



สื่อการสอน

หน่วยที่ 9

ชื่อวิชา ดิจิตอลเบื้องต้น

รหัสวิชา 2104-2107

สอนครั้งที่ 16

ชื่อหน่วย วงจรนับ

จำนวนชั่วโมง 4

ชื่อเรื่อง วงจรนับแบบซิงโครนัส

สื่อการสอนสร้างจากโปรแกรม Microsoft PowerPoint

ดิจิตอลเบื้องต้น (Digital Basic) 2104-2107

นำเข้าสู่บทเรียน

1. จากรูปถ้าป้อนสัญญาณนาฬิกาให้ฟลิปฟlopทั้งสองตัวพร้อมกันจะเกิดอะไรขึ้น....
2. ลักษณะการนับเป็นอย่างไร...

เฟรมที่ 16-1 การนำเข้าสู่บทเรียน



ดิจิทัลเบื้องต้น (Digital Basic) 2104-2107

ใบเนื้อหาที่ 16

วงจรนับแบบซิงโครนัส (Synchronous Counter)

วงจรชนิดนี้สัญญาณนาฬิกาของฟลิปฟล็อปทุกตัวจะมาจากแหล่งเดียวกัน จึงทำให้สถานะของฟลิปฟล็อปทุกตัวเปลี่ยนไปพร้อมๆ กันโดยไม่ต้องรอสัญญาณของตัวหน้า จึงทำให้มีข้อดีคือ สามารถทำงานได้ด้วยความเร็วที่สูงขึ้น ส่วนข้อเสียของวงจรชนิดนี้คือการออกแบบค่อนข้างยุ่งยากกว่าวงจรแบบอะซิงโครนัส และมักจะใช้จำนวนเกตมากกว่า จึงทำให้มีราคาแพงกว่า

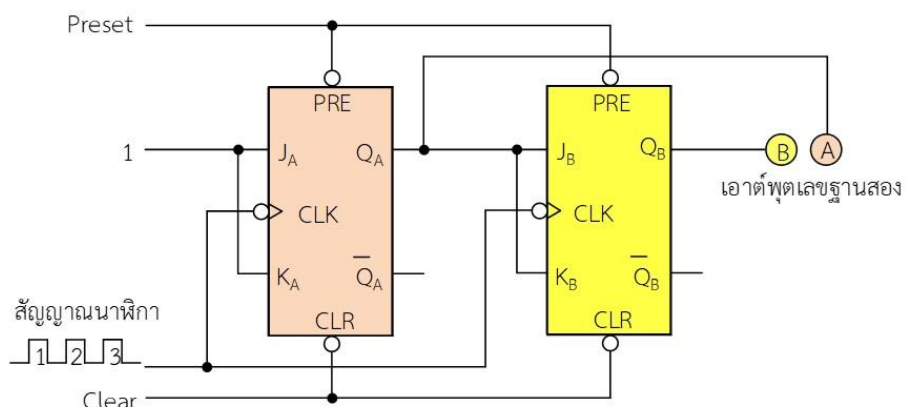
เฟรมที่ 16-2 วงจรนับแบบซิงโครนัส



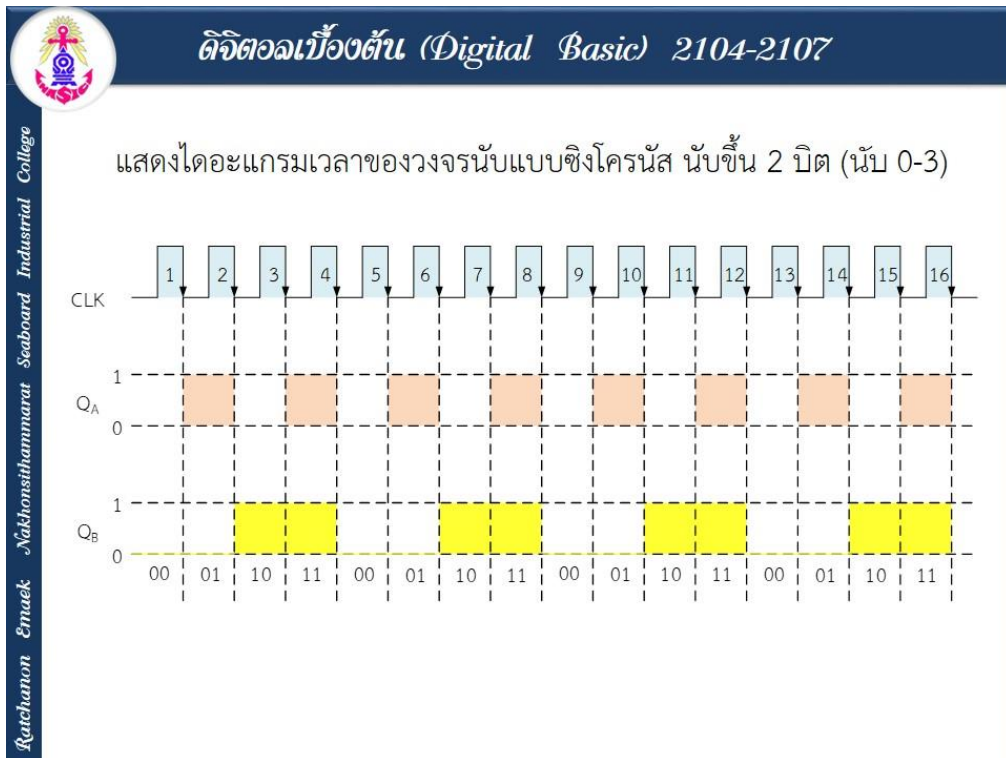
ดิจิทัลเบื้องต้น (Digital Basic) 2104-2107

16.1 หลักการทำงานของวงจรนับแบบซิงโครนัส

แสดงวงจรนับแบบซิงโครนัส นับขึ้น 2 บิต (นับ 0-3)



เฟรมที่ 16-3 แสดงวงจรนับแบบซิงโครนัส นับขึ้น 2 บิต (นับ 0-3)



เฟรมที่ 16-4 แสดงไดอะแกรมเวลาของวงจรนับแบบซิงโครนัส นับขึ้น 2 บิต (นับ 0-3)

ดิจิทัลเบื้องต้น (Digital Basic) 2104-2107

16.2 การออกแบบวงจรนับแบบซิงโครนัสโดยใช้जेเคฟลิปฟล็อป

ขั้นตอนและหลักการออกแบบมีดังนี้

- 1) กำหนดจำนวนฟลิปฟล็อปจากเงื่อนไขของการนับ
- 2) เขียนตารางการนับ
- 3) เขียนตารางแสดงการเปลี่ยนสถานะโดยพิจารณาสัญญาณเข้าजेเคฟลิปฟล็อป
จากตารางแสดงการกระตุ้น และการเปลี่ยนสถานะของजेเคฟลิปฟล็อป
ดังตารางที่ 16.1
- 4) ลดรูปนิพจน์การเปลี่ยนสถานะของजेเคฟลิปฟล็อป โดยใช้แผนผังคาร์โน
- 5) เขียนแผนผังวงจร
- 6) เขียนไดอะแกรมเวลาการทำงานของวงจรนับ

เฟรมที่ 16-5 ขั้นตอนและหลักการออกแบบวงจรนับแบบซิงโครนัส

ดิจิทัลเบื้องต้น (Digital Basic) 2104-2107			
ตารางที่ 16.1 แสดงตารางการกระตุ้นและการเปลี่ยนสถานะของजेकेฟลิปฟlop			
Output		Input	
Q_n	Q_{n+1}	J	K
$0 \rightarrow 0$		0	X
$0 \rightarrow 1$		1	X
$1 \rightarrow 0$		X	1
$1 \rightarrow 1$		X	0

เฟรมที่ 16-6 แสดงตารางการกระตุ้นและการเปลี่ยนสถานะของजेकेฟลิปฟlop

ดิจิทัลเบื้องต้น (Digital Basic) 2104-2107	
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	

เฟรมที่ 16-7 ตัวอย่างที่ 16.1 ออกแบบวงจรนับ 4 (0-3) แบบซิงโครนัส



ดิจิทัลเบื้องต้น (Digital Basic) 2104-2107

Ratchanon Emuek Nakhonsithammarat Seaboard Industrial College

2) เขียนตารางการนับ

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



เฟรมที่ 16-8 การเขียนตารางการนับ



ดิจิทัลเบื้องต้น (Digital Basic) 2104-2107

Ratchanon Emuek Nakhonsithammarat Seaboard Industrial College

3) เขียนตารางแสดงการเปลี่ยนสถานะ โดยพิจารณาสัญญาณเข้าเจเคฟลิปฟlop จากตารางแสดงการกระตุ้น และการเปลี่ยนสถานะของเจเคฟลิปฟlop ดังตารางที่ 16.1

ลำดับการนับ	การเปลี่ยนสถานะของเอาต์พุต สถานะปัจจุบัน → สถานะถัดไป		การกระตุ้น เจเค ฟลิปฟลอป			
	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

เฟรมที่ 16-9 การเขียนตารางแสดงการเปลี่ยนสถานะ

ดิจิทัลเบื้องต้น (Digital Basic) 2104-2107

4) ลดรูปนิพจน์การเปลี่ยนสถานะของजेकेफลิปฟล็อป โดยใช้แผนผังคาร์โนห์

J_A

$Q_B \backslash Q_A$	0	1
0	1	1
1	X	X

$J_A = 1$

K_A

$Q_B \backslash Q_A$	0	1
0	X	X
1	1	1

$K_A = 1$

J_B

$Q_B \backslash Q_A$	0	1
0	0	X
1	1	X

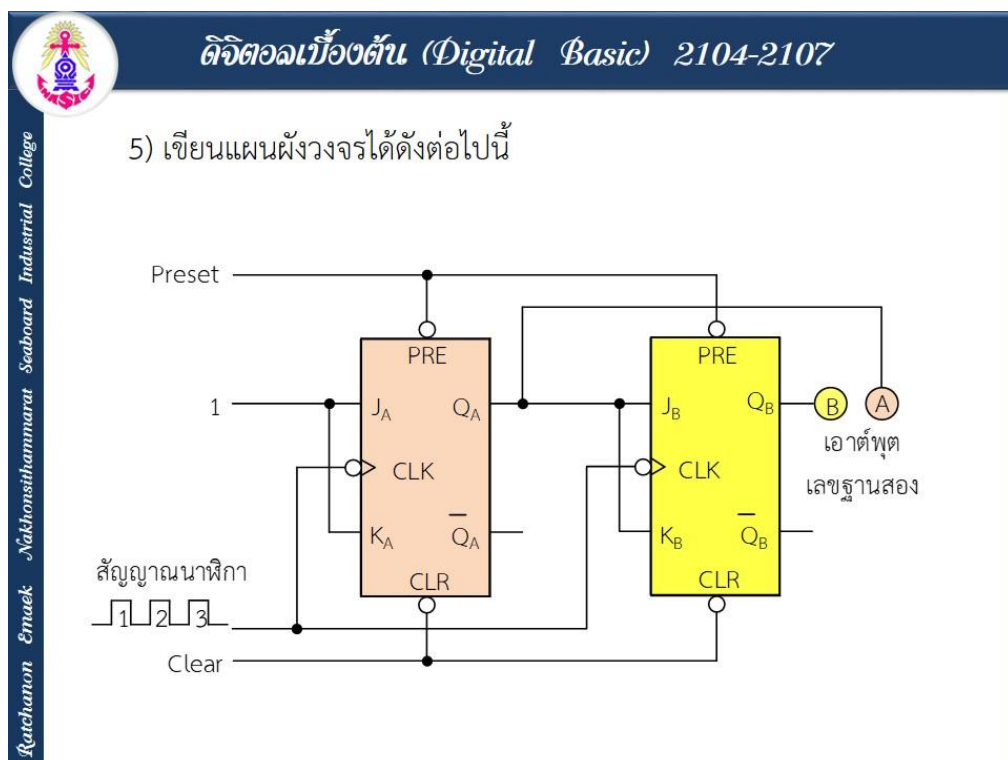
$J_B = Q_A$

K_B

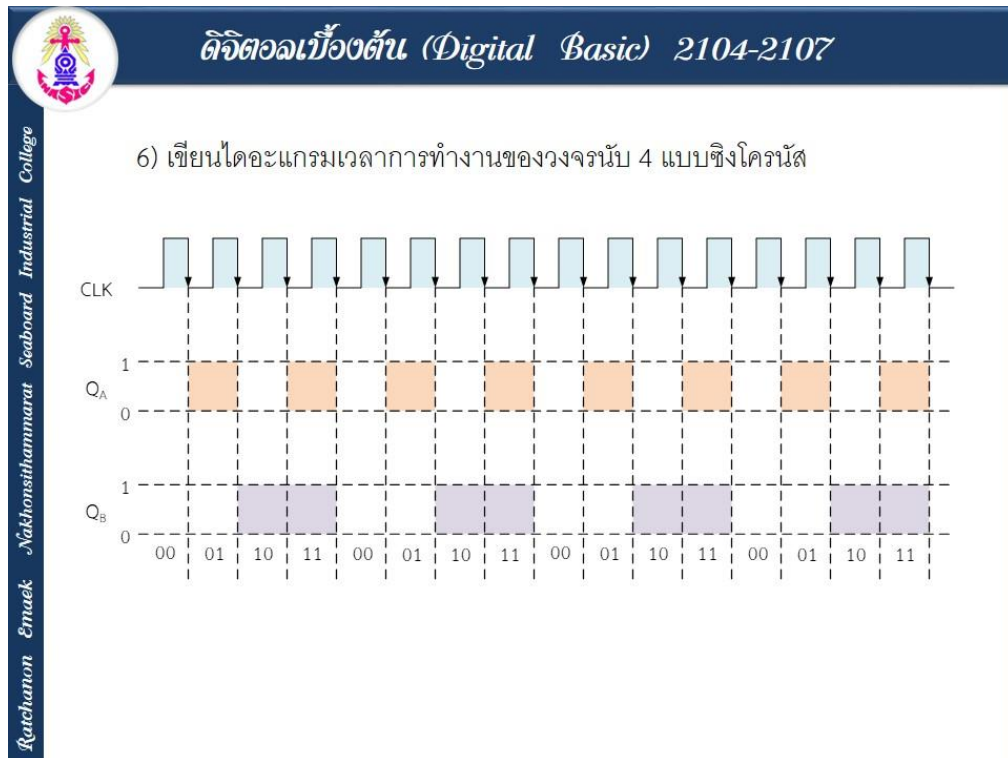
$Q_B \backslash Q_A$	0	1
0	X	0
1	X	1

$K_B = Q_A$

เฟรมที่ 16-10 การลดรูปนิพจน์การเปลี่ยนสถานะของजेकेफลิปฟล็อป โดยใช้แผนผังคาร์โนห์



เฟรมที่ 16-11 การเขียนแผนผังวงจร



เฟรมที่ 16-12 การเขียนไดอะแกรมเวลาการทำงานของวงจรนับ 4 แบบซิงโครนัส

ดิจิทัลเบื้องต้น (Digital Basic) 2104-2107

ตัวอย่างที่ 16.2 ออกแบบวงจรนับ 5 แบบซิงโครนัส โดยใช้जेकेฟลิปฟlop มีขั้นตอนดังนี้

- 1) วงจรแบบนับ 5 คือการนับตั้งแต่ 0 – 4

ได้แก่ 000 001 010 011 และ 100 ซึ่งมี 5 สถานะ

เพราะฉะนั้นจึงต้องใช้ฟลิปฟlopจำนวน 3 ตัว

เฟรมที่ 16-13 ตัวอย่างที่ 16.2 ออกแบบวงจรนับ 5 แบบซิงโครนัส



ดิจิทัลเบื้องต้น (Digital Basic) 2104-2107

Ratchanon Emuek Nakhonsithammarat Seaboard Industrial College

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

เฟรมที่ 16-14 การเขียนตารางการนับ



ดิจิทัลเบื้องต้น (Digital Basic) 2104-2107

Ratchanon Emuek Nakhonsithammarat Seaboard Industrial College

3) เขียนตารางแสดงการเปลี่ยนสถานะ โดยพิจารณาสัญญาณเข้าเจเคฟลิปฟlop จากตารางแสดงการกระตุ้น และการเปลี่ยนสถานะของเจเคฟลิปฟlop ตามตารางที่ 16.1

ลำดับการนับ	การเปลี่ยนสถานะของเอาต์พุต สถานะปัจจุบัน → สถานะถัดไป			การกระตุ้น เจเค ฟลิปฟlop					
	Q_B	Q_B	Q_A	J_C	K_C	J_B	K_B	J_A	K_A
0 → 1	0 → 0	0 → 0	0 → 1	0	X	0	X	1	X
1 → 2	0 → 0	0 → 1	1 → 0	0	X	1	X	X	1
2 → 3	0 → 0	1 → 1	0 → 1	0	X	X	0	1	X
3 → 4	0 → 1	1 → 0	1 → 0	1	X	X	1	X	1
4 → 0	1 → 0	0 → 0	0 → 0	X	1	0	X	0	X

เฟรมที่ 16-15 การเขียนตารางแสดงการเปลี่ยนสถานะ

ดิจิทัลเบื้องต้น (Digital Basic) 2104-2107

4) ลดรูปนิพจน์สำหรับสัญญาณเข้าฟลิปฟล็อปแต่ละสายโดยใช้แผนผังคาร์โนห์

J_A

$Q_C Q_B$	00	01	11	10
Q_A 0	1	1	X	0
Q_A 1	X	X	X	X

$J_A = \overline{Q_C}$

K_A

$Q_C Q_B$	00	01	11	10
Q_A 0	X	X	X	X
Q_A 1	1	1	X	X

$K_A = 1$

เฟรมที่ 16-16 ลดรูปนิพจน์สำหรับสัญญาณเข้าฟลิปฟล็อปแต่ละสายโดยใช้แผนผังคาร์โนห์

ดิจิทัลเบื้องต้น (Digital Basic) 2104-2107

4) ลดรูปนิพจน์สำหรับสัญญาณเข้าฟลิปฟล็อปแต่ละสายโดยใช้แผนผังคาร์โนห์

J_B

$Q_C Q_B$	00	01	11	10
Q_A 0	0	X	X	0
Q_A 1	1	X	X	X

$J_B = Q_A$

K_B

$Q_C Q_B$	00	01	11	10
Q_A 0	X	0	X	X
Q_A 1	X	1	X	X

$K_B = Q_A$

เฟรมที่ 16-17 ลดรูปนิพจน์สำหรับสัญญาณเข้าฟลิปฟล็อปแต่ละสายโดยใช้แผนผังคาร์โนห์



ดิจิทัลเบื้องต้น (Digital Basic) 2104-2107

Ratchanon Emuek Nakhonsithammarat Seaboard Industrial College

4) ลอกรูปนิพจน์สำหรับสัญญาณเข้าฟลิปฟล็อปแต่ละสายโดยใช้แผนผังคาร์โนห์

$$J_C$$

$Q_C Q_B$	00	01	11	10
Q_A 0	0	0	X	X
1	0	1	X	X

$$J_C = Q_B Q_A$$

$$K_C$$

$Q_C Q_B$	00	01	11	10
Q_A 0	X	X	X	1
1	X	X	X	X

$$K_C = 1$$

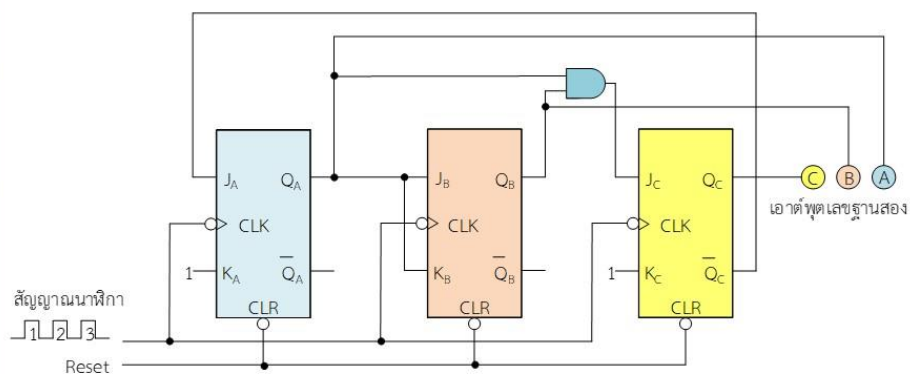
เฟรมที่ 16-18 ลอกรูปนิพจน์สำหรับสัญญาณเข้าฟลิปฟล็อปแต่ละสายโดยใช้แผนผังคาร์โนห์



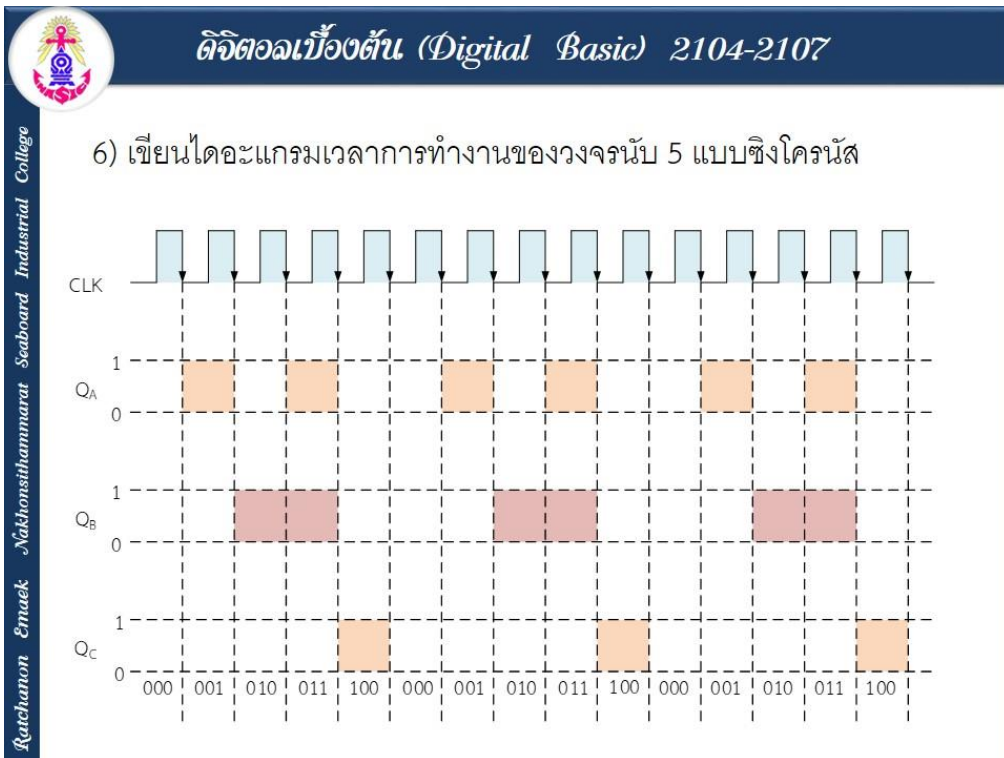
ดิจิทัลเบื้องต้น (Digital Basic) 2104-2107

Ratchanon Emuek Nakhonsithammarat Seaboard Industrial College

5) เขียนแผนผังวงจรได้ดังต่อไปนี้



เฟรมที่ 16-19 การเขียนแผนผังวงจร



เฟรมที่ 16-20 การเขียนไดอะแกรมเวลาการทำงานของวงจรนับ 5 แบบซิงโครนัส