



به نام خدا

دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال

دانشکده برق و کامپیوتر

دستور کار آزمایشگاه مدار منطقی

نیمسال دوم سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲

تهیه و تنظیم: دکتر یاور صفایی مهربانی

آدرس ایمیل: AdvancedCompArch@gmail.com

آدرس کانال تلگرام: @Computer_IoT

آزمایش ۵: آشنایی با تراشه های جمع کننده و مقایسه کننده

هدف: در این آزمایش ابتدا با تراشه های (IC) جمع کننده و مقایسه کننده ۴ بیتی برای اعداد بدون علامت آشنا می شویم و در ادامه مدار جمع کننده/تفریق کننده ۴ بیتی را با بکارگیری تراشه جمع کننده پیاده سازی می نماییم.

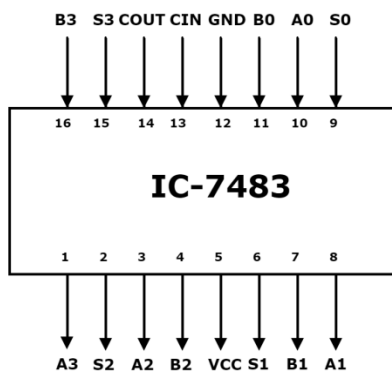
وسایل و قطعات مورد نیاز: منبع تغذیه، برد بور، مالتی متر، پنج عدد مقاومت $150\ \Omega$ ، پنج عدد LED، تراشه های 7485(Comparator) و 7483(Adder)، 7486(XOR)

الف) تراشه جمع کننده:

در آزمایش جلسه گذشته با استفاده از ۴ عدد مدار تمام جمع کننده (FA) توانستیم یک مدار جمع کننده ۴ بیتی (4-bit Adder) برای اعداد بدون علامت (Unsigned) طراحی کنیم. در این جلسه با تراشه 7483 آشنا می شویم که دو عملوند چهار بیتی $A=a_3a_2a_1a_0$ و $B=b_3b_2b_1b_0$ را با یکدیگر جمع می نماید. بدیهی است که نقلی ورودی (C_{in}) به طبقه اول بایستی '0' باشد. برای پیاده سازی مدارهای جمع کننده بزرگتر کافی است تا به تعداد مورد نیاز این تراشه ها را در کنار یکدیگر قرار داده و رقم نقلی خروجی از یک طبقه مشخص را به نقلی ورودی طبقه بعدی متصل کنیم. در شکل زیر تراشه 7483 نمایش داده شده است. دو عملوند ورودی چهار بیتی $A=a_3a_2a_1a_0$ و $B=b_3b_2b_1b_0$ به مدار اعمال می شوند و خروجی پنج بیتی $C_{out}S_3S_2S_1S_0$ به دست می آید.



الف) تراشه 7483



ب) پایه های تراشه 7483

ب) مدار جمع کننده/تفریق کننده:

معمولا مدار تفریق کننده را به صورت جداگانه طراحی نمی کنند. بلکه، با اعمال کمی تغییرات در مدار جمع کننده که در بخش الف) توضیح داده شد، می توان مداری طراحی نمود که به صورت جمع کننده یا تفریق کننده عمل نماید. در تفریق دو عدد بدون علامت A و B به صورت A-B می توان از تکنیک مکمل گیری به صورت زیر استفاده نمود:


$$A - B = A + 2'SComp(B) = A + \bar{B} + 1$$

برای داشتن همزمان عمل جمع و تفریق بایستی از یک سیگنال کنترلی به نام M استفاده نماییم. زمانی که M=0 است، عملوند B مکمل نمی گردد و بیت '1' نیز به مدار اعمال نمی شود. در نتیجه، عمل جمع A+B انجام می شود. در مقابل، زمانی که M=1 است، عملوند B مکمل می گردد و بیت '1' نیز به مدار اعمال می شود. در نتیجه، عمل تفریق $A + \bar{B} + 1 = A - B$ انجام می شود. از گیت XOR می توان به عنوان یک گیت NOT کنترل شده استفاده نمود تا در صورت نیاز سیگنال ورودی را معکوس نماید. زمانی که عمل تفریق برای اعداد بدون علامت A و B به صورت A-B انجام می شود دو حالت امکان دارد وجود داشته باشد:

$$A \geq B \quad \triangleright$$

در این حالت رقم نقلی خروجی تولید می شود ('1'=Cout) که از آن چشم پوشی می شود. به مثال زیر توجه نمایید.

$$4 - 2 = 2 \quad 0100 - 0010 = 0100 + 2'SComp(0010)$$



$$\begin{array}{r} 0100 \\ + 1110 \\ \hline 0010 \end{array}$$

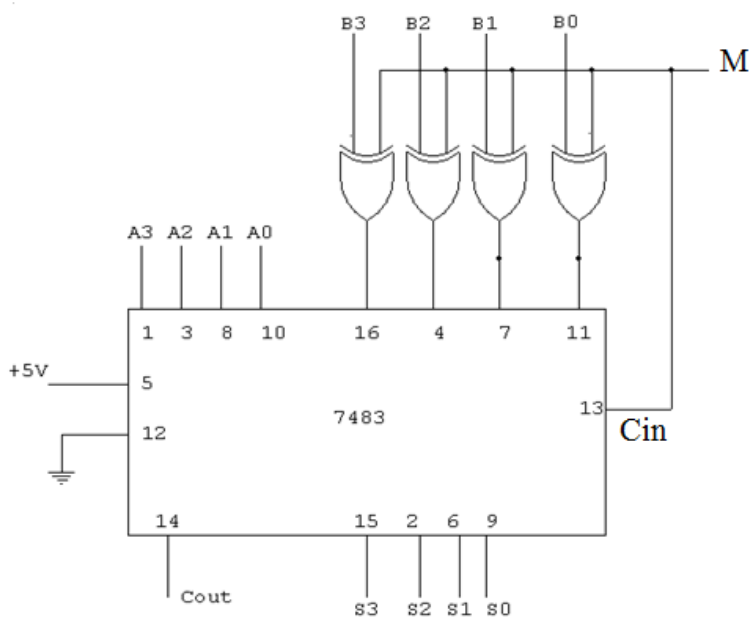
$$A < B \quad \triangleright$$

اگر $A < B$ باشد رقم نقلی خروجی تولید نمی شود ('0'=Cout). برای اصلاح نتیجه، بایستی از خروجی یک مرتبه مکمل ۲ بگیریم و یک علامت منفی نیز منظور نماییم. به مثال زیر توجه نمایید.

$$2 - 4 = -2 \quad 0010 - 0100 = 0010 + 2' SComp(0100)$$

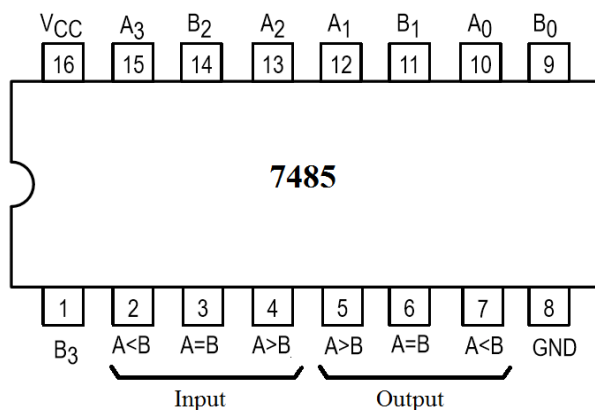
$$\begin{array}{r} \textcircled{0} \swarrow \\ 0010 \\ + \\ 1100 \\ \hline 1110 \end{array} \xrightarrow{\text{اصلاح نتیجه}} -(0010)$$

مدار جمع کننده/تفریق کننده ۴ بیتی در شکل زیر نمایش داده شده است. اگر سیگنال کنترلی $M=0$ باشد عمل جمع و اگر $M=1$ باشد عمل تفریق انجام می شود.



ج) تراشه مقایسه کننده

به منظور مقایسه میان دو عملوند دودویی بدون علامت (Unsigned) می توان با استفاده از گیت های منطقی پایه مداری را طراحی نمود. تراشه 7485 عمل مقایسه را میان دو عملوند چهار بیتی انجام می دهد و نتیجه را به صورت تساوی، بزرگتر یا کوچکتر در ۳ پایه خروجی نمایش می دهد. پایه های این تراشه فعال بالا (Active High) هستند. در شکل زیر تراشه 7485 نمایش داده شده است.



به منظور مقایسه دو عدد چهار بیتی بایستی پایه های کنترلی ورودی ۲ و ۴ را به زمین و پایه ۳ را به منبع تغذیه متصل نماییم. با این کار فرض می شود که اعداد موجود در طبقه قبلی با یکدیگر برابر هستند. حال می توانیم با اعمال نمودن ورودی های $A=A_3A_2A_1A_0$ و $B=B_3B_2B_1B_0$ به تراشه 7485، آنها را با یکدیگر مقایسه نماییم. نتیجه مقایسه بر روی پایه های ۵، ۶ و ۷ نمایش داده می شود. به عنوان مثال، اگر پایه ۷ برابر با ۱ منطقی باشد یعنی $A < B$ است. به منظور مقایسه اعداد بزرگتر بایستی چندین تراشه 7485 را به یکدیگر متصل نماییم.

فعالیت کلاسی:

۱- با استفاده از تراشه 7483 مدار جمع کننده/تفریق کننده ۴ بیتی را ببندید. برای اعمال نمودن ورودی ها به مدار، ۴ عدد LogicState برای ورودی A و ۴ عدد LogicState برای ورودی B قرار دهید. در ضمن، یک عدد LogicState نیز برای ورودی کنترلی M قرار دهید. به منظور مشاهده نتایج، در خروجی های $C_{out}S_3S_2S_1S_0$ نیز ۵ عدد LED قرار دهید. حال به ازای چند حالت مختلف برای ورودی های A و B، عملکرد مدار خود را در حالت های جمع و تفریق بررسی نمایید.

۲- با استفاده از تراشه 7485 دو عد چهار بیتی را با یکدیگر مقایسه نمایید. برای این منظور، پایه های کنترلی ورودی ۲ و ۴ را به زمین و پایه ۳ را به منبع تغذیه متصل نمایید. در ضمن، در پایه های خروجی ۵، ۶ و ۷ نیز سه عدد LED قرار دهید.