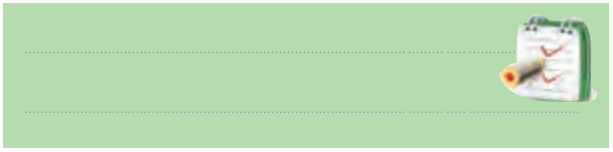
۲۵- عدد۹۵ درمبنای دهدهی را به مبنای‌باینری تبدیل کنید.



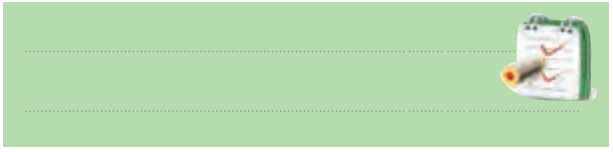
۲۶- عدد $(01101111)_2$ را به مبنای دهدهی (دسیمال) تبدیل کنید .



۲۷- در یک عدد باینری کم ارزش‌ترین بیت و با ارزش‌ترین بیت کدام است ؟



۲۸- ارزش مکانی و ضرایب عدد باینری (۱۰۰۱) را بنویسید.



۲۹- عدد ۵ درمبنای اعشاری را در کد BCD نمایش دهید.

$(5)_{10} = (.....)_{BCD}$

۳۰- در سیستم اعداد باینری به هر .....بیت یک بایت (Byte)می گویند.

بعد از مطالعه قسمت سوم فصل (۹) به سوالات پیش آزمون ٤-۹ پاسخ دهید

پیش آزمون (٤-۹)

مدارهای ترکیبی

۳۱- نـام دیگر مدار رمزگشـا و عملکرد آن را شـرح دهید.

۳۲- اگـر بخواهیم کلمه ای را در یک سـطر معین از حافظه آدرس دهی کنیم از مدار(رمزگشا ❐، رمز گذار ❐) استفاده می‌کنیم. توضیح دهید.

۳۳- مداری که اطلاعات را از حالت دهدهی به باینری تبدیل می کند رمزگشا نام دارد .

صحیح ❐ غلط ❐

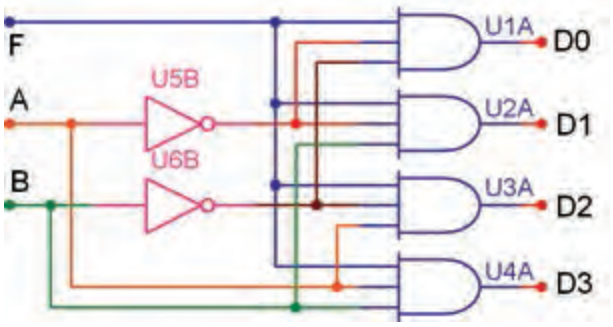
۳٤- هـر رمزگشـا بـا ۲ ورودی دارای(۲❐ ٤❐) خروجـی اسـت و در هـر لحظـه فقـط یکی از (ورودی‌ها❐ خروجی‌ها ❐) فعال است.

۳۵- یک رمزگشـا دارای ۳ ورودی اسـت. این رمزگشا حداکثر (٤❐ ۸❐) خط خروجی دارد.

۳٦- عملکرد مدار (مالتی پلکسر❐ رمزگشا❐) مانند یک کلید چند حالته است.

۳۷- تعـداد (ورودی ها❐ خروجی ها ❐) مدار مالتی پلکسر در هر لحظه فقط یکی‌است.

۳۸- در مدار دی‌مالتی پلکسـر شکل زیر اگر خروجی $D_۳ = ۱$ باشد آدرس A و B کدام است ؟



الف) $A = ۰$ ، $B = ۰$ ب) $A = ۰$ ، $B = ۱$

ج) $A = ۱$ ، $B = ۰$ د) $A = ۱$ ، $B = ۱$

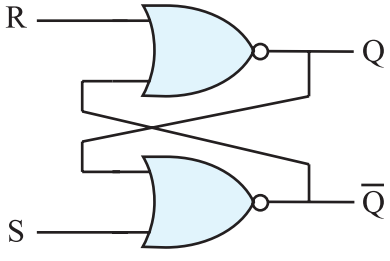
پیش آزمون (۵-۹)

انواع فلیپ فلاپ

۳۹- در فلیپ فلاپ S-R شکل زیر حالت غیرمجاز کدام حالت است ؟

الف) S=۰ R=۰ ب) S=۱ R=۱

ج) S=۰ R=۱ د) S=۱ R=۰



۴۰- جدول صحت فلیپ فلاپ J-K را بنویسید. عیب این فلیپ فلاپ را شرح دهید.

۴۱- برای ثبت n بیت اطلاعات در حافظه به n سلول حافظه (فلیپ فلاپ) نیاز داریم. (صحیح ❐ غلط ❐)

۴۲- رفتار کدام فلیپ فلاپ از نوع فلیپ فلاپ T است؟

الف)

ب)

ج)

د)

۴۳- - و

کاربرد این فلیپ فلاپ را شرح دهید.

۴۴- جدول درستی فلیپ فلاپ S-R با گیت NAND و فلیپ فلاپ S-R با گیت NOR را بنویسید.

۴۵- نمای بلوکی فلیپ فلاپ S-R ساعتی را رسم کنید.

۴۶- نمای بلوکی فلیپ فلاپ نوع D را رسم کنید.

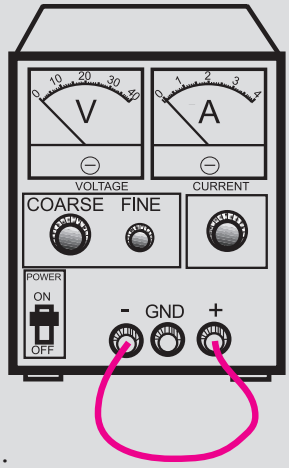
۴۷- عملکرد اشمیت تریگر را توضیح دهید.

۴۸- نماد گیت اشمیت تریگر را رسم کنید.

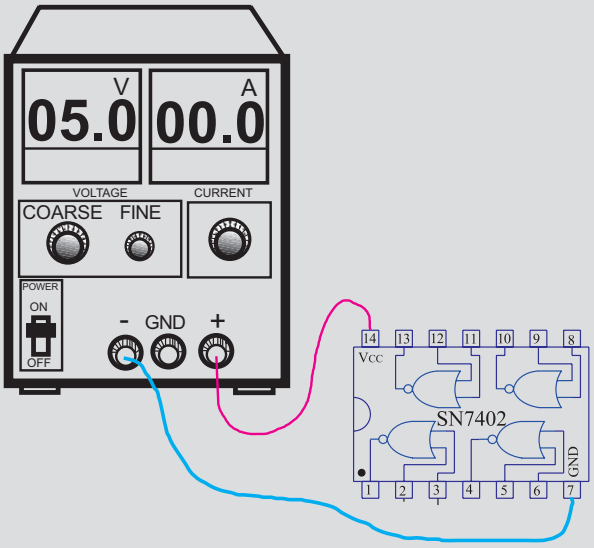
نکات ایمنی فصل (٤)

لطفاً قبل از شروع آزمایش نکات زیر را به خاطر بسپارید:

۱-در صورت امکان از منبع تغذیه‌ای استفاده کنید که در مقابل اتصال کوتاه محافظت شده باشد.



۲- IC های سری SN74XX در محدوده ولتاژ ۷۵ / ۴ تا ۲۵ / ۵ ولت کار می کند . اگر ولتاژ تغذیه این IC ها از ۲۵ / ۵ ولت بیشتر شود ممکن است بسوزد .لذا سعی کنید ولتاژ کار این نوع IC ها را دقیقاً در محدوده ۵ ولت قرار دهید.



۳-هنگام جا زدن IC در بردبرد یا درآوردن آن دقت کنید که پایه های IC کج نشود. در صورت امکان برای درآوردن IC ها ، از IC کش استفاده کنید .

۴-برخی از IC در مقابل الکتریسته ساکن حساس هستند و چنانچه پایه های آن با دست لمس شود آسیب می بیند. هنگام کار با این IC ها دقت کنید تا به آن ها شوک الکتریکی وارد نشود .

۵-در صورتی که از سوکت مخصوص آی سی برای برد آماده استفاده کنید ، احتمال آسیب رسیدن به آی سی کم‌تر می‌شود.

قابل توجه همکاران ارجمند

با توجه به این که مدت اختصاص داده شده به کار عملی در این فصل محدود می باشد. برای اجرای آزمایش های این فصل ، بر اساس هر آزمایش در هنرستان ها یک برد مدار چاپی‌آماده تهیه می‌شود و در اختیار هنرجویان قرار می‌گیرد، لذا هنرجویان بدون بستن تک تک اجزاء مدار می توانند همه‌ی آزمایش‌ها را انجام دهند .

قبل از شروع قسمت اول (۹) به سوالات پیش آزمون ۹-۱ پاسخ دهید .

قسمت اول

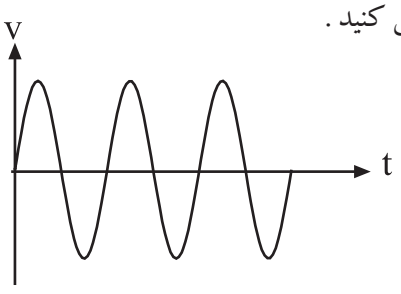
۹-۱ سیستم های آنالوگ و دیجیتال

سیستم های آنالوگ به سیستم هایی گفته می شود که در آن سیگنال ها همواره پیوسته هستند. به عبارت دیگر خروجی سیستم های آنالوگ تابعی پیوسته از ورودی آن است .

برای مثال در یک مولتی‌متر عقربه‌ای ، حرکت عقربه به صورت پیوسته و تدریجی است، یعنی عقربه به صورت پله‌ای حرکت نمی کند. شکل ۹-۱ یک نمونه مولتی‌متر عقربه‌ای با آنالوگ را نشان می‌دهد. در این نوع مولتی‌متر ، عقربه متناسب با کمیت الکتریکی ورودی حرکت می کند و می‌تواند بی‌نهایت موقعیت داشته باشد.

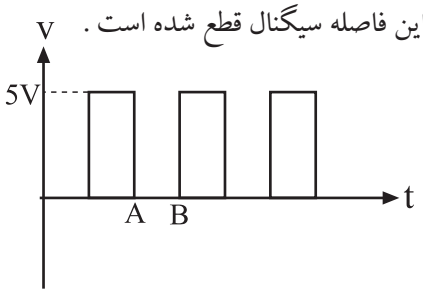
شکل ۹-۱ یک نمونه مولتی متر آنالوگ

در شکل ۹-۲ یک نمونه سیگنال پیوسته یا آنالوگ را مشاهده می کنید .



شکل ۹-۲ یک نمونه سیگنال پیوسته

علاوه بر سیستم آنالوگ ، سیستم دیگری نیز وجود دارد که در آن سیگنال ها ، قطع و وصل می شوند. به این نوع سیستم ، سیستم دیجیتال می گویند . در شکل ۹-۳ یک نمونه سیگنال دیجیتال نشان داده شده است . همان طور که از شکل مشاهده می شود ، هنگامی که سیگنال در زمان A به صفر می‌رسد ، تا زمان B هم چنان درحالت صفر باقی می ماند ، یعنی در این فاصله سیگنال قطع شده است .



شکل ۹-۳ یک نمونه سیگنال دیجیتالی یا ناپیوسته

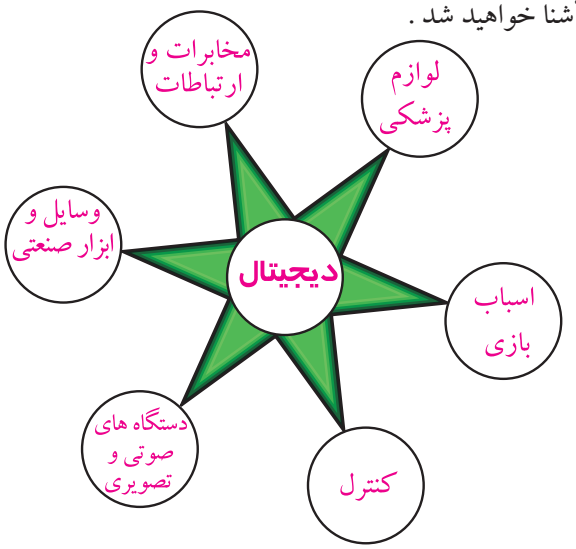
معمولاً صفحه‌ی نمایشگر (Display) دستگاه‌هایی که با سیستم دیجیتال کار می کنند ، مقدار زمان یا کمیت‌های الکتریکی را به صورت ارقام واعداد نشان می‌دهند.از این دستگاه‌ها می‌توان‌ساعت‌دیجیتالی‌یامولتی‌متردیجیتالی رانام‌برد.

شکل ۹-۴ دو نمونه دستگاه دیجیتالی را نشان می دهد. امروزه سیستم های دیجیتالی ، کاربردهای فراوانی دارند و در تمام زمینه ها گسترش یافته اند.

شکل ۹-۴ دو نمونه دستگاه دیجیتالی

توجه‌داشته‌باشید دستگاه‌های دیجیتالی مانند دستگاه های آنالوگ یا هر وسیله دیگری محدودیت دارند.

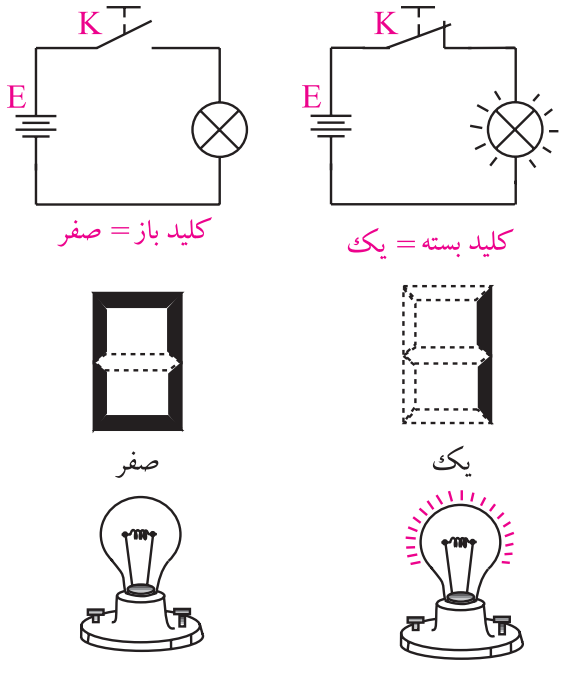
در شکل ۵-۹ بعضی از این کاربردهای دیجیتال نشان داده شـده اسـت . در ادامه بحث به اختصار با مدارهای دیجیتالی آشنا خواهید شد .



شکل ۵-۹ کاربردهای مدارهای دیجیتالی

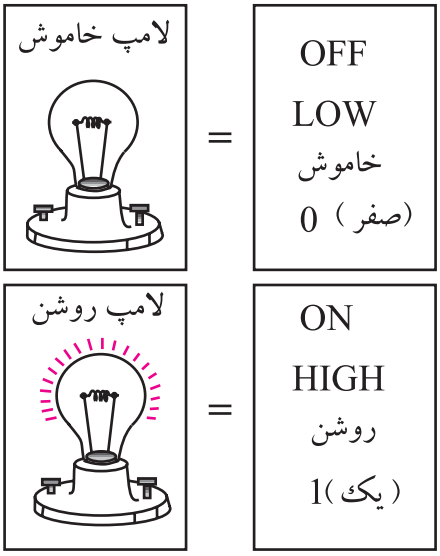
۹-۲ اصول کار مدارهای دیجیتال

۹-۲-۱ مفهـــوم صفر ویک منطقی : به شـکل ۶-۹ توجه کنید .اگر کلید k بسته باشد لامپ روشن می شود واگر کلید k باز باشـد لامپ خاموش می شود. بنابراین برای لامپ دو حالت خاموش و روشن وجود دارد .



شکل ۶-۹ مفهوم صفر و یک

اکنـون می خواهیـم این دو حالـت لامپ یا باز و بسـته بودن کلید را نـام گذاری کنیم. برای این منظور می توانیم از واژه هایی مانند off خامـوش یا low برای لامپ در حالت خاموش یا کلید در حالت باز استفاده کنیم . همچنین واژه‌های on روشـن یا HIGH را برای لامپ در حالت روشن به کار می بریم، شکل ۷-۹.



شکل ۷-۹ نام گذاری لامپ در حالت روشن و خاموش

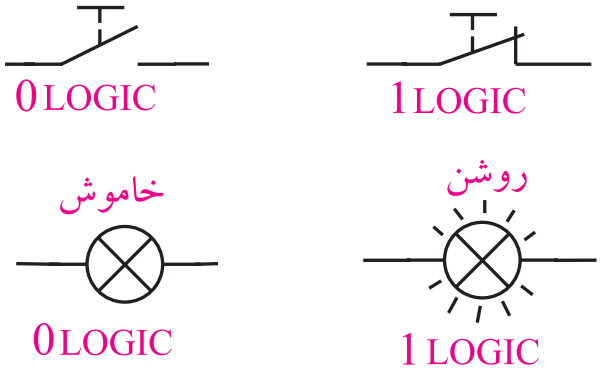
بـرای نام گذاری دو حالـت مختلف لامپ ، می توانیم از اعداد صفر (۰)و یک (۱) نیز استفاده کنیم :

۰ ← لامپ در حالت خاموش

۱ ←لامپ در حالت روشن

چون صفر و یک از نظر کلمه خیلی کوتاه و هم‌چنین سـاده هستند ،از این رو اعداد صفر و یک (۰ و ۱)را به عنوان نمادهایی برای نمایش دو وضعیت مختلف یک لامپ ، کلید یا هر سیسـتم دو وضعیتـی دیگر به کار می‌برند.

برای این که صفر و یک که در این جا به عنوان نماد به کار برده شـده‌اند با صفر و یک جبری اشتباه نشود، واژه ی Logic یـا منطقی را معمـولاً به دنبال صفر و یک می آورند. در این شرایط اعداد را به صورت صفر منطقی، یک منطقی ، Logic 0 یا Logic ۱ می‌خوانند. شکل ۸-۹ مفهوم صفر و یک منطقی را نشان می‌دهد .

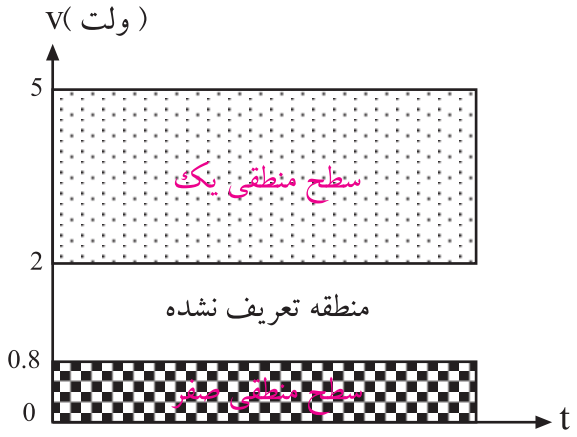


شکل ۸-۹ مفهوم صفر و یک منطقی

رایانه ، ماشین حساب ، ساعت دیجیتالی و سایر دستگاه های پیشرفته بر اساس صفر و یک منطقی کارمی کنند . در این گونه دستگاه ها مفهوم صفر و یک فقط روشن یا خاموش بودن لامپ نیست بلکه وجود یا عدم وجود ولتاژ است ، شکل ۹-۹ .

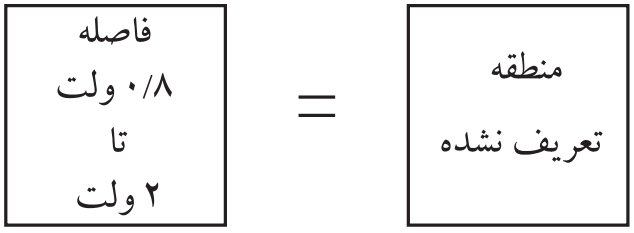
شکل ۹-۹ مفهوم صفر و یک منطقی

به عبارت دیگر ولتاژ حدود صفر تا ۰/۸ ولت را صفر منطقی و ولتاژ حدود ۲ تا بین ۵ ولت اندکی فاصله ایجاد شود را به عنوان یک منطقی در نظر می گیرند. در اصطلاح عمومی صفر ولت را به عنوان صفر منطقی و ۵ ولت را به عنوان یک منطقی می‌شناسند. ممکن است سطح ولتاژ یک منطقی در سیستم های مختلف با یکدیگر تفاوت داشته باشد، ولی سطح ۵ ولت به عنوان یک منطقی رایج‌ترین است. شکل ۱۰-۹ سطوح ولتاژ برای صفر منطقی و یک منطقی را نشان می دهد.



شکل ۱۰-۹ سطوح ولتاژ صفر و یک منطقی

اگر سطح ولتاژ بین اعداد ۰/۸ تا ۲ ولت قرار گیرد، نمی توان یقین کرد که عدد انتخاب شده صفر یا یک منطقی است . هم چنین عوامل مختلف مانند حرارت نیز تاثیر گذار خواهد بود . مثلاً اگر مقدار ولتاژ ۱/۵ ولت باشد ، ممکن است دستگاه آن را صفر منطقی یا یک منطقی بشناسد. از این رو منطقه ۰/۸ تا ۲ ولت را منطقه تعریف نشده می نامند تا دستگاه دچار اشتباه نشود، شکل ۱۱-۹.

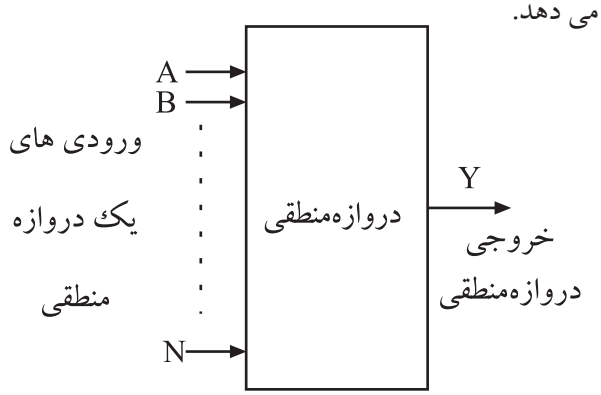


شکل ۱۱-۹ منطقه تعریف نشده

۹-۳ دروازه های منطقی پایه

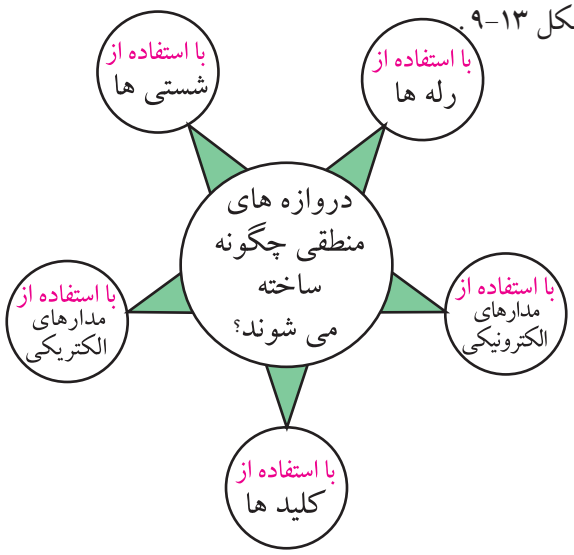
دروازه های منطقی اساس کار سیستم های دیجیتالی را تشکیل می دهند. یک سیستم دیجیتالی از تعدادی دروازه منطقی ساخته شده است . یک دروازه منطقی در حقیقت یک مدار الکترونیکی است که با یک یا چند ورودی ، فقط یک خروجی دارد. شکل ۱۲-۹ بلوک یک دروازه منطقی را نشان

می دهد.



شکل ۹-۱۲ بلوک یک دروازه منطقی

در مدارهای غیر کامپیوتری ، ساخت دروازه های منطقی با اســتفاده از کلیدها ، شســتی ها ، رله ها امکان پذیر اســت، شکل ۹-۱۳.



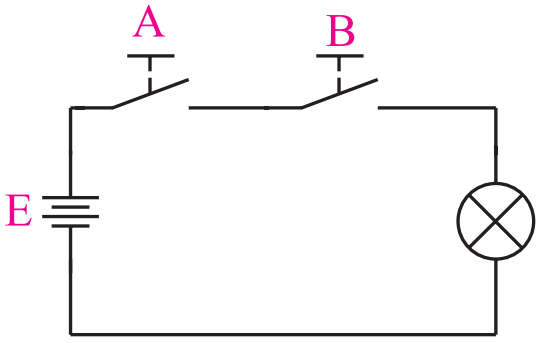
شکل ۹-۱۳ عناصر مورد استفاده در دروازه‌های منطقی

به طور خلاصه یک دروازه منطقی ، یک مدار الکتریکی یا الکترونیکی است که با توجه به حالت هایی که به ورودی آن داده مــی شــود (صفر یا یک منطقــی) خروجی آن نیز در وضعیــت صفر یا یک منطقی قرار می گیرد . بدین ترتیب انواع دروازه های منطقی به وجود می آید که به شرح آن ها می پردازیم .

۹-۳-۱ دروازه منطقــی AND:

دروازه منطقــی AND ،دروازه‌ای اســت کــه اگرهمــه ورودی های آن در وضعیــت یک منطقی قرار گیرنــد ، خروجی آن در وضعیت یک منطقی قرار می گیرد .

مدار الکتریکی شــکل ۹-۱۴ را در نظــر بگیرید ، اگر هر دو کلید A وB باز باشند (در وضعیت صفر منطقی قرار داشته باشــند) لامپ خاموش است (لامپ به عنوان خروجی در نظر گرفته می شــود)، به عبارت دیگر خروجی در وضعیت صفر منطقــی قرار می گیرد . اگــر فقط یکــی از دو کلید A یا B بســته باشــند (A=۱ و B=۰ یا A=۰ و B=۱) باز هم خروجی در وضعیــت صفر قرار مــی گیرد . لذا هنگامــی خروجی در وضعیت یک منطقی (لامپ روشــن) قرار می گیرد که کلید A و کلید B بسته باشند .



شکل ۹-۱۴ مدار کلیدی دروازه منطقی AND

در جدول ۹-۱ تمامی حالت مختلف باز و بسته بودن کلید مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول ۹-۱

وضعیت نور لامپ	وضعیت کلید B	وضعیت کلید A
خاموش	قطع	قطع
خاموش	وصل	قطع
خاموش	قطع	وصل
روشن	وصل	وصل

اگــر وصل بودن کلید را یک منطقی و قطع بودن کلید را صفر منطقی و روشــن بودن لامــپ را یک منطقی و خاموش بودن آن را صفر منطقی در نظر بگیریم ، جدول ۹-۱ به جدول ۹-۲ تبدیل می شــود. این جدول را جدول صحت یا درستی گیت AND مــی نامند. هر دروازه منطقی یــا مدار منطقی ، یک جدول صحت دارد.

جدول۲-۹

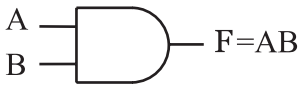
A	B	F
۰	۰	۰
۰	۱	۰
۱	۰	۰
۱	۱	۱

برای نشـان دادن این مفهوم که متغیر A ومتغیر B با یک دیگر AND شده اند، از رابطه زیر استفاده می کنیم.

$$F = A \cdot B$$

علامت AND

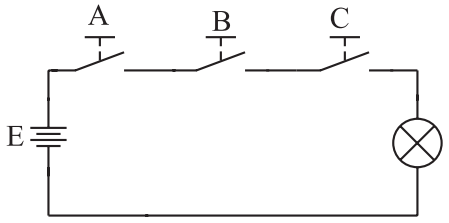
و می‌خوانیم F برابر است با A و B یا AاندB. برای ساده نویسی می توانیم علامت نقطه که در بین متغیرها قرار دارد را حذف کنیم . شـکل ۱۵-۹ ، نماد دروازه‌ی منطقی AND و رابطه‌ی ورودی و خروجی آن را نشان می دهد .



شکل ۱۵-۹ دروازه منطقی AND

یـک دروازه منطقی AND می تواند بیش از دو ورودی داشته باشد. در شکل ۱۶-۹ یک دروازه منطقی با سه ورودی همراه با مدار معادل کلیدی آن نشان داده شده است .

الف – نماد دروازه منطقیANDبا سه ورودی



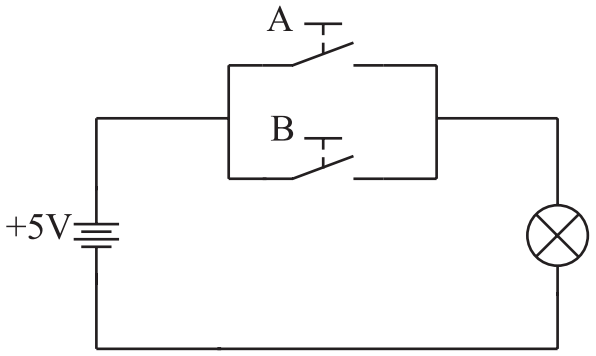
ب – مدارکلیدی دروازه منطقی AND با سه ورودی

شکل ۱۶-۹ نماد و مدار کلیدی دروازه منطقی AND با سه ورودی

۹-۳-۲ دروازه منطقی OR:

دروازه منطقی OR دروازه ای اسـت که اگر حداقل یکی از ورودی های آن در وضعیـت یک منطقی باشـد، خروجـی آن در وضعیت یک منطقی قرار می گیرد .

شـکل ۱۷-۹ مـدار کلیدی دروازه منطقی OR را نشـان می‌دهد. در شکل ۱۷-۹اگر فقط یکی از دو کلید A یا B یا هر دو در وضعیت یک منطقی(حالت بسته) قرار گیرند،خروجی (V_O)در وضعیت یک منطقی قرار خواهد گرفت .



شکل ۱۷-۹ مدار کلیدی دروازه منطقی OR با دو ورودی

برای بررسـی عملکـرد دروازه منطقـی OR ، با توجه به جدول ۳-۹ حالات مختلف باز و بسـته بودن کلیدها را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

جدول ۳-۹.

وضعیت نور لامپ	وضعیت کلید B	وضعیت کلید A
خاموش	قطع	قطع
روشن	وصل	قطع
روشن	قطع	وصل
روشن	وصل	وصل

اگـر حالت باز بـودن کلید را صفر منطقی ، حالت بسـته بـودن کلید را یک منطقی ، ولتاژ صفـر ولت را صفر منطقی و ولتـاژ ۵ ولت را یک منطقی در نظـر بگیریم ، جدول ۳-۹ تبدیل به جدول ۴-۹ می شـود . جـدول ۴-۹ جدول صحت دروازه منطقی OR نامیده می شود .

جدول ۴-۹

A	B	F
۰	۰	۰
۰	۱	۱
۱	۰	۱
۱	۱	۱

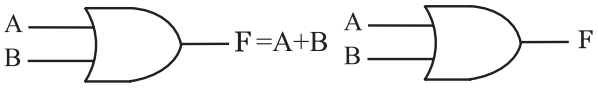
برای این که نشـان دهیم متغیر A یا متغیر B با یک دیگر OR شده اند از رابطه زیر استفاده می کنیم.

یا
F=A+B
علامت OR (نه جمع)

می خوانیم F برابر است با A یا B ، یا A اُر B.

مقـدار F زمانی یک اسـت که A یـا B یا هر دو یک باشد.

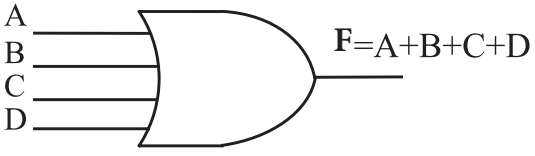
شـکل ۱۸-۹ -الـف نمـاد دروازه منطقی OR و شـکل ۱۸-۹ -ب رابطـه ورودی و خروجی در دروازه منطقی OR را نشان می دهد .



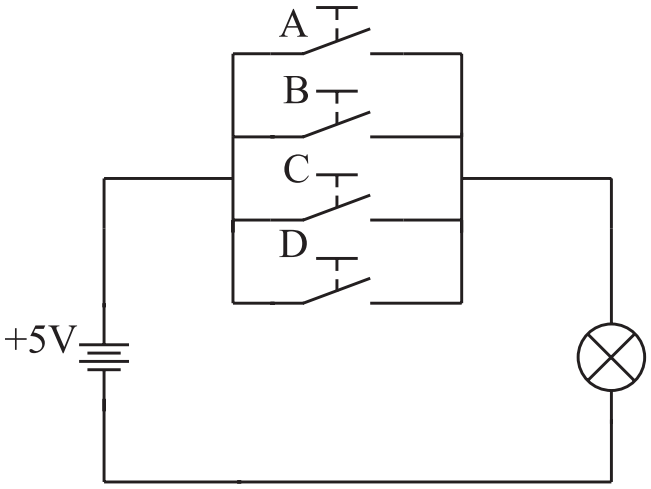
الف :نماد دروازه منطقی OR ب : رابطه خروجی دروازه منطقی OR

شکل ۱۸-۹ دروازه منطقی OR

یـک دروازه منطقـی OR می تواند بیـش از دو ورودی داشـته باشد. شکل ۱۹-۹ الف، نماد یک دروازه منطقی OR با چنـد ورودی و شـکل ۱۹-۹ ب، مدار کلیدی آن نشـان می‌دهد .



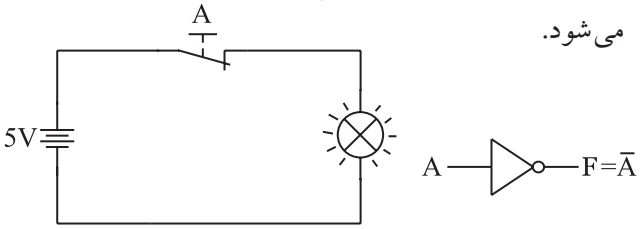
شکل ۱۹-۹ الف) نماد دروازه منطقی با چند ورودی



شکل ۱۹-۹ ب) مدار کلیدی دروازه منطقی OR

۹-۳-۳ دروازه منطقـــی NOT : دروازه منطقـی NOT دارای یک ورودی و یک خروجی اسـت. خروجی آن زمانـی در وضعیت یک منطقی قرار می گیرد که ورودی آن در وضعیـت صفر منطقی باشـد. شـکل ۲۰-۹ الف نماد دروازه منطقی NOT را نشان می دهد.

برای بررسـی عملکرد دروازه منطقی NOT به شـکل ۲۰-۹- ب توجـه کنیـد. اگر کلید در وضعیت عادی باشـد یعنـی ورودی صفر منطقی شـود ، لامپ روشـن می ماند و چنانچـه کلید را تحریک کنیم (یک منطقی) لامپ خاموش می‌شود.



الف :نماد دروازه منطقی NOT ب : مدار کلیدی دروازه منطقی NOT

شکل ۲۰-۹ دروازه منطقی NOT

در این مدار نیروی وارد بر کلید حالت یک منطقی و نبود نیرو حالت صفر منطقی است .

این نتایج در جدول ۵-۹ خلاصه شده است.

جدول ۵-۹

وضعیت نور لامپ	وضعیت کلید A
روشن	عادی
خاموش	تحریک شده

جدول ۵-۹ را می توان به صورت جدول ۶-۹ نیز نوشت جدول ۶-۹ جدول صحت دروازه منطقی NOT است.

جدول ۶-۹

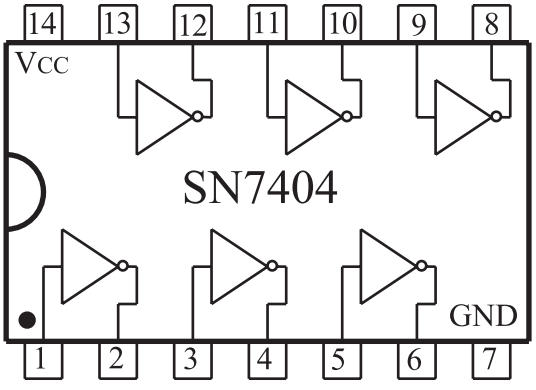
A	F
۰	۱
۱	۰

برای نشان دادن این که خروجی ، NOT ورودی است، از رابطه زیر استفاده می کنیم :

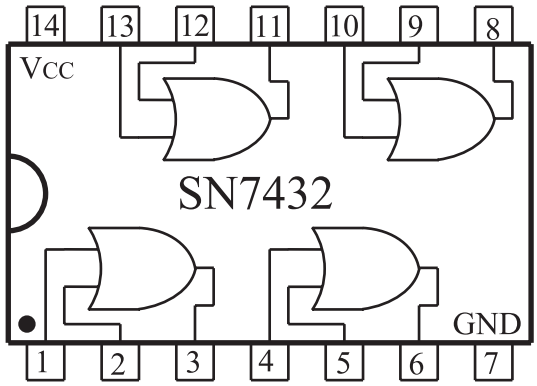
$$F = \overline{A}$$

$\overline{A}$ را A NOT (آنات) یا ناتِ A می‌خوانند .

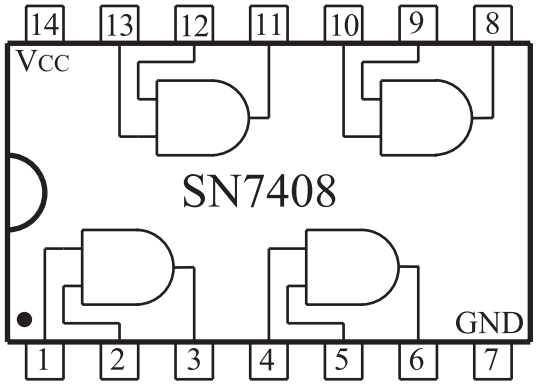
دروازه هـای منطقـی AND ، OR و NOT را بـه صـورت IC (مدار مجتمع)می سـازند و به بازار عرضه می‌کنند. ایـن ICها معمولاً ۱۴ یا ۱۶ پایه هسـتند و چند گیت در آن جای دارد . شـکل ۲۱-۹ ،سه نمونه IC شامل دروازه‌های منطقی فوق را نشان می‌دهد .



شکل ۲۱-۹- الف- نقشه داخلی دروازه های منطقی NOT به صورت آی سی



شکل ۲۱-۹-ب- نقشه داخلی دروازه های منطقی OR به صورت آی سی



شکل ۲۱-۹-ج- نقشه داخلی دروازه های منطقی AND به صورت آی سی

همان طور که از شـکل ۲۱-۹ مشخص است درهر IC تعـدادی حدود ٤ یا ٦ دروازه منطقی وجود دارد. هم چنین بـرای هر IC یک پایه GND بـرای اتصال زمین یا صفر ولـت و یک پایه V_{CC}+ برای ولتـاژ تغذیه ۵ ولت در نظر گرفته می‌شود .

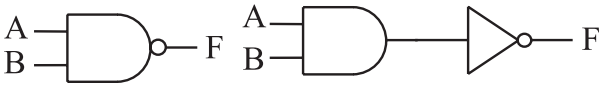
۹-۴ دروازه‌های منطقی ترکیبی

بـا ترکیب برخی از دروازه های منطقی پایه با یکدیگر، دروازه های منطقی جدیدی ساخته می شوند که در مدارهای دیجیتالی و کامپیوتری کاربرد فراوانی دارند.

۹-۴-۱ دروازه‌منطقـی NAND: دروازه منطقـی NAND از ترکیـب دو دروازه منطقـی AND و دروازه منطقی NOT به وجود می آید. در دروازه منطقی NAND

ابتدا متغیرهای ورودی با یکدیگر AND شده و حاصل به دست آمده NOT می شود. شکل ۲۲-۹ – الف ترکیب دروازه منطقی NAND را نشان می دهد .

نماد دروازه منطقی NAND در شکل ۲۲-۹ ب نشان داده شده است.



الف : ترکیب دروازه منطقی NAND ب : نماد دروازه منطقی NAND

شکل ۲۲-۹ دروازه منطقی NAND

برای این که نشان دهیم دو متغیر A و B با یکدیگر NAND شده اند از رابطه منطقی زیر استفاده می‌کنیم :

$$F=\overline{AB}$$

جدول صحت دروازه منطقی NAND را با استفاده از جدول ۷-۹ می توانیم به دست آوریم. برای این منظور ابتدا ورودی ها را با یکدیگر AND و حاصل به دست آمده را NOT می‌کنیم .

جدول ۷-۹

A	B	F= AB	$F=\overline{AB}$
۰	۰	۰	۱
۰	۱	۰	۱
۱	۰	۰	۱
۱	۱	۱	۰

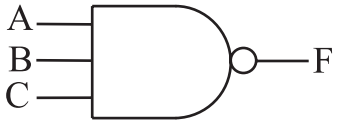
جدول ۷-۹ را می توانیم به صورت خلاصه تر به شکل جدول ۸-۹ بنویسیم .

جدول ۸-۹

A	B	$F=\overline{AB}$
۰	۰	۱
۰	۱	۱
۱	۰	۱
۱	۱	۰

همان طور که از جدول صحت ۸-۹ پیداست ،خروجی دروازه منطقی NAND زمانی در وضعیت یک منطقی قرار می گیرد که حداقل یکی از ورودی های آن در وضعیت صفر منطقی باشد.

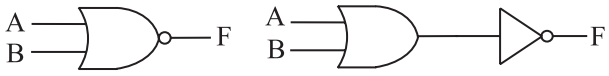
دروازه منطقی NAND نیز مانند دروازه منطقی OR یا AND می تواند بیش از دو ورودی داشته باشد . شکل ۲۳-۹ یک دروازه منطقی NAND رابا سه ورودی نشان می‌دهد.



شکل ۲۳-۹ دروازه منطقی NAND با سه ورودی

۹-۴-۲ دروازه منطقی NOR :

دروازه منطقی NOR از ترکیب دروازه منطقی OR و دروازه منطقی NOT به وجود می آید . در دروازه منطقی NOR ابتدا متغیرهای ورودی با یکدیگر OR شده و سپس حاصل به دست آمده NOT می شود . شکل ۲۴-۹ -الف عملکرد دروازه منطقی NOR وشکل ۲۴- ۹ -ب نماد دروازه منطقی NOR را نشان می دهد.



الف : ترکیب دروازه منطقی NOR ب : نماد دروازه منطقی NOR

شکل ۲۴-۹ دروازه منطقی NOR با دو ورودی

برای این که نشان دهیم متغیر A و متغیر B با یکدیگر NOR شده اند ، از رابطه منطقی زیر استفاده می کنیم :

$$F=\overline{A+B}$$

جدول صحت دروازه منطقی NOR را می توانیم با استفاده از جدول ۹-۹ به دست آوریم . برای این منظور ابتدا ورودی ها را با یکدیگر OR وسپس حاصل را NOT می کنیم .

جدول ۹-۹

A	B	F= A+B	$F=\overline{A+B}$
۰	۰	۰	۱
۰	۱	۱	۰
۱	۰	۱	۰
۱	۱	۱	۰

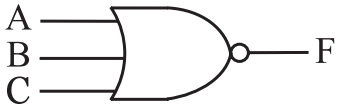
جدول ۹-۹ را می توانیم به صورت خلاصه تر طبق جدول ۹-۱۰ نشان دهیم .

جدول ۹-۱۰

A	B	$F=\overline{A+B}$
۰	۰	۱
۰	۱	۰
۱	۰	۰
۱	۱	۰

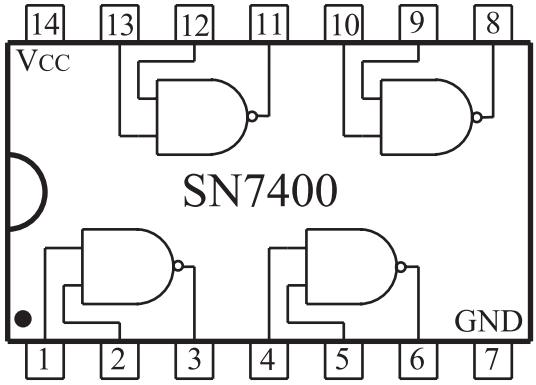
همان طور که از جدول ۹-۱۰ پیداست خروجی دروازه منطقی NOR زمانی در وضعیت یک منطقی است که همه ورودی های آن در وضعیت صفر منطقی باشند.

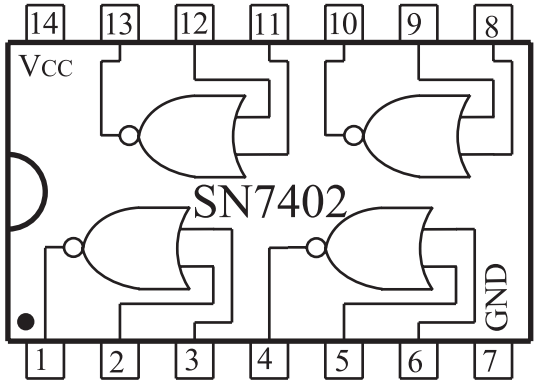
دروازه منطقی NOR نیز مانند بعضی از دروازه های منطقی می تواند بیش از دو ورودی داشته باشد. شکل ۹-۲۵ نماد یک دروازه منطقی با سه ورودی را نشان می دهد.



شکل ۹-۲۵ نماد دروازه منطقی NOR با سه ورودی

در شکل ۹-۲۶، IC های مربوط به دروازه های منطقی NAND و NOR نشان داده شده اند . این آی سی ها در بازار به فراوانی یافت می شوند . در قسمت های بعدی به دروازه های منطقی ترکیبی X-OR و X-NOR می پردازیم .



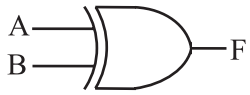


شکل ۹-۲۶ نمای داخلی آی سی هایی با دروازه منطقی NAND وNOR

نقشه داخلی آی سی‌های مختلف را می‌توانید از برگه اطلاعات آی‌سی استخراج کنید. با وجود این که اطلاعات داده شده در Datasheet معمولاً به زبان انگلیسی است، باید بتوانید اطلاعات مورد نیاز را استخراج کنید. برای دسترسی به برگه‌ی اطلاعات آی‌سی‌ها به کتاب های مربوط یا به سایت‌های اینترنتی مراجعه کنید.

۹-۴-۳- دروازه منطقی OR انحصاری یا XOR :

این دروازه منطقی فقط دارای دو ورودی است و خروجی این گیت زمانی در وضعیت یک منطقی قرار می گیرد که دو ورودی آن در سطح منطقی مشابه نباشند. نماد این دروازه منطقی در شکل ۲۷ - ۹ نشان داده شده است.



شکل ۲۷ - ۹ نماد دروازه منطقی XOR

جدول صحت دروازه منطقی XOR را در جدول ۱۱ -۹ مشاهده می کنید.

جدول ۱۱ -۹

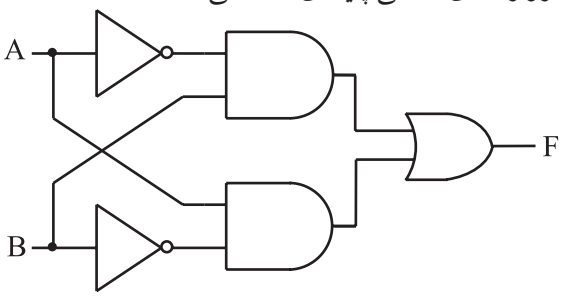
A	B	F =A⊕B
۰	۰	۰
۰	۱	۱
۱	۰	۱
۱	۱	۰

برای این که نشان دهیم متغیر A و متغیر B با یکدیگر XOR شده اند، از رابطه منطقی زیر استفاده می کنیم :

$$F=A \oplus B$$

$$F=\bar{A}B + A\bar{B}$$

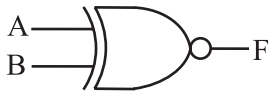
شکل ۲۸-۹ مدار دروازه منطقی XOR را با استفاده ازدروازه های منطقی پایه ای نشان می دهد .



شکل ۲۸-۹ ساختمان داخلی دروازه منطقی XOR

۹-۴-۴ دروازه منطقی NOR انحصاری یا XNOR:

این دروازه منطقی مانند XOR فقط دارای دو ورودی است و خروجی آن هنگامی در وضعیت یک منطقی قرار می گیرد که دو ورودی آن در یک سطح منطقی مشابه باشند (از یک نوع باشند). نماد این دروازه منطقی در شکل ۲۹-۹ نشان داده شده است. جدول صحت دروازه منطقی را درجدول ۱۲-۹ مشاهده می کنید .



شکل ۲۹-۹ نماد دروازه منطقی XNOR

جدول ۱۲-۹

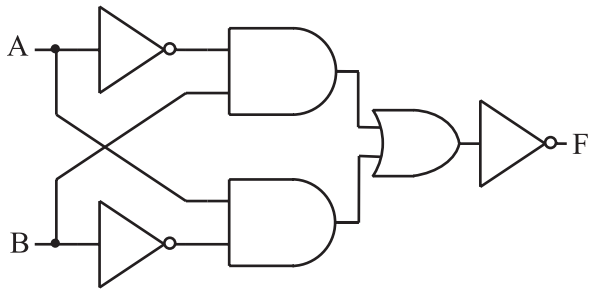
A	B	$F=\overline{A \oplus B}$
۰	۰	۱
۰	۱	۰
۱	۰	۰
۱	۱	۱

برای این که نشان دهیم متغیر A ومتغیر B با یک دیگر XNOR شده‌اند، از رابطه منطقی زیر استفاده می کنیم :

$$F=\overline{A \oplus B}$$

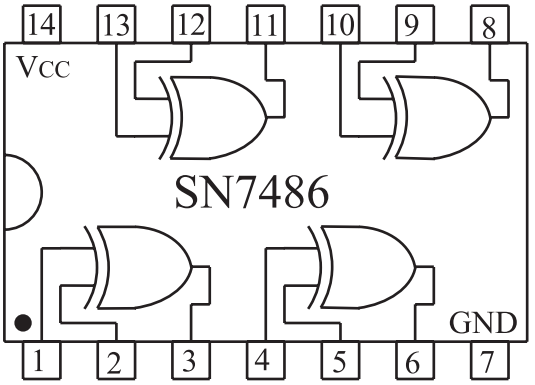
$$F=\bar{A}\bar{B} + AB$$

شکل ۳۰ - ۹دروازه منطقی XNOR را با استفاده از دروازه های منطقی پایه‌ای نشان می دهد.



شکل ۳۰ - ۹ساختمان داخلی دروازه منطقی XNOR

در شـــکل ۳۱ -۹، IC مربوط به دروازه منطقیXOR نشـــان داده شده اســـت . این IC در بازار به فراوانی یافت می‌شود.



شکل ۳۱ - ۹نمای داخلی IC با دروازه منطقیXOR

۵- ۹ساختمان داخلی دروازه های منطقی

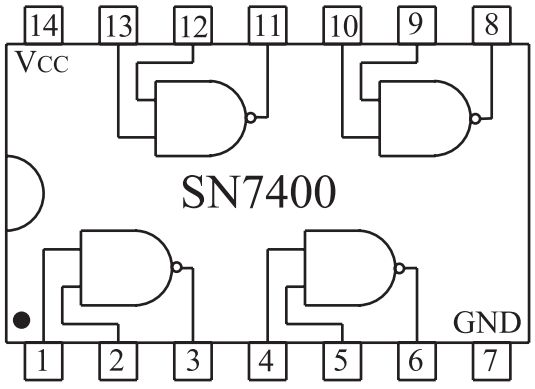
همان‌طور که در ابتدای این فصل گفته شـــد به طورکلی یک دروازه منطقی ، یک مدار الکترونیکی نسبتاً ساده است که با توجه به سطوح ولتاژ تعریف شده صفر یا یک منطقی که بـــه ورودی آن اعمال می‌کنیم خروجـــی آن نیز دارای یک سطح ولتاژ تعریف شـــده صفر یا یک منطقی می‌شود. مدار الکترونیکی دروازه های منطقی از یک ســـری قطعات الکترونیک تشکیل می‌شود که مهم‌ترین آن‌ها ترانزیستورها هســـتند .تقســـیم بندی هایی که می توان برای دروازه‌های منطقی در نظر گرفت به نوع ترانزیستور و آرایش آن ها در مدارهای الکترونیکی بستگی دارد . بر این اساس یک سری تقسیم بندی‌هایی برای دروازه‌هایی منطقی در نظر می‌گیرند. دو نوع تقســـیم بندی برای دروازه‌های منطقی که در عمل به صورت IC ســـاخته شده و متداول و حائز اهمیت است عبارتند از:

۱-۵- ۹IC های ســـری TTL (Transistor Transistor Logic)

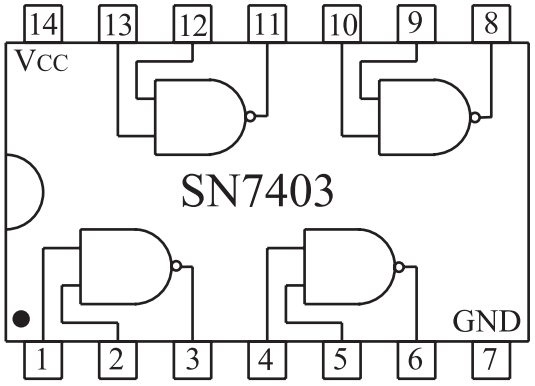
در این نوع IC ها ، دروازه های منطقی از ترانزیستورهای معمولی ســـاخته می شوند وIC های آن با پیش شماره ۷٤ شروع می شوند.

ولتاژ کار این آی سی ها از ۴/۷۵ تا ۵/۲۵ ولت است .

IC هـــای TTL در دو نوع معمولـــی (Totem pole) و کلکتور باز (Open Collector) ساخته می شوند . از نظر نماد و یا شکل پایه های IC، هیچ فرقی بین این دو نوع وجود ندارد و معمولاً به جای هم نمی توانند به‌کار روند . برای مثال IC به شـــماره ۷۴۰۰ شامل ۴ دروازه منطقی NAND از نوع معمولی است و IC شـــماره ۷۴۰۳ نیز شامل ۴ دروازه منطقی NAND از نوع کلکتور باز اســـت. شکل ظاهری IC ها در شکل ۳۲-۹ نشان داده شده است .



الف- دروازه منطقی NAND از نوع معمولی



ب- دروازه منطقی NAND از نوع کلکتور باز

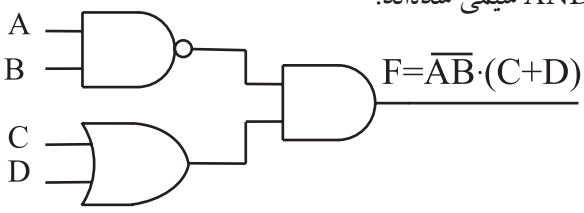
شکل ۳۲-۹

برای مشـــخص شـــدن این که دروازه های منطقی یک ICاز کدام نوع اســـت باید به کتاب های مرجع برای مثال TTL Data Bookمراجعه شود.

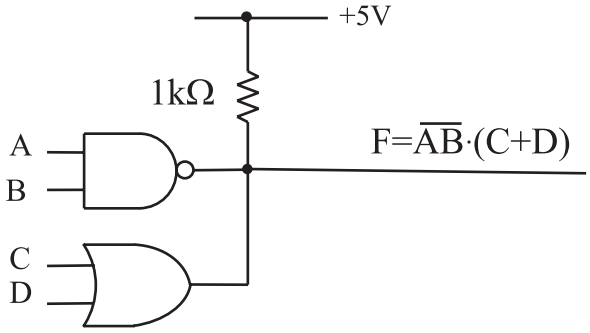
هنگام تعویض یک IC که شامل دروازه‌های منطقی یا سایر عناصر الکترونیکی است، IC جایگزین حتماً باید مشابه IC موجود در مدار باشد .

توجه داشته باشید که همیشه باید خروجی دروازه‌های منطقی از نوع کلکتور باز را با یک مقاومت ۱kΩ به V_{CC} + وصل کنید . از مزایای دروازه های منطقی از نوع کلکتور باز این است که می‌توان خروجی آن‌ها را به یکدیگر اتصال داد. در این صورت تمامی خروجی ها از نظر منطقی با یکدیگر AND می‌شوند. این نوع AND را AND سیمی می‌نامند.

در صورتی که در دروازه های منطقی معمولی مجاز به اتصال خروجی‌ها به یکدیگر نیستیم. در شکل ۳۳-۹ مزایای دروازه های منطقی از نوع کلکتور باز نشان داده شده است. توجه داشته باشد که در مدارهای شکل ۳۳-۹ الف وب با وجود این که در شکل ب یک گیت AND را حذف کردیم. خروجی های الف و ب مشابه است. به عبارت دیگر در شکل ۳۳-۹ب خروجی دو گیت NAND و OR با هم AND سیمی شده‌اند.



الف – دروازه های منطقی معمولی



ب – دروازه های منطقی از نوع کلکتورباز

شکل ۳۳-۹ خروجی دروازه های منطقی از نوع کلکتور باز را می توان با یک دیگر AND سیمی کرد .

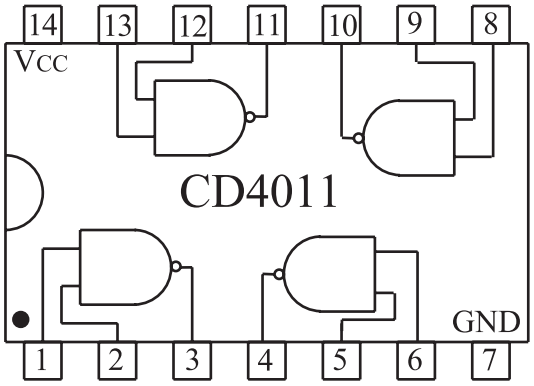
برای گیت‌های ترکیبی باید خروجی هر گیت را مشخص کنید و در نهایت تابع خروجی نهایی را به دست آورید .

۹-۵-۲ IC‌های با تکنولوژی CMOS

در این نوع IC‌ها ، دروازه های منطقی از ترانزیستورهای MOSFET ساخته شده اند . در داخل آی سی های مکمل (CMOS) هر دو نوع MOSFET با کانال P و N وجود دارد .

برای تشخیص پایه های آی سی باید از کاتالوگ یا کتاب اطلاعات آی سی استفاده کنید

شماره این نوع IC ها ، با پیش شماره ۴۰ شروع می شود. ولتاژ تغذیه این IC ها درمحدوده ۳ تا ۱۵ ولت قرار دارد . در این IC‌ها ولتاژی را که به تغذیه IC وصل می کنیم همان ولتاژ سطح یک منطقی است. توان مصرفی این IC‌ها نسبت به IC‌های TTL به مراتب کمتر است .در شکل ۳۴-۹ یک نمونه IC‌از نوع CMOS نشان داده شده است .



شکل ۹-۳۴ یک نمونه IC شامل ۴ عدد دروازه منطقی NAND از نوع CMOS

۹-۶ آزمایش شماره (۱)

زمان اجرا :۲ ساعت آموزشی

۹-۶-۱ هدف های آزمایش : استفاده از راهنمای آی‌سی‌های سری TTL و COMS

۹-۶-۲ تجهیزات، ابزار،قطعات‌و مواد موردنیاز:

ردیف	نام ومشخصات	تعداد/ مقدار
۱	کتابچه راهنمای آی سی های سری TTL و COMS	از هرکدام یک جلد

۹-۶-۳ شرح خلاصه آزمایش :

اغلب آی سی‌هایی که برای آزمایش‌ها استفاده می کنیم از نوع TTL معمولی هستند. این آی سی‌ها به سری ۷۴ مشهورند زیرا دو رقم سمت چپ شماره سریال آن ها با ۷۴ شروع می‌شود .

برای شماره‌گذاری آی سی معمولاً حداکثر تعداد ۹ حرف یا عدد می‌آید که هر یک مفهوم خاصی را دارد . دسته‌بندی اعداد و حروف به این ترتیب است که ابتدا دو عدد ، سپس دو حرف و در ادامه سه عدد و در نهایت یک یا دو حرف قرار می گیرد .

درشکل ۹-۳۵ مشخصات مربوط به شماره گذاری یک نمونه آی سی نشان داده شده است .

درشکل ۹-۳۵

یک یـا دو حرف انتهایی ، نوع بسته بندی را مشخص می کند که مفهومی به شرح زیر دارد :

سرامیکی	DIP	J
پلاستیکی	DIP	N
سرامیکی مسطح		W

مفهوم حروفی که بعد از شماره ۷۴ قرار می گیرد را در جدول ۹-۱۳ آورده ایم .

جدول ۹-۱۳

۷۴۰۴	نوع استاندارد	بدون حروف
۷٤H۰٤	سریع	H(High-speed)
۷٤L۰٤	کم مصرف	L (Low Power)
۷٤S۰٤	شاتکی	S (Schottky)
۷٤LS۰٤	کم مصرف شاتکی	LS (Low Power Schottky)
۷٤AS۰٤	شاتکی اصلاح شده	AS (Advanced Schottky)
۷٤ALS۰٤	کم مصرف شاتکی اصلاح شده	ALS (Advanced Low Power Schottky)

نکته مهم:

توجه داشته باشید که به خاطر سپردن اعداد و حروف مربوط به IC ضرورتی ندارد ، بلکه برای یافتن اطلاعات مربوط به آی‌سی باید بتوانید از برگه‌های اطلاعات یا Data sheet، مشخصات IC را استخراج کنید.

آی سی های سری TTL با ولتاژ تغذیه ۴/۷۵ تا ۵/۲۵ ولت کار می کنند. آی سی های سری CMOS با شماره سری ۴۰ شناخته می‌شوند و با ولتاژ ۳تا۱۵ ولت کار می کنند. در جدول۱۴-۹ برخی از اطلاعات مانند ولتاژ تغذیه (V_t)، قدرت، زمان تاخیر(t_d)، حداکثر جریان ورودی (I_{in} max) وحداکثر جریان خروجی (I_{out} (max)) مربوط به دو نوع آی سی سری TTL و CMOS را ملاحظه می کنید.

جدول ۱۴-۹

Family	Type	V_+(Volt)	V_-(volt)	Power	t_d(ns)	I_{in}(max)	I_{out}(max)
TTL	7400	5±5%	0	10mW	10	1.6mA	50mA
	74L00			1mW	33	180μA	15mA
	74H00			22mW	6	2mA	100mA
	74S00			19mW	3	2nA	100mA
CMOS	4011	3– 15	0	0.01μW	25– 50	10PA	1mA
		1.5 –7.5	–1.5 –7.5				

۴-۶- ۹مراحل اجرای آزمایش

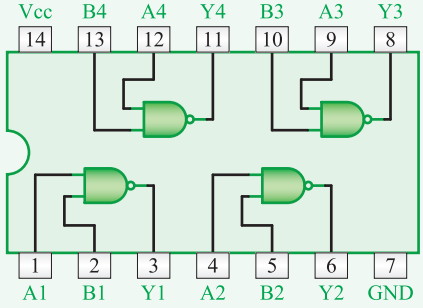
با توجه به قسمتی از برگه‌ی اطلاعات که در شکل ۳۶- ۹آمده است، اطلاعات فنی خواسته شده در مورد آی‌سی ۷۴۰۰را استخراج کنید.

DM74LS00
Quad 2-Input NAND Gate

- ***General Description***

This device contains four independent gates each of which performs the logic NAND function.

- ***Connection Diagram***



- ***Function Table***

$Y = \overline{AB}$

Inputs		Output
A	B	Y
L	L	H
L	H	H
H	L	H
H	H	L

H = High Logic Level
L = Low Logic Level

شکل ۹-۳۶

سوال ۱- شماره فنی آی سی را بنویسید.

سوال ۲- از شماره فنی آی سی چه اطلاعاتی را می توانید استخراج کنید ؟ توضیح دهید .

سوال ۳- در داخل آی سی چند گیت وجود دارد ؟

سوال ۴- گیت های داخل آی سی ازچه نوع هستند ؟ نام ببرید.

سوال ۵– شماره پایه‌ی مربوط Vcc+ و GND کدام است ؟

■ با توجه به قسمتی از برگه اطلاعات که در شکل ۹–۳۷ آمده است به سوال زیر پاسخ دهید .

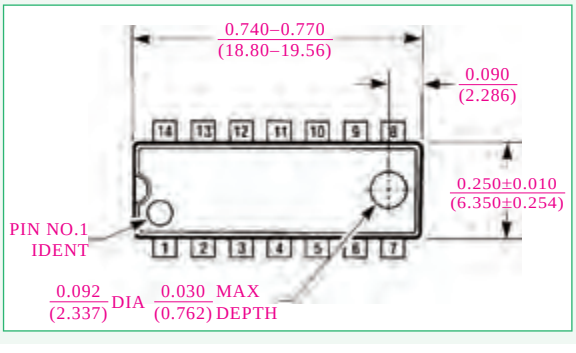
Absolute Maximum Ratings

Supply Voltage	7V
Input Voltage	7V
Operating Free Air Temperature Range	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	−65°C to +150°C

Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	Max	Units
V_{CC}	Supply Voltage	5.25	V
V_{IH}	High Level Input Voltage	2	V
V_{IL}	Low Level Input Voltage	0.8	V
I_{OH}	High Level Output Current	αα	mA
I_{OL}	Low Level Output Current	8	mA
T_A	Free Air Operating Temperature	70	°C

Physical Dimenssions inches (millimeteres) unless otherwise noted



شکل ۹–۳۷

سوال ۶– مقدار ماکزیمم ولتاژ تغذیه آی سی چند ولت است ؟

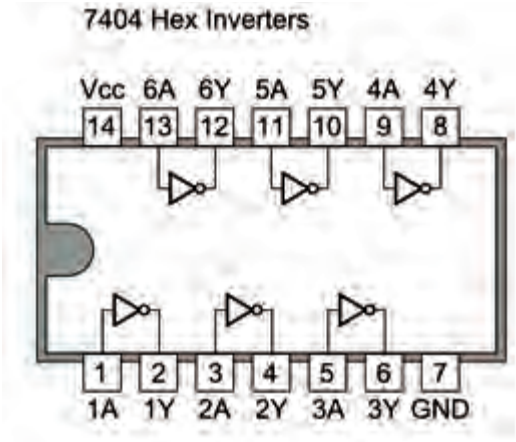
سوال ۷– درجه حرارت کار آی سی در چه محدوده‌ای قرار دارد ؟

سوال ۸– درجه حرارت ذخیره سازی آی سی در چه محدوده ای قرار دارد؟

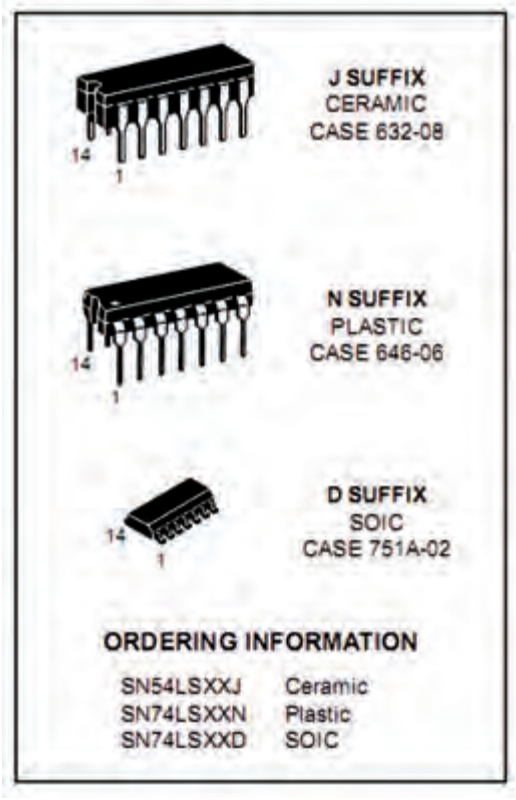
سوال ۹– ولتاژ ورودی در حالت سطح ولتاژ کم (low level) چندولت است؟

سوال ۱۰– جریان خروجی درسطح ولتاژ کم (low level) چند میلی آمپر است؟

■ با توجه به قسمتی از برگه اطلاعات که در شکل ۹–۳۸ –الف و ۹–۳۸–ب آمده است به سوال های زیر پاسخ دهید.



شکل ۹–۳۸– الف قسمتی از برگه اطلاعات آی سی



شکل ۹–۳۸– ب قسمتی از برگه اطلاعات آی سی

سوال ۱۱– شماره فنی آی سی را بنویسید.

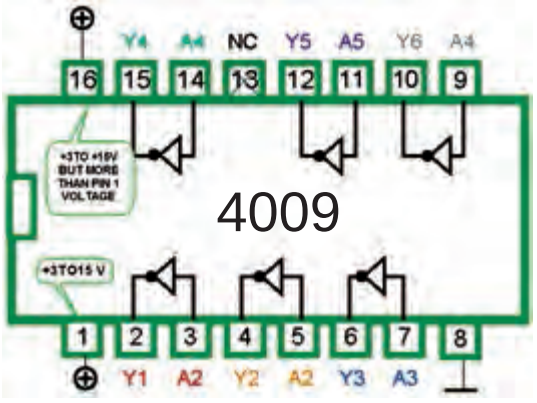
سوال ۱۲– از شماره فنی آی سی چه اطلاعاتی قابل دسترسی است ؟ توضیح دهید.

سوال ۱۳– در داخل آی سی چند گیت وجود دارد ؟ گیت ها از چه نوعی هستند؟

سوال ۱۴– آی سی چند پایه دارد ؟

سوال ۱۵– شماره پایه ی تغذیه Vcc+ و زمین آی سی کدام است ؟ شماره پایه های خروجی و ورودی دو عدد از گیت ها را مشخص کنید.

■ نمونه دیگری از قسمتی از برگه اطلاعات مربوط به یک نمونه آی سی که از کتاب اطلاعات (CMOS cook book) استخراج شده است را در شکل ۹-۳۹ ملاحظه می کنید با توجه به این برگه اطلاعات ، به سوالات پاسخ دهید.



Device is functionally equivalent to the 7404 (TTL) and 74C04 (CMOS) devices.

شکل ۹-۳۹

سوال ۱۶– شماره فنی آی سی را بنویسید.

سوال ۱۷– داخل آی سی چند گیت و جود دارد ؟

سوال ۱۸– نوع گیت را بنویسید.

سوال ۱۹– پایه تغذیه Vcc+ و زمین (GND) آی سی را بنویسید.

سوال ۲۰– مقدار ولتاژ تغذیه آی سی چند ولت است؟

سوال ۲۱– معادل این آی سی را در نوع TTL و نوع CMOS مشخص کنید .

■ با مراجعه به سایت ALLDATASHEET .COM مشخصات دو نمونه آی سی را پیدا کنید که درآن ها گیت‌های OR و AND باشد.

۹-۶-۵ نتایج آزمایش

نتایج حاصل از آزمایش را به طور خلاصه در چند سطر بنویسید.