

به نام خدا



آزمایشگاه معماری کامپیوتر

گزارش کار آزمایش اول

دانشکده مهندسی کامپیوتر

دانشگاه صنعتی شریف

تابستان ۱۴۰۳

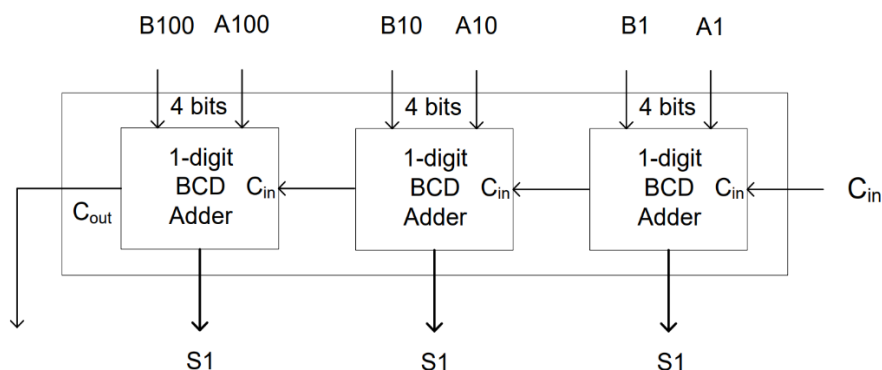
رادین چراغی ۴۰۱۱۰۵۸۱۵

مبین پورعابدینی ۴۰۱۱۱۰۵۵۶

آرین نوری ۴۰۱۱۰۶۶۶۳

## مقدمه

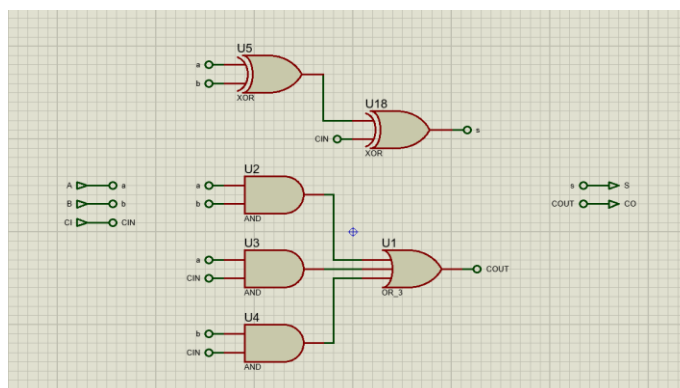
هدف از این آزمایش آشنایی با نحوه‌ی عملکرد یک جمع‌کننده‌ی دهدهی است. در این آزمایش دو عدد سه رقمی در مبنای ده به مدار داده می‌شود و نتیجه مورد انتظار در خروجی مشاهده می‌شود، شماتیک کلی مدار به صورت زیر است:



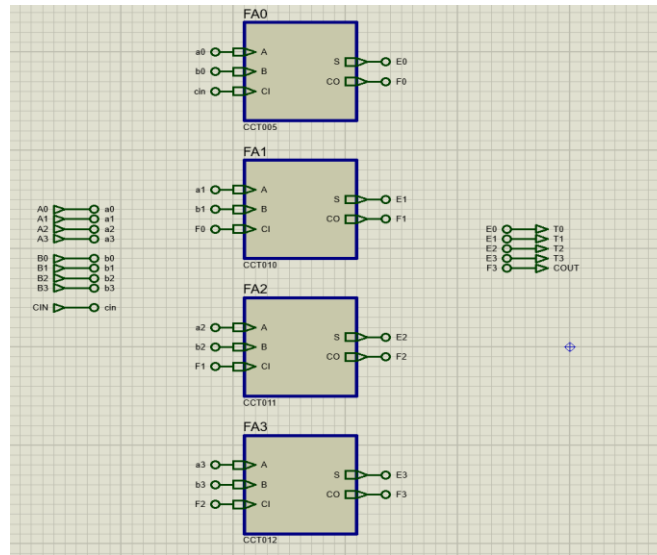
مطابق شکل داده شده در این آزمایش ما دو عدد به فرم دهدهی دریافت می‌کنیم و یک عدد سه رقمی دهدهی به همراه یک بیت  $C_{out}$  خروجی خواهیم داد که حاصل جمع دو عدد داده شده هستند. ابتدا مدار بالا را به صورت تئوری و با استفاده از ابزار پروتئوس پیاده خواهیم کرد، سپس به گزارش کار اتصال عملی آن خواهیم پرداخت. نکته‌ای که در هنگام ایجاد مدار به صورت تئوری اضافه بر شکل بالا در نظر خواهیم گرفت وجود یک خروجی تک‌بیتی برای اعلام valid بودن مقادیر داده شده به عنوان است، چرا که جمع‌کننده‌های موجود باید اعداد را به صورت BCD دریافت کنند و در این نوع نمایش اعداد، باید برای هر رقم چهار بیت در نظر بگیریم و بدانیم که با این چهار بیت نمی‌توان اعداد ۱۰ تا ۱۵ را نشان داد. حالا همان طور که گفته شد گزارش کار این آزمایش را در دو بخش بررسی می‌کنیم.

## بخش اول: ساخت مدار در Proteus

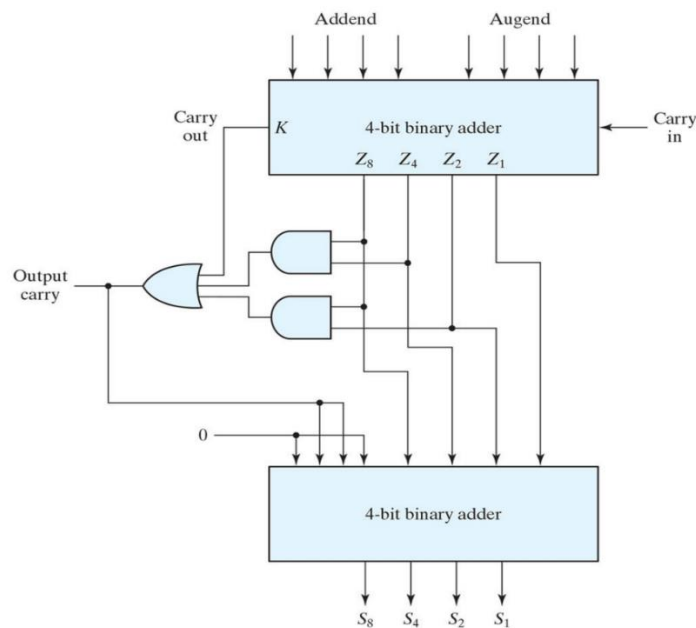
ابتدا طبق شماتیک داده شده می‌خواهیم قبل از ایجاد مدار به صورت عملی در آزمایشگاه، در نرم‌افزار پروتئوس به کمک ساختار سلسله مراتبی مدار را کامل کنیم، ابتدا یک واحد Full Adder یک بیتی برای استفاده در مدارهای بزرگتر می‌سازیم،



سپس مدار ساخته شده را به یک گیت در پروتئوس تبدیل می‌کنیم. حالا از این جمع‌کننده‌ی کامل یک بیتی برای ساخت یک جمع‌کننده‌ی چهار بیتی به روش Ripple Carry Adder استفاده می‌کنیم،

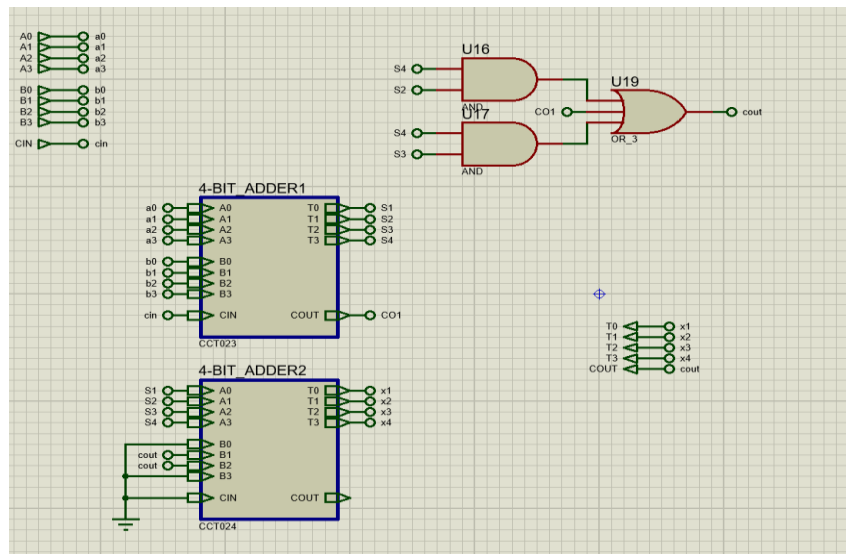


پس با اتصال چهار گیت از جمع کننده‌ی گفته شده می‌توانیم جمع کننده‌ی بالا را بسازیم و آن را به یک واحد جمع کننده‌ی بزرگ‌تر تبدیل می‌کنیم. حالا که توانسیم یک گیت Full Adder چهار بیتی بسازیم، در قدم بعد باید به کمک این مدار، مداری برای جمع دو رقم BCD بسازیم. برای جمع دو عدد BCD مداری به شکل زیر را در نظر می‌گیریم:

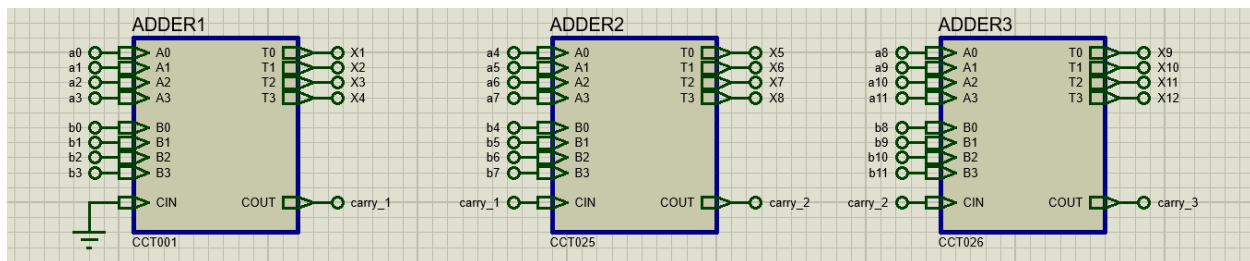


نحوه‌ی کار مدار بالا به این صورت است که ابتدا دو عدد داده شده را با یک جمع کننده‌ی عادی با یکدیگر جمع می‌کند، سپس باید ببینیم که آیا عدد حاصل از ۹ بزرگتر شده یا خیر، که این را به کمک دو AND و یک OR تشخیص می‌دهیم. این گونه که اگر عدد حاصل از ۹ بیشتر باشد، یا Carry out جمع کننده فعال است و یا در صورت فعال نبودن آن، باید بیت چهارم خروجی به همراه یکی از بیت‌های میانی (دوم و سوم) روشن باشند تا نشان دهند عدد داده شده از ۱۰ تا ۱۵ می‌تواند باشد. بعد از این که تشخیص دادیم خروجی احتیاجی به Carry برای رقم بعد دارد یا خیر کافیسست در صورت داشتن بیت نقلی خروجی‌ها را با شش جمع کنیم تا به نوعی یک بسته‌ی ده‌تایی از خروجی‌های فعلی را به طور مناسب کم کنیم و بتوانیم نمایش درستی در مبنای ده داشته باشیم.

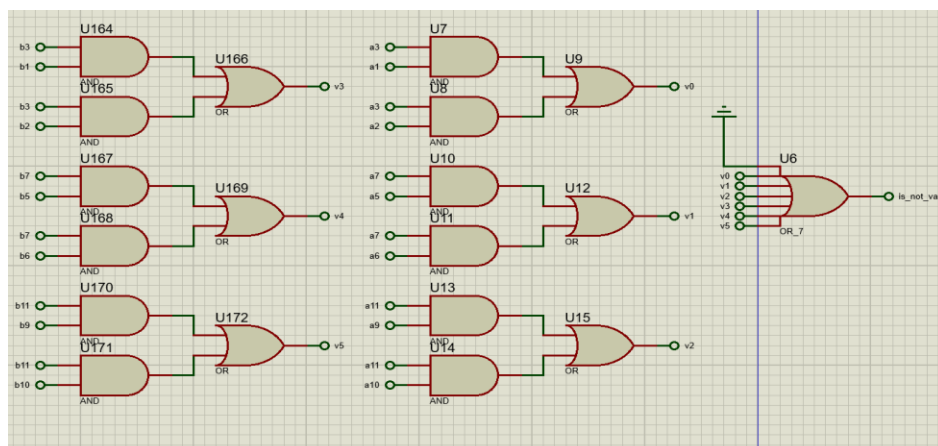
حالا که شکل را توضیح دادیم می‌توانیم با استفاده از گیتی که ساختیم آن را بسازیم،



شکل بالا مدار کاملی است برای جمع دو رقم BCD و خواسته‌ی اصلی سوال از ما جمع دو عدد سه رقمی است، در نتیجه ما مدار بالا را نیز به یک گیت برای جمع ارقام BCD تبدیل می‌کنیم و از آن در مدار اصلی استفاده می‌کنیم،

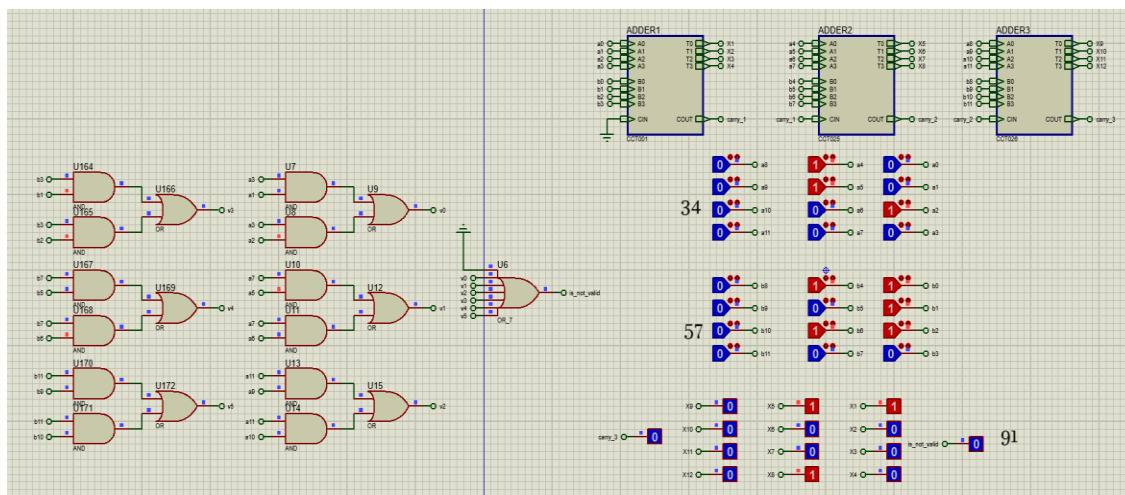


در نهایت دو کار باقی مانده است، یکی قرار دادن محل مناسب برای ورودی و خروجی‌های مدار و تعیین منطقی برای تشخیص صحیح بودن ورودی‌های داده شده. برای اولی که کافی است از Logic probe و Logic state استفاده کنیم. برای دومی نیز مشابه منطقی که برای تشخیص بزرگ‌تر بودن اعداد از ۹ در مدار جمع رقم‌های BCD داشتیم، عمل می‌کنیم که به این صورت است:

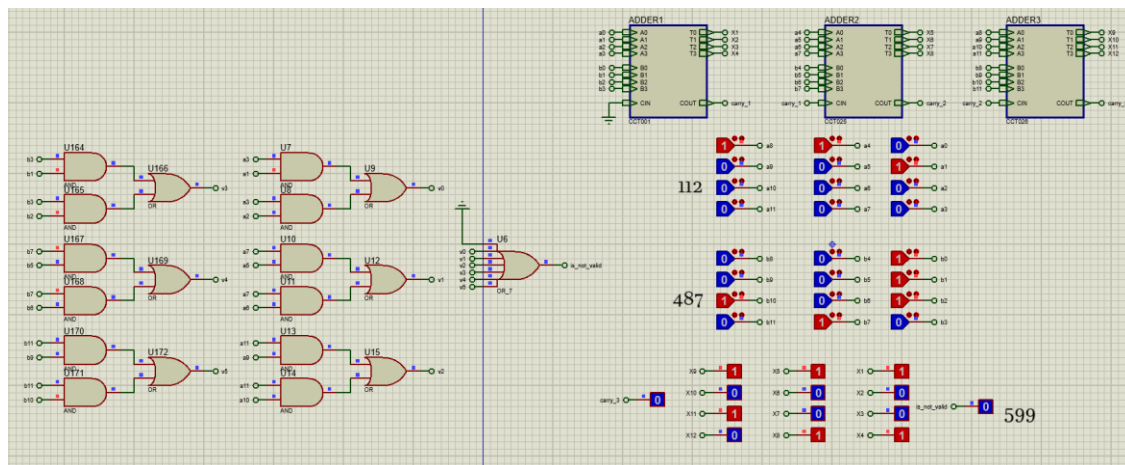


پس با تعیین یک بیت اختطاری با نام is not valid که حاصل بررسی هر شش رقم داده شده است، valid بودن یا نبودن ورودی‌های داده شده را نیز می‌توانیم تعیین کنیم. در نهایت مداری که می‌خواستیم بسازیم تکمیل شده و حالا چند تست از آن را قرار می‌دهیم.

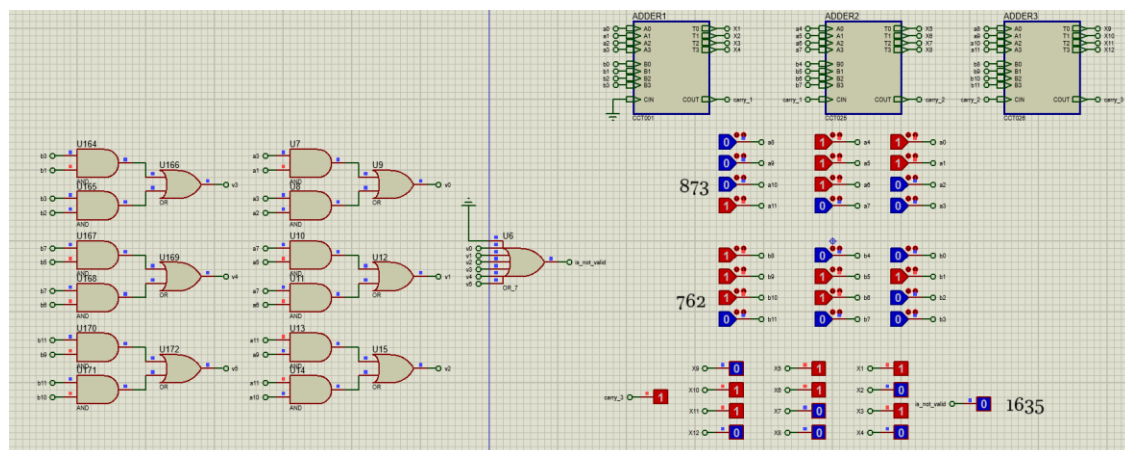
(A = 34, B = 57, output: 91)



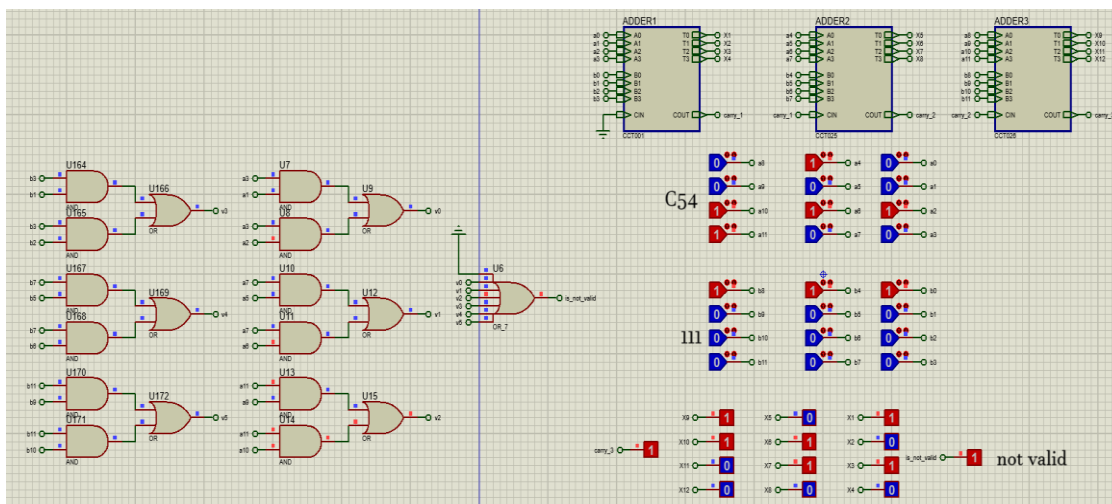
(A = 112, B = 487, output: 599)



(A = 873, B = 762, output: 1635)



(A = C54, B = 111, output: not valid)



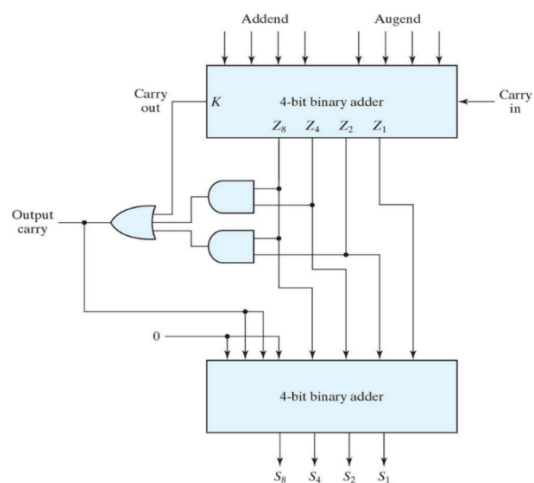
حالا در تمامی حالات مدار را تست کردیم و از درستی آن اطمینان حاصل کردیم در نتیجه گزارش این بخش از کار به پایان می‌رسد و در ادامه به اتصالات عملی خواهیم پرداخت.

## بخش دوم: ساخت بخشی از مدار بر روی Bread Board



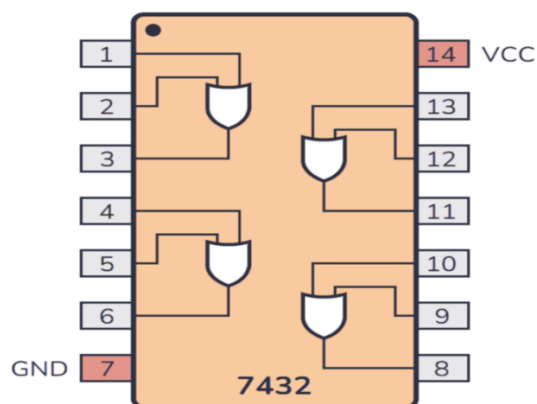
حالا در این بخش می‌خواهیم مداری که توانستیم آن را در پروتئوس طراحی کنیم را به صورت عملی و روی bread board پیاده‌سازی کنیم، به دلیل راحتی بیشتر در این بخش از ما خواسته شده تا فقط یک جمع‌کننده‌ی تک‌رقمی از آن را بسازیم تا ساده‌تر بتوان مدار و اتصالات آن را طراحی کرد.

پس وظیفه‌ی ما در حال حاضر ساختن این مدار است:

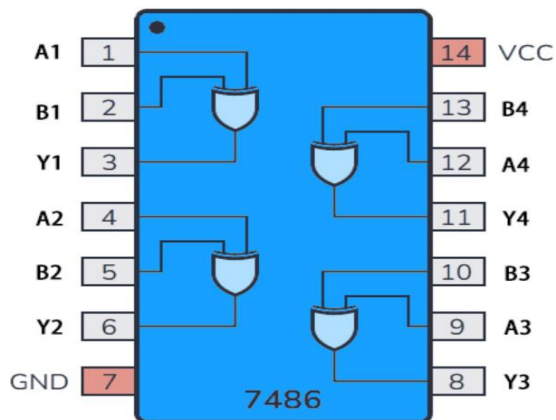


باید دو جمع‌کننده‌ی چهاربیتی را روی Bread Board گذاشته و با دو AND و OR خروجی‌ها را کامل کنیم. گیت‌هایی که در آزمایشگاه با آن کار خواهیم کرد AND، OR، XOR هستند. حالا برای شروع ابتدا جمع‌کننده‌ای تک‌بیتی را به کمک گیت‌های گفته شده می‌سازیم و برای این کار به Data sheet آنان نیاز داریم.

2-Input OR Gate 7432

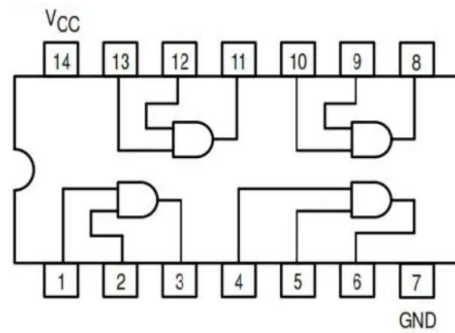


2-Input XOR Gate 7486

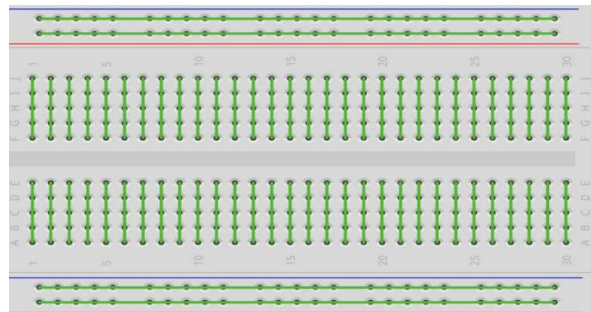




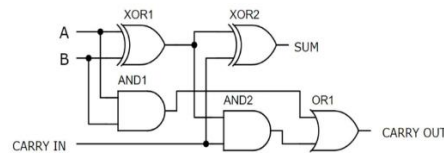
## 2-Input AND Gate 7408



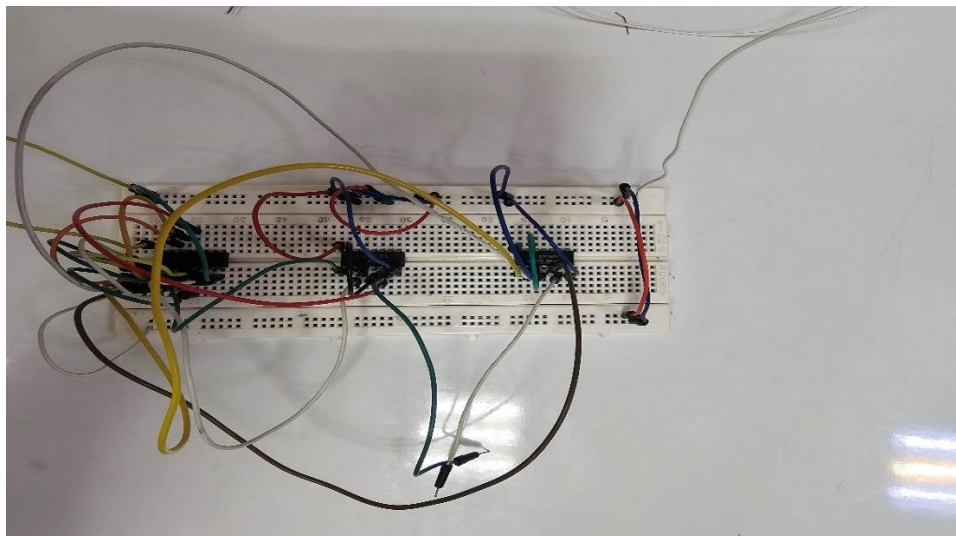
به طور خلاصه در هر سه شکل بالا نحوه‌ی اتصال ورودی و خروجی‌ها یکسان است و تنها نوع قطعه تغییر می‌کند. در خود Bread Board نیز در دو سطر کناری به صورت افقی به یکدیگر متصل‌اند و در سطرهای میانی در هر نیمه به طور عمودی وصل هستند.



حالا با دانستن نحوه‌ی اتصال ابتدا ساخت را با یک جمع‌کننده‌ی یک بیتی شروع می‌کنیم، طبق توضیحات قبل می‌دانیم که باید به این صورت اتصالات در مدار برقرار شود:



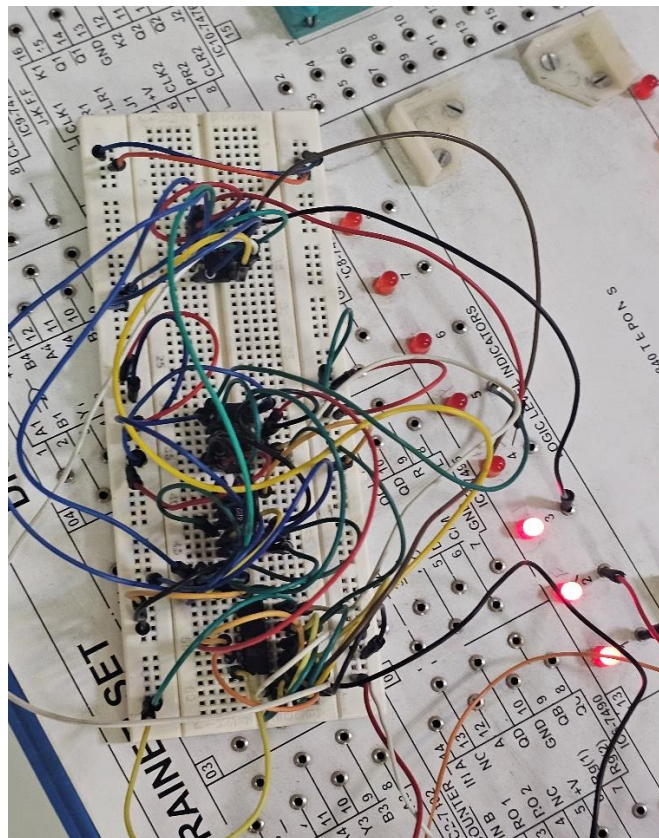
پس با قرار دادن قطعات ۷۴۰۸ و ۷۴۳۲ و ۷۴۸۶ مدار بالا را می‌سازیم که تصویر آن در نهایت به این صورت خواهد بود:





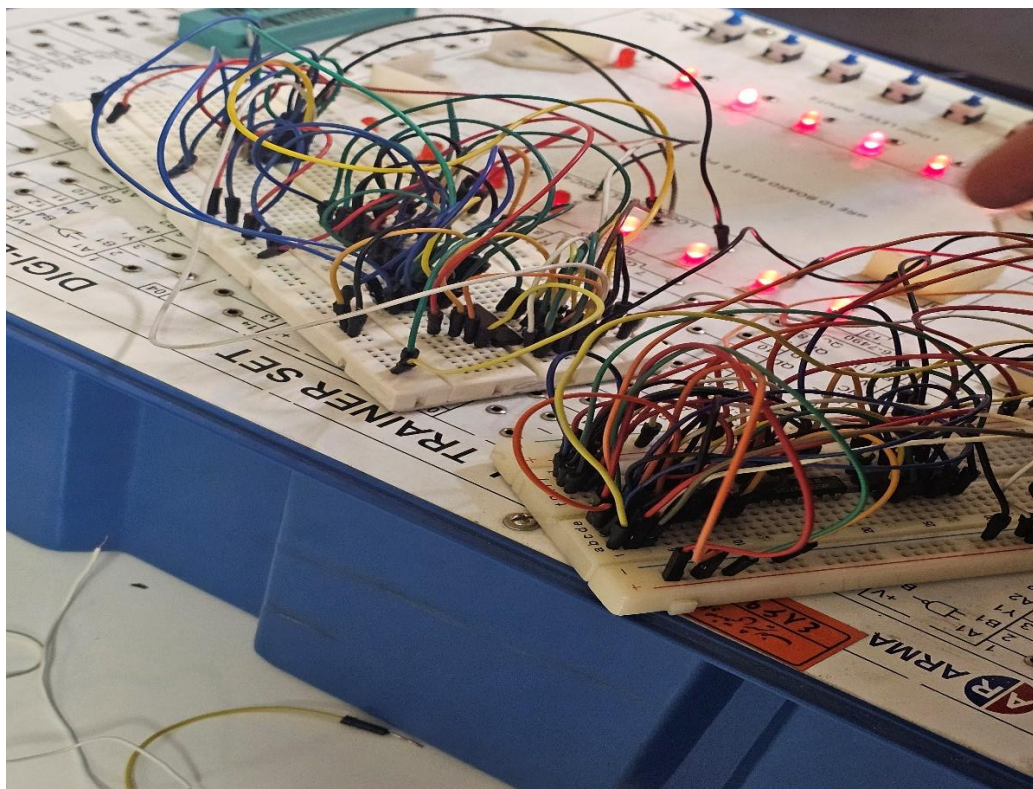
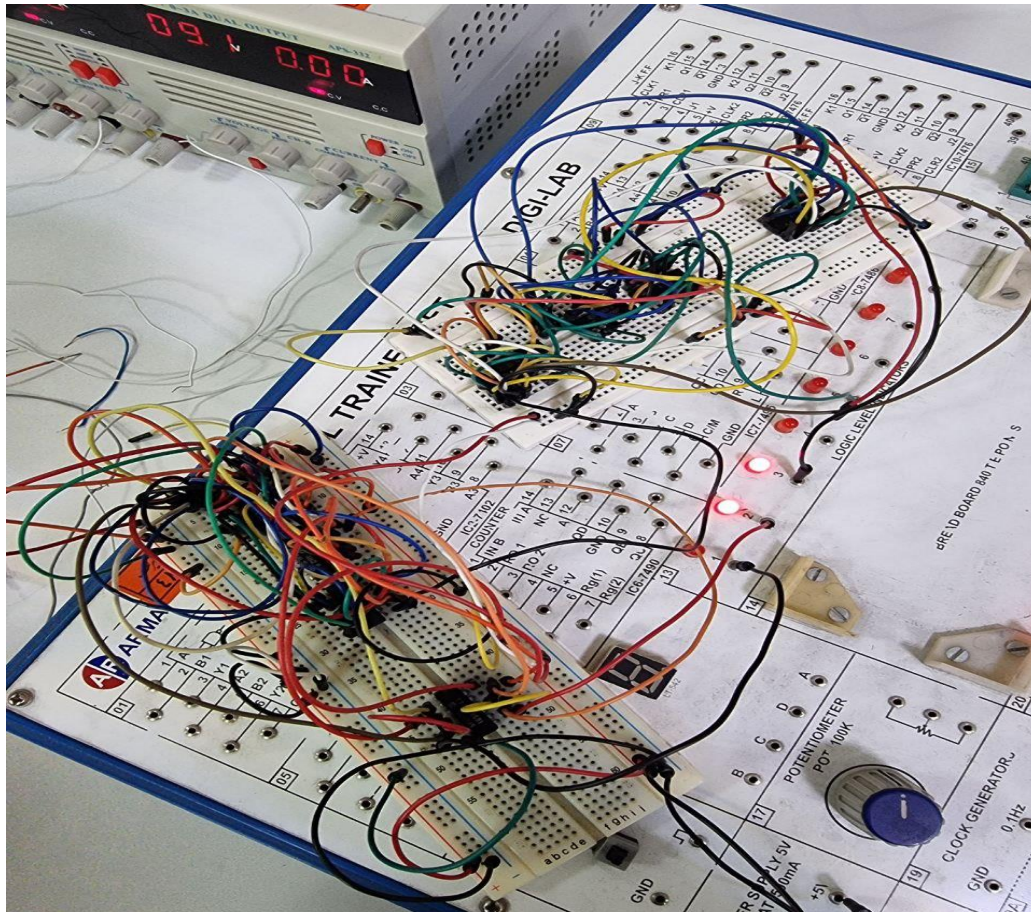
در شکل برای هر گیت یک  $V_{cc}$  و یک Ground وجود دارد، سیم‌های سمت چپ ورودی‌های ما هستند (که برای استفاده از آن‌ها در هنگام تست یک سیم دوباره به آن‌ها متصل خواهد شد تا بتواند مقدار را کنترل کند) و دو سیمی که از گیت‌های XOR و OR هستند به ترتیب خروجی Sum و  $C_{out}$  هستند که در شکل به شکل دو سیم بدون اتصال واضح‌اند. از گیت ۷۴۸۶ این گونه استفاده شده که دو تا از ورودی‌ها را می‌گیرد و یک خروجی می‌دهد سپس خروجی داده شده به طور مستقیم به ورودی بعدی می‌رود و با ورودی سوم مدار دوباره یک XOR را می‌سازند تا منطق آن به درستی پیاده شود. در سمت چپ تصویر نیز به سه عدد AND دوتایی احتیاج داریم پس هر دو تا از ورودی‌ها را به یکی از چهار AND موجود در تراشه می‌دهیم و حالا با سه تا خروجی‌ای که از این تراشه داریم، به کمک تراشه‌ی ۷۴۳۲ و دو گیت OR منطق خروجی دادن carry out را پیاده می‌کنیم. برای تست این مدار نیز ورودی و خروجی‌های دلخواه را به  $V_{cc}$  یا Ground وصل می‌کنیم سپس به کمک مولد جریان متناوب ولتاژهای دو سر خروجی‌ها را بررسی می‌کنیم به این صورت که ولتاژ خروجی را روی پنج ولت تنظیم کرده و سپس بعد از اتصال ولتاژ صفر و نزدیک به آن مقدار منطقی ۰ و ولتاژ پنج و نزدیک به آن مقدار منطقی ۱ خواهند بود.

با ساخت یک واحد Full Adder یک بیتی باید با اتصال چهارتا از آن‌ها به یکدیگر یک جمع‌کننده‌ی بزرگتر ساخت، برای این کار ابتدا در همان مدار قبلی‌ای که ساختیم یک تراشه‌ی 7408 اضافه می‌کنیم و حالا به کمک تراشه‌ی جدید و طرف دیگر دو تراشه‌ی ۷۴۳۲ و ۷۴۸۶ می‌توانیم در همان Bread board جمع‌کننده‌ی تک بیتی را به یک جمع‌کننده‌ی دوبیتی تبدیل کنیم که با گرفتن پنج ورودی (دوبیتی برای هر عدد و یک  $C_{in}$ ) سه بیت خروجی حاصل جمع را می‌دهد، شکل نهایی مدار فعلی با انجام این تغییرات به این صورت در می‌آید:



در مدار بالا همانطور که می‌بینید تست به کمک لامپ‌های LED صورت گرفته و مدار جمع‌کننده‌ی دوبیتی ما به درستی تست شد و به دستیار آزمایشگاه نیز نشان داده شد. در ادامه باید همین کار را یک بار دیگر از اول تکرار کنیم تا بتوانیم در مدار جمع‌کننده‌ی رقم BCD از جمع‌کننده‌ی چهاربیتی استفاده کنیم، پس با تکرار همین منطق پیاده‌سازی روی یک Bread board دیگر و اتصال  $C_{out}$  اولی به  $C_{in}$  دومی، جمع‌کننده‌ی دودویی مد نظر ما برای استفاده در مدار اصلی ساخته می‌شود.



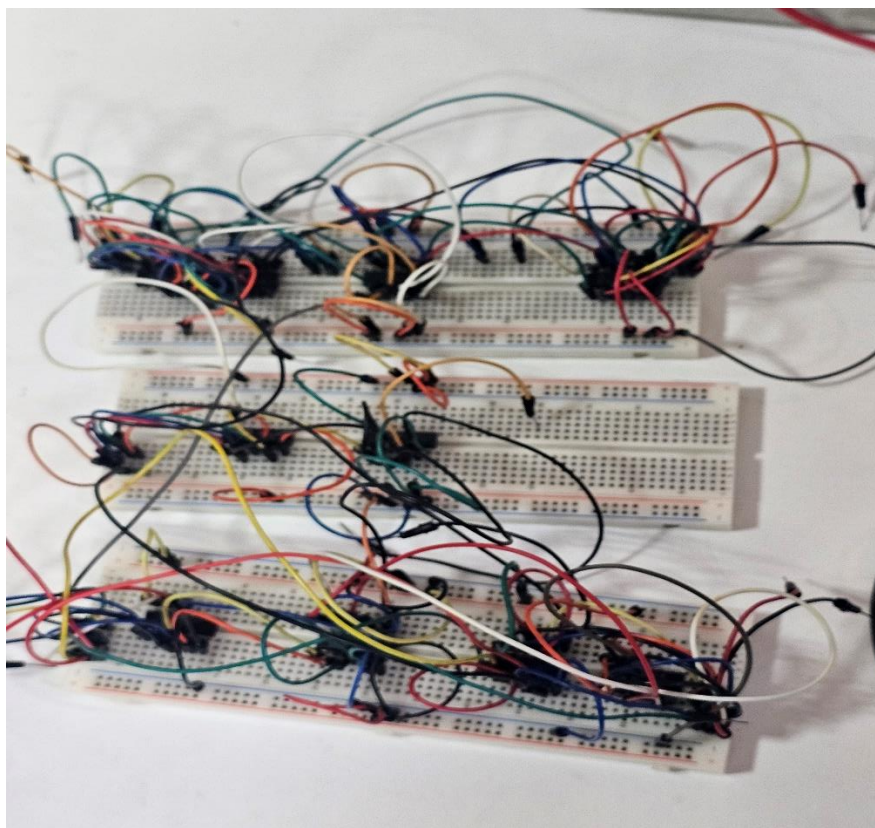




حالا مطابق شکل صفحه‌ی قبل اتصالات مورد نیاز را انجام می‌دهیم و جمع‌کننده‌ی چهار بیتی را تکمیل می‌کنیم. دقت داریم که در مدار اصلی ما سه بخش اصلی داریم، یک جمع‌کننده‌ی چهاربیتی عادی برای جمع دو عدد اولیه، یک جمع‌کننده‌ی چهاربیتی عادی برای جمع خروجی جمع‌کننده‌ی اول با ۶ در صورت نیاز، و دو عدد AND به همراه یک OR که منطق Carry out ما را تشکیل می‌دهند.

با جمع‌کننده‌ی چهاربیتی‌ای که ساختیم می‌توانیم بخش اول مدار را پوشش دهیم. این در حالی است که برای تکمیل مدار باید حالا تمام کارهایی که از اول انجام داده‌ایم را دوباره انجام دهیم، یعنی با داشتن دو Bread board دیگر و تراشه‌های مورد نیاز یک جمع‌کننده‌ی دیگر بسازیم که تمامی مراحل مثل ساخت همین جمع‌کننده هستند با این تفاوت که به جای این که ورودی‌های مدار از بیرون مدار و توسط فرد به مدار داده شوند باید ورودی‌های این جمع‌کننده، خود از خروجی‌های جمع‌کننده‌ی اولیه‌ی ما باشند و همچنین باید بخش مربوط به منطق Carry out را در کنار آن پیاده‌سازی کنیم چرا که یکی از ورودی‌های این جمع‌کننده‌ی جدید عدد باینری 0000 است که در آن C همان Carry out است، یعنی در صورتی که بیت نقلی فعال باشد باید خروجی جمع‌کننده‌ی اول با شش جمع شود که علت آن پیش از این توضیح داده شد. در نتیجه ما به یک Bread board دیگر برای اجرای اتصالات مربوط به خروجی بیت نقلی نیاز خواهیم داشت که روی آن تنها تراشه‌های ۷۴۳۲ و ۷۴۰۸ هستند. ورودی‌های دو گیت AND موجود در تراشه از خروجی‌های جمع‌کننده‌ی قبلی هستند و خروجی‌های تراشه‌ی ۷۴۰۸ به طور مستقیم به ۷۴۳۲ وصل خواهند شد. در ادامه خروجی این تراشه نیز برای تشخیص جمع با ۶، به جمع‌کننده‌ی دومی که ساختیم وصل می‌شود.

در نهایت با ساخت این قسمت از کار، به مدار زیر می‌رسیم که اتصالات گفته شده درون آن رعایت شده:



در قطعه‌ی میانی ما دو تراشه‌ی برای AND و OR داریم، در دو سمت آن نیز دو جمع‌کننده‌ی دوبیتی که با اتصال به یکدیگر همان جمع‌کننده‌ی چهاربیتی دوم ما را می‌سازند. در نهایت با اتصال مدار بالا به مدار صفحه‌ی قبل، جمع‌کننده‌ی BCD ما برای اعداد یک‌رقمی کامل خواهد شد.

پایان گزارش کار آزمایش اول