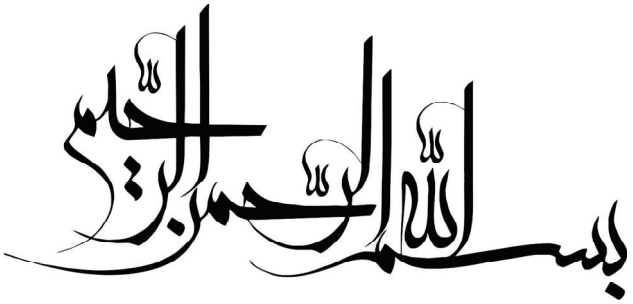


عنوان آزمایش: ساخت مدار ALU به کمک IC 74181

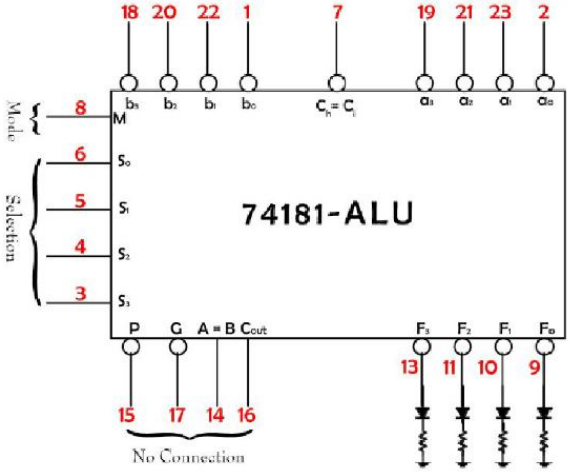
وسایل مورد نیاز: بردبورد، IC 74181، تعدادی مقاومت، تعدادی LED، Dip Switch و مقداری سیم

هدف آزمایش: طراحی یک ALU است که بتواند 16 عمل منطقی و حسابی را انجام دهد.

مدار مجتمع یا IC یک بلور نیمه رسانای سیلیسیومی موسوم به تراشه است که اجزای الکترونیکی لازم برای ساخت گیت‌های منطقی روی آن قرار دارند. روی تراشه، گیت‌های مختلف به هم وصل می‌شوند تا مدار مورد نظر تشکیل شود. تراشه در یک جعبه سرامیکی و یا پلاستیکی نصب و به پایه‌های خارجی مدار مجتمع لحیم می‌شود.

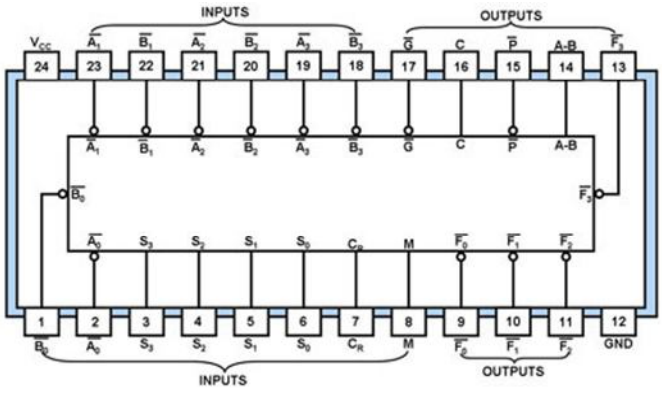
آی‌سی 74181، یک آی‌سی واحد محاسبات و منطق (ALU) بیتی با سرعت بالا و قابلیت بار کردن موازی می‌باشد که از طریق 4 ورودی انتخاب تابع (S0-S3) و ورودی کنترل حالت (M) عملیات مختلفی (16 عملیات منطقی ممکن یا محاسباتی متفاوت) را روی پورت‌های A و B با منطق مثبت (Active High) یا منطق منفی (Active Low) انجام می‌دهد و خروجی، توسط LED که روی بردبورد تعبیه شده است نشان داده می‌شود. LED ها در تمام آزمایشات با مقاومت، جریان داده می‌شوند تا ولتاژ باعث سوزاندن LED نشود.

نمودار بلوکی و ترتیب پایه‌های IC منطقی آن به صورت زیر است:



Pin Names	Description
$\overline{A}0-\overline{A}3$	Operand Inputs (Active LOW)
$\overline{B}0-\overline{B}3$	Operand Inputs (Active LOW)
S0–S3	Function Select Inputs
M	Mode Control Input
C_n	Carry Input
$\overline{F}0-\overline{F}3$	Function Outputs (Active LOW)
A = B	Comparator Output
$\overline{G}$	Carry Generate Output (Active LOW)
$\overline{P}$	Carry Propagate Output (Active LOW)
C_{n+4}	Carry Output

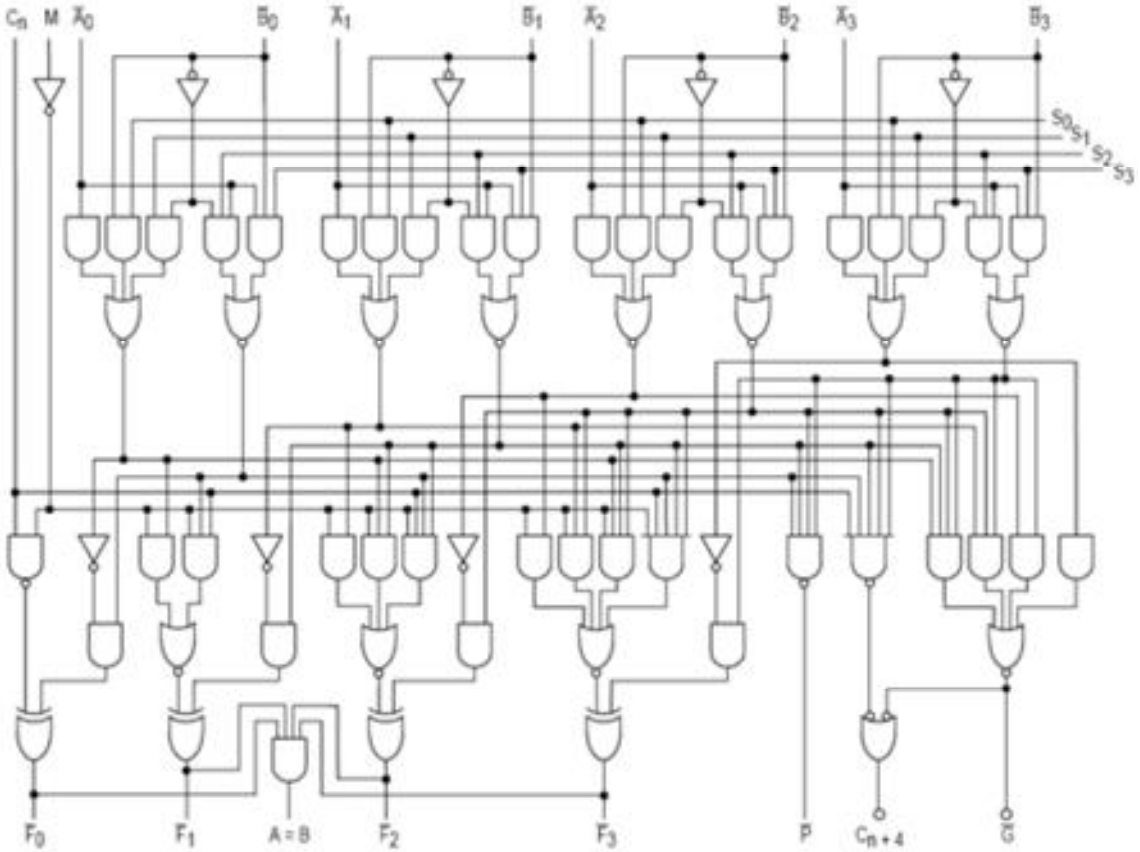
پایه‌های IC به صورت مرتب شده به شکل زیر است:



پیوست: خروجی Cn+4 خروجی نقلی است.

ساختار داخلی IC:

(توجه: از طریق این ساختمان می‌توان روابط لازم برای همه خروجی‌های آن را بدست آورد.)

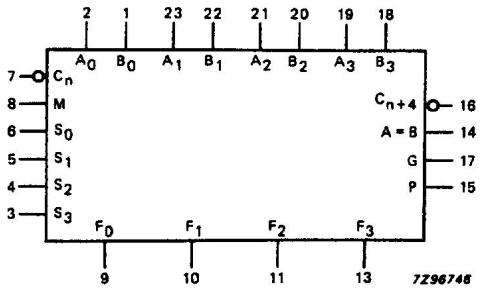


از طریق ورودی M می‌توان کنترل کرد که آی سی عملیات منطقی را انجام می‌دهد یا عملیات محاسباتی را. به طور کلی وقتی که M در منطق H قرار گیرد تنها عملیات منطقی صورت می‌پذیرد و زمانی که در منطق L قرار گیرد عملیات محاسباتی را انجام می‌دهد. این که چه عملیات محاسباتی‌ای انجام شود، تنها به Cin و خطوط انتخاب (S0-S3) بستگی دارد. زمانی که M=L باشد، اگر Cin فعال باشد اگر carry از مرحله قبل داشته باشیم در محاسبات شرکت داده می‌شود و اگر غیر فعال باشد یعنی از مرحله قبل carry نداریم. پایه‌های F نتیجه انجام عملیات را بر ورودی‌ها به ما نشان می‌دهد. پایه A=B زمانی یک است که تمام خروجی‌های F یک باشد. (پایه مقایسه‌گر) همچنین پایه‌های P و G پایه انتشارCarry هستند.

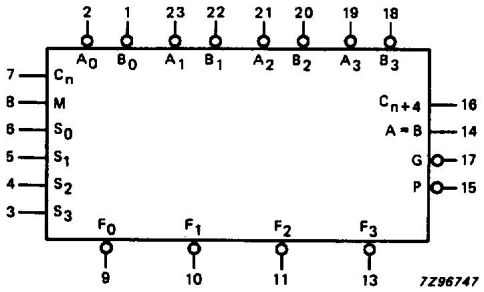
باید توجه کرد که نوع ورودی است که نوع خروجی را تعیین می‌کند. منظور از نوع ورودی، این است که ورودی با منطق مثبت (H) کار می‌کند یا منطق منفی (L).

تفاوت نمودار بلوکی ورودی‌ها:

Active HIGH operands



Active LOW operands



به عبارت دیگر اگر ورودی‌ها در حالت منطق مثبت کار کنند، خروجی‌ها هم در منطق مثبت کار می‌کنند و بالعکس.

جدول مربوط به آی‌سی:

FUNCTION TABLES

MODE SELECT INPUTS				ACTIVE HIGH INPUTS AND OUTPUTS	
S_3	S_2	S_1	S_0	LOGIC (M=H)	ARITHMETIC[2] (M=L; C_n=H)
L	L	L	L	$\overline{A}$	A
L	L	L	H	$\overline{A+B}$	A + B
L	L	H	L	$\overline{AB}$	A + $\overline{B}$
L	L	H	H	logical 0	minus 1
L	H	L	L	$\overline{AB}$	A plus A$\overline{B}$
L	H	L	H	$\overline{B}$	(A + B) plus A$\overline{B}$
L	H	H	L	A ⊕ B	A minus B minus 1
L	H	H	H	A$\overline{B}$	A$\overline{B}$ minus 1
H	L	L	L	$\overline{A}$ + B	A plus AB
H	L	L	H	$\overline{A \oplus B}$	A plus B
H	L	H	L	B	(A + $\overline{B}$) plus AB
H	L	H	H	AB	AB minus 1
H	H	L	L	logical 1	A plus A[1]
H	H	L	H	A + $\overline{B}$	(A + B) plus A
H	H	H	L	A + B	(A + $\overline{B}$) plus A
H	H	H	H	A	A minus 1

MODE SELECT INPUTS				ACTIVE LOW INPUTS AND OUTPUTS	
S_3	S_2	S_1	S_0	LOGIC (M=H)	ARITHMETIC[2] (M=L; C_n=L)
L	L	L	L	$\overline{A}$	A minus 1
L	L	L	H	$\overline{AB}$	AB minus 1
L	L	H	L	$\overline{A}$ + B	A$\overline{B}$ minus 1
L	L	H	H	logical 1	minus 1
L	H	L	L	$\overline{A+B}$	A plus (A + $\overline{B}$)
L	H	L	H	$\overline{B}$	AB plus (A + $\overline{B}$)
L	H	H	L	$\overline{A \oplus B}$	A minus B minus 1
L	H	H	H	A + $\overline{B}$	A + $\overline{B}$
H	L	L	L	$\overline{AB}$	A plus (A + B)
H	L	L	H	A ⊕ B	A plus B
H	L	H	L	B	A$\overline{B}$ plus (A + B)
H	L	H	H	A + B	A + B
H	H	L	L	logical 0	A plus A[1]
H	H	L	H	A$\overline{B}$	AB plus A
H	H	H	L	AB	A$\overline{B}$ plus A
H	H	H	H	A	A

با مقایسه دو عدد، مشخص می‌شود که یک عدد بزرگتر، مساوی یا کوچکتر از عدد دیگر است؛ برای این کار می‌توان تفریق A-B را انجام داد. اگر خروجی S برابر صفر باشد یعنی A = B است و نقلی خروجی مقدار نسبی دو مقدار را مشخص می‌کند به این صورت که هنگامی که C4 =1 است A ≥ B می‌باشد و هنگامی که C4 =0 است A ≤ B است همچنین هنگامی که C4 =1 و S≠0 است A > B می‌باشد. درنتیجه می‌توان به تفریق کننده، منطق مقایسه کننده را نیز اضافه کرد.
هنگامی که A < B باشد، عمل تفریق، مکمل 2 مقدار B-A را تولید می‌کند و نقلی خروجی برابر 0 است.

Data Level	C_n	C_{n+4}	Magnitude
Active High	H	H	A ≤ B
	L	H	A < B
	H	L	A > B
	L	L	A ≥ B
Active Low	L	L	A ≤ B
	H	L	A < B
	L	H	A > B
	H	H	A ≥ B

واحد محاسبات و منطق (Arithmetic & Logic Unit) به اختصار (ALU)، مداری دیجیتالی است که عملیات حساب و منطق را انجام می‌دهد و یک قطعه اساسی از واحد پردازش مرکزی در کامپیوتر است و حتی ساده‌ترین میکروپردازنده‌ها نیز دارای یک واحد محاسبه و منطق برای کارهایی از قبیل نگهداری زمان هستند.

☑ نحوه ارتباط ALU با بخش‌های مختلف ریزپردازنده:
ALU داده را از ثبات‌های ورودی دریافت کرده و سپس واحد کنترل (CU) به ALU می‌گوید که چه عملیاتی را باید بر روی داده انجام دهد و در نهایت ALU نتایج را بر روی یک ثبات خروجی ذخیره می‌کند.

☑ انواع عملیاتی که یک ALU می‌تواند انجام می‌دهد:
- عملیات محاسباتی صحیح (جمع، تفریق و به طور غیر مستقیم ضرب و تقسیم)
- عملیات بیتی منطقی XOR، OR، NOT (AND)
- عملیات انتقال بیتی (شیفت منطقی، حسابی، چرخشی)

Dip Switch: گیتی با 16 پایه است که 8 پایه آن 1 منطقی و 8 پایه دیگر آن 0 منطقی قلمداد می‌شود و از طریق 8 سوئیچ که روی آن تعبیه شده، می‌توان به راحتی ورودی‌ها را 0 یا 1 کرد. برای این کار یک طرف Dip switch را به VCC وصل می‌کنیم، این کار با اتصال موازی تک تک 8 پورت به ناحیه مربوط به VCC در برد بورد امکان پذیر می‌شود و طرف دیگر Dip switch (8 پورت باقیمانده) از طریق مقاومت‌های pull down (330-360 اهمی) به زمین متصل می‌گردد.
پس از تعبیه مدار جمع کننده 4 بیتی و اتصال ورودی‌ها به Dip switch انجام عملیات محاسباتی به راحتی مقدور می‌شود.