

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

การทดสอบความรู้ชั้นปริญญาตรี

ประจำปีภาคที่ 1 ปี 2556

วิชา EI201 การออกแบบวงจรดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์

section. 760001

สอบวันที่ 24 เดือน กันยายน พ.ศ.2556 เวลา 13.00 - 16.00 น.

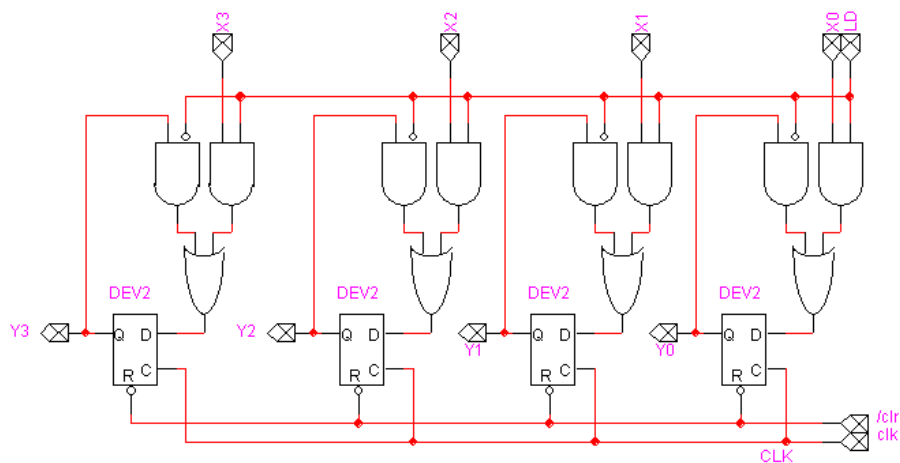
เวลาสอบ 3.00 ชั่วโมง

คำสั่ง

1. นักศึกษาทุกคนโปรดตรวจสอบว่าไม่ได้นำเอกสารหรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ เข้าห้องสอบ หากตรวจพบเอกสารหรือสิ่งที่เกี่ยวข้องๆ อยู่ในการครอบครองของท่าน ท่านจะถูกพักการเรียน 1 ปีการศึกษาและปรับตักวิชานี้ทันที
2. ห้ามนำเอกสารและเครื่องคำนวณทุกชนิดเข้าห้องสอบ
3. โจทย์ทุกข้อต้องแสดงวิธีทำโดยละเอียด ถ้าไม่แสดงวิธีทำจะไม่ได้คะแนน ****
4. ข้อสอบมี 7 หน้า 8 ข้อ รวม 60 คะแนน ให้ทำทุกข้อ ในกระดาษคำตอบ
5. ห้ามนำข้อสอบออกนอกห้องสอบ
6. ข้อสอบทุกข้อไม่มีการแก้ไข

1. จากวงจรในรูปที่ 1

1.1 จงอธิบายการทำงาน (6 คะแนน)



รูปที่ 1

ถ้า /CLR = 0 เอาท์พุท Y3Y2Y1Y0 = "0000"

ถ้า /CLR = 1 การทำงานขึ้นอยู่กับ CLK และ LD โดยเมื่อมี CLK มากครั้ง

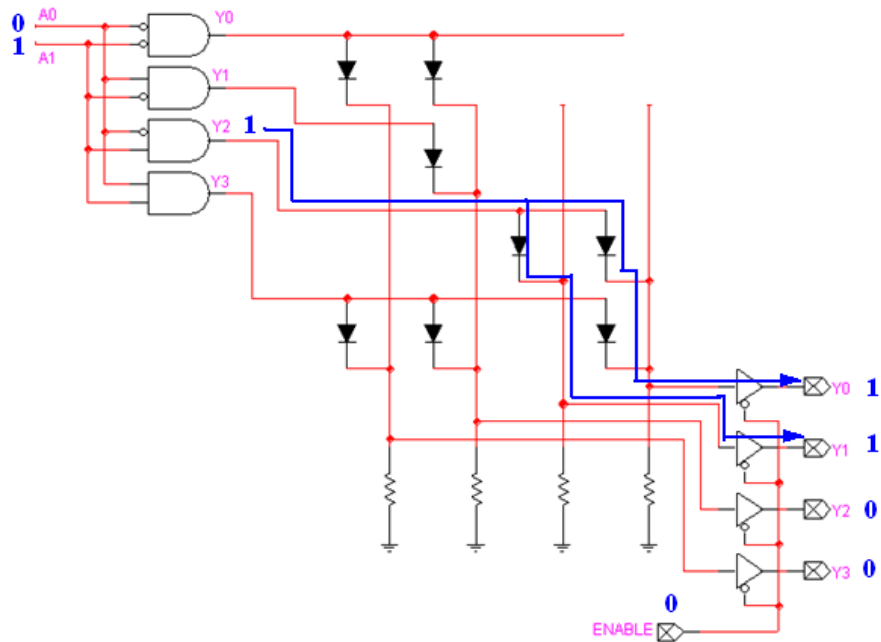
- ถ้า Load = 0 Y3 - Y0 จะคงค่าเดิม
- ถ้า Load = 1 Y3 = X3, Y2 = X2, Y1 = X1 และ Y0 = X0

1.2 จากข้อ 1.1 จงตอบคำถาม (4คะแนน)

ถ้า X = "0110" CLR = '0' LD = '1' เมื่อมี CLK มา 1 ไชเกิด Y = "0000"

ถ้า X = "1010" CLR = '1' LD = '1' เมื่อมี CLK มา 1 ไชเกิด Y = "1010"

2. จงอธิบายการทำงานและเขียนรูปวงจรของ Diode ROM (10 คะแนน)



Address Bus A0-A2 ใช้ระบุตำแหน่งข้อมูลที่ต้องการอ่าน

Data Bus Y3-Y0 เป็นเอาต์พุตเป็นแบบ 3 สถานะ เป็นทางออกของข้อมูล

E_MEM เป็นสัญญาณควบคุม

E_MEM = 0 ข้อมูลออกจาก ROM ได้

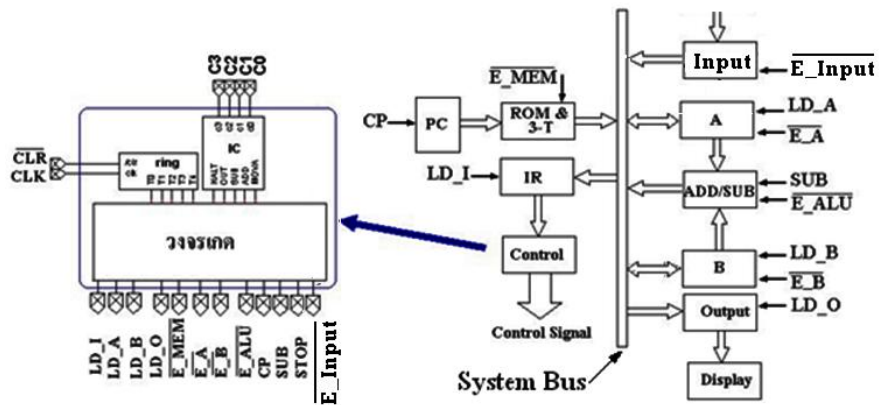
E_MEM = 1 Y3-Y0 เป็น Hi-Z

ROM ในตัวอย่างนี้เก็บข้อมูลได้ 4 ตำแหน่ง ตำแหน่งละ 4 บิต

การทำงาน

เมื่อต้องการได้ข้อมูลจากตำแหน่งใด ก็ให้ค่าของตำแหน่งนั้นในรูปของเลขไบนารีเข้าที่ขา A1-A0 เช่น ถ้าต้องการอ่านค่าจาก ตำแหน่งที่ 2 ก็ให้ค่า A1='1' และ A0 = '0' เอาต์พุต AND Gate Y2 = '1' ส่วนเอาต์พุตอื่นๆ เป็น '0' หมด โลกิก '1' นี้คือไฟบวกที่จ่ายเข้าทางขาแอนดของไดโอดในขณะที่ยาแคโทด ต่อลงดินผ่านความต้านทาน ดังนั้น ไดโอดจึงได้รับฟอร์เวิร์ดไบแอส ทำให้มีกระแสไหลผ่านไดโอดได้เกิดแรงดันตกคร่อมที่ความต้านทาน ด้านเอาต์พุตจึงได้รับเป็นลอจิก '1' ส่วนขาที่ไม่มีไดโอดต่ออยู่ ก็จะไม่มีการเสไฟฟ้าไหลผ่านความต้านทาน จึงไม่มีแรงดันตกคร่อมความต้านทาน ด้านเอาต์พุตจึงได้รับเป็นลอจิก '0' เมื่อให้ขา Enable เป็นลอจิก '0' Data Bus Y3-Y0 07' จึงให้ค่าเป็น "0011"

3. จากบล็อกไดอะแกรมของคอมพิวเตอร์ SiCo และภาคควบคุมในรูปที่ 2 จงอธิบายการทำงานในแต่ละจังหวะของคำสั่ง ต่อไปนี้ (5 คะแนน)



รูปที่ 2

3.1 ADD A,#n

- จังหวะที่ 1 T0 หน่วยความจำส่งคำสั่งจากตำแหน่งที่ระบุด้วย PC มาเก็บที่ IR $IR \leftarrow ROM$
- จังหวะที่ 2 T1 Program Counter PC เพิ่มค่าไปอีก 1 $PC \leftarrow PC+1$
- จังหวะที่ 3 T2 หน่วยความจำส่งค่า n มาเก็บที่รีจิสเตอร์ B $B \leftarrow ROM$
- จังหวะที่ 4 T3 Program Counter PC เพิ่มค่าไปอีก 1 $PC \leftarrow PC+1$
- จังหวะที่ 5 T4 ข้อมูลในรีจิสเตอร์ A ถูกลบด้วยข้อมูลในรีจิสเตอร์ B ผลลัพธ์เก็บที่ A $A \leftarrow A+B$

3.2 MOV B,A

- จังหวะที่ 1 T0 หน่วยความจำส่งคำสั่งจากตำแหน่งที่ระบุด้วย PC มาเก็บที่ IR $IR \leftarrow ROM$
- จังหวะที่ 2 T1 Program Counter PC เพิ่มค่าไปอีก 1 $PC \leftarrow PC+1$
- จังหวะที่ 3 T2 รีจิสเตอร์ A ส่งข้อมูลให้รีจิสเตอร์ B $B \leftarrow A$
- จังหวะที่ 4 T3 ไม่มีการทำอะไร
- จังหวะที่ 5 T4 ไม่มีการทำอะไร

3.3 IN A

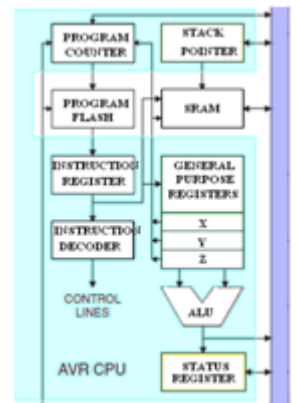
- จังหวะที่ 1 T0 หน่วยความจำส่งคำสั่งจากตำแหน่งที่ระบุด้วย PC มาเก็บที่ IR $IR \leftarrow ROM$
- จังหวะที่ 2 T1 Program Counter PC เพิ่มค่าไปอีก 1 $PC \leftarrow PC+1$
- จังหวะที่ 3 T2 รีจิสเตอร์ A รับข้อมูลจากพอร์ทอินพุท $A \leftarrow I/P$
- จังหวะที่ 4 T3 ไม่มีการทำอะไร
- จังหวะที่ 5 T4 ไม่มีการทำอะไร

4 จากข้อ 3 กำหนดให้ สัญญาณ LD (Load) ทุกสัญญาณทำงานลจิก '1' และสัญญาณ E (Enable) ทุกสัญญาณ ทำงานลจิก '0' จงเขียนค่าลจิกในแต่ละจังหวะของคำสั่ง ต่อไปนี้ (5 คะแนน)

		LD_I	LD_A	LD_B	LD_O	E_MEM	E_A	E_B	E_ALU	E_Input	CP	SUB
ADDA,#n	T0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
	T1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
	T2	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0
	T3	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
	T4	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0
MOV BA	T0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
	T1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
	T2	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0
	T3	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
	T4	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
INA	T0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
	T1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
	T2	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0
	T3	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
	T4	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0

5 จากสถาปัตยกรรมของ AVR ในรูปที่ 3 จงอธิบายว่าแต่ละส่วนคืออะไร มีหน้าที่ทำอะไร (10 คะแนน)

- Program Counter** เป็นวงจรรับ ใช้ชี้บอกตำแหน่งของคำสั่งที่จะนำมาทำงาน
- stack pointer** เป็นวงจรรับขนาด 16 บิต ใช้ชี้บอกตำแหน่งของสแตค
- Program Flash** เป็นหน่วยความจำใช้เก็บคำสั่งหรือโปรแกรม
- Data memory (SRAM)** เป็นหน่วยความจำแบบ SRAM ใช้สำหรับเก็บข้อมูลเพื่อใช้งานทั่วไป
- Instruction Register** เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้เก็บคำสั่งขณะทำงาน
- Instruction Decoder** เป็นวงจรถอดรหัสคำสั่ง
- General Purpose Register** เป็นรีจิสเตอร์ใช้เก็บข้อมูลสำหรับการประมวลผล
- รีจิสเตอร์ X, Y และ Z** เป็นรีจิสเตอร์ใช้สำหรับเป็นตัวชี้ ตำแหน่งข้อมูลแบบ Indirect
- ALU** หน่วยประมวลผล ใช้ทำหน้าที่ประมวลผลทางคณิตศาสตร์และลอจิก
- Status Register (SREG)** เป็นรีจิสเตอร์ใช้แสดงสถานะการทำงานในแต่ละคำสั่ง



รูปที่ 3

6 จงเขียนคำสั่งของภาษา C สำหรับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เพื่อให้ทำงานต่อไปนี้ (10 คะแนน)

- 6.1 กำหนดให้พอร์ท B บิต 0 ถึง บิต 7 เป็นพอร์ทอินพุท **DDRB = 0x00;**
- 6.2 กำหนดให้พอร์ท C บิต 0 ถึง บิต 7 เป็นพอร์ทเอาต์พุท **DDRC = 0xFF;**
- 6.3 กำหนดให้พอร์ท D บิต 0 ถึง บิต 3 เป็นพอร์ทอินพุท บิต 4 ถึง บิต 7 เป็นพอร์ทเอาต์พุท
DDRD = 0xF0;
- 6.4 จากรีจิสเตอร์ ADMUX ของ AVR ถ้าต้องการแปลงสัญญาณแอนาล็อกช่อง ADC3 ต้องให้
ADMUX = 0x03.....

7	6	5	4	3	2	1	0	
REFS1	REFS0	ADLAR	-	MUX3	MUX2	MUX1	MUX0	ADMUX
R/W	R/W	R/W	R	R/W	R/W	R/W	R/W	
0	0	0	0	0	0	0	0	

6.5 จากระจิสเตอร์ ADCSRA ของ AVR เมื่อทำคำสั่ง

$$\text{ADCSRA} = (1 \ll \text{ADEN}) | (0 \ll \text{ADATE});$$

$$\text{ADCSRA} |= (0 \ll \text{ADPS2}) | (0 \ll \text{ADPS1}) | (1 \ll \text{ADPS0});$$

จะได้ ADCSRA = **10000001**.....

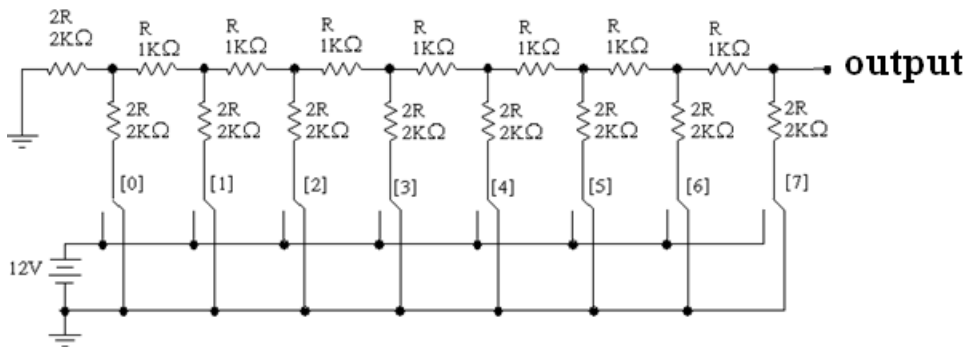
7	6	5	4	3	2	1	0	
ADEN	ADSC	ADATE	ADIF	ADIE	ADPS2	ADPS1	ADPS0	ADCSRA
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
0	0	0	0	0	0	0	0	

7 กำหนดให้ N1 และ N2 เป็นตัวเลขจำนวนเต็มไม่เกิดเครื่องหมาย จงเขียนโปรแกรมภาษา C ของ AVR เพื่อเปรียบเทียบตัวเลข 2 จำนวนนี้ ถ้า N1 มากกว่า N2 ให้ LED ที่ต่อกับพอร์ท D บิต 0 ติด ถ้าไม่ใช่ให้ LED ดับ กำหนดให้ LED ต่อขา Cathode ลงดิน (5 คะแนน)

`unsigned int N1,N2;`

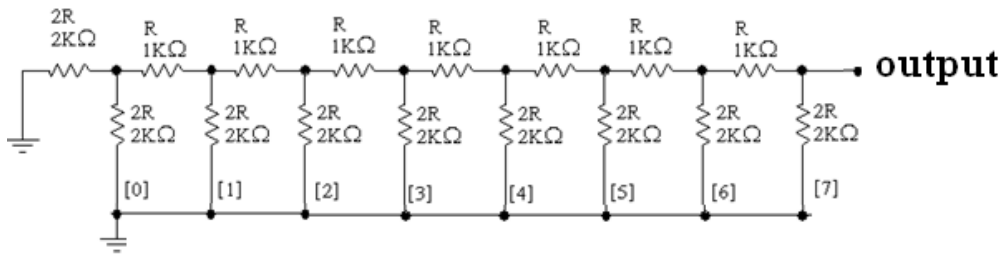
```
int main(void) {
    DDRD = 0xff;
    N1 = 230;
    N2 = 56;
    while(1) { // Infinite loop; define here the
        if(N1>N2) PORTD = 0x01;
        else PORTD = 0x00;
    }
}
```

8 จากวงจร D/A แบบ R2R Ladder network ในรูปที่ 4 จงคำนวณหาค่า ความต้านทาน และแรงดัน Thevenin ของ บิตที่ 5 (5 คะแนน)



รูปที่ 4

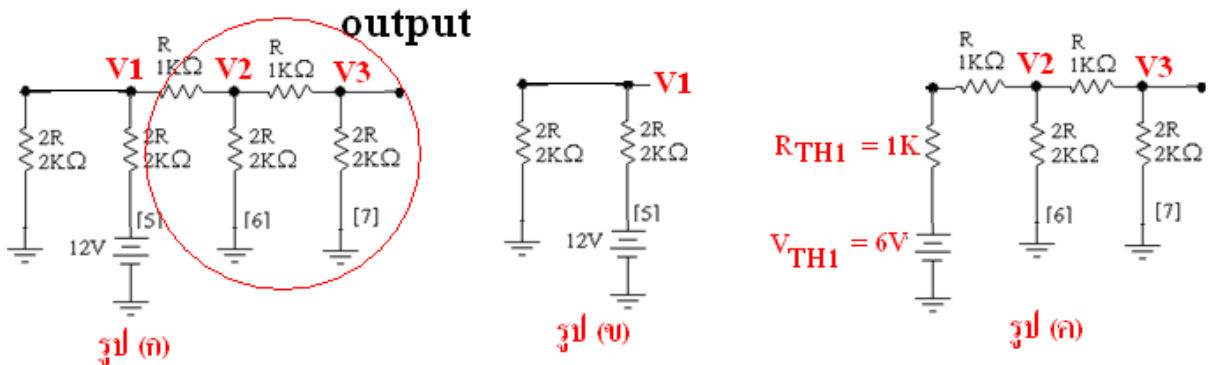
การหา R_{th} ของบิตที่ 5 ทำโดยลัดวงจรแหล่งจ่าย แล้วคำนวณหา R ที่ Output ดั่งนี้วงจรในรูปที่ 5



รูปที่ 5

$R_{th} = 1K$

การหา V_{th} ของบิตที่ 5 ทำโดยลัดวงจรแหล่งจ่ายอื่นๆ เหลือเฉพาะของบิตที่ 5 แล้วเมื่อขุดวงจรจะได้ตามวงจรในรูปที่ 6(ก)



รูปที่ 6

จากรูปที่ 6 (ก) เมื่อพิจารณาให้ความต้านทานในวงกลม เป็นโหลด จะหาแรงดันและความต้านทาน Thevenin ที่ จุด V_1 ทำได้โดยการปลดโหลด แล้วคำนวณได้ดังนี้

$$R_{TH1} = \frac{2K \times 2K}{2K + 2K} = 1K$$

$$V_{TH1} = \frac{12V}{4K} \times 2K = 6V$$

ได้เป็นวงจรตามรูปที่ 6 (ค) ให้ ซึ่งสามารถคำนวณหาแรงดันและความต้านทาน Thevenin ของวงจรได้ดังนี้

$$V_2 = \frac{6V}{2K + \frac{2K \times 3K}{2K + 3K}} \times \frac{2K \times 3K}{2K + 3K} = 2.25V$$

$$V_{TH5} = \frac{2.25V}{3K} \times 2K = 1.5V$$