

BÀI 8: THIẾT KẾ ĐƠN VỊ SỐ HỌC LOGIC (ALU)

1. Mục tiêu bài thực hành

Giúp cho sinh viên tìm hiểu và thiết kế khối đơn vị số học logic (ALU), đây là phần lõi của đơn vị xử lý trung tâm - CPU. ALU bao gồm mạch logic tổ hợp thực hiện phép toán số học và logic trên hai bus ngõ vào. ALU có n ngõ vào nhị phân dùng để chọn thao tác cần thực hiện. Các đường tín hiệu được giải mã bên trong ALU nhằm cung cấp đến 2^n thao tác khác nhau.

2. Yêu cầu của bài thực hành

Câu 1: Viết code verilog mô tả ALU đơn giản, với ALU 4-bit Inputs: A, B thực hiện các phép toán logic như sau:

Opcode	ALU Operation
000	ALU_Out = NOT A
001	ALU_Out = A AND B
010	ALU_Out = A OR B
100	ALU_Out = A XOR B
default	ALU_Out = 4'b0000

a) Xem kết quả tổng hợp mạch (RTL Viewer)

b) Kiểm tra hoạt động của ALU trên board DE1 với ALU 4-bit Inputs:

A = 0110; B = 0101;

Sử dụng tín hiệu trên board:

SW[2:0] = Opcode

LEDR[3:0] = ALU_Out

Câu 2: Mở rộng câu 1: bổ sung thêm kết quả ALU_Out được hiển thị lên led 7 đoạn HEX0.

Sử dụng tín hiệu trên board:

SW[2:0] = Opcode

LEDR[3:0] = ALU_Out (dùng để hiển thị kết quả dưới dạng số nhị phân)

HEX0 = ALU_Out (dùng để hiển thị kết quả số thập lục phân)

Câu 3: Mở rộng câu 2 sang 8 bit với:

A = 01010110; B = 10110101;

Sử dụng tín hiệu trên board:

SW[2:0] = Opcode

LEDR[7:0] = ALU_Out

HEX0 hiển thị kết quả số thập lục phân tương ứng với 4 bit thấp của ALU_Out

HEX1 hiển thị kết quả số thập lục phân tương ứng với 4 bit cao của ALU_Out

Câu 4: Viết code Verilog mô tả khối ALU trong bộ vi xử lý 8 bit, với khả năng thực hiện 14 thao tác khác nhau như trình bày trong bảng giá trị của ALU như sau:

Bảng giá trị của ALU

Opcode								
S4	S3	S2	S1	S0	Cin	Phép toán	Chức năng	Khối thực hiện
0	0	0	0	0	0	$Y \leq A$	Truyền A	Đơn vị số học
0	0	0	0	0	1	$Y \leq A + 1$	Tăng A	Đơn vị số học
0	0	0	0	1	0	$Y \leq A + B$	A cộng B	Đơn vị số học
0	0	0	0	1	1	$Y \leq A + B + 1$	A cộng B có bit cờ	Đơn vị số học
0	0	0	1	0	0	$Y \leq A + B_{\text{bar}}$	A cộng với bù-1 của B	Đơn vị số học
0	0	0	1	0	1	$Y \leq A - B_{\text{bar}} + 1$	Trừ	Đơn vị số học
0	0	0	1	1	0	$Y \leq A - 1$	Giảm	Đơn vị số học
0	0	0	1	1	1	$Y \leq A$	Truyền A	Đơn vị số học
0	0	1	0	0	0	$Y \leq A \text{ and } B$	AND	Đơn vị logic
0	0	1	0	1	0	$Y \leq A \text{ or } B$	OR	Đơn vị logic
0	0	1	1	0	0	$Y \leq A \text{ xor } B$	XOR	Đơn vị logic
0	0	1	1	1	0	$Y \leq A_{\text{bar}}$	Bù A	Đơn vị logic
0	0	0	0	0	0	$Y \leq A$	Truyền A	Mạch dịch bit
0	1	0	0	0	0	$Y \leq \text{shl } A$	Dịch trái A	Mạch dịch bit
1	0	0	0	0	0	$Y \leq \text{shr } A$	Dịch phải A	Mạch dịch bit
1	1	0	0	0	0	$Y \leq 0$	Truyền 0	Mạch dịch bit

- Với giá trị của A, B được gán trực tiếp trong code chương trình:

A = 01010110; B = 10110101;

- Sử dụng tín hiệu trên board:

SW[5:0] = Opcode

LEDR[7:0] = ALU_Out

HEX0 hiển thị kết quả số thập lục phân tương ứng với 4 bit thấp của ALU_Out

HEX1 hiển thị kết quả số thập lục phân tương ứng với 4 bit cao của ALU_Out