

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเรียนรู้การทำงานของวงจรนับที่อยู่ในไอซีสำเร็จรูป
2. วิเคราะห์รูปคลื่น สร้างตารางความจริงจากวงจรนับที่อยู่ในไอซีสำเร็จรูปได้

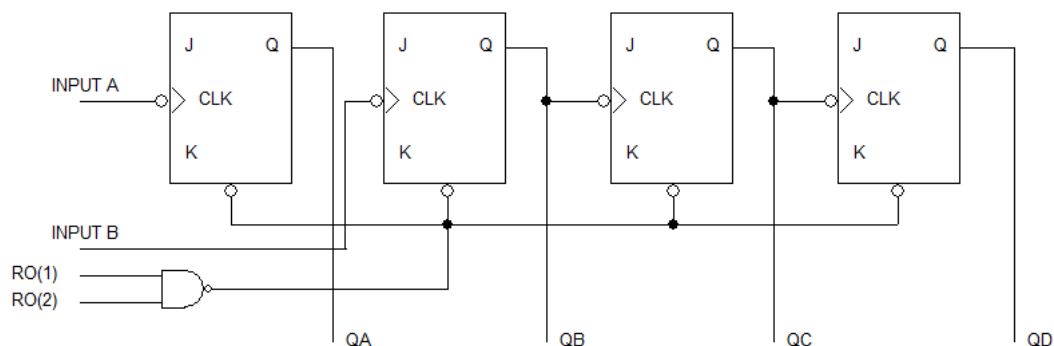
อุปกรณ์สำหรับการทดลอง

1. ชุดทดลองการเรียนรู้เทคโนโลยีไอซี FPGA

ทฤษฎี

จากการทดลองที่ผ่านมาเป็นการศึกษาถึงหลักการทำงานของวงจรนับอะซิงโครนัส และวงจรนับซิงโครนัส สำหรับการทดลองในบทนี้จะเป็นการศึกษาทดลองไอซีที่ทำหน้าที่เป็นวงจรนับแบบอะซิงโครนัสซึ่งได้แก่ เบอร์ 7493 และวงจรนับแบบซิงโครนัสเบอร์ 74190

ไอซีเบอร์ 7493 เป็นไอซีนับเลขฐานสองขนาด 4 บิตแบบอะซิงโครนัส มีโครงสร้างดังรูปที่ 9.1 ซึ่งภายในประกอบไปด้วยฟลิปฟล็อป 4 ตัว และมีการแบ่งวงจรภายในออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ วงจรนับแบบโมดูล 2 (Modulo 2 : MOD-2) ซึ่งมีเอาต์พุตออกที่ขา QA และวงจรนับโมดูล 8 (MOD-8) ซึ่งมีเอาต์พุตออกที่ขา QB, QC และ QD ในใช้เราสามารถเลือกใช้เพียงวงจรใดวงจรหนึ่งก็ได้ แต่หากต้องการใช้งานเป็นวงจรนับ 4 บิตก็สามารถทำได้โดยการต่อขา QA เข้ากับ INPUT B เพื่อเชื่อมต่อสัญญาณฟิกจากวงจรนับ MOD-2 เข้ากับวงจรนับ MOD-8



รูปที่ 9.1 วงจรภายในไอซี 7493

นับ	เอาต์พุต			
	QD	QC	QB	QA
0	L	L	L	L
1	L	L	L	H
2	L	L	H	L
3	L	L	H	H
4	L	H	L	L
5	L	H	L	H
6	L	H	H	L
7	L	H	H	H

นับ	เอาต์พุต			
	QD	QC	QB	QA
8	H	L	L	L
9	H	L	L	H
10	H	L	H	L
11	H	L	H	H
12	H	H	L	L
13	H	H	L	H
14	H	H	H	L
15	H	H	H	H

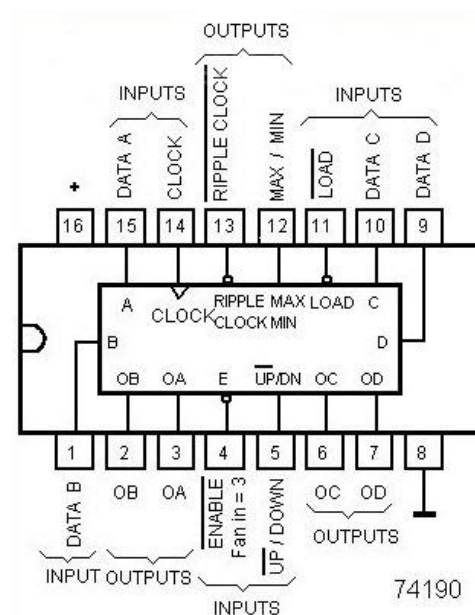
ตารางที่ 9.1 ตารางความจริงการนับของไอซี 7493

เอาต์พุต		อินพุต			
RO(1)	RO(2)	QD	QC	QB	QA
H	H	L	L	L	L
L	X	COUNT			
X	L	COUNT			

ตารางที่ 9.2 ตารางความจริงของฟังก์ชันการรีเซตวงจรรนับของไอซี 7493

ไอซีเบอร์ 7493 มีแนค์เกตอยู่ภายในสำหรับสร้างวงจรรีเซตเพื่อใช้สร้างวงจรรนับโมดูลอแบบอื่นๆ เช่น วงจรรนับแบบ MOD-10 ซึ่งสามารถแสดงดังรูปที่ 9.2 การนับของวงจรรนับ MOD-10 นั้นจะเริ่มต้นนับจาก 0 (0000) ไปจนถึง 9 (1001) และเมื่อวงจรรนับมาถึงค่าถัดไปคือ 10 (1010) เราจะต้องนำค่าลอจิกของเอาต์พุตในขณะนี้ไปรีเซตวงจรรนับเพื่อให้มันกลับไปเริ่มต้นเป็นค่า 0000 ใหม่อีกครั้ง จากตารางที่ 9.2 จะเห็นได้ว่าเราจะต้องเลือกบิตที่เป็น 1 มาทำเป็นสัญญาณรีเซต ซึ่งในกรณีนี้ต้องใช้บิต 3 และบิต 1 (จาก 1010) มาต่อเข้าที่ขา R0(1) และ R0(2) เพื่อสร้างเป็นสัญญาณรีเซต

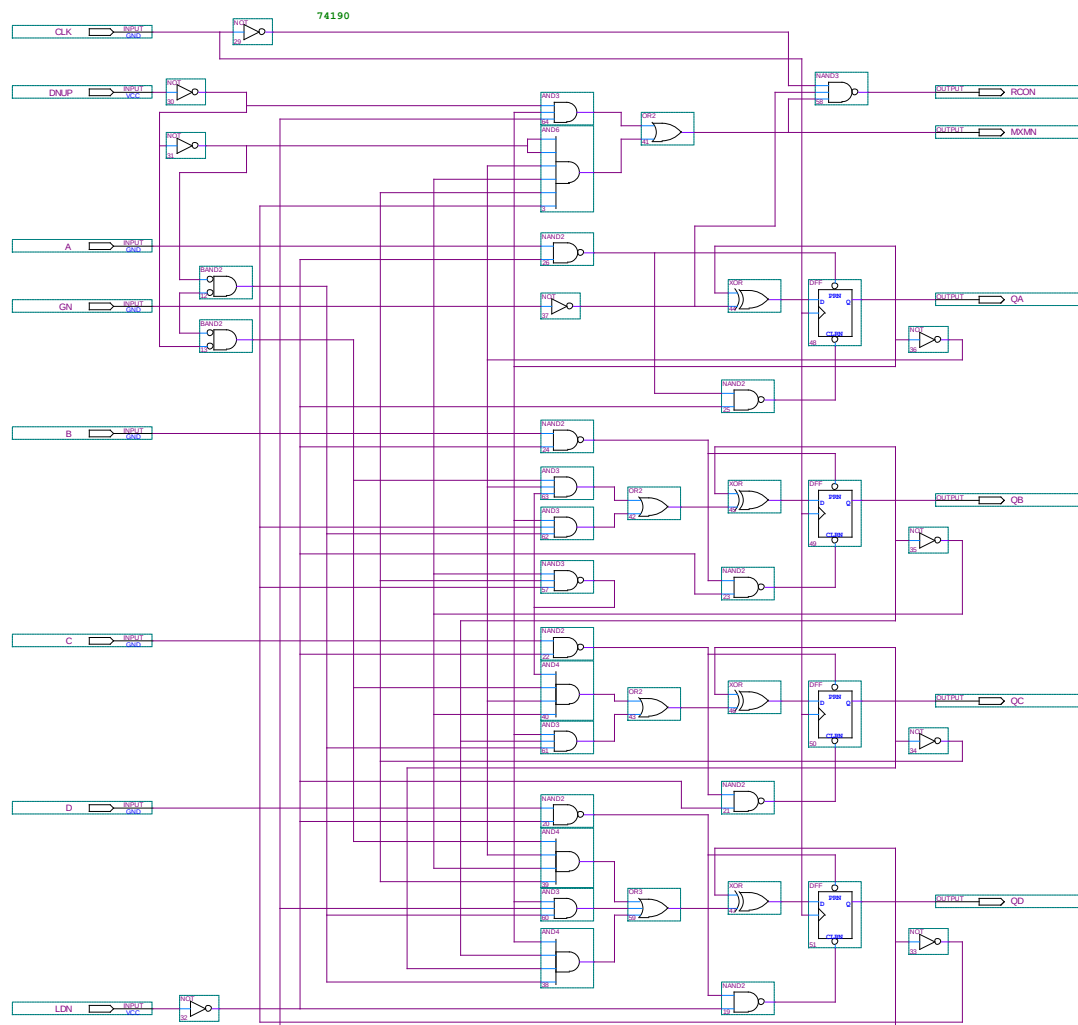
ไอซีนีทำหน้าที่เป็นวงจรรนับอีกตัวหนึ่งที่จะศึกษาในการทดลองนี้คือ ไอซีเบอร์ 74190 ซึ่งเป็นไอซีวงจรรนับ BCD (BCD Counter) โดยมีวงจรรภายในเป็นวงจรรนับแบบซิงโครนัส สามารถเซตให้นับขึ้น-ลงได้โดยการเซตค่าลอจิกที่ขาอินพุต down/up โดยเมื่อป้อนลอจิก 0 มันจะทำงานเป็นวงจรรนับขึ้น และถ้าป้อน 1 มันจะทำงานเป็นวงจรรนับลง



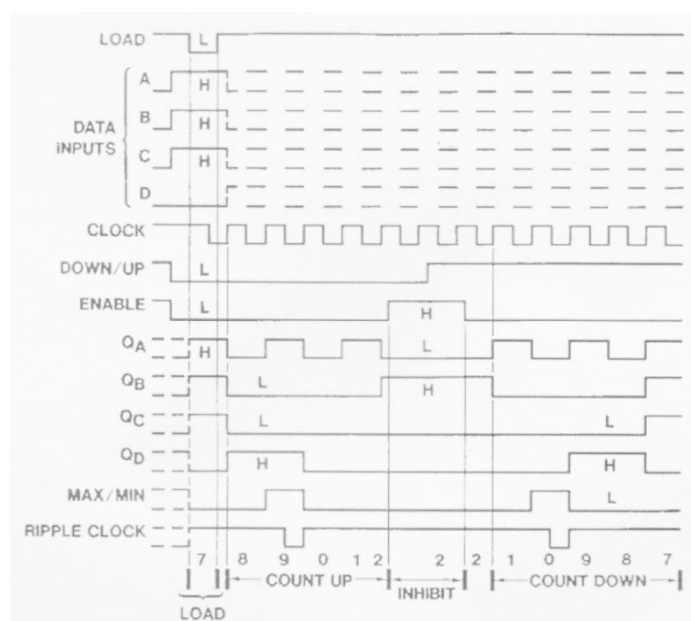
รูปที่ 9.3 ไอซี 74190

ไอซีตัวนี้สามารถเลือกจัดการทำงานได้ทุกอย่าง นั่นคือ เราสามารถเซตค่าเริ่มต้นให้เอาต์พุตได้โดยการป้อนลอจิก 0 เข้าไปที่ขา LOAD และใส่ค่าเอาต์พุตที่ต้องการเข้าทางขาอินพุต DATA (A,B,C และ D) ซึ่งจะทำให้ค่าทางเอาต์พุตเปลี่ยนแปลงทันทีโดยไม่ต้องรอสัญญาณนาฬิกา

นอกจากนี้ยังมีขาเอาต์พุต 2 ขา สำหรับใช้เชื่อมต่อเพื่อเพิ่มจำนวนหลักในการนับ (Cascade) ได้แก่ขา Ripple Clock และ MAX/MIN Count โดยที่ขา MAX/MIN จะผลิตสัญญาณพัลส์ที่จะมีค่าเป็นลอจิก 1 มีช่วงเวลาเท่ากับสัญญาณนาฬิกา 1 ลูก เมื่อการนับมาถึงค่าสูงสุดในกรณีนับขึ้น และเมื่อการนับมาถึงค่าต่ำสุดในกรณีนับลง ส่วนขา Ripple Clock จะผลิตสัญญาณพัลส์ที่มีลอจิก 0 ในช่วงเวลาเท่ากับส่วนของสัญญาณนาฬิกาที่เป็นลอจิก 0 เมื่อการนับมาถึงค่าสูงสุดในกรณีนับขึ้น และเมื่อมีการนับมาถึงค่าต่ำสุดในกรณีนับลง ในการต่อเพิ่มไอซีเพื่อให้ในการนับได้จำนวนหลักที่มากขึ้น เราสามารถนำขาเอาต์พุต Ripple Clock นี้ไปเชื่อมต่อกับขา Enable ของไอซีตัวถัดไปในกรณีที่ต่อขาสัญญาณนาฬิการ่วมกัน หรืออาจต่อขา Ripple Clock ไปที่ขา Clock ของไอซีตัวถัดไปในกรณีที่ไอซีแต่ละตัว และต่อขา Enable ร่วมกันก็ได้



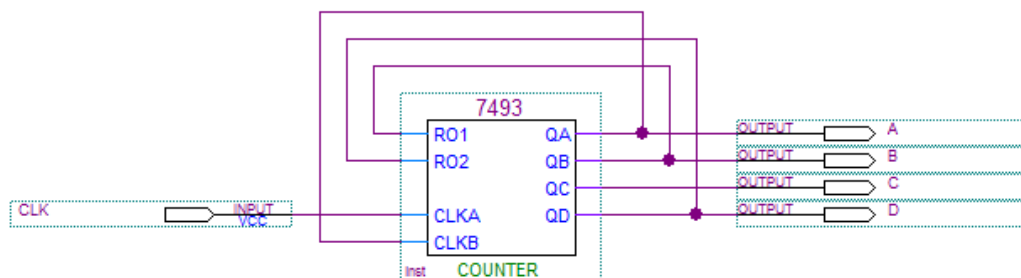
รูปที่ 9.4 วงจรภายในของไอซี 74190



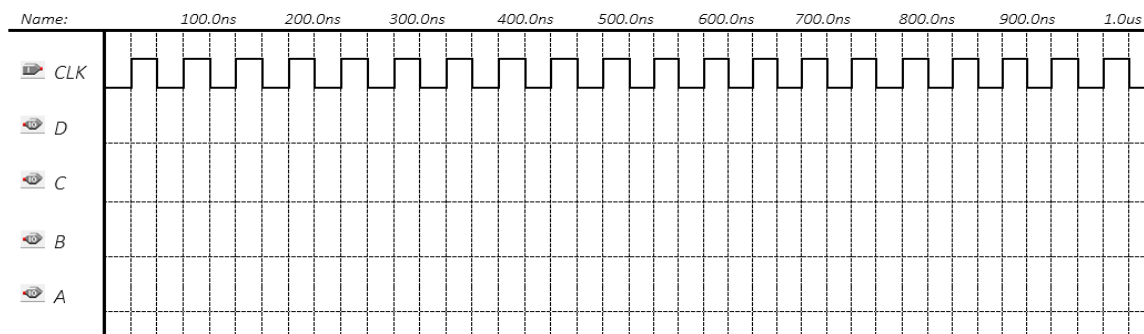
รูปที่ 9.5 รูปแบบการทำงานของไอซี 74190

ขั้นตอนการทดลอง ตอนที่ 1 การใช้งานไอซี 7493 เป็นวงจรนับ MOD-10

1. ต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกันดังรูป



รูปที่ 9.6 วงจรสำหรับการทดลองตอนที่ 1



รูปที่ 9.7 ผลการทำงาน

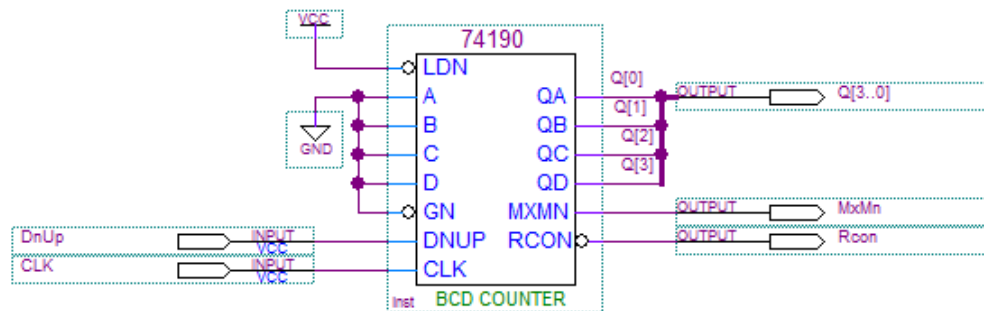
3. ทดสอบวงจรโดยทำการกดปุ่ม CLOCK แล้วดูผลทางลอจิกที่ LED D0, LED D1, LED D2 และ LED D3 จากนั้นบันทึกผลลงในตาราง

CLK	D	C	B	A
↓				
↓				
↓				
↓				
↓				
↓				
↓				
↓				
↓				
↓				
↓				
↓				

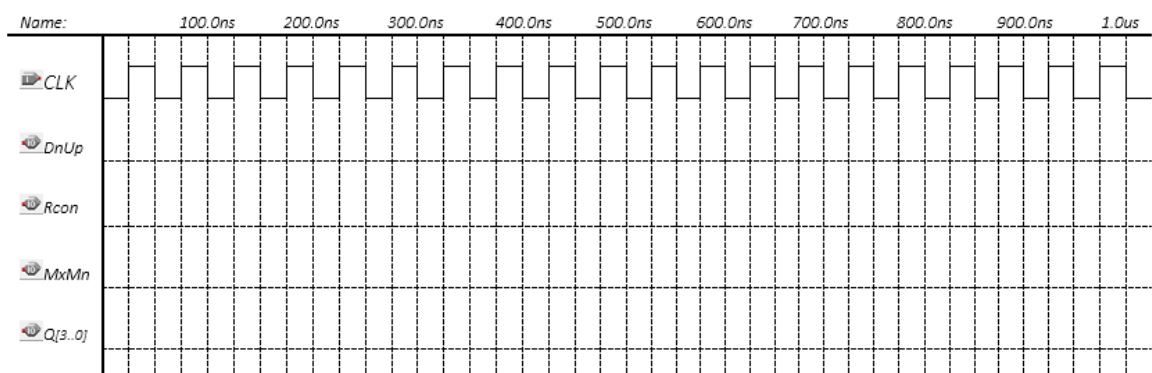
ตารางที่ 9.4 ตารางความจริงจากการทดลองตอนที่ 1

ขั้นตอนการทดลอง ตอนที่ 2 การใช้ไอซี 74190

1. ต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกันดังรูป

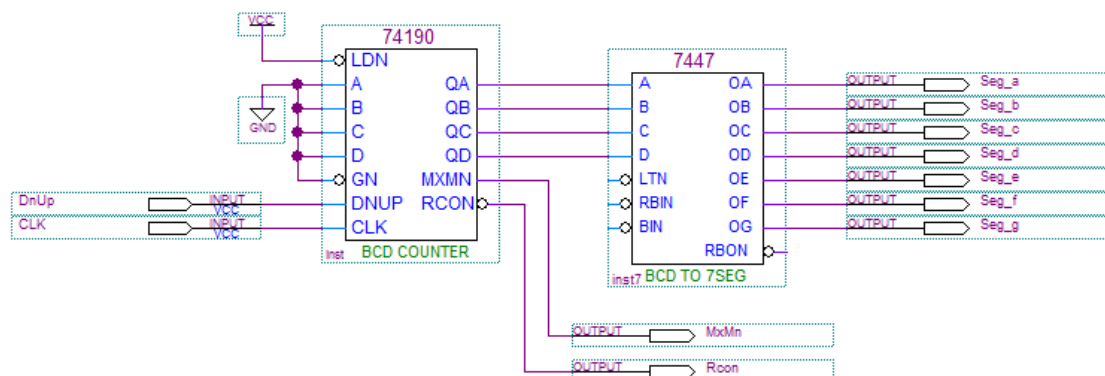


รูปที่ 9.9 วงจรสำหรับการทดลองตอนที่ 2



รูปที่ 9.10 ผลจำลองการทำงาน

10. เพิ่มวงจรถอดรหัส 7447 เพื่อแปลงรหัส BCD ให้กลายเป็นตัวเลขดังรูป



รูปที่ 9.11 วงจรสำหรับการทดลองตอนที่ 2

9. ทดสอบวงจรโดยการเปลี่ยนสถานะของสวิตช์ SW0 และ ทำการกดสวิตช์ PULSEO_Q แล้วดู
ผลทางลอจิกที่ LED D0, LED D1 และ SEVENT SEGMENT DIGIT A จากนั้นบันทึกผลลงใน
ตาราง

DnUp (SW0)	CLK (PULSEO_Q)	MXMN (LED D1)	RCON (LED D0)	รูปแบบ LED บน SEVENT SEGMENT
0	▲			
0	▲			
0	▲			
0	▲			
0	▲			
0	▲			
0	▲			
0	▲			
0	▲			
0	▲			
0	▲			
0	▲			
0	▲			
0	▲			
0	▲			
0	▲			
0	▲			
1	▲			
1	▲			
1	▲			
1	▲			
1	▲			
1	▲			
1	▲			
1	▲			
1	▲			
1	▲			
1	▲			
1	▲			
1	▲			
1	▲			

ตารางที่ 9.5 ตารางความจริงจากการทดลองตอนที่ 2

สรุปผลการทดลอง

