فاز دوم پروژه پایانی درس مدارمنطقی

(Arithmetic Logic Unit (ALU))

استاد درس: دکتر شریعت مدار

دستیاران مربوطه :

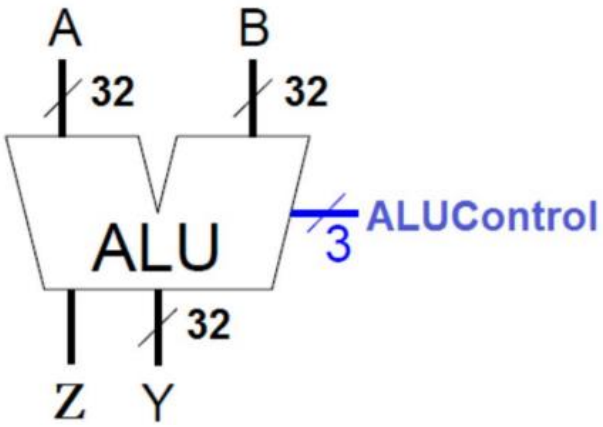
سید علی گوهری

املین غازاریان

بهار ۱۴۰۳

مدار ALU که به آن واحد محاسبه و منطق نیز گفته می شود، مداری دیجیتالی می باشد که وظیفه حساب و منطق را بر عهده دارد. این مدار دیجیتالی در پردازنده ها یک بخش جداگانه و حساس است که در همه پردازنده های قدیمی و جدید یافت می شود.

یک مدل ساده از این واحد پردازنده به صورت زیر است:



ماژول مذکور باید شامل سه ورودی زیر باشد:

۱. ورودی اول ۳۲ بیتی (A)

۲. ورودی دوم ۳۲ بیتی (B)

۳. سیگنال کنترلی 3 بیتی (ALUControl)

ماژول مذکور باید شامل خروجی های زیر باشد:

۱. خروجی ۳۲ بیتی برای نتیجه (Y)

۲. خروجی یک بیتی بیت نقلی(Carry out) - (C)

همچنین پیاده سازی فلگ های زیر **امتیازی** خواهد بود:

۳. خروجی یک بیتی برای نشان دادن صفر بودن خروجی(Z)

۴. خروجی یک بیتی بیت سرریز(Overflow) - (O)

۵. خروجی یک بیتی نشان دهنده منفی بودن نتیجه(N)

۶. فلگ یک بیتی که نشان دهنده آماده بودن خروجی است.(Ready)

توجه کنید تمامی فلگ ها برای مدت **یک دوره کلاک** معتبر خواهند بود و بعد از یک دوره باید غیر فعال شوند.

جدول عملیات های ALU با توجه به ۳ بیت ALUControl:

Operation	ALUControl[2:0]
NOP(No Operation)	3’b000
ADD	3’b001
SUB	3’b010
MULT	3’b011
SLT	3’b100
AND	3’b101
OR	3’b110
XOR	3’b111

هدف طراحی ماژولی با ورودی و خروجی های ذکر شده می‌باشد که با دریافت دو رجیستر۳۲ بیتی به عنوان ورودی، با توجه به سیگنال ALUControl عملیات مورد نظر را که در جدول بالا آمده است بر روی دو رجیستر انجام داده و نتیجه خروجی را در رجیستری با نام Y قرار می‌دهد.

در ادامه برای هرکدام از عملیات ها مثال هایی آورده شده است.

۱. عملیات NOP

در این عملیات خروجی برابر با ۳۲ بیت صفر قرار داده می‌شود و مقادیر A و B بدون اهمیت هستند.

مثال۱

ورودی:

A = 32’b0110_0011_1000_0100_1001_0011_1101_1000

B = 32’b1000_0100_1100_0110_1100_1001_1001_0001

ALUControl = 3’b000

خروجی:

Y = 32’b0000_0000_0000_0000_0000_0000_0000_0000

Z = 0, O = 0, C = 0, N = 0, Ready = 1

توجه کنید در این حالت چون عملیاتی انجام نشده فلگ Z که به معنی صفر بودن خروجی محاسبه شده بود فعال نمی‌شود.

۲. عملیات ADD

در این عملیات خروجی برابر با حاصل جمع دو عدد علامت‌دار مکمل۲ A و B است. اگر حاصل از محدوده خارج شد، فلگ O فعال می‌شود و C هم بیت نقلی می‌باشد. محدوده گنجایش اعداد ۳۲ بیتی مکمل۲ چقدر است؟

مثال۱

ورودی:

A = 32’b0111_1111_1111_1111_1111_1111_1111_1111

B = 32’b0111_1111_1111_1111_1111_1111_1111_1111

ALUControl = 3’b001

خروجی:

Y = 32’b1111_1111_1111_1111_1111_1111_1111_1110

Z = 0, O = 1, C = 0, N = 1, Ready = 1

مثال۲

ورودی:

A = 32’b1111_1111_1111_1111_1111_1111_1111_1111

B = 32’b1111_1111_1111_1111_1111_1111_1111_1111

ALUControl = 3’b001

خروجی:

Y = 32’b1111_1111_1111_1111_1111_1111_1111_1110

Z = 0, O = 0, C = 1, N = 1, Ready = 1

۳. عملیات SUB

در این عملیات خروجی برابر با حاصل تفریق عدد B از عدد A (هر دو علامت‌دار مکمل۲) است. اگر حاصل صفر شد فلگ Z و اگر حاصل منفی شد فلگ N فعال می‌شود.

مثال۱

ورودی:

A = 32’b0000_0110_0100_0001_0000_1101_0111_ 0001(dec = 104,926,577)

B = 32’b0000_0110_0100_0001_0111_0011_0000_0001(dec = 104,952,577)

ALUControl = 3’b010

خروجی:

Y = 32’b1111_1111 _1111_1111_1001_1010_0111_0000(dec = - 26,000)

Z = 0, O = 0, C = 0, N = 1, Ready = 1

۴. عملیات MULT

در این عملیات خروجی برابر با حاصل ضرب ۱۶ بیت پایین دو عدد **بدون علامت** B و A است. اگر حاصل صفر شد فلگ Z فعال می‌شود. آیا امکان Overflow وجود دارد؟ از ضرب کننده‌ی فاز اول در اینجا استفاده کنید.

مثال ۱، ورودی:

A = 32’b0000_0000_0000_0000_1111_1111_1111_ 1111(dec = 65,535)

B = 32’b0000_0000_0000_0000_1111_1111_1111_ 1111(dec = 65,535)

ALUControl = 3’b011

خروجی:

Y = 32’b 1111_1111_1111_1110_0000_0000_0000_0001 (dec = 4,294,836,225)

Z = 0, O = 0, C = 0, N = 0, Ready = 1

۵. عملیات SLT

در این عملیات دو ورودی ۳۲ بیتی علامت‌دار مکمل۲ باهم مقایسه می‌شوند. اگر A از B کوچکتر بود خروجی ۱ وگرنه خروجی صفر خواهد شد. با توجه به اینکه عملیات منطقی انجام شده است درصورت صفر شدن خروجی، فلگ Z صفر نخواهد شد.

مثال ۱

ورودی:

A = 32’b0000_0000_0000_0000_1011_1101_0111_ 0001(dec = 48,497)

B = 32’b0000_0000_0000_0000_1100_1101_1101_ 1011(dec = 52,699)

ALUControl = 3’b100

خروجی:

Y = 32’b0000_0000_0000_0000_0000_0000_0000_0001 (dec = 1)

Z = 0, O = 0, C = 0, N = 0, Ready = 1

۶. عملیات AND

در این عملیات همه ۳۲ بیت دو ورودی به صورت bitwise منتاظرا باهم and شده و در Y قرار می‌گیرند. در اینجا نیز صفر شدن خروجی منتج به فعال شدن فلگ Z نخواهد شد.

مثال ۱

ورودی:

A = 32’b1010_1001_0110_0110_1011_1101_0111_0001

B = 32’b1001_0101_1100_0110_1100_1101_1101_1011

ALUControl = 3’b101

خروجی:

Y = 32’b1000_0001_0100_0110_1000_1101_0101_0001

Z = 0, O = 0, C = 0, N = 0, Ready = 1

۷. عملیات OR

در این عملیات همه ۳۲ بیت دو ورودی به صورت bitwise منتاظرا باهم or شده و در Y قرار می‌گیرند. در اینجا نیز صفر شدن خروجی منتج به فعال شدن فلگ Z نخواهد شد.

مثال ۱

ورودی:

A = 32’b1010_1001_0110_0110_1011_1101_0111_0001

B = 32’b1001_0101_1100_0110_1100_1101_1101_1011

ALUControl = 3’b110

خروجی:

Y = 32’b1011_1101_1110_0110_1111_1101_1111_1011

Z = 0, O = 0, C = 0, N = 0, Ready = 1

۸. عملیات XOR

در این عملیات همه ۳۲ بیت دو ورودی به صورت bitwise منتاظرا باهم xor شده و در Y قرار می‌گیرند. در اینجا نیز صفر شدن خروجی منتج به فعال شدن فلگ Z نخواهد شد.

مثال ۱

ورودی:

A = 32’b1010_1001_0110_0110_1011_1101_0111_0001

B = 32’b1001_0101_1100_0110_1100_1101_1101_1011

ALUControl = 3’b111

خروجی:

Y = 32’b0011_1100_1010_0000_0111_0000_1010_1010

Z = 0, O = 0, C = 0, N = 0, Ready = 1

نکات مهم:

- برای تبدیل مبنای اعداد از این صفحه و برای بررسی درستی محاسبه خود از این صفحه می‌توانید استفاده کنید.
- خوانا نویسی و تمیزی کد مهم می باشد.
- فایل گزارش نویسی باید جامع و کامل باشد؛ به نحوی که هم توضیح هر بخش از کد با جزئیات آورده شود و هم تصاویری از نتایج شبیه سازی به همراه تحلیل در آن قرار بگیرد.

- برای تحویل این فاز پروژه، تمامی فایل‌ها از جمله ماژول‌ها و تست‌بنچ ها به همراه گزارشی از نحوه‌ی انجام کار به همراه نتایج مربوطه را در سامانه آپلود کنید. برای تحویل کدها، فقط فایل‌های مربوط به ماژول‌ها و تست‌بنچ‌ها را تحویل دهید. **از ارسال کل پروژه پرهیز کنید**!!!!!
- کد تحویل داده شده توسط شما باید قابل سنتز و شبیه‌سازی باشد و در صورت این‌که کد سنتز و شبیه‌سازی نشود، نمره‌ای به آن تعلق نمی‌گیرد.
- مشورت و کمک گرفتن از یک‌دیگر، جستجو در اینترنت و کتاب‌ها و.... کاملاً جایز می‌باشد ولی پروژه باید توسط خود شما انجام شود. در صورت مشاهده شباهت غیرعادی نمره پروژه برای همه‌ی افراد کاملاً صفر در نظر گرفته می‌شود.
- در صورت وجود هرگونه ابهام یا سؤال در مورد تمرین، آن را با آیدی تلگرام **@seyedali_gohari و @emelinghazarian** در میان بگذارید.