



ใบเนื้อหาที่ 16

หน่วยที่ 9

ชื่อวิชา ดิจิตอลเบื้องต้น

รหัสวิชา 2104-2107

สอนครั้งที่ 16

ชื่อหน่วย วงจรนับ

เวลา (นาที) 30

ชื่อเรื่อง วงจรนับแบบซิงโครนัส

หัวข้อเรื่อง (Topics)

16. วงจรนับแบบซิงโครนัส

16.1 หลักการทำงานของวงจรนับแบบซิงโครนัส

16.2 การออกแบบวงจรนับแบบซิงโครนัสโดยใช้जेकेฟลิปฟlop

แนวคิดสำคัญ (Main Idea)

วงจรชนิดนี้สัญญาณนาฬิกาของฟลิปฟlopทุกตัวจะมาจากแหล่งเดียวกัน จึงทำให้สถานะของฟลิปฟlopทุกตัวเปลี่ยนไปพร้อมๆกัน โดยไม่ต้องรอสัญญาณของตัวหน้า จึงทำให้มีข้อดีคือสามารถทำงานได้ด้วยความเร็วที่สูงขึ้น

สมรรถนะย่อย (Element of Competency)

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับวงจรนับแบบซิงโครนัส
2. หาคุณลักษณะของวงจรนับจากคู่มือของผู้ผลิต
3. ทดสอบวงจรนับแบบซิงโครนัส



ใบเนื้อหาที่ 16

หน่วยที่ 9

ชื่อวิชา ดิจิตอลเบื้องต้น

รหัสวิชา 2104-2107

สอนครั้งที่ 16

ชื่อหน่วย วงจรนับ

เวลา (นาที) 30

ชื่อเรื่อง วงจรนับแบบซิงโครนัส

จุดประสงค์การสอน/การเรียนรู้

จุดประสงค์ทั่วไป

1. เข้าใจการทำงานของวงจรนับแบบซิงโครนัส
2. เข้าใจหลักการออกแบบวงจรนับแบบซิงโครนัสโดยใช้जेकेฟลิปฟlop

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายการทำงานของวงจรนับแบบซิงโครนัสได้
2. ออกแบบวงจรนับแบบซิงโครนัสโดยใช้जेकेฟลิปฟlop ได้ถูกต้อง



ใบเนื้อหาที่ 16

หน่วยที่ 9

ชื่อวิชา ดิจิตอลเบื้องต้น

รหัสวิชา 2104-2107

สอนครั้งที่ 16

ชื่อหน่วย วงจรนับ

เวลา (นาที่) 30

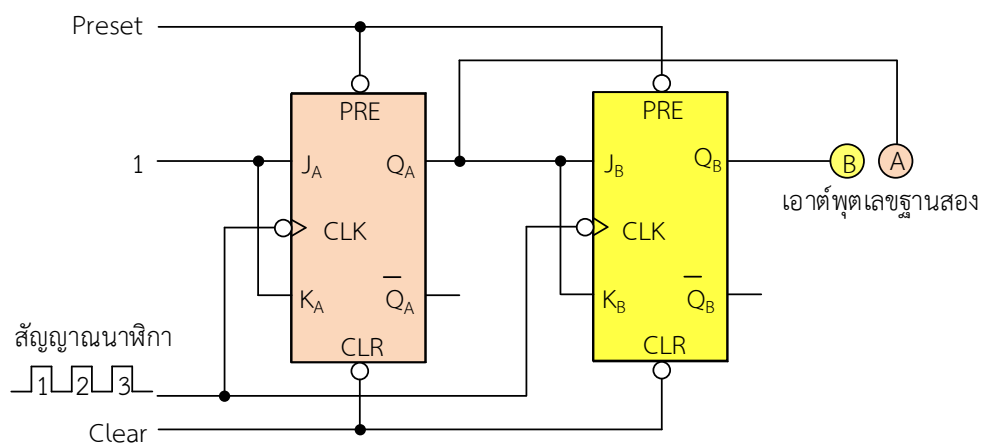
ชื่อเรื่อง วงจรนับแบบซิงโครนัส

วงจรนับแบบซิงโครนัส (Synchronous Counter)

วงจรชนิดนี้สัญญาณนาฬิกาของฟลิปฟล็อปทุกตัวจะมาจากแหล่งเดียวกัน จึงทำให้สถานะของฟลิปฟล็อปทุกตัวเปลี่ยนไปพร้อมๆ กัน โดยไม่ต้องรอสัญญาณของตัวหน้า จึงทำให้มีข้อดีคือสามารถทำงานได้ด้วยความเร็วที่สูงขึ้น ส่วนข้อเสียของวงจรชนิดนี้คือ การออกแบบค่อนข้างยุ่งยากกว่าวงจรแบบอะซิงโครนัส และมักจะใช้จำนวนเกตมากกว่า จึงทำให้มีราคาแพงกว่า และเพื่อให้่ายและสะดวกในการออกแบบ วงจรนับที่ใช้जेफลิปฟล็อป จำเป็นต้องใช้ตารางแสดงการกระตุ้นการเปลี่ยนสถานะการทำงานของเอาต์พุตและอินพุต ดังตารางที่ 16.1

16.1 หลักการทำงานของวงจรนับแบบซิงโครนัส

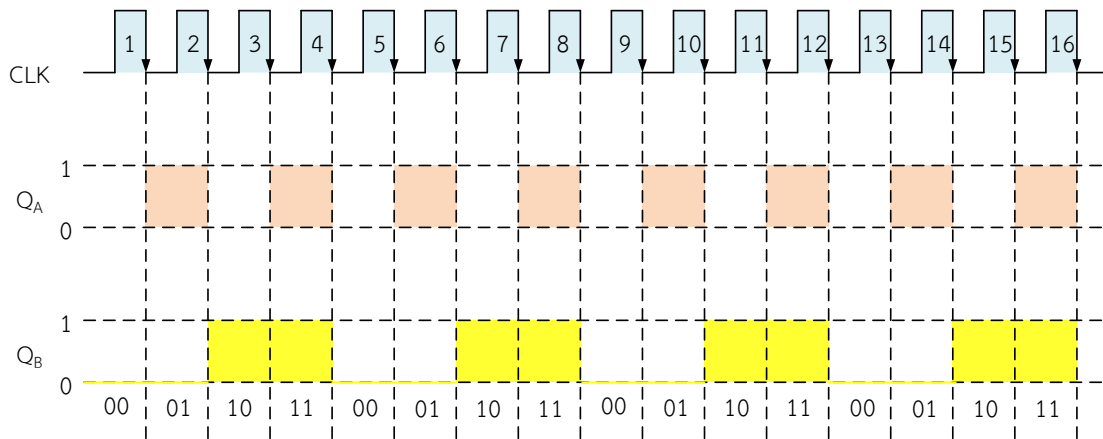
วงจรนับแบบซิงโครนัส เป็นวงจรนับที่ฟลิปฟล็อปทุกตัวของวงจรรับสัญญาณนาฬิกาจากแหล่งเดียวกัน จึงทำให้สถานะของฟลิปฟล็อปทุกตัวเปลี่ยนไปพร้อมๆ กัน ดังแสดงในรูปที่ 16.1



รูปที่ 16.1 แสดงวงจรนับแบบซิงโครนัส นับขึ้น 2 บิต (นับ 0-3)
(ที่มา : รัชชานนท์ สร้างจากโปรแกรมสำเร็จรูป)

จากรูปที่ 16.1 เป็นวงจรนับขึ้นขนาด 2 บิต โดยใช้जेफลิปฟล็อป สามารถนับได้ 4 ครั้ง คือ (0-3) และสังเกตว่าजेफลิปฟล็อปตัวที่ 1 จะเปลี่ยนแปลงค่า Q_A ทุกครั้งเมื่อเจอขอบขาของ

สัญญาณนาฬิกาที่เข้ามา และ QB จะเปลี่ยนแปลงค่าทุกครั้งเมื่อ Q_A มีค่าเป็น 1 และเจอกับขอบขาลงของสัญญาณนาฬิกาที่เข้ามา สามารถเขียนไดอะแกรมเวลาการทำงานของวงจรได้ดังรูปที่ 16.2



รูปที่ 16.2 แสดงไดอะแกรมเวลาของวงจรนับแบบซิงโครนัส นับขึ้น 2 บิต (นับ 0-3)
(ที่มา : รัชชานนท์ สร้างจากโปรแกรมสำเร็จรูป)

16.2 การออกแบบวงจรนับแบบซิงโครนัสโดยใช้जेकेฟลิปฟlop

ในการออกแบบวงจรนับแบบซิงโครนัสโดยใช้जेकेฟลิปฟlop ต้องอาศัยตารางการกระตุ้น และการเปลี่ยนสถานะของजेकेฟลิปฟlop ดังตารางที่ 16.1 ส่วนขั้นตอนและหลักการออกแบบมีดังนี้

- 1) กำหนดจำนวนฟลิปฟlop จากเงื่อนไขของการนับ
- 2) เขียนตารางการนับ
- 3) เขียนตารางแสดงการเปลี่ยนสถานะ โดยพิจารณาสัญญาณเข้าजेकेฟลิปฟlop จากตารางแสดงการกระตุ้น และการเปลี่ยนสถานะของजेकेฟลิปฟlop ดังตารางที่ 16.1
- 4) ลดรูปนิพจน์การเปลี่ยนสถานะของजेकेฟลิปฟlop โดยใช้แผนผังคาร์โน
- 5) เขียนแผนผังวงจร
- 6) เขียนไดอะแกรมเวลาการทำงานของวงจรนับ

ตารางที่ 16.1 แสดงตารางการกระตุ้นและการเปลี่ยนสถานะของजेकेฟลิปฟlop

Output		Input	
Q_n	Q_{n+1}	J	K
0	→ 0	0	X
0	→ 1	1	X
1	→ 0	X	1
1	→ 1	X	0

จากตารางการกระตุ้น และการเปลี่ยนสถานะของजेकेฟลิปฟlop โดยกำหนดให้ Q_n คือสถานะปัจจุบัน และ Q_{n+1} คือสถานะถัดไป และ X คือ ไม่เจาะจงสถานะ อาจเป็น 0 หรือ 1 ก็ได้ เช่น

การเปลี่ยนสถานะ (Q_n) 0 $\rightarrow$ 0 (Q_{n+1}) จะต้องกระตุ้นให้ $J = 0$, $K = X$

การเปลี่ยนสถานะ (Q_n) 0 $\rightarrow$ 1 (Q_{n+1}) จะต้องกระตุ้นให้ $J = 1$, $K = X$

การเปลี่ยนสถานะ (Q_n) 1 $\rightarrow$ 0 (Q_{n+1}) จะต้องกระตุ้นให้ $J = X$, $K = 1$

การเปลี่ยนสถานะ (Q_n) 1 $\rightarrow$ 1 (Q_{n+1}) จะต้องกระตุ้นให้ $J = X$, $K = 0$

ตัวอย่างที่ 16.1 ออกแบบวงจรนับ 4 (0–3) แบบซิงโครนัส โดยใช้जेकेฟลิปฟlop มีขั้นตอนดังนี้

1) วงจรแบบนับ 4 คือการนับตั้งแต่ 0 – 3 ได้แก่ 00 01 10 และ 11 ซึ่งมี 4 สถานะ เพราะฉะนั้นจึงต้องใช้ฟลิปฟlopจำนวน 2 ตัว

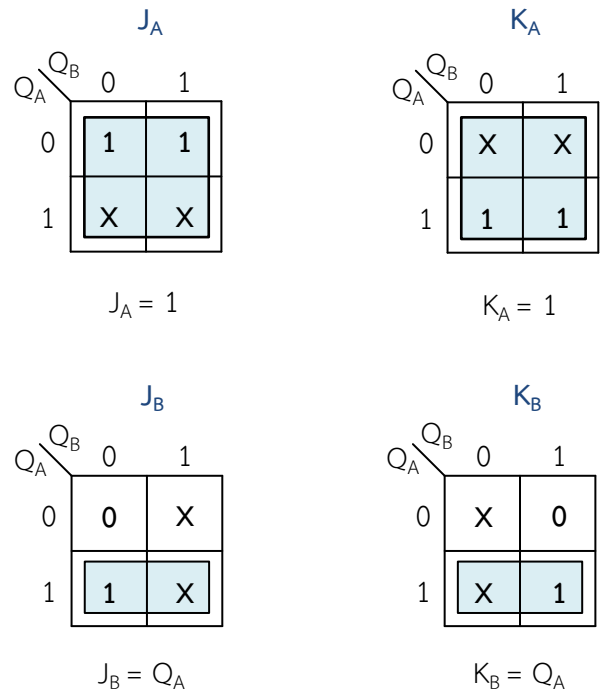
2) เขียนตารางการนับ

เลขฐานสิบ	เลขฐานสอง	
	Q_B	Q_A
0	0	0
1	0	1
2	1	0
3	1	1
0	0	0

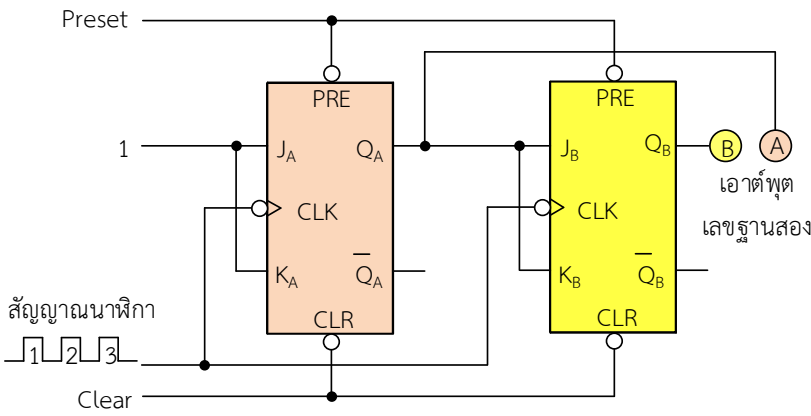
3) เขียนตารางแสดงการเปลี่ยนสถานะ โดยพิจารณาสัญญาณเข้าजेकेฟลิปฟlop จากตารางแสดงการกระตุ้น และการเปลี่ยนสถานะของजेकेฟลิปฟlop ดังตารางที่ 16.1

ลำดับการนับ	การเปลี่ยนสถานะของเอาต์พุต สถานะปัจจุบัน $\rightarrow$ สถานะถัดไป		การกระตุ้น เจเค ฟลิปฟlop			
	Q_B	Q_A	J_B	K_B	J_A	K_A
0 $\rightarrow$ 1	0 $\rightarrow$ 0	0 $\rightarrow$ 1	0	X	1	X
1 $\rightarrow$ 2	0 $\rightarrow$ 1	1 $\rightarrow$ 0	1	X	X	1
2 $\rightarrow$ 3	1 $\rightarrow$ 1	0 $\rightarrow$ 1	X	0	1	X
3 $\rightarrow$ 0	1 $\rightarrow$ 0	1 $\rightarrow$ 0	X	1	X	1

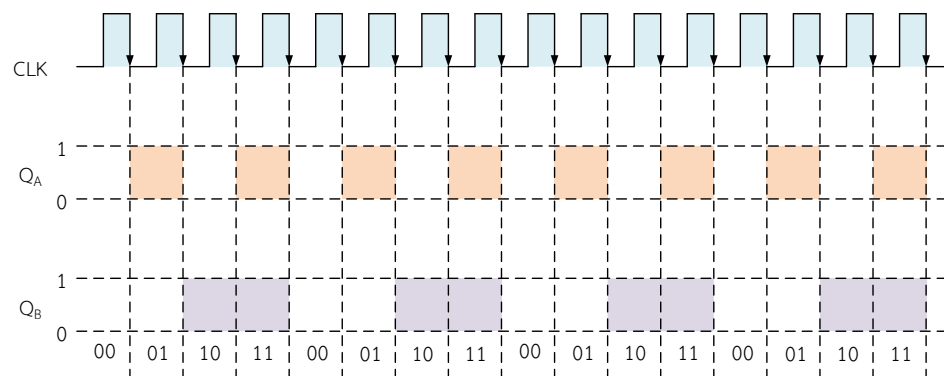
4) ลดรูปนิพจน์การเปลี่ยนสภาวะของเจเคฟลิปฟล็อป โดยใช้แผนผังคาร์โนห์



5) เขียนแผนผังวงจรได้ดังต่อไปนี้



6) เขียนไดอะแกรมเวลาการทำงานของวงจรนับ 4 แบบซิงโครนัส



ตัวอย่างที่ 16.2 ออกแบบวงจรนับ 5 แบบซิงโครนัส โดยใช้जेเคฟลิปฟล็อป มีขั้นตอนดังนี้

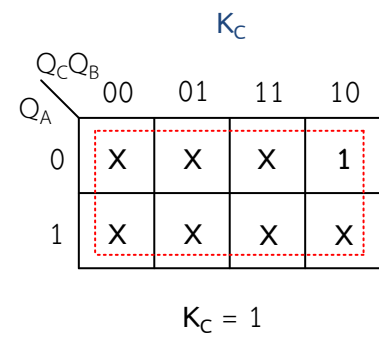
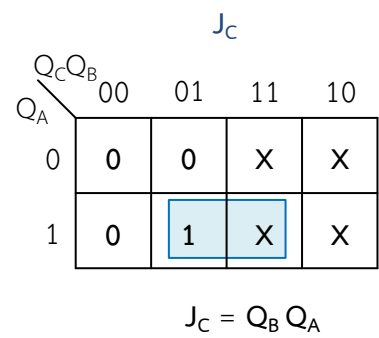
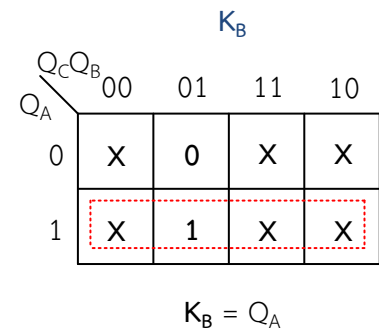
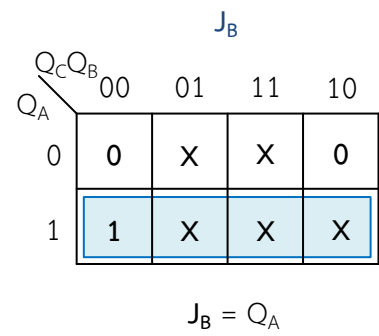
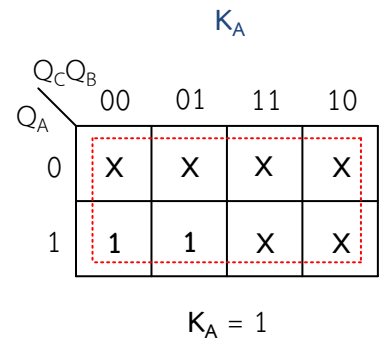
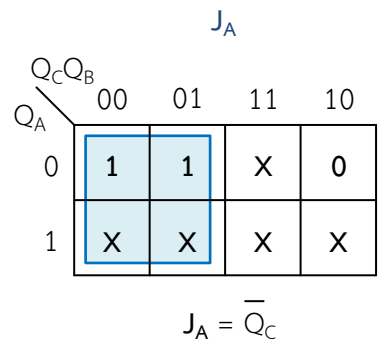
- 1) วงจรแบบนับ 5 คือการนับตั้งแต่ 0 – 4 ได้แก่ 000 001 010 011 และ 100 ซึ่งมี 5 สภาวะเพราะฉะนั้นจึงต้องใช้ฟลิปฟล็อปจำนวน 3 ตัว
- 2) เขียนตารางการนับ

เลขฐานสิบ	เลขฐานสอง		
	Q_C	Q_B	Q_A
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
0	0	0	0

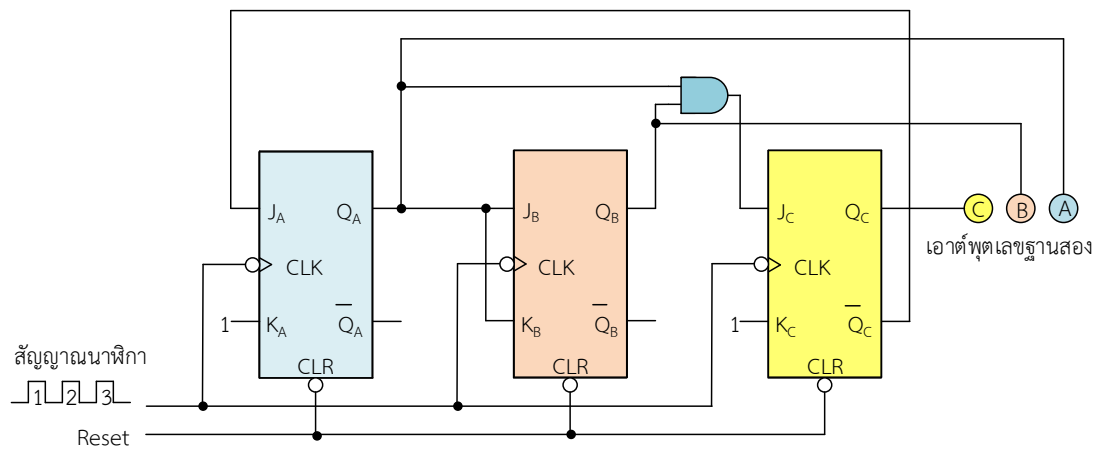
- 3) เขียนตารางแสดงการเปลี่ยนสภาวะ โดยพิจารณาสัญญาณเข้าजेเคฟลิปฟล็อป จากตารางแสดงการกระตุ้น และการเปลี่ยนสภาวะของजेเคฟลิปฟล็อป ตามตารางที่ 16.1

ลำดับการนับ	การเปลี่ยนสภาวะของเอาต์พุต สภาวะปัจจุบัน $\rightarrow$ สภาวะถัดไป			การกระตุ้น เจเค ฟลิปฟล็อป					
	Q_B	Q_B	Q_A	J_C	K_C	J_B	K_B	J_A	K_A
0 $\rightarrow$ 1	0 $\rightarrow$ 0	0 $\rightarrow$ 0	0 $\rightarrow$ 1	0	X	0	X	1	X
1 $\rightarrow$ 2	0 $\rightarrow$ 0	0 $\rightarrow$ 1	1 $\rightarrow$ 0	0	X	1	X	X	1
2 $\rightarrow$ 3	0 $\rightarrow$ 0	1 $\rightarrow$ 1	0 $\rightarrow$ 1	0	X	X	0	1	X
3 $\rightarrow$ 4	0 $\rightarrow$ 1	1 $\rightarrow$ 0	1 $\rightarrow$ 0	1	X	X	1	X	1
4 $\rightarrow$ 0	1 $\rightarrow$ 0	0 $\rightarrow$ 0	0 $\rightarrow$ 0	X	1	0	X	0	X

4) ลดรูปนิพจน์สำหรับสัญญาณเข้าฟลิปฟlopแต่ละสายโดยใช้แผนผังคาร์โนห์



5) เขียนแผนผังวงจรได้ดังต่อไปนี้



6) เขียนไดอะแกรมเวลาการทำงานของวงจรนับ 5 แบบซิงโครนัส

