

การทดลองที่ 0: ทบทวนการออกแบบวงจรเชิงโครนัสเคาท์เตอร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาทบทวนการออกแบบวงจรดิจิทัล
2. เพื่อให้นักศึกษาทบทวนการต่อวงจรดิจิทัล
3. เพื่อให้นักศึกษาทบทวนความรู้เดิมที่เรียนมาได้

หมายเหตุ

1. นักศึกษาที่จำเนื้อหาเดิมไม่ได้ ให้หาข้อมูลการออกแบบและ Datasheet ที่ต้องใช้มาด้วย
2. นักศึกษาที่จำเนื้อหาเดิมได้หมด พิมพ์เอกสารการทดลองเฉพาะ หน้าแรกนี้ก็พอ

การทดลอง

1. ให้นักศึกษาทำการออกแบบวงจรดิจิทัลตามที่โจทย์กำหนดไว้ในกระดาษ แล้วนำเสนออาจารย์ผู้ควบคุมการทดลองตรวจ
2. เมื่ออาจารย์ผู้ควบคุมการทดลองตรวจเอกสารในข้อ 1 ผ่านแล้ว จึงต่อวงจรตามที่ออกแบบไว้แล้ว
เรียกอาจารย์ผู้ควบคุมการทดลองเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของวงจรต่อไป




รายละเอียดการทดลอง

จงต่อวงจรนับลงแบบเชิงโครนัส โดยให้นับตั้งแต่ 15, 14, 13, 12, 11, 10, 8, 6, 5, 4, 3, 2, 1 แล้ววนเป็น 15 ใหม่ตามการกดปุ่ม กด 1 ครั้ง นับ 1 ค่า

หมายเหตุ หากเปิดเครื่องครั้งแรกแล้วค่าที่ได้ไม่ใช่ค่าที่กำหนดให้ หลังจากกดปุ่ม 1 ครั้งให้เป็นเริ่มที่ 15 ทุกกรณี (9, 7, 0)

วงจรนับหารด้วย N แบบซิงโครนัส

การออกแบบวงจรซิงโครนัสเคาน์เตอร์แบบหารด้วยจำนวน N ใดๆ สิ่งแรกที่ต้องทำคือการหาอินพุตของ JK และ ค่าเอาต์พุต Q ก่อนที่พัลส์ของสัญญาณนาฬิกาจะส่งเข้ามา และค่า Q เอาต์พุตหลังจากเกิดพัลส์ของสัญญาณนาฬิกา แล้ว ตารางค่าความจริงในรูปที่ 1 เป็นตารางของ JK ฟลิป-ฟล็อป ที่ถูกทริกที่ขอบล่างของสัญญาณนาฬิกา

PRESET	CLEAR	J	K	C	Q	\bar{Q}	
0	1	x	x	x	1	0	
1	0	x	x	x	0	1	
0	0	x	x	x	1	1	
1	1	0	1		0	1	Unused state
1	1	1	0		1	0	
1	1	0	0	x	Q	Q	Unchange state
1	1	1	1		Toggle		

Before Clock			After Clock		Before Clock	
Q			Q		J	K
0	0	0	0	0	0	x
0	0	1	1	1	1	x
1	0	0	0	x	x	x
1	1	1	1	x	x	x

x = 0 or 1

รูปที่ 1 ตารางค่าความจริงของ JK ฟลิป-ฟล็อป ที่ถูกทริกที่ขอบล่างของสัญญาณนาฬิกา

ขั้นที่สองคือการออกแบบวงจรซิงโครนัสเคาน์เตอร์แบบหารด้วยจำนวน N ใดๆ เพื่อหาอินพุตของ J, K ในแต่ละ ฟลิป-ฟล็อปว่าควรมีค่าเท่าไร เพื่อให้ได้เอาต์พุตหรือค่า Q ออกมาตามที่เราต้องการ

รูปที่ 2 เป็นตารางของซิงโครนัสเคาน์เตอร์แบบหารด้วยจำนวน N ใดๆ ค่าเอาต์พุต Q ที่ต้องการคือ ค่า 000 ถึง 101 ให้ค่าเอาต์พุตของ Q ทั้งฟลิป-ฟล็อป 3 ตัว ก่อนที่จะเกิดขอบล่างของสัญญาณนาฬิกามีค่าเป็น 000 หลังจากขอบล่าง ส่วนฟลิป-ฟล็อป A จะมีค่า J = 1 และ K = 0, 1 ที่ ฟลิป-ฟล็อป C และ B ส่วน ฟลิป-ฟล็อป A จะมีค่า J = 1 และ K = 0, 1 หลังจากพัลส์ลูกแรกผ่านไปเอาต์พุต Q จะเป็น 001 ซึ่งพร้อมจะรับพัลส์ลูกที่ 2 ต่อไป

Q Before the Clock			Q After the Clock			C		B		A	
C	B	A	C	B	A	J	K	J	K	J	K
0	0	0	0	0	1	0	x	0	x	1	x
0	0	1	0	1	0	0	x	0	x	x	1
0	1	0	0	1	1	0	x	0	0	1	x
0	1	1	1	0	0	1	x	x	1	0	1
1	0	0	0	0	0	x	x	x	0	x	x

x = 0 or 1

รูปที่ 2 อินพุต JK ฟลิป-ฟล็อปของ ซิงโครนัสเคาน์เตอร์หารด้วย 5

การนำสมการบูลีนมาใช้กับอินพุต J และ K เพื่อที่จะหาเอาต์พุต Q ก่อนที่จะรับพัลส์ของสัญญาณนาฬิกา โดยจากรูปที่ 3 ในแถวของค่า J หรือ K เราเลือกแถวที่มีค่า 1 อยู่ หลังจากนั้นก็พิจารณาค่าของ Q ก่อนที่จะรับพัลส์ ณ แถวที่มีค่า 1 อยู่ โดยนำค่า Q ทั้ง 3 ตัวมา AND แล้วนำค่าที่ Q ที่ได้ในแต่ละแถวมา OR อีกครั้ง ซึ่งสามารถดูตัวอย่างได้ในรูปที่ 3

$$\begin{aligned} K_A &= A \bar{B} \bar{C} + A B \bar{C} \\ K_A &= A \bar{C}(\bar{B} + B) \\ K_A &= A \bar{C} \end{aligned}$$

รูปที่ 3 การลดรูป

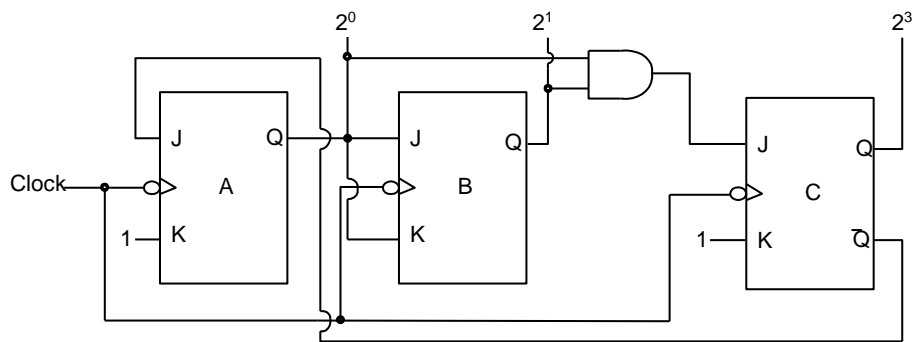
$$\begin{array}{lll} J_A = \overline{C} & J_B = A & J_C = AB \\ J_A = 1 & K_B = A & K_C = 1 \end{array}$$

รูปที่ 4 เทอมที่สั้นที่สุดของซิงโครนัสเคานท์เตอร์หารด้วย 5

วิธีรูปที่ 3 เป็นวิธี Boolean Statement ที่ถูกแต่ละค่า J หรือ K ในแต่ละคอลัมน์ให้มีค่า 1 และ X เท่านั้นยังมี 0 ด้วย ในกรณีที่ คอลัมน์ ใดมีค่า 1 และ X ค่าของ J หรือ K ในคอลัมน์ นั้นจะเท่ากับ 1

รูปที่ 4 เป็น Boolean Expressions ที่ง่ายที่สุดสำหรับตารางแสดงค่าความจริง

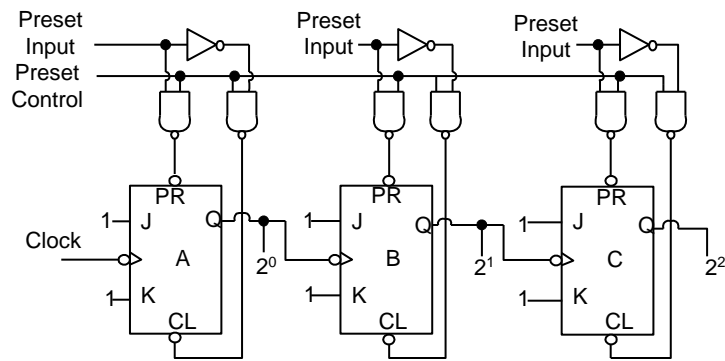
รูปที่ 5 เป็นตัวอย่างของวงจรเชิงโครนัสเคานท์เตอร์แบบหารด้วย 5



รูปที่ 5 วงจรเชิงโคจรนัสแกนที่เตอร์หารด้วย 5

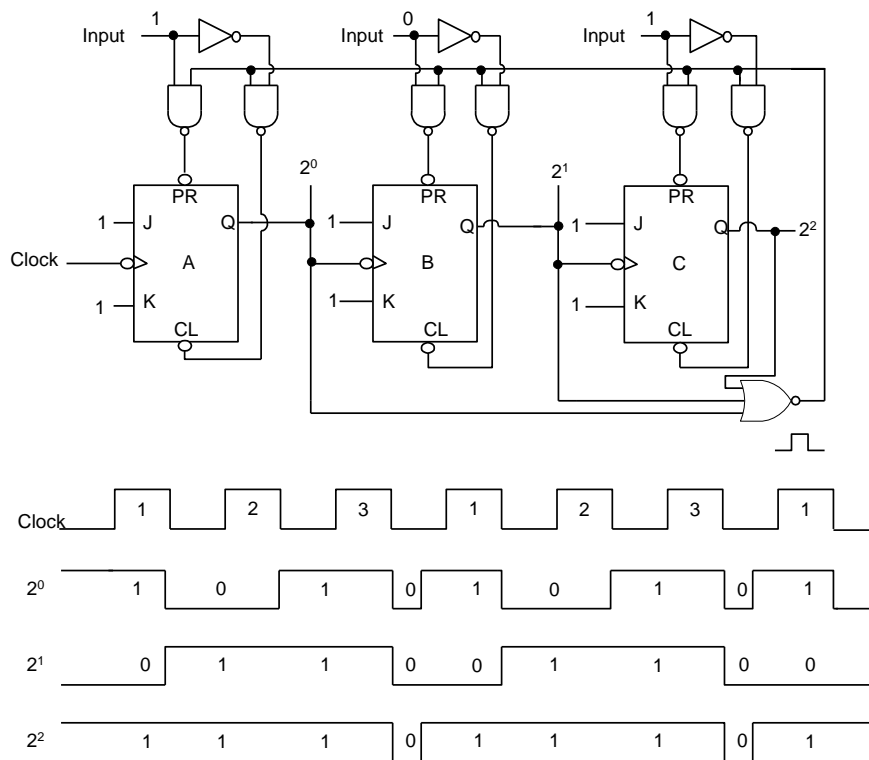
วงจรนับที่สามารถเซ็ตได้ (Presettable Counters)

วงจรนี้ในแนดเกทเป็นตัวส่งสัญญาณเข้าสู่ \overline{PRESET} หรือ \overline{CLEAR} ซึ่งจะทำให้ข้อมูลของอินพุต \overline{PRESET} ผ่านแนดเกทซึ่งจะมีผลให้ฟลิป-ฟล็อปแต่ละตัวมีค่าเอาท์พุท Q เปลี่ยนแปลง



รูปที่ 6 프리เซตเทเบิลเคาน์เตอร์ 3บิต

ขณะที่พรีเซตคอนโทรลเป็น HIGH วงจรนับจะถือค่าของอินพุต PRESET ไว้เพราะเอาท์พุทของ J,K ฟลิป-ฟล็อป แต่ละตัวจะมีค่า เดียวกับค่าของอินพุต PRESET แต่ละบิต



รูปที่ 7 프리เซตเทเบิลเคาน์เตอร์ ตั้งค่าโดยวงจรหาร 3