COM-ORG

W2 : Project-2 Overview

31110321 Computer Organization
สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ทรงฤทธิ์ กิติศรีวรพันธุ์

songrit@npu.ac.th

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
มหาวิทยาลัยนครพนม

Revised 2020-02-15

Project 1 (สัปดาห์ก่อน)

- Given : Nand

Elementary logic gates

- Not
- And
- Or
- Xor
- Mux
- DMux

16-bit variants

- Not16
- And16
- Or16
- Mux16

Multi-way variants

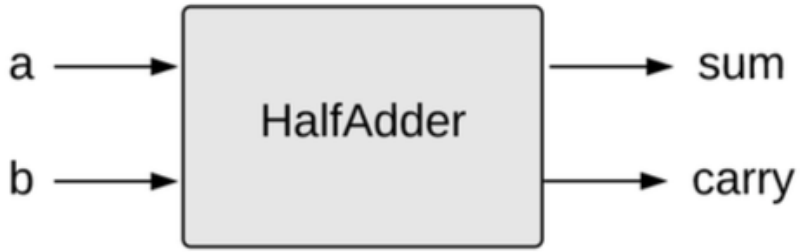
- Or8Way
- Mux4Way16
- Mux8Way16
- DMux4Way
- DMux8Way

Outline

- Chipset : ใช้ชิปจาก Project-1
- Goal : สร้างชิปเซตต่อไปนี้
  - HalfAdder
  - FullAdder
  - Add16
  - Inc16
  - ALU

ใช้ชิปเซตจาก Project-1 ประกอบเป็นชิปเซตใหม่

Half Adder



a	b	sum	carry
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

HalfAdder.hdl

```
/** Computes the sum of two bits. */

CHIP HalfAdder {
    IN a, b;
    OUT sum, carry;

    PARTS:
    // Put your code here:
}
```

- **คำแนะนำ**
  - สามารถใช้ลอจิกเกตพื้นฐานสร้าง Half Adder ได้

Full Adder

a	b	c	sum	carry
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

FullAdder.hdl

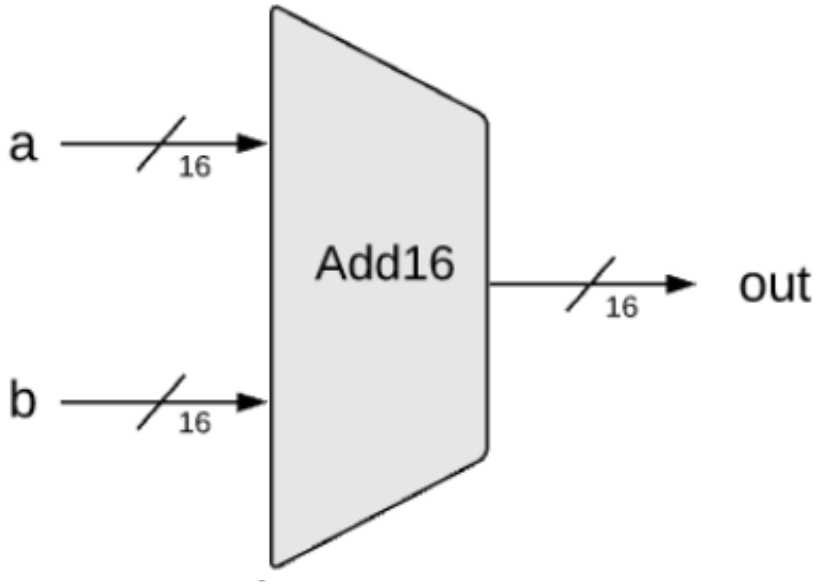
```
/** Computes the sum of three bits. */

CHIP HalfAdder {
    IN a, b, c;
    OUT sum, carry;

    PARTS:
    // Put your code here:
}
```

- **คำแนะนำ**
  - สามารถใช้ 2 Half Adder
  - สร้าง Full adder

16-bit adder



Add16.hdl

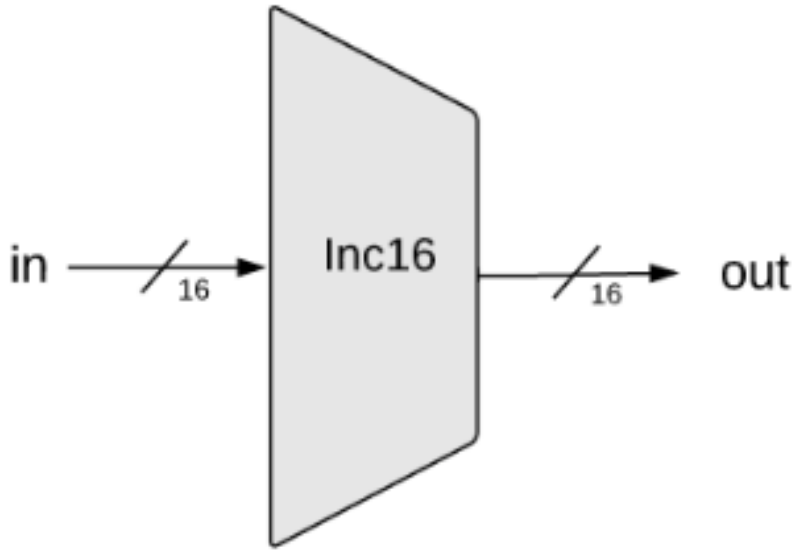
```
/*
 * Adds two 16-bit, two's-complement values.
 * The most-significant carry bit is ignored.
 */

CHIP Add16 {
    IN a[16], b[16];
    OUT out[16];

    PARTS:
   // Put you code here:
}
```

- **คำแนะนำ**
  - ใช้ n-bit adder ใช้สร้าง n-bit full-adder
    - Carry bit เป็นลำดับต่อเนื่องจากผลชอง carry bit จากบิตขวาไปบิตซ้าย
    - ไม่สนใจ MSB carry bit

16-bit incrementor



- **คำแนะนำ**
  - ผลลัพธ์ out=in+1_b
  - พิจารณาระบบ Inc2 (2บิท)
  - มีกรณีรับ carry จากบิตทางขวา
  - มีกรณีส่งต่อ carry บิทไปบิททางซ้าย

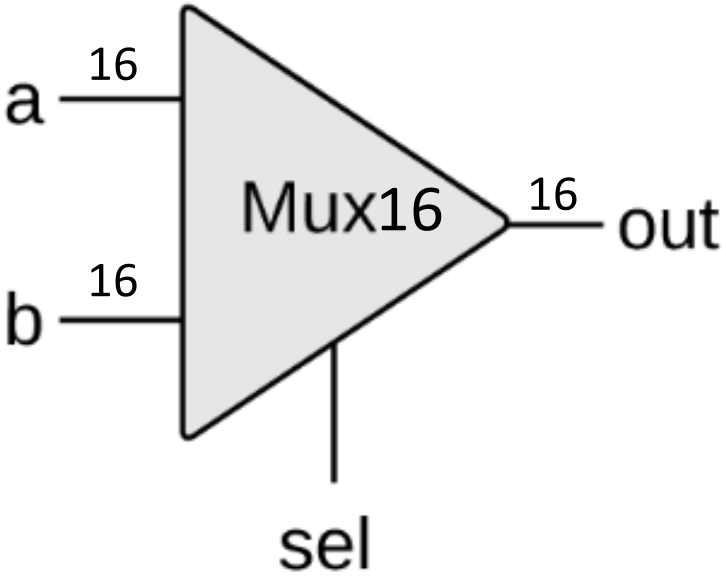
```
/*
 * Outputs in + 1.
 * The most-significant carry bit is ignored.
 */

CHIP Inc16 {
    IN in[16];
    OUT out[16];

    PARTS:
    // Put you code here:
}
```

Chipset (composite)

- Mux16, Not16, And16, Or8Way



sel	out
0	**a**
1	**b**

Not16, And16, Or8Way

```
Chip name: Not16
Inputs:    in[16] // a 16-bit pin
Outputs:   out[16]
Function:  For i=0..15 out[i]=Not(in[i]).
```

Not16 -> flip-bit

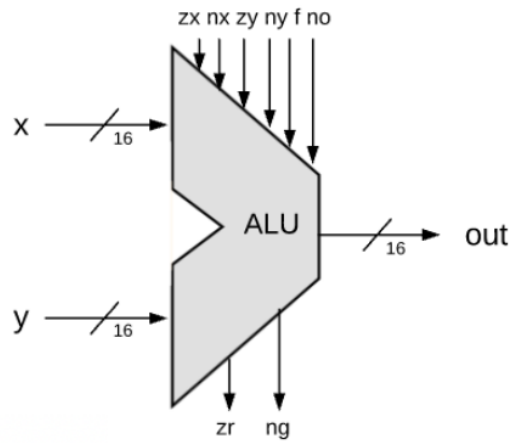
```
Chip name: And16
Inputs:    a[16], b[16]
Outputs:   out[16]
Function:  For i=0..15 out[i]=And(a[i],b[i]).
```

And16 คู่บิท

```
Chip name: Or8Way
Inputs:    in[8]
Outputs:   out
Function:  out=Or(in[0],in[1],...,in[7]).
```

out=0 กรณีเดียว

ALU



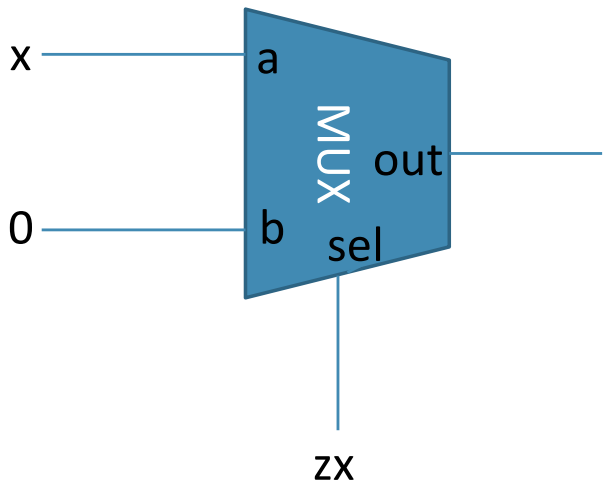
- **คำแนะนำ**
  - สร้าง blocks : Add16 และใช้ลอจิกเกตจาก Project-1
  - สามารถสร้าง ALU ได้โดยใช้ HDL code ประมาณ 20 บรรทัด
  - ใช้ทุกชิปเซตที่ทำมาช่วยให้โค้ดสั้น

ALU.hdl

```
/** The ALU. */
// Manipulates the x and y inputs as follows:
// if (zx  == 1) sets x = 0        // 16-bit true constant
// if (nx  == 1) sets x = !x       // bitwise Not
// if (zy  == 1) sets y = 0        // 16-bit true constant
// if (ny  == 1) sets y = !y       // bitwise Not
// if (f   == 1) sets out = x + y  // int. 2's-complement addition
// if (f   == 0) sets out = x & y  // bitwise And
// if (no  == 1) sets out = !out   // bitwise Not
// if (out == 0) sets zr = 1       // 1-bit true constant
// if (out < 0)  sets ng = 1       // 1-bit true constant
...
```

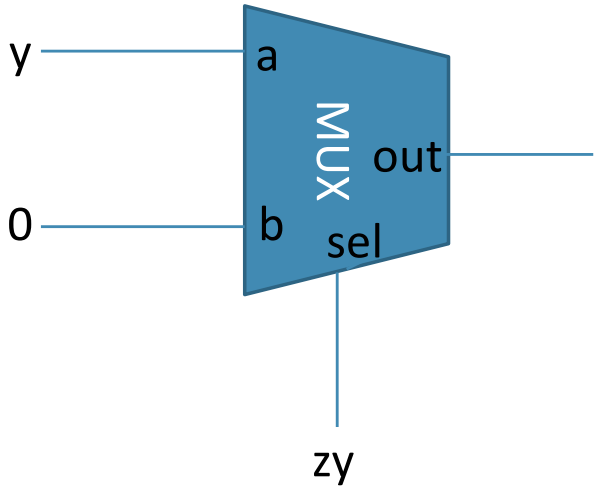
ALU components : zx, zy

- ใช้ Mux สำหรับ zx



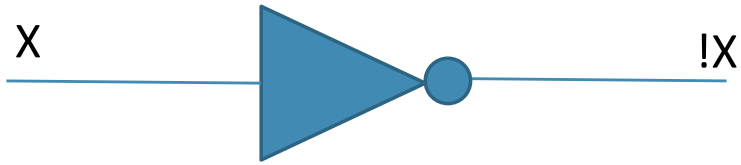
sel	out
0	**a**
1	**b**

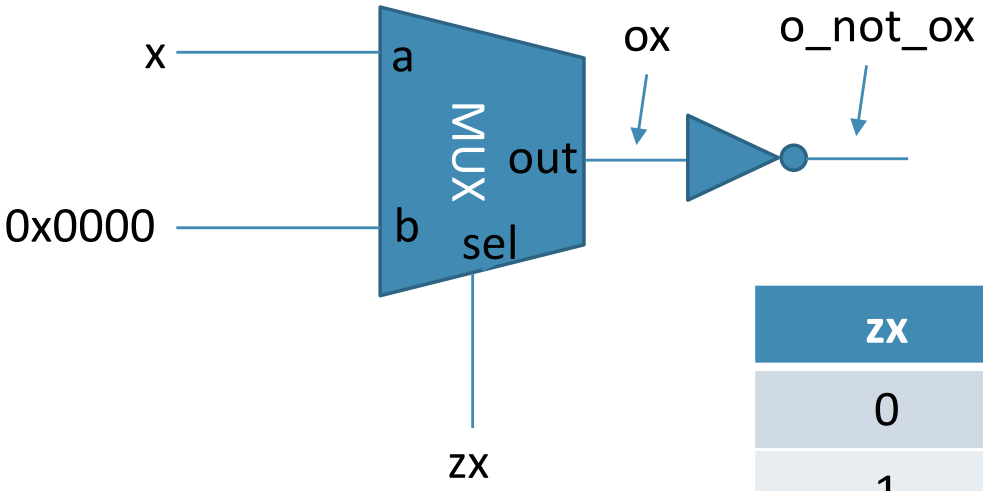
- ใช้ Mux สำหรับ zy



ALU components : nx

- Negative X

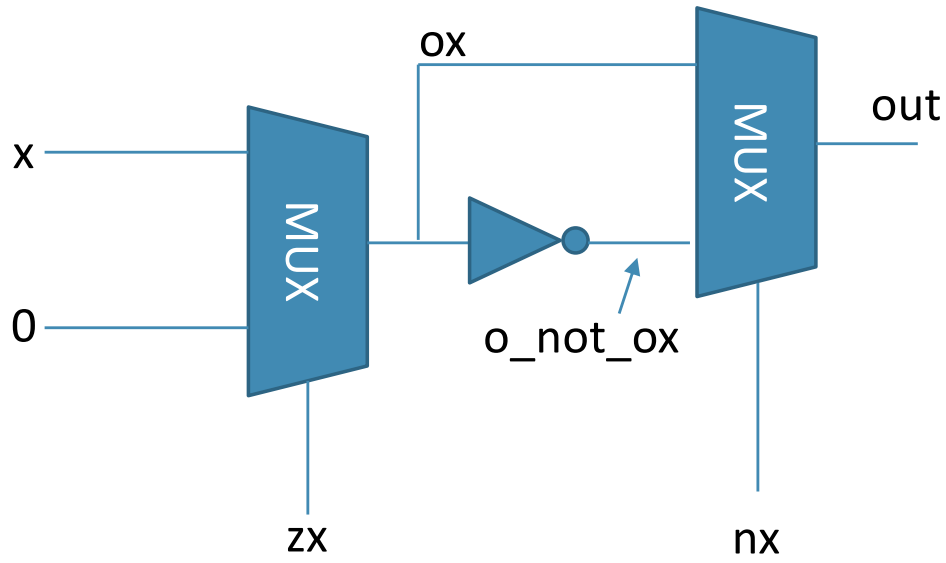




zx	ox	o_not_ox
0	x	!x
1	0x0000	0x1111

ALU components : nx

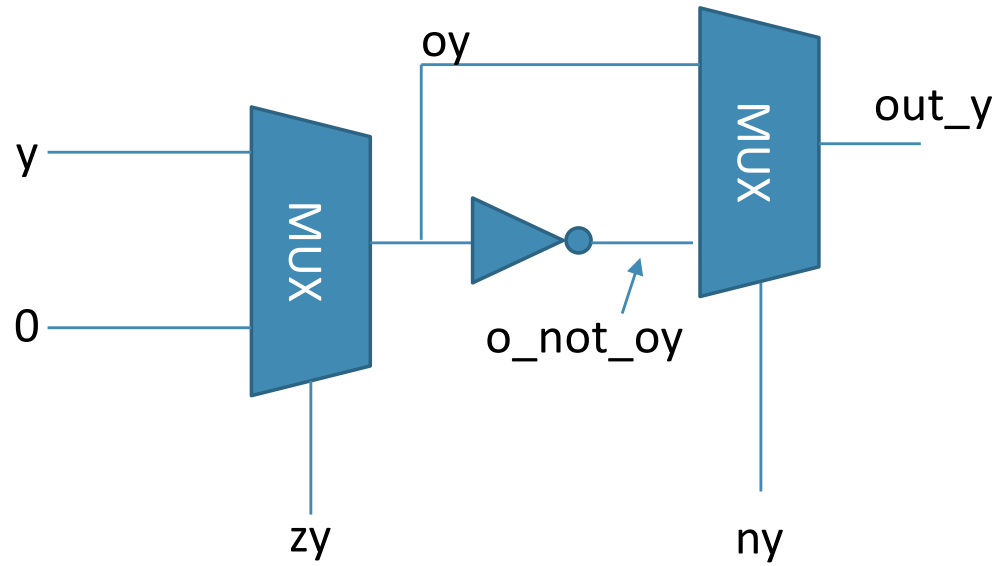
- ใช้ Mux สำหรับ zx, nx



zx	nx	out
0	0	x
0	1	!x
1	0	0x0000
1	1	0x1111

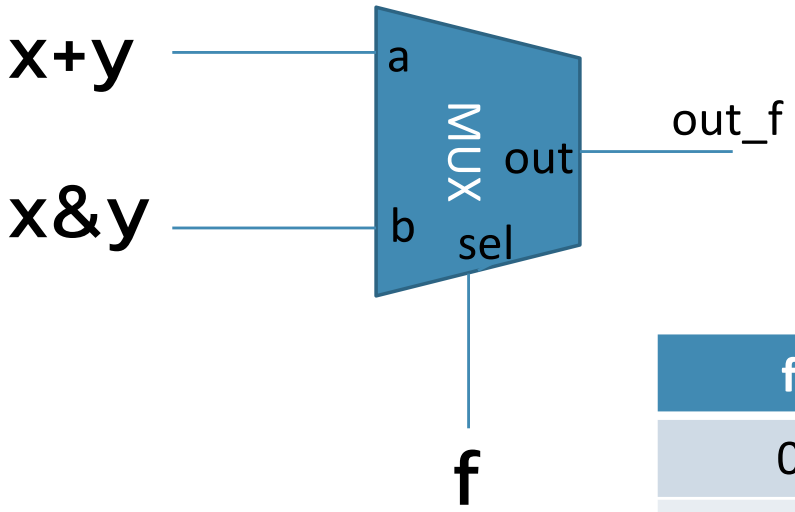
ALU components : zy, ny

- เช่นเดียวกับ zx, nx



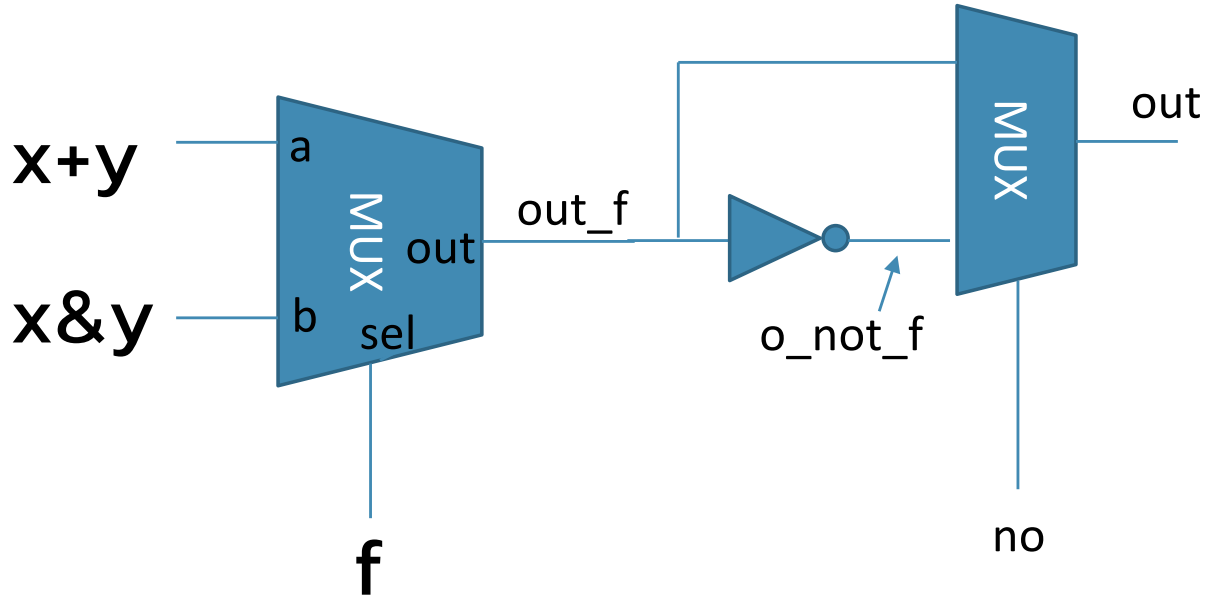
zy	ny	out_y
0	0	y
0	1	!y
1	0	0x0000
1	1	0x1111

ALU : x+y หรือ x & y



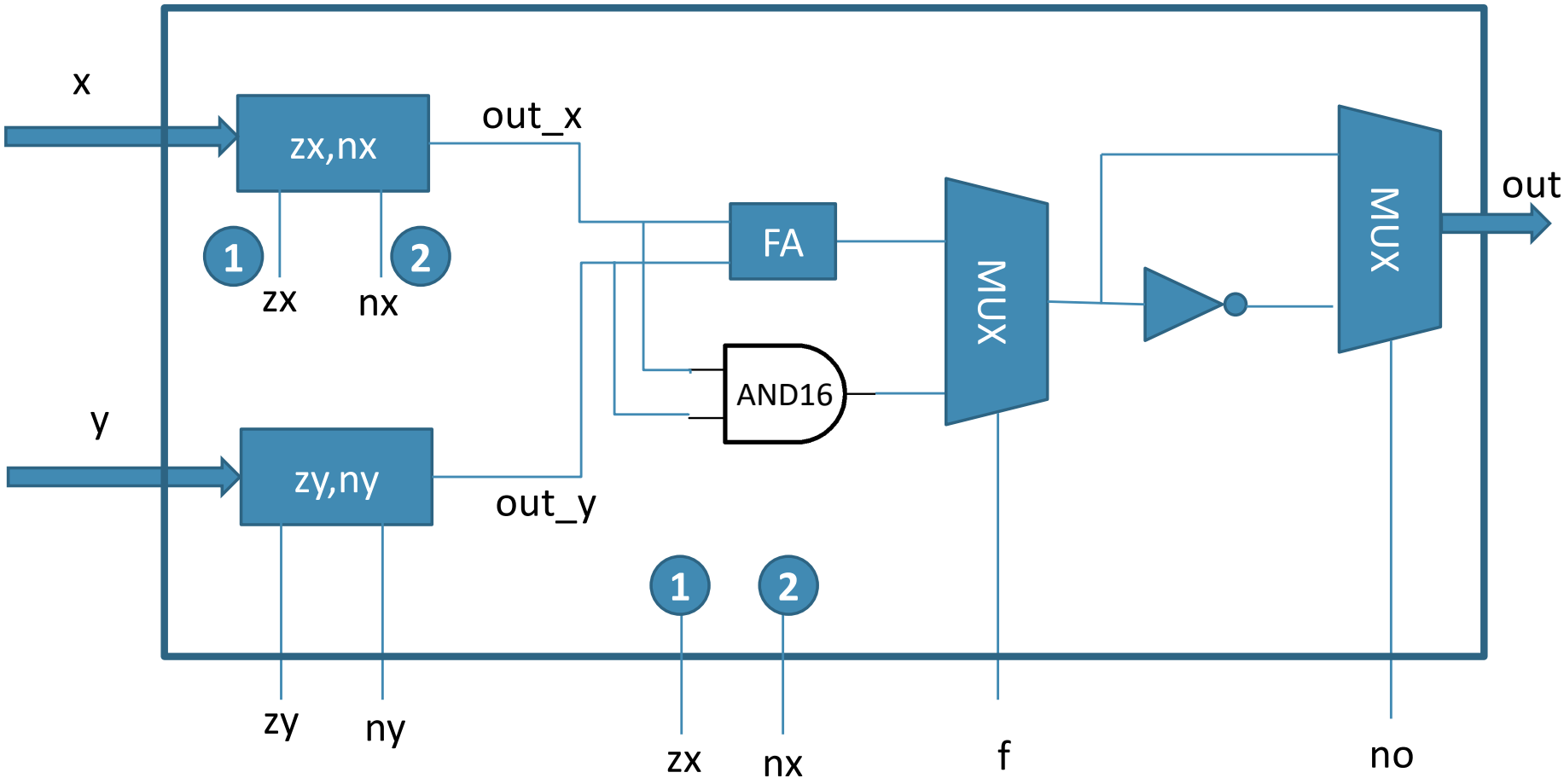
f	out_f
0	x+y
1	x&y

ALU : x+y, x &y 나머지: no

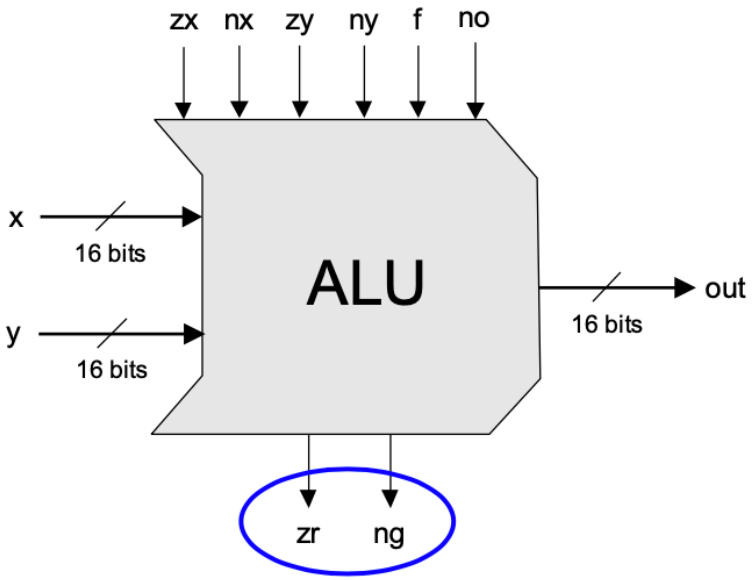


f	no	out
0	0	x+y
0	1	!(x+y)
1	0	x&y
1	1	!(x&y)

ALU diagram


x
zx,nx
out_x
1
2
zx
nx
FA
MUX
MUX
out
y
zy,ny
AND16
out_y
1
2
zy
ny
zx
nx
f
no

Hack ALU output control bits



- if (out == 0) then zr = 1,
  - else zr = 0
- if (out < 0) then ng = 1,
  - else ng = 0

zx	nx	zy	ny	f	no	out
1	0	1	0	1	0	0
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	0	1	0	-1
0	0	1	1	0	0	x
1	1	0	0	0	0	y
0	0	1	1	0	1	!x
1	1	0	0	0	1	!y
0	0	1	1	1	1	-x
1	1	0	0	1	1	-y
0	1	1	1	1	1	x+1
1	1	0	1	1	1	y+1
0	0	1	1	1	0	x-1
1	1	0	0	1	0	y-1
0	0	0	0	1	0	x+y
0	1	0	0	1	1	x-y
0	0	0	1	1	1	y-x
0	0	0	0	0	0	x&y
0	1	0	1	0	1	x|y

แนวปฏิบัติ

- ใช้**ชิปเซต**ที่ได้ออกแบบไว้ก่อนหน้านี้
- ชิปที่ทำขึ้นใหม่ ใน Project-2
  - เกิดจากการประกอบกันของชิปใน Project-1
- การสร้างชิปใหม่คือ copy ชิปเก่าแล้วเปลี่ยนชื่อ
  - เติมโค้ด HDL เพียงไม่กี่บรรทัด (เราตั้งใจให้เป็นเช่นนั้น)
- นักศึกษาสามารถผลิตชิป(เขียนโค้ด HDL) เพื่อช่วยงานให้ตนเองทำงานได้ง่าย เราเรียกว่า 'helper chips'
- เพื่อให้การเรียนเป็นอย่างมีประสิทธิภาพ ควรใช้ชิปที่มาจากการเรียนตามลำดับ แทนการเขียนชิปที่มีคุณสมบัติเกินจำเป็น