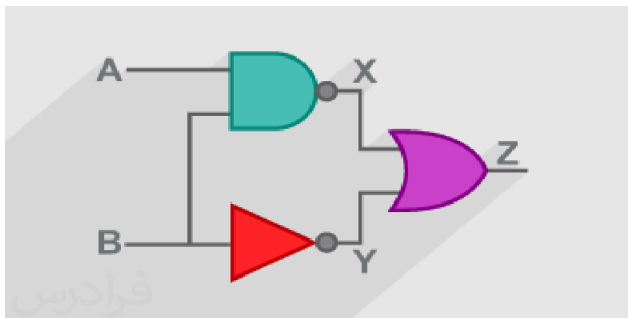




# محاسبه خروجی مدار منطقی

مدارهای منطقی جزو جدایی ناپذیری از وسایل الکترونیکی هستند و در هر یک از این وسایل مدارهای منطقی زیادی به چشم می‌خورد. هر مدار منطقی از تعدادی گیت و سیم تشکیل شده است و هر گیت یک خروجی و یک یا چند ورودی دارد. یک نمونه از مدارهای منطقی در شکل زیر قابل مشاهده است.



مدارهای ما نیز از گیت‌های and, or, not, xor, nand, nor به همراه ماژول‌ها تشکیل شده است.

## شرح تمرین

در این تمرین شما یک مدار منطقی را شبیه‌سازی کنید. جزئیات توابع و خطاهایی که انتظار می‌رود پیاده‌سازی کنید در ادامه آمده است. در صورتی که به هر کدام از خطاها برخورد کردید به روش مناسب پیام مشخص‌شده را در جریان خطای استاندارد چاپ کرده و به اجرای ادامه برنامه بپردازید. برای پیاده‌سازی این بخش‌ها می‌توانید از هر روشی که صلاح می‌دانید استفاده کنید.

## تعریف ماژول

با این دستور می‌توانیم ترکیب چندین گیت/ماژول را با هم به عنوان یک ماژول جدید معرفی کرده و از آن ماژول، نمونه‌های متعددی ایجاد کنیم. پس از ایجاد یک ماژول می‌توانیم مانند گیت‌ها، نمونه‌هایی از آن‌ها اضافه کرده و به آن‌ها ورودی و خروجی‌های دلخواه را وصل کرده و از آن در مدار خود استفاده کنیم. همچنین هر ماژول باید تنها یک خروجی داشته باشد.

برای ایجاد یک ماژول ابتدا در خط اول شروع تعریف ماژول را با تعریف نام ماژول و تعداد ورودی‌های آن شروع می‌کنیم. سپس در ادامه تا زمانی که دستور `end_module` وارد شود، همه دستورات در محیط ماژول اعمال می‌شوند و بر روی مدار اصلی ما تغییری اعمال نخواهند کرد. دستورات مربوط به تعریف ماژول مانند دستورات اصلی است که در ادامه توضیح خواهیم داد. در این قسمت تنها بخشی که نسبت به حالت عمومی متفاوت است را توضیح خواهیم داد.

## دستور اتصال ورودی و خروجی ماژول

با این دستور می‌توانیم ورودی و خروجی را به یک سیم متصل کنیم. برای وصل کردن ورودی ماژول به ورودی گیت‌ها یا ماژول‌های داخلی کافیه از دستور `connect` استفاده کنیم که در جلوتر کامل‌تر توضیح داده شده است. برای هر ماژول که  $n$  ورودی دارد، سیم‌های `in0, in1, ..., in{n-1}, out` به صورت خودکار تعریف شده است که ورودی‌ها و خروجی را مشخص می‌کند و با متصل کردن این ورودی و خروجی‌ها به سیم‌های داخل ماژول می‌توانیم ماژول را به راحتی به بقیه مدار وصل کنیم.

پیکربندی ورودی
<pre>connect in4 6 connect 9 out</pre>

در مثال بالا ورودی 5ام ماژول را به سیم 6 به شناسه 9 و سیم 6 به شناسه 9 را به خروجی ماژول وصل کردیم.

پیکربندی ورودی
<pre>new_module &lt;module_name&gt; &lt;num_of_inputs&gt; ... connect in3 &lt;id_x&gt; connect in0 &lt;id_y&gt; ... rest of the module</pre>

```
...  
end_module
```

همچنین توجه کنید که شناسه‌های درون تعریف یک ماژول فقط در تعریف آن ماژول اهمیت دارند و خارج از تعریف آن ماژول ما می‌توانیم سیم‌هایی با آن شناسه داشته باشیم و با خطای "duplicate ID" مواجه نخواهیم شد.

## خطاها

1. خطاهای دستورات داخل ماژول باید طبق قوانینی که در جلوتر توضیح داده می‌شود گرفته شود. توجه داشته باشید که scope هر ماژول با هر ماژول دیگر و مدار اصلی متفاوت است و به طور مثال برای چک کردن شناسه تکراری صرفاً باید بین بقیه گیت/ماژول‌های داخل این ماژول را بررسی کنید.
2. اگر نام ماژول تکراری بود با خطای "this module already exists" رو به رو می‌شویم.

## اضافه کردن گیت/ماژول به مدار

ورودی و خروجی گیت‌ها و خود گیت‌ها هر کدام با یک شناسه یکتا مشخص می‌شوند، و با دستور زیر باید یک گیت/ماژول بسازید و ورودی و خروجی‌ها را مشخص کنید. توجه کنید که gate\_type یکی از 6 حالت بالا (با حروف کوچک) می‌تواند باشد. با این دستور سیم‌هایی با شماره‌های مشخص شده ساخته می‌شوند و نیازی نیست به صورت صریح سیم‌ها ساخته شوند.

### پیکربندی ورودی

```
add <gate_type/module_name> <gate_id/module_id> <input_1_id> ...  
<input_n_id> <output_id>
```

## خطاها

1. اگر شناسه گیت/ماژول قبلاً استفاده شده بود، خطای "duplicate ID" نوشته می‌شود.
2. اگر ورودی‌های گیت یا ماژول با تعدادی که برای آن مشخص شده بود مطابقت نداشت باید خطای "incompatible inputs" نوشته شود. توجه کنید که گیت‌های پیش‌فرض به غیر از not، هر تعداد ورودی بیشتر یا مساوی 2 را می‌توانند قبول کنند و این خطا را دریافت نمی‌کنیم.
3. اگر نوع گیت/ماژول در بین حالت‌های gate\_type نبود یا جزو ماژول‌های تعریف شده نبود، باید خطای "gate/module not found" نوشته شود.

## اضافه کردن سیم به مدار

با این شناسه دو سیم داده شده، به یکدیگر متصل می‌شوند. تضمین می‌شود که دو سیم همزمان به صورت ورودی یک سیم دیگر نباشند.

پیکربندی ورودی

```
connect <input_id> <output_id>
```

### خطاها

1. اگر یک سیم به خودش متصل شد باید خطای "invalid connection" چاپ شود.
2. اگر شناسه سیم ورودی یا خروجی موجود نبود خطای "ID not found" دریافت می‌شود.

## قرار دادن یک مقدار بر روی یک سیم

با این دستور، یک منبع 0 یا 1 به سیم متصل می‌شود و مقدار روی سیم آپدیت می‌شود، توجه کنید که اگر از قبل مقداری روی سیم با همین دستور قرار داده شده باشد و با مقداری که ما روی آن قرار می‌دهیم متفاوت باشد، مقدار روی سیم آپدیت می‌شود (به عبارتی دستور put آخر، بقیه دستورات put را override می‌کند)، تضمین می‌شود که این دستور فقط برای سیم‌هایی استفاده می‌شود که از بقیه مدار ورودی دریافت نمی‌کنند.

پیکربندی ورودی

```
put <input_id> <value>
```

### خطاها

1. اگر شناسه سیم موجود نبود خطای "ID not found" دریافت می‌کنیم.
2. اگر مقدار value غیر از 0 یا 1 باشد خطای "value not valid" دریافت می‌کنیم.

## مشاهده خروجی یک گیت/ماژول

با این دستور خروجی گیت یا ماژول با آیدی داده شده می‌شود. توجه کنید که قوانین مشخص شدن مقدار ها همانند قوانینی است که در درس مدار منطقی با آن آشنا شدید، یعنی اگر سیمی مقدار نداشت، مقدار روی آن فرض می‌شود Z و به همین صورت با قوانین دیگری که آشنایی دارید برای بقیه خروجی‌های گیت/ماژول‌ها مشخص می‌شود.

پیکربندی ورودی
<code>print &lt;gate_id/module_id&gt;</code>

خروجی
1   0   z   Invalid ID

## خطاها

1. اگر شناسه گیت داده شده درست نباشد خطای "ID not found" دریافت می‌کنیم.

## نمونه ورودی و خروجی

برنامه شما به این صورت کار می‌کند که به ازای دستورات ورودی، خروجی‌های متناسب (برای آن‌هایی که موجود است) را تولید می‌کند و این کار را تا زمانی که EOF به برنامه داده شود ادامه می‌دهد. نمونه از ورودی و خروجی نمونه در ادامه آورده شده است:

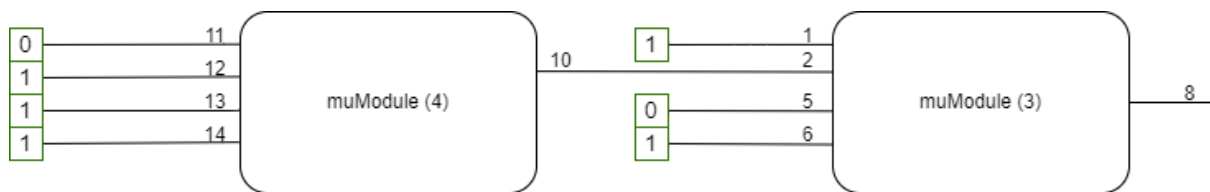
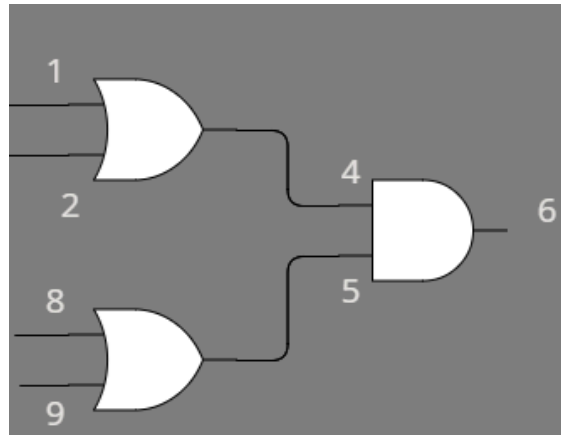
### ورودی نمونه

```
new_module myModule 4
add or 1 1 2 3
add or 2 8 9 7
connect in1 2
add and 3 4 5 6
connect 3 4
connect 7 5
connect in0 1
connect in2 8
connect in3 9
connect 6 out
end_module
add myModule 3 1 2 5 6 8
add myModule 4 11 12 13 14 10
connect 10 2
put 1 1
put 11 0
put 12 1
put 13 1
put 14 1
put 5 0
put 6 1
print 3
```

### خروجی نمونه

1

myModule:



## نکات و نحوه تحویل

- تمام فایل‌های خود را در قالب یک پرونده‌ی zip با نام AP\_Surname\_SID.zip که SID شماره دانشجویی شماست در ریپلای به ایمیل پروژه ارسال کنید.
- دقت کنید که نام پرونده قابل اجرای شما باید ModelSim.out باشد.
- هدف از این پروژه انتخاب دستیاران آموزشی جدید آموزشی است، لطفا پروژه را خودتان انجام دهید. در صورت کشف تقلب از فرایند انتخاب حذف خواهید شد.