

## تکنولوژی ساخت گیت های منطقی

[www.Glcd.ir](http://www.Glcd.ir)

مقدمه :

IC مخفف دو کلمه Integrated circuit (مدارهای مجتمع) است و مهم ترین مشخصه آن ها اندازه کوچک آن ها است به طوریکه اگر بخواهیم مداری را با استفاده از قطعات مجزا بسازیم تا کاری مطابق یک IC را انجام دهد تفاوت اندازه به صدها تا هزارها برابر می رسد! IC ها از جمله قطعاتی هستند که نمی توان آن ها را تعمیر کرد و اگر فقط یکی از هزاران اجزاء درونی آن ها از کار بیفتد باید کل IC را تعویض نمود. IC ها به روش های مختلف ساخته می شود تنها عامل مشخص کننده ای که هر IC چه عملکردی دارد، شماره قطعه است که بر روی آن به صورت مجموعه ای از اعداد و حروف چاپ شده است. برای یافتن نحوه عملکرد مدار داخلی و مدار راه انداز هر تراشه می توان datasheet تراشه مورد نظر را از سایت های مخصوص این کار مانند [www.alldatasheet.com](http://www.alldatasheet.com) دریافت نمود.

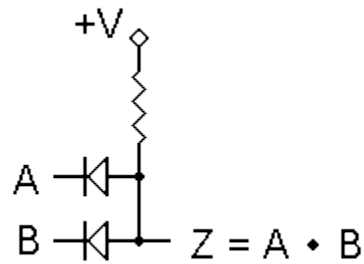
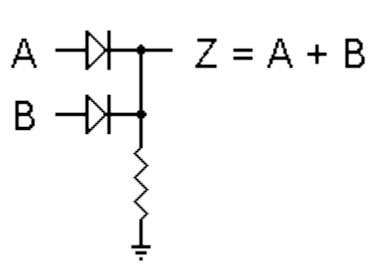


مقیاس مجتمع سازی

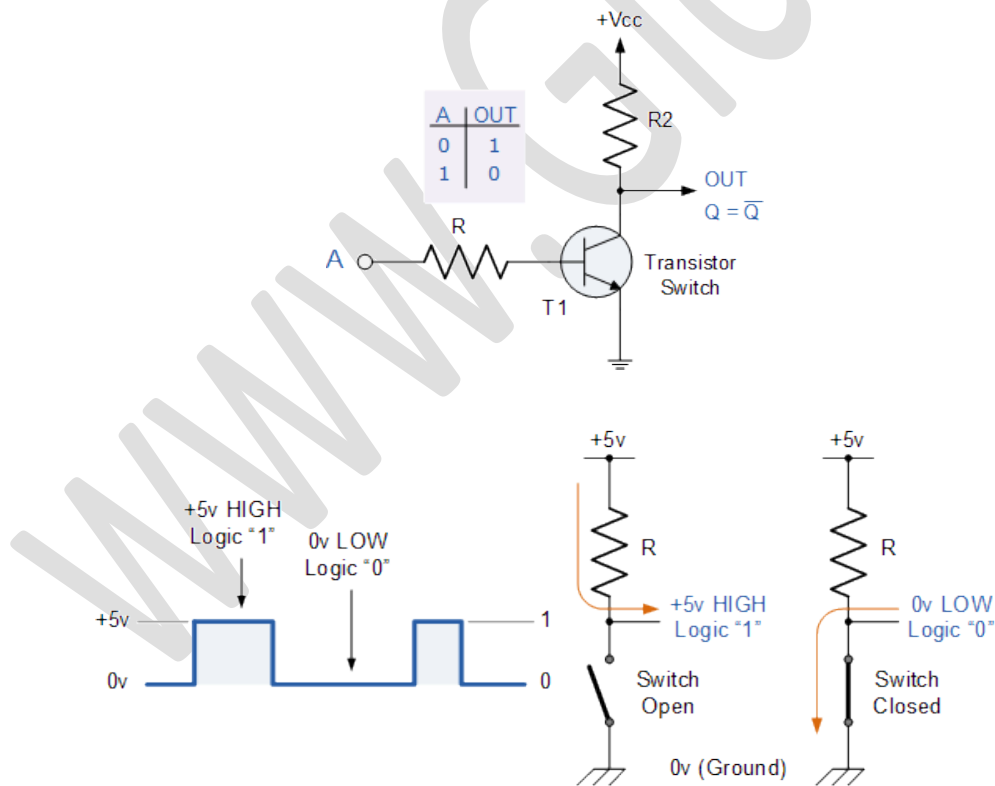
مدار مجتمع با مقیاس کوچک (small scale integration (SSI))  
مدار مجتمع با مقیاس متوسط (medium scale integration (MSI))  
مدار مجتمع با مقیاس بزرگ (large scale integration (LSI))  
مدار مجتمع با مقیاس خیلی بزرگ (very large scale integration (VLSI))

تکنولوژی ساخت IC ها :

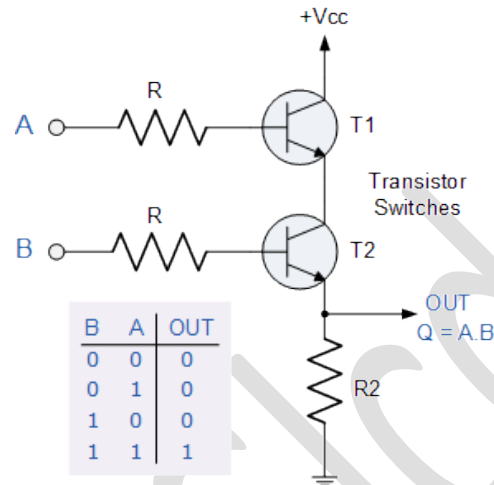
1 - تکنولوژی (RDL (Resistor Diod Logic در این تکنولوژی از مقاومت و دیود به عنوان عناصر اصلی استفاده می شود. عیب این تکنولوژی این است که خروجی تابع ورودی است و fanout مدارات این تکنولوژی کم است همچنین نمی توان تمام گیت ها را در این تکنولوژی ساخت.



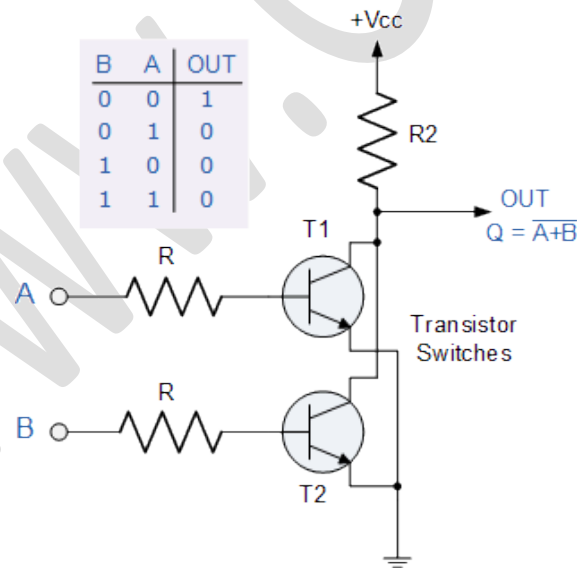
2-تکنولوژی RTL(Resistor Transistor Logic) : از مقاومت و ترانزیستور استفاده می شود .  
 در این تکنولوژی گیت پایه not بوده و خروجی تابع ورودی نیست زیرا ترانزیستور در نواحی قطع و اشباع کار می کند .



عیب اصلی این تکنولوژی تأخیر به خصوص در بارهای خازنی ، و محدود بودن fanout است. البته تأخیر این مدارات را با خازن بالابرنده سرعت به میزان چشمگیری می توان کاهش داد . مشکل دیگر این مدارات مصرف توان بالای آنهاست . در ادامه نمونه‌ای از چند گیت منطقی را که با این تکنولوژی ساخته شده است را مشاهده می‌نمایید .

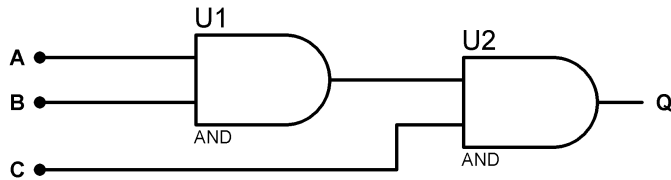


2-input Transistor AND Gate

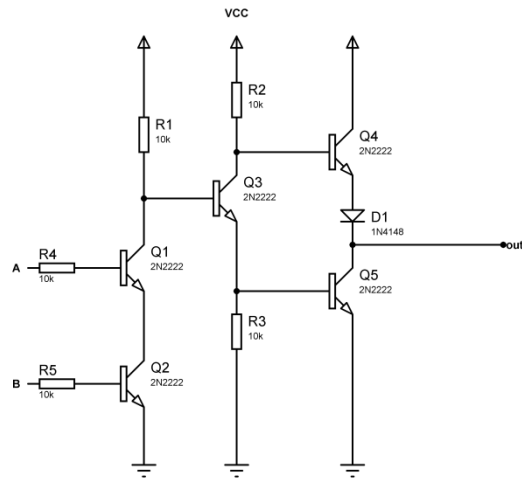


❖ در ساخت ic ها از تکنولوژی RTL استفاده نمی‌گردد زیرا مدار حجیم می‌گردد .

❖ گیت‌های RDL فقط می‌توانند دو ورودی داشته باشند و برای ساخت گیت با سه ورودی به یک گیت دیگر نیاز هست .

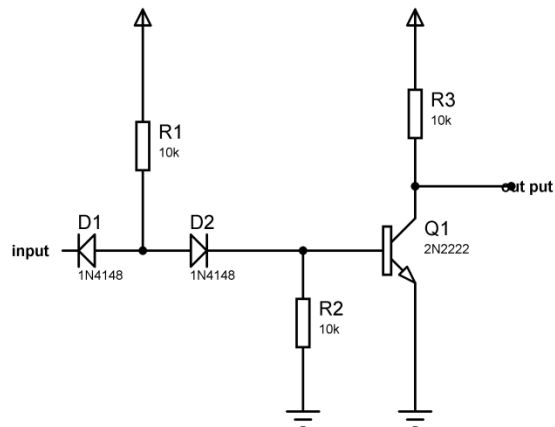


❖ خروجی اکثر گیت‌ها یک مدار تونم پل قرار دارد

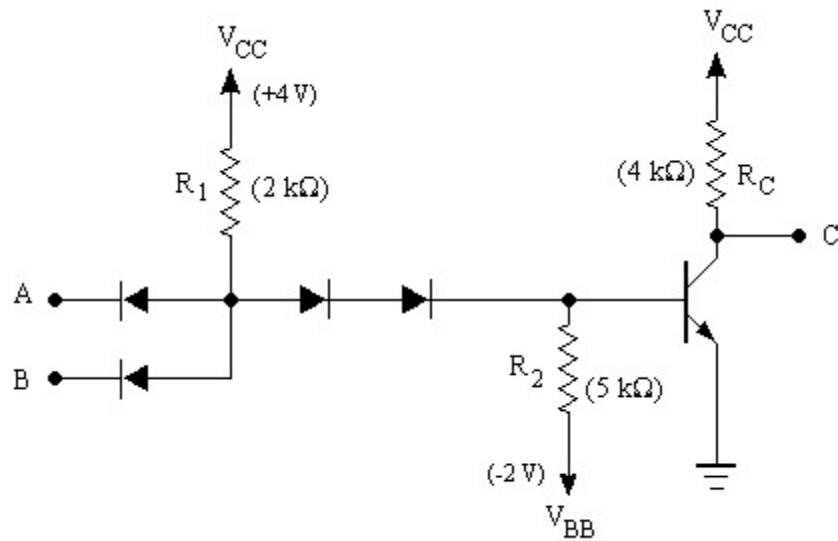


3-تکنولوژی (Diod Transistor Logic) DTL: از دیود و ترانزیستور استفاده می‌شود.

در این تکنولوژی گیت پایه not است. دیود معکوس ورودی جریان ورودی را تقریباً صفر می‌کند



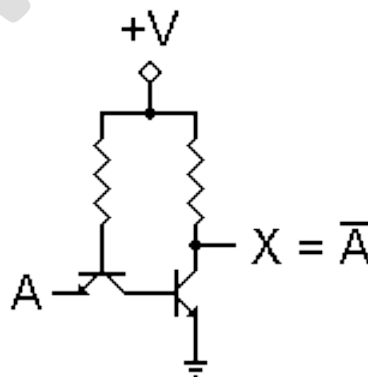
در این تکنولوژی به راحتی با موازی کردن دیود با D1 می‌توان ورودی‌های مدار را افزایش داد.



❖ در محیط‌های صنعتی برای بالا بردن نویز مارژین مدار به جای دیود D2 چند دیود سری باهم و یا یک دیود زیر را قرار می‌دهند .

❖ می‌توان به جای D2 مدل ترانزیستوری دیود را قرارداد تا fanout زیادتر گردد .

4-تکنولوژی TTL : در این تکنولوژی از ترانزیستور استفاده می‌شود.  
این تکنولوژی نسبت به DTL دارای حجم و هزینه کمتری می‌باشد . گیت پایه این تکنولوژی not است .



\*گیت‌های TTL با پسوندهای ALS,AS,S,LS,L و F در بازار یافت می‌شوند .

- 74xx or 74Nxx: Standard TTL - These devices are the original TTL family of logic gates introduced in the early 70's. They have a propagation delay of about 10ns and a power consumption of about 10mW.
- 
- 74Lxx: Low Power TTL - Power consumption was improved over standard types by increasing the number of internal resistances but at the cost of a reduction in switching speed.
- 
- 74Hxx: High Speed TTL - Switching speed was improved by reducing the number of internal resistances. This also increased the power consumption.
- 
- 74Sxx: Schottky TTL - Schottky technology is used to improve input impedance, switching speed and power consumption (2mW) compared to the 74Lxx and 74Hxx types.
- 
- 74LSxx: Low Power Schottky TTL - Same as 74Sxx types but with increased internal resistances to improve power consumption.
- 
- 74ASxx: Advanced Schottky TTL - Improved design over 74Sxx Schottky types optimised to increase switching speed at the expense of power consumption of about 22mW.
- 
- 74ALSxx: Advanced Low Power Schottky TTL - Lower power consumption of about 1mW and higher switching speed of about 4nS compared to 74LSxx types.
- 
- 74HCxx: High Speed CMOS - CMOS technology and transistors to reduce power consumption of less than 1uA with CMOS compatible inputs.
- 
- 74HCTxx: High Speed CMOS - CMOS technology and transistors to reduce power consumption of less than 1uA but has increased propagation delay of about 16nS due to the TTL compatible inputs.

### تغذیه گروه TTL

خانواده L، LS، AS، ALS و F دارای تغذیه مثبت بین 4.5 تا 5.5 ولت است. در واقع این رنج از ولتاژ، ولتاژ قابل تحمل این آی سی است. و این آی سی در این رنج درست کار خواهد کرد.

خانواده S دارای تغذیه مثبت بین 4.75 تا 5.25 است.

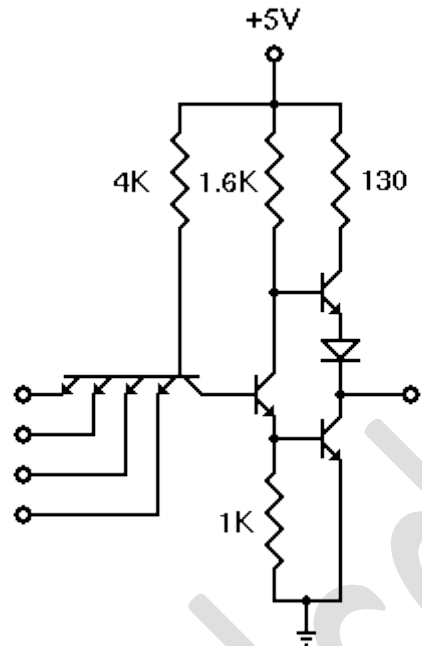
### میزان ولتاژ خروجی در حالت 1 و 0

میزان ولتاژ خروجی در حالت صفر یا LOW برای تمامی این گروه TTL برابر 0.3 ولت می باشد. مقدار ولتاژ خروجی در حالت یک یا HIGH برای خانواده گروه LS، L و S برابر 3.4 ولت می باشد. مقدار ولتاژ خروجی در حالت یک یا HIGH خانواده گروه AS و ALS از تفریق تغذیه مثبت آی سی از عدد 2 به دست می آید. مقدار ولتاژ خروجی در حالت یک یا HIGH برای خانواده گروه F نیز برابر 3.5 است.

### جریان خروجی خانواده گروه TTL

مقدار جریان خروجی خانواده TTL به شرح زیر می باشد. مقدار جریان خروجی برای خانواده گروه L برابر 5mA منظور از mA میلی آمپر است. مقدار جریان خروجی برای خانواده گروه LS برابر 8mA مقدار جریان خروجی برای خانواده گروه S برابر 40mA مقدار جریان خروجی برای خانواده گروه AS برابر 20mA مقدار جریان خروجی برای خانواده گروه ALS برابر 8mA مقدار جریان خروجی برای خانواده گروه F نیز برابر 20mA

- ❖ اگر بخواهیم نویز مارژین را زیاد کنیم با پیوندهای p-n ترانزیستورها دیود سری می کنیم . با این کار گیت های موسوم به HTL ساخته می شوند . البته به خاطر کثرت پیوندها سرعت این گیت ها کم است .
- ❖ برای افزایش ورودی ها از ترانزیستورهایی با چند امیتر استفاده می گردد .



\* برای ساخت این ترانزیستورها می توان بیس و کلکتور چند ترانزیستور مشابه را به هم متصل کرد .

\* مزیت این تکنولوژی افزایش fanout و بهبود زمان پاسخ گویی است .

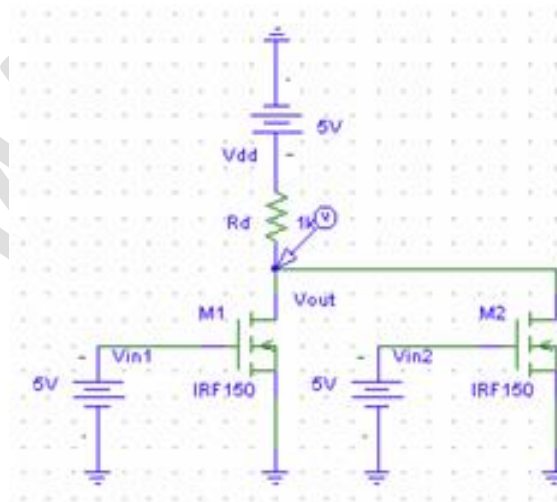
\* در گیت های high speed مقادیر مقاومت ها را کم و ترانزیستورها را از نوع دالینگتون انتخاب

می کنند تا جریان کشی کم و سرعت بالا برود .



5-تکنولوژی MOS: در این تکنولوژی از ترانزیستورهای MOS FET استفاده می‌شود.

با این تکنولوژی مدارات بسیار بزرگ را در سطح کوچکی می‌توان تولید نمود. جریان ورودی بسیار کم می‌شود و سرعت کار تراشه در مواردی بسیار بالا می‌رود. در این مدارات فقط از یک نوع ترانزیستور MOS استفاده می‌گردد و معمولاً این یک نوع nmos است. ترانزیستورهای MOSFET را می‌توان در مقایسه با BJT ها یا همان دوقطبی‌ها بسیار کوچک ساخت و فرآیند ساخت آن‌ها نیز ساده‌تر است. بعلاوه توابع منطقی و حافظه‌های دیجیتال را می‌توان منحصراً با مدارهایی تحقق بخشید که صرفاً از MOSFET استفاده می‌کنند. یعنی به مقاومت و دیود نیازی نیست. به این دلیل بیشتر مدارهای مجتمع با مقیاس بزرگ از جمله تراشه‌های ریزپردازنده و حافظه در حال حاضر با استفاده از تکنولوژی MOS ساخته می‌شوند.



6-تکنولوژی CMOS: در این تکنولوژی از ترانزیستورهای Mosfet افزایشی استفاده می‌شود و در آن از یک nmos و pmos به صورت مکمل استفاده می‌شود. مشخصه اصلی این تکنولوژی توان مصرفی پایین آن است. آی سی این تکنولوژی نیز دارای خانواده HC،AC،C و HCT می‌باشد. در این مدارات برخلاف تکنولوژی‌های قبل که توان دینامیکی و استاتیکی غیر صفر داشتند در یکی از سطوح منطقی مصرف توان نداریم و این باعث افزایش بازده می‌گردد.

- در منطق در حالت عادی روشن که در آن از MESFET های حالت تخلیه‌ای استفاده می‌شود. در این منطق قطعات مورد استفاده در حالت عادی روشن می‌باشند و برای پیاده‌سازی عملکرد مدار و در زمان سوئیچ بایستی خاموش شوند.  
- در منطق در حالت عادی خاموش که در این منطق از ترانزیستورهای افزایشی استفاده می‌شود. این ترانزیستورها در حالت عادی خاموش بوده و در زمان سوئیچ روشن می‌شوند.

براین اساس چند نوع منطق مختلف با استفاده از MESFET ها بوجود آمده است که عبارتند از:

منطق DCFI-Direct Coupled FET Logic

منطق BFL- Buffered FET Logic

منطق SDFL- Shotkey Diod FET Logic

منطق CCFL – Capacitor Coupled FET Logic

منطق CDFL – Capacitor Diod FET Logic

منطق LPFL – Source Couple FET Logic

### میزان ولتاژ خروجی در حالت 1 و 0

در تمامی این خانواده ولتاژ خروجی در حالت LOW یا صفر برابر 0.1 ولتاژ مثبت است.  
ولتاژ خروجی در حالت یک یا HIGH در خانواده گروه C از حاصلضرب 0.9 در مقدار مثبت منبع تغذیه بدست می‌آید.

ولتاژ خروجی در حالت یک یا HIGH در بقیه خانواده این گروه از تفریق مثبت تغذیه از مقدار عددی 0.1 بدست می‌آید.

## جریان خروجی خانواده گروه CMOS

مقدار جریان خروجی آیسی های نوع CMOS

مقدار جریان خروجی برای خانواده گروه C برابر 3.3mA (منظور از mA میلی آمپر است)

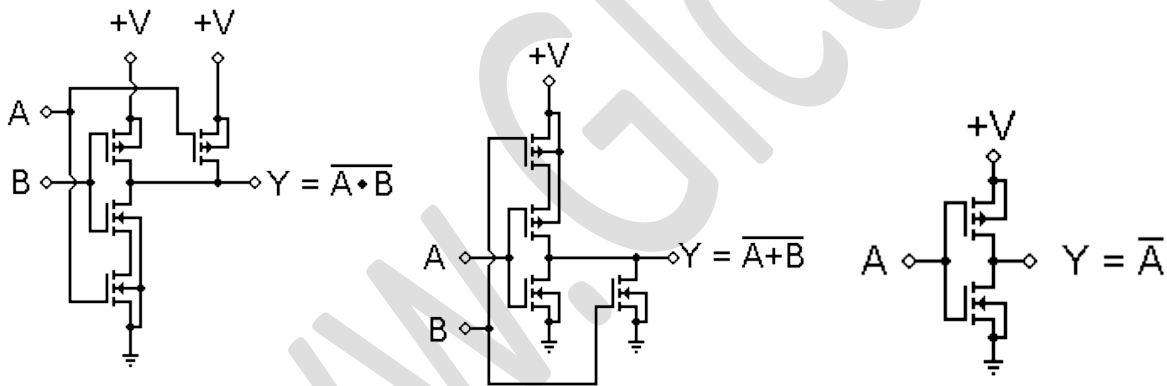
مقدار جریان خروجی برای خانواده گروه AC برابر 50mA

مقدار جریان خروجی برای خانواده گروه HC, HCT برابر 25mA

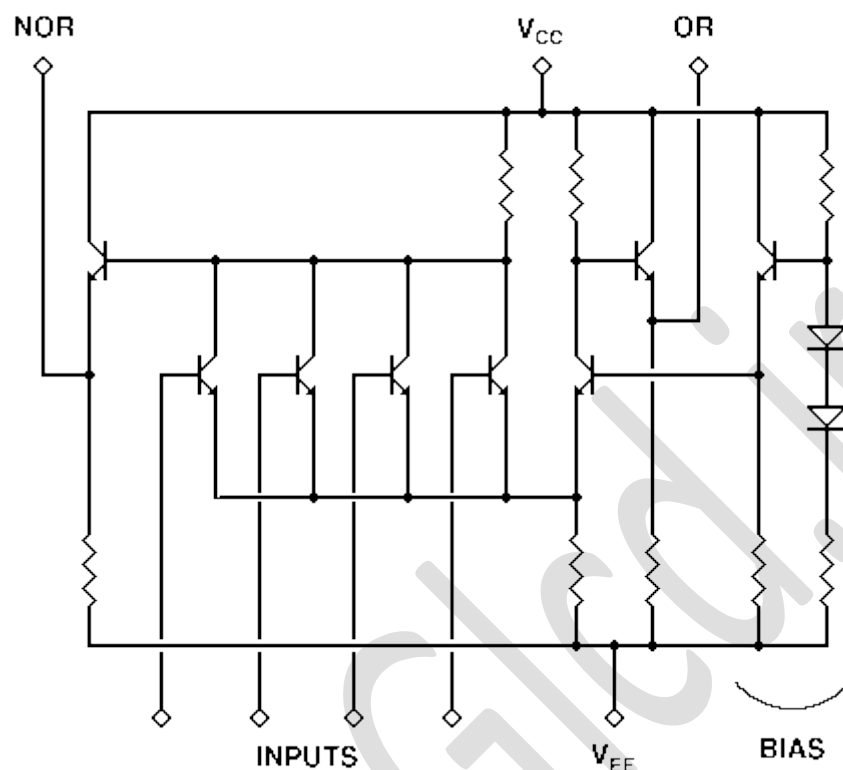
## تغذیه آیسی های گروه CMOS

خانواده گروه C در رنج ولتاژ بین 3 تغذیه تا 15 ولت کار می کنند.

خانواده گروه AC, HC و HCT بین تغذیه 2 تا 6 ولت کار می کنند



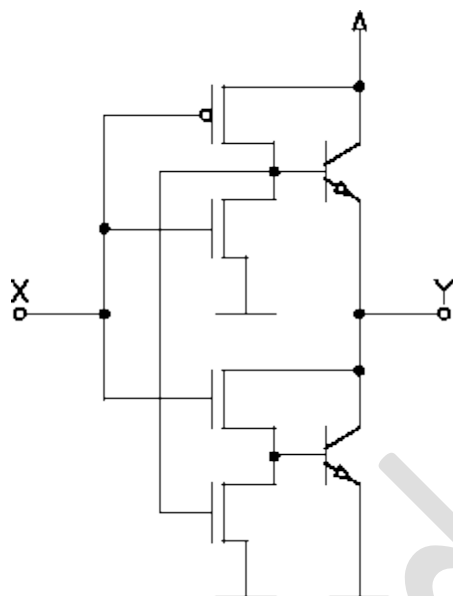
7— تکنولوژی ECL: از این تکنولوژی برای تولید منطق منفی استفاده می‌گردد. هسته اصلی مدارات این تکنولوژی یک زوج دیفرانسیلی است. خانواده کوپل امیتر سریع ترین مدار های دیجیتال را به فرم مجتمع در اختیار می گذارند ECL. در مدار هایی مانند سوپر کامپیوتر ها و پردازنده های سیگنال که در آنها سرعت بالا ضرورت دارد بکار می رود. ترانزیستور ها در گیت های ECL در حالت غیر اشباع کار می کنند و رسیدن به تاخیر های انتشاری در حد 1 تا 2 نانو ثانیه در آنها میسر است.



### 8-تکنولوژی BiCMOS:

BiCMOS خانواده ای منطقی می باشد که قطعات دوقطبی و CMOS را با هم ترکیب کرده است. این تکنولوژی نسبتاً جدید است (بصورت تجاری در سال 1985 بکارگرفته شده است) و سرعت بالاتر و چگالی فشرده سازی بیشتری دارد. توجه کنید که CMOS توان مصرفی کمتر، حاشیه نویز بزرگتر و چگالی فشرده سازی بیشتری را نسبت به دو قطبی ها دارد، در عوض دوقطبی ها سرعت سوئیچینگ بالاتر و جریان دهی بیشتری دارند. بنابراین با ترکیب این تکنولوژیها، BiCMOS مزیت های زیر را فراهم آورده است: مصرف توان کمتر نسبت به دوقطبی ها، بهبود سرعت نسبت به CMOS، جریان دهی بیشتر نسبت به CMOS درست است که BiCMOS مزیت های بالا را دارد ولی دارای معایب زیر می باشد: هزینه بالا، زمان ساخت طولانی در کارخانه (Fabrication)

در شکل زیر یک inverter ساخته شده با این تکنولوژی را مشاهده می نمایید.



نکات :

✓ Fan in به ظرفیت ورودی یک گیت گویند و تعداد ورودی های آن گیت می باشد. مثلا برای یک گیت Nand با سه ورودی ظرفیت ورودی برابر با 3 می باشد.

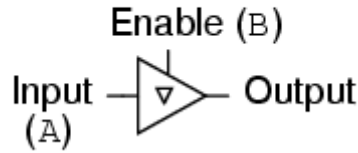
✓ در مدارات الکترونیک خصوصا دیجیتال به خاطر امپدانس خروجی محدود گیت ها فقط تعداد محدودی گیت را میتوان به خروجی یک گیت متصل کرد که تعداد آنها به fan out یک گیت بستگی دارد. در حقیقت Fan out به ظرفیت خروجی یک گیت گویند و ماکزیمم تعداد گیت های مشابهی است که یک گیت می تواند با حفظ مشخصه های خود، آنها را تحریک کند.

✓ در گیت ها بهتر است مقاومت ورودی به خاطر نداشتن اثر بارگزاری زیاد و مقاومت خروجی به خاطر داشتن fanout بزرگتر کم باشد.

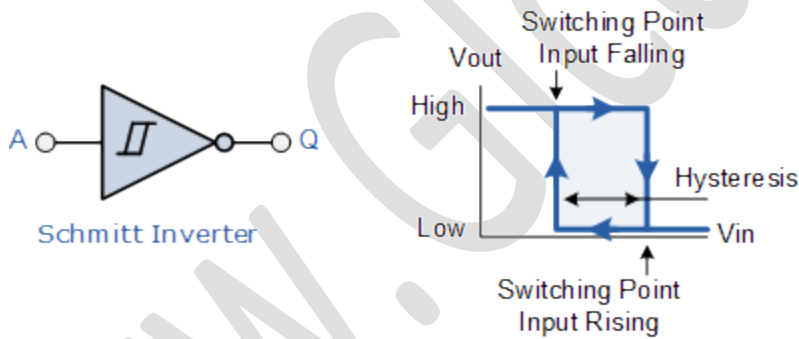
✓ تراشه های سری 74xx گیت های منطقی تجاری و سری 54xx گیت های نظامی می باشند.

✓ نماد  $\nabla$  درون یک گیت یعنی گیت سه حالتی بوده و دارای پایه فعال ساز (enable) است.

### Tristate buffer symbol



✓ علامت  $\square$  درون یک گیت یعنی گیت از نوع اشمیت تریگری بوده و دارای مشخصه هیستریزیس است مثلاً

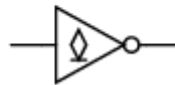


✓ علامت  $\diamond$  درون یک گیت یعنی گیت از نوع کلکتور باز (open collector) بوده،

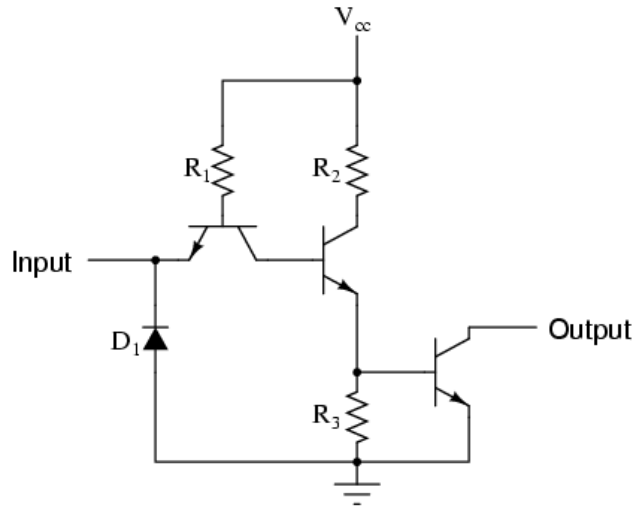
از این حالت برای زمانی استفاده میشود که بخواهیم سطوح ولتاژهای منطقی را تغییر دهیم.

در ادامه مدار داخلی یک inverting از نوع open collector را مشاهده مینمایید.

### Inverter with open-collector output

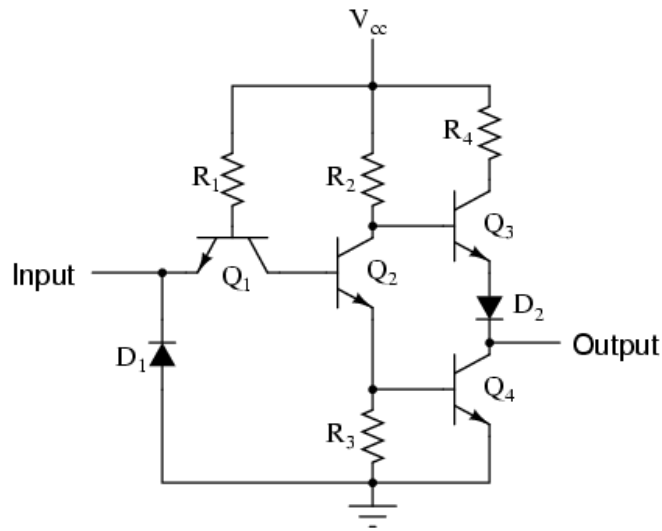


*Inverter circuit with open-collector output*



✓ دیودهای محدود کننده : زمانی که ورودی یک گیت از ولتاژ بالا به پایین تغییر می کند، ولتاژ ورودی اغلب در اطراف صفر ولت نوسان می کند. این وضعیت ممکن است باعث خرابی گیت شود. اتصال دیود به هر یک از ورودی های گیت همانطور که در شکل زیر می بینید این مشکل را مقداری تعدیل می کند و باعث می شود که ورودیهای گیت از 0.7- ولت کمتر نرود. توجه کنید در حالتی که ورودی ها سطح شان بالاست دیودها هدایت نمی کنند. دیود D1 در شکل زیر چنین نقشی را دارد .

Practical inverter (NOT) circuit



✓ در پسوند های گیت های منطقی L نماد low power یعنی گیت با مصرف کم است

S نماد شاتکی ، A نماد advanced به منزله پیشرفته و F نماد fast به معنی سریع است .