


	ใบงานที่ 7	หน้าที่ 1
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์	
ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์		
จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน		
จุดประสงค์ทั่วไป		
1. เพื่อให้มีทักษะในการออกแบบและต่อวงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์		
2. เพื่อให้มีทักษะในเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อจำลองเป็นอุปกรณ์เข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์		
3. เพื่อให้มีทักษะในการใช้งานโปรแกรม Proteus ในการจำลองการทำงานของวงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์		
4. เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้เรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์		
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม		
1. เตรียมเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ได้ถูกต้อง		
2. ออกแบบวงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้		
3. ต่อวงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้		
4. ออกแบบและต่อวงจรนับโดยใช้ไอซีถอดรหัสทำงานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้		
5. เขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อจำลองเป็นอุปกรณ์เข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์ได้		
6. ใช้โปรแกรม Proteus เพื่อต่อวงจรทดสอบการทำงานของวงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์ได้		
7. ปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง ประณีต รอบคอบ ปลอดภัย และเสร็จภายในเวลาที่กำหนด อย่างมีคุณธรรม จริยธรรม		
คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์		
1. มีความซื่อสัตย์สุจริต		
2. มีความอดทนอดกลั้น		
3. มีความรักสามัคคีในการปฏิบัติงาน		
4. มีมนุษยสัมพันธ์ในการทำงาน		
5. มีการคำนึงถึงความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน		
เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์การปฏิบัติงาน		
1. ใบความรู้เรื่องวงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์		1 ชุด
2. ชุดทดลองวงจรดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์		1 ชุด
3. ไอซีดิจิทัลเบอร์ 74LS48, 74LS138		1 ตัว
4. มัลติมิเตอร์		1 ตัว
5. สายต่อวงจร		40 เส้น

	ใบงานที่ 7		หน้าที่ 2
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004		หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์		

ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์

6. คอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งโปรแกรม Proteus 7.8SP2	1 เครื่อง
7. ตัวต้านทานค่า 330Ω	8 ตัว
8. 7-Segment ชนิด Common Cathode ขนาด 6 หลัก	1 ตัว

ข้อควรระวัง

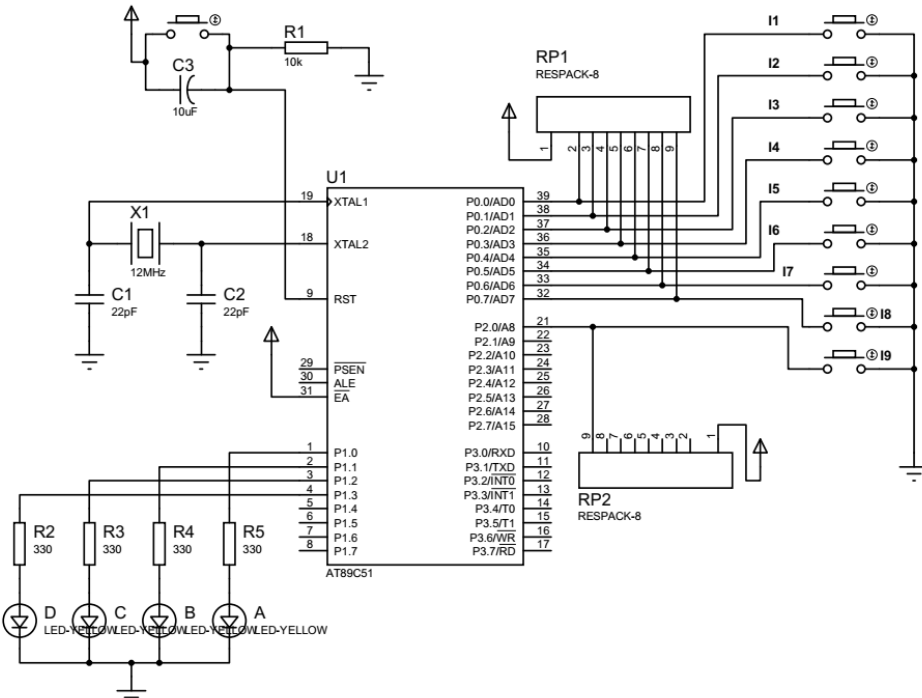
ขณะปฏิบัติการทดลองห้ามหยอกล้อเล่นกัน และห้ามนำสายต่อลัดวงจรระหว่างขั้วไฟ Vcc 5V กับ GND

ข้อเสนอแนะ


ควรตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์ทุกครั้งก่อนใช้งาน รวมถึงควรศึกษาและปฏิบัติตามขั้นตอนการปฏิบัติงานอย่างเคร่งครัด


ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Step Operation)

- การสร้างวงจรเข้ารหัสเลขฐานสิบเป็นรหัสบีซีดีแบบมีการลำดับความสำคัญโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์
 - ให้นักศึกษาใช้ชุดทดลองวงจรดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ ร่วมกับบอร์ดใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51ED2 เพื่อต่อวงจรในรูปที่ 1.1 เพื่อทดลองการสร้างวงจรเข้ารหัสเลขฐานสิบเป็นรหัสบีซีดีแบบมีการลำดับความสำคัญโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 1.1 รูปวงจรเข้ารหัสเลขฐานสิบเป็นรหัสบีซีดีแบบมีการลำดับความสำคัญ

	ใบงานที่ 7		หน้าที่ 3
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004		หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์		
ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์			
<p>1.2 จากวงจรในข้อที่ 1.1 ให้นักศึกษาเขียนโปรแกรมตามตัวอย่างต่อไปนี้โดยใช้โปรแกรม Keil uVision3 ตามขั้นตอนในใบความรู้เรื่องภาษาซีกับไมโครคอนโทรลเลอร์ และทำการ Build โปรแกรมจนกว่าไม่เกิด Error เพื่อให้ได้ไฟล์นามสกุล .hex เพื่อนำไปใช้งานต่อไป</p> <pre>#include<reg51.h> sbit I1 = P0^0; sbit I2 = P0^1; sbit I3 = P0^2; sbit I4 = P0^3; sbit I5 = P0^4; sbit I6 = P0^5; sbit I7 = P0^6; sbit I8 = P0^7; sbit I9 = P2^0; void show_bcd(unsigned char bcd){ P1 = (P1 & 0xf0) bcd; } void main(){ show_bcd(0); while(1){ if(I9 == 0) show_bcd(9); else if(I8 == 0) show_bcd(8); else if(I7 == 0) show_bcd(7); else if(I6 == 0) show_bcd(6); else if(I5 == 0) show_bcd(5); else if(I4 == 0) show_bcd(4); else if(I3 == 0) show_bcd(3); else if(I2 == 0) show_bcd(2); else if(I1 == 0) show_bcd(1); else show_bcd(0); } }</pre>			

	ใบงานที่ 7		หน้าที่ 4
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004		หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์		

ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์

1.3 จากข้อที่ 1.2 ให้นักศึกษาใช้โปรแกรม Proteus ISIS ทำการจำลองการทำงานของวงจรเปรียบเทียบกับการทำงานของวงจรจริง โดยการโหลดไฟล์นามสกุล .hex ลงบนตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51ED2 ด้วยโปรแกรม Flip 3.4.7 และป้อนแหล่งจ่ายให้บอร์ดทดลอง พร้อมทั้งทดลองกดสวิตช์ที่ขา P0.0 ถึง P0.7 และ P2.0 เพื่อทดสอบการทำงานของวงจร หลังจากนั้นให้นักศึกษาบันทึกการทำงานลงในรูปตารางที่ 1.2 และบันทึกผลการทดลอง

Input									Output			
S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	D	C	B	A
H	H	H	H	H	H	H	H	H				
X	X	X	X	X	X	X	X	L				
X	X	X	X	X	X	X	L	H				
X	X	X	X	X	X	L	H	H				
X	X	X	X	X	L	H	H	H				
X	X	X	X	L	H	H	H	H				
X	X	X	L	H	H	H	H	H				
X	X	L	H	H	H	H	H	H				
X	L	H	H	H	H	H	H	H				
L	H	H	H	H	H	H	H	H				

รูปที่ 1.2 ตารางการทำงานของวงจรเข้ารหัสด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51ED2
บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....


.....

.....

.....

.....

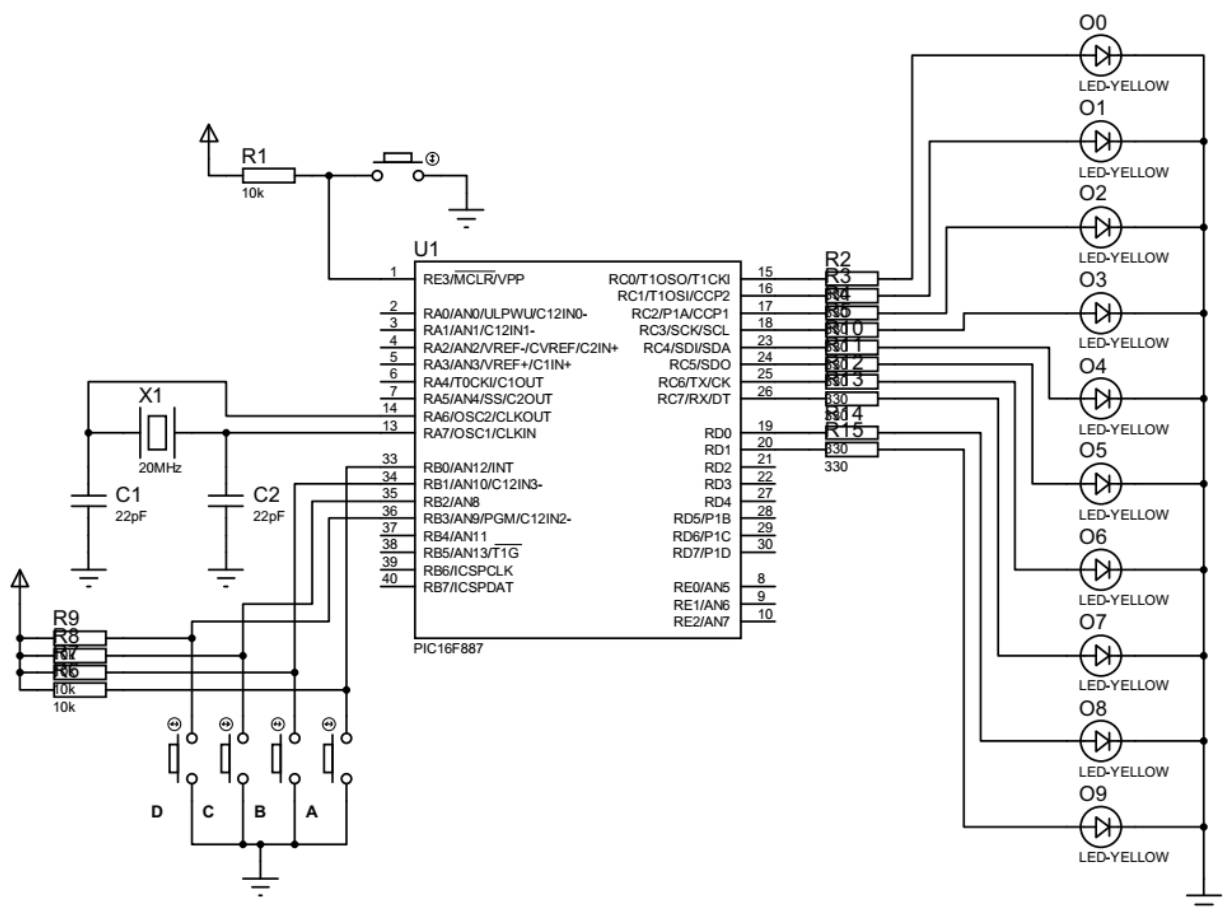
.....

	ใบงานที่ 7	หน้าที่ 5
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์	

ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์

2. การสร้างวงจรถอดรหัสพีซีดีเป็นเลขฐานสิบโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

2.1 ให้นักศึกษาใช้ชุดทดลองวงจรดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ ร่วมกับบอร์ดใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F887 เพื่อต่อวงจรในรูปที่ 2.1 เพื่อทดลองการสร้างวงจรถอดรหัสพีซีดีเป็นเลขฐานสิบโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์




รูปที่ 2.1 รูปวงจรถอดรหัสพีซีดีเป็นเลขฐานสิบ


2.2 จากวงจรในข้อที่ 2.1 ให้นักศึกษาเขียนโปรแกรมตามตัวอย่างต่อไปนี้โดยใช้โปรแกรม MPLAB X ตามขั้นตอนในใบความรู้เรื่องภาษาซีกับไมโครคอนโทรลเลอร์ และทำการ Build โปรแกรมจนกว่าไม่เกิด Error เพื่อให้ได้ไฟล์นามสกุล .hex เพื่อนำไปใช้งานต่อไป

```
#define _XTAL_FREQ 20000000
```

```
#include <xc.h>
```

	ใบงานที่ 7		หน้าที่ 6
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004		หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์		
ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์			
<pre>void outData(char dat){ if(dat <= 7){ PORTC = ~(1<<dat); PORTD = 0x03; }else if(dat <= 9){ PORTC = 0xff; dat -= 8; PORTD = (PORTD & 0xfc) ~(1<<dat); }else{ PORTC = 0xff; PORTD = 0x03; } } unsigned char readBCD(){ unsigned char dat; dat = PORTB & 0x0f; return dat; } int main() { unsigned char inp; ANSELH = 0; TRISB = 0x0f; TRISC = 0; TRISD &= 0xfc; outData(10); while(1){ inp = readBCD(); if(inp == 9) outData(9); else if(inp == 8) outData(8); else if(inp == 7) outData(7);</pre>			


	ใบงานที่ 7		หน้าที่ 7
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004		หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์		
ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์			
<pre>else if(inp == 6) outData(6); else if(inp == 5) outData(5); else if(inp == 4) outData(4); else if(inp == 3) outData(3); else if(inp == 2) outData(2); else if(inp == 1) outData(1); else if(inp == 0) outData(0); else outData(10); } return 0; }</pre> <p>2.3 จากข้อที่ 2.2 ให้นักศึกษาใช้โปรแกรม Proteus ISIS ทำการจำลองการทำงานของวงจรเปรียบเทียบกับการทำงานของวงจรจริง โดยการโหลดไฟล์นามสกุล .hex ลงบนตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F887 ด้วยโปรแกรม MPLAB X ร่วมกับเครื่องโปรแกรม Pickit3 และป้อนแหล่งจ่ายให้บอร์ดทดลอง พร้อมทั้งทดลองกดสวิตช์ที่ขา RB0 ถึง RB3 เพื่อทดสอบการทำงานของวงจร หลังจากนั้นให้บันทึกการทำงานลงในรูปตารางที่ 2.2 และบันทึกผลการทดลอง</p> <p>บันทึกผลการทดลอง</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>			

	ใบงานที่ 7		หน้าที่ 8
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004		หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์		

ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์

BCD Input				Decimal Output									
D	C	B	A	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
L	L	L	L										
L	L	L	H										
L	L	H	L										
L	L	H	H										
L	H	L	L										
L	H	L	H										
L	H	H	L										
L	H	H	H										
H	L	L	L										
H	L	L	H										
H	L	H	L										
H	L	H	H										
H	H	L	L										
H	H	L	H										
H	H	H	L										
H	H	H	H										

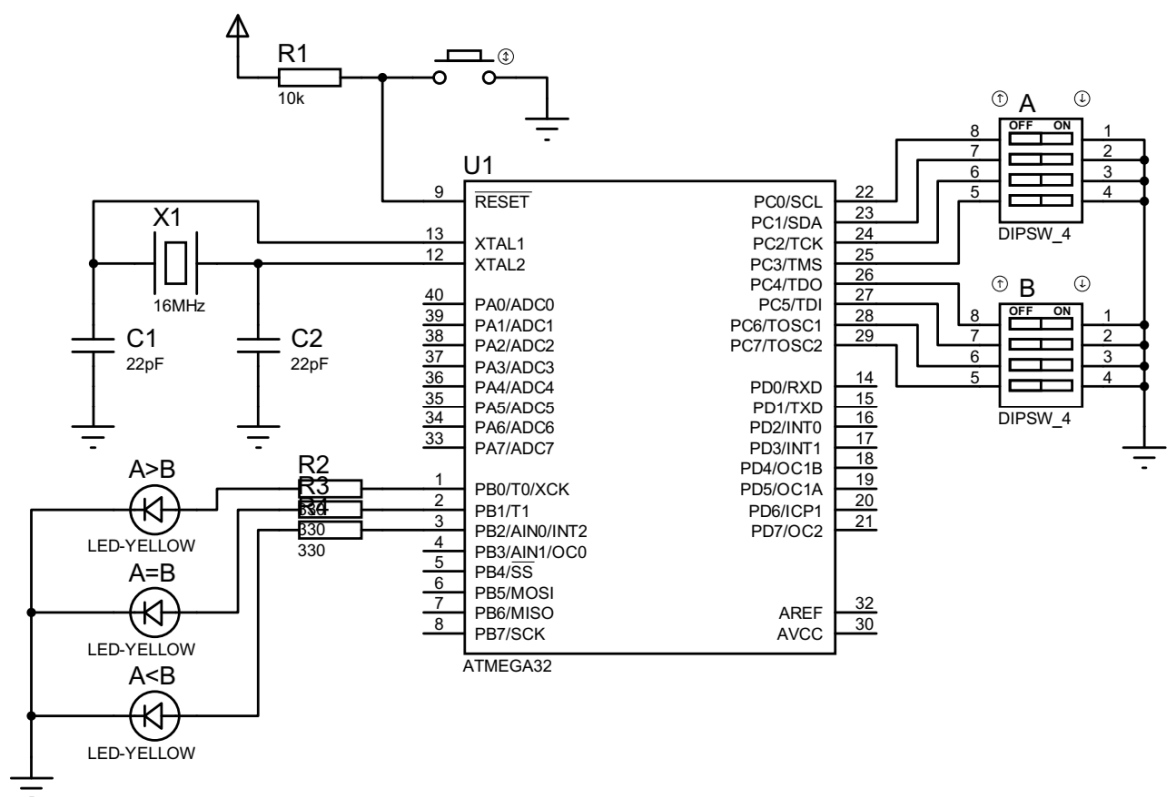
รูปที่ 2.2 ตารางการทำงานของวงจรถอดรหัสด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F887

	ใบงานที่ 7		หน้าที่ 9
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004		หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์		

ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์

3. การสร้างวงจรคอมพาราเตอร์ขนาด 4 บิตโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์


3.1 ให้นักศึกษาใช้ชุดทดลองวงจรดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ ร่วมกับบอร์ดใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA32 เพื่อต่อวงจรในรูปที่ 3.1 เพื่อทดลองการสร้างวงจรคอมพาราเตอร์ขนาด 4 บิตโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์




รูปที่ 3.1 รูปร่างวงจรคอมพาราเตอร์ขนาด 4 บิต

3.2 จากวงจรในข้อที่ 3.1 ให้นักศึกษาเขียนโปรแกรมตามตัวอย่างต่อไปนี้โดยใช้โปรแกรม AVR Studio 6.2 ตามขั้นตอนในใบความรู้เรื่องภาษาซีกับไมโครคอนโทรลเลอร์ และทำการ Build โปรแกรมจนกว่าไม่เกิด Error เพื่อให้ได้ไฟล์นามสกุล .hex เพื่อนำไปใช้งานต่อไป

```
#include <avr/io.h>
#define more PB0
#define equ PB1
#define least PB2
```

	ใบงานที่ 7		หน้าที่ 10
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004		หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์		
ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์			
<pre>uint8_t readDat(char c){ if((c == 'H') (c == 'h')){ c = PINC & 0x0f; }else{ c = (PINC & 0xf0) >> 4; } return c; } void outDat(char c){ if(c == '=') PORTB = (PORTB & 0xf8) 0x02; else if(c == '>') PORTB = (PORTB & 0xf8) 0x01; else if(c == '<') PORTB = (PORTB & 0xf8) 0x04; } int main(void) { uint8_t A,B; DDRC = 0x00; PORTC = 0xff; DDRB = 0x07; PORTB &= 0xf8; while(1) { A = readDat('H'); B = readDat('L'); if(A > B) outDat('>'); else if(A == B) outDat('='); else if(A < B) outDat('<'); } }</pre>			

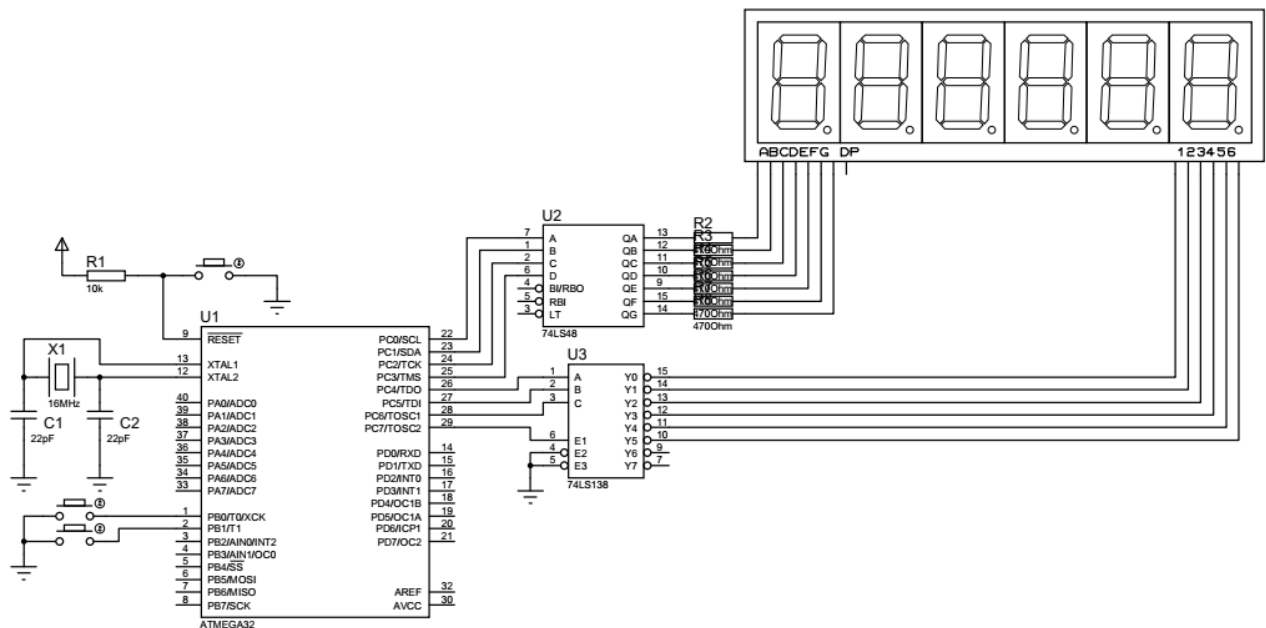
	ใบงานที่ 7		หน้าที่ 11
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004		หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์		

ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์


3.3 จากข้อที่ 3.2 ให้นักศึกษาใช้โปรแกรม Proteus ISIS ทำการจำลองการทำงานของวงจรเปรียบเทียบกับการทำงานของวงจรจริง โดยการโหลดไฟล์นามสกุล .hex ลงบนตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA32 ด้วยโปรแกรม AVR Studio 6.2 ร่วมกับเครื่องโปรแกรม AVR STK500V2 และป้อนแหล่งจ่ายให้บอร์ดทดลอง หลังจากนั้นให้ทำการปรับค่าสวิตช์ที่ขา PORTC กลุ่ม A และกลุ่ม B แล้วสังเกตการทำงานของ LED ทั้ง 3 ดวงเพื่อบันทึกผลการทดลอง บันทึกผลการทดลอง


4. การสร้างวงจรแสดงผลบน 7-Segment ขนาด 6 หลักควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับไอซีถอดรหัส 7448 และ 74138


4.1 ให้นักศึกษาใช้ชุดทดลองวงจรดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ ร่วมกับบอร์ดใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA32 เพื่อต่อวงจรในรูปที่ 4.1 เพื่อทดลองการสร้างวงจรแสดงผลบน 7-Segment ขนาด 6 หลักควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับไอซีถอดรหัส 7448 และ 74138




รูปที่ 4.1 วงจรแสดงผลบน 7-Segment ขนาด 6 หลักควบคุมด้วย ATMEGA32 ร่วมกับไอซี 7448 และ 74138

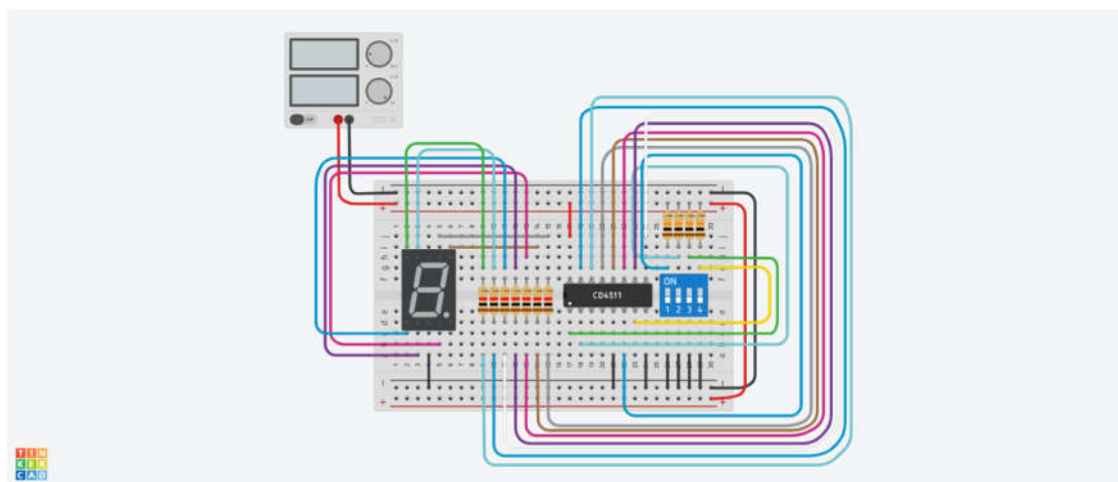
	ใบงานที่ 7		หน้าที่ 12
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004		หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์		
ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์			
<p>4.2 จากวงจรในข้อที่ 4.1 ให้นักศึกษาเขียนโปรแกรมตามตัวอย่างต่อไปนี้โดยใช้โปรแกรม AVR Studio 6.2 ตามขั้นตอนในใบความรู้เรื่องภาษาซีกับไมโครคอนโทรลเลอร์ และทำการ Build โปรแกรมจนกว่าไม่เกิด Error เพื่อให้ได้ไฟล์นามสกุล .hex เพื่อนำไปใช้งานต่อไป</p> <pre>#include <avr/io.h> #define F_CPU 16000000UL #include <util/delay.h> #define swUp PB0 #define swDown PB1 void showNum(int32_t num){ char i,dL; for(i=10;i>0;i--){ dL = num/100000; PORTC = 0x80 + dL; _delay_ms(0.5); PORTC = 0; _delay_ms(0.5); dL = (num%100000)/10000; PORTC = 0x90 + dL; _delay_ms(0.5); PORTC = 0; _delay_ms(0.5); dL = (num%10000)/1000; PORTC = 0xa0 + dL; _delay_ms(0.5); PORTC = 0; _delay_ms(0.5); } }</pre>			

	ใบงานที่ 7		หน้าที่ 13
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004		หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์		
ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์			
<pre>dL = (num%1000)/100; PORTC = 0xb0 + dL; _delay_ms(0.5); PORTC = 0; _delay_ms(0.5); dL = (num%100)/10; PORTC = 0xc0 + dL; _delay_ms(0.5); PORTC = 0; _delay_ms(0.5); dL = num%10; PORTC = 0xd0 + dL; _delay_ms(0.5); PORTC = 0; _delay_ms(0.5); } } int main(){ int32_t num = 0; char i; DDRB &= 0xfc; PORTB = 0x03; DDRC = 0xff; while(1){ showNum(num); if((PINB &(1<<swUp)) == 0){ num++; if(num > 999999) num = 0; for(i=2;i>0;i--) showNum(num); } } }</pre>			

	ใบงานที่ 7		หน้าที่ 14
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004		หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์		
ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์			
<pre> if((PINB &(1<<swDown)) == 0){ num--; if(num < 0) num = 999999; for(i=2;i>0;i--) showNum(num); } } return 0; }</pre> <p>4.3 จากข้อที่ 4.2 ให้นักศึกษาใช้โปรแกรม Proteus ISIS ทำการจำลองการทำงานของวงจรเปรียบเทียบกับการทำงานของวงจรจริง โดยการโหลดไฟล์นามสกุล .hex ลงบนตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA32 ด้วยโปรแกรม AVR Studio 6.2 ร่วมกับเครื่องโปรแกรม AVR STK500V2 และป้อนแหล่งจ่ายให้บอร์ดทดลอง หลังจากนั้นให้ทำการกดสวิทช์ที่ขา PORTB ณ ตำแหน่ง PB0 และ PB1 แล้วสังเกตการทำงานของ 7-Segment ทั้ง 6 หลักเพื่อบันทึกผลการทดลอง</p> <p>บันทึกผลการทดลอง</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>			

	ใบงานที่ 7	หน้าที่ 15
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์	

ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์





รูปที่ 5.1 วงจรนับแสดงผล 0 – 9 บนอุปกรณ์ 7-Segment ควบคุมการทำงานด้วยไอซีถอดรหัส CD4511

5.2 จากวงจรในรูปที่ 5.1 ให้นักศึกษาใช้บนแอมบนเว็บไซต์ **Error! Hyperlink reference not valid.** จำลองการทำงานของวงจรและฝึกทักษะการต่อวงจรแบบเสมือนจริง แล้วทำการ Simulation โดยการปรับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 5V ป้อนให้วงจร และทำการปรับสวิตช์ โดยสวิตช์ทางซ้ายมือสุดจะเป็น D0 แล้วบันทึกการทำงานลงตารางที่ 5.1 ตารางทดสอบการทำงานของไอซี CD4511

ตารางที่ 5.1 ตารางทดสอบการทำงานของไอซี CD4511

Input Control			Input BCD				Output Segment							Display
\overline{LE}	\overline{BL}	\overline{LT}	D3	D2	D1	D0	g	f	e	d	c	b	a	
L	H	H	0	0	0	0								
L	H	H	0	0	0	1								
L	H	H	0	0	1	0								
L	H	H	0	0	1	1								
L	H	H	0	1	0	0								
L	H	H	0	1	0	1								
L	H	H	0	1	1	0								
L	H	H	0	1	1	1								
L	H	H	1	0	0	0								
L	H	H	1	0	0	1								
L	H	H	1	0	1	0								
L	H	H	1	0	1	1								
L	H	H	1	1	0	0								
L	H	H	1	1	0	1								
L	H	H	1	1	1	0								
L	H	H	1	1	1	1								

	ใบงานที่ 7	หน้าที่ 16
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์	
ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์		
<p data-bbox="272 510 501 546">บันทึกผลการทดลอง</p> <p data-bbox="272 577 1458 591">.....</p> <p data-bbox="172 622 1458 636">.....</p> <p data-bbox="172 667 1458 680">.....</p> <p data-bbox="172 712 1458 725">.....</p> <p data-bbox="172 757 1458 770">.....</p> <p data-bbox="172 801 1458 815">.....</p> <p data-bbox="172 846 1458 860">.....</p>		

	ใบงานที่ 7		หน้าที่ 17
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004		หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์		
ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์			
<p>แบบฝึกหัดท้ายการทดลอง</p> <ol style="list-style-type: none">1. ให้ออกแบบวงจรเข้ารหัสเลขฐานสิบเป็นรหัสบีซีดีแบบมีการลำดับความสำคัญ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F887 พร้อมทั้งเขียนโปรแกรมและทดสอบการทำงานของวงจร2. ให้ออกแบบวงจรถอดรหัสบีซีดีเป็นเลขฐานสิบ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA32 พร้อมทั้งเขียนโปรแกรมและทดสอบการทำงานของวงจร3. ให้ออกแบบวงจรคอมพาราเตอร์ขนาด 4 บิต โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51ED2 พร้อมทั้งเขียนโปรแกรมและทดสอบการทำงานของวงจร4. ให้ออกแบบวงจรแสดงผลบนอุปกรณ์ 7-Segment ขนาด 6 หลักควบคุมด้วย PIC16F887 ร่วมกับไอซี 7448 และ 74138 พร้อมทั้งเขียนโปรแกรมและทดสอบการทำงานของวงจร5. ให้ออกแบบวงจรแสดงผลบนอุปกรณ์ 7-Segment จำนวน 6 เพื่อแสดงชั่วโมง นาที และวินาทีโดยใช้ไอซี CD4511 และ 74HC93 บนเว็บไซต์ www.tinkercad.com			

	ใบงานที่ 7	หน้าที่ 18
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์	

ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์

สรุปผลการทดลอง