

## การทดลองที่ 11

### ฟลิปฟล็อป (Flip-Flop)

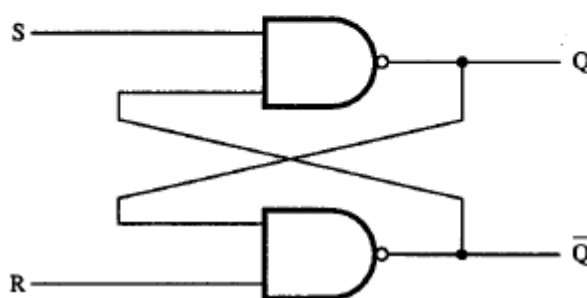
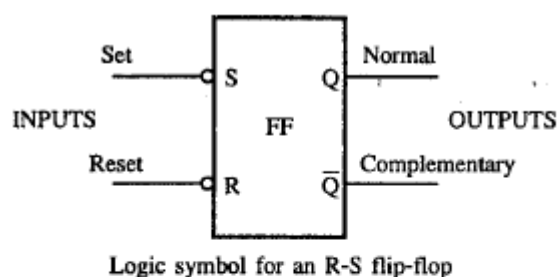
#### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของฟลิปฟล็อปชนิดอาร์เอส
2. เพื่อศึกษาการทำงานของฟลิปฟล็อปชนิดดี (D Flip-Flop)
3. เพื่อศึกษาการทำงานของฟลิปฟล็อปชนิดเจเค (J-K Flip-Flop)

#### ทฤษฎี

ฟลิปฟล็อป เป็นอุปกรณ์ลอจิกพวกไบสเทเบิลที่มีอินพุตเดียวหรือมากกว่าและมีเอาต์พุต 2 เอาต์พุต เอาต์พุตทั้งสองนี้จะต้องแสดงสภาวะลอจิกตรงกันข้ามกัน ฟลิปฟล็อปเป็นวงจรพื้นฐานที่จะนำไปใช้ในการสร้างวงจรดิจิทัลต่างๆที่เกี่ยวข้องกับวงจรลอจิกเชิงลำดับ ฟลิปฟล็อปมีอยู่หลายชนิดดังต่อไปนี้

1. ฟลิปฟล็อปชนิดอาร์เอส มี 2 อินพุตเรียกว่า เซต (Set S) และรีเซต (Reset R) มี 2 เอาต์พุตคือ  $Q$  และ  $\bar{Q}$  มีสัญลักษณ์และวงจรภายในดังรูปที่ 1



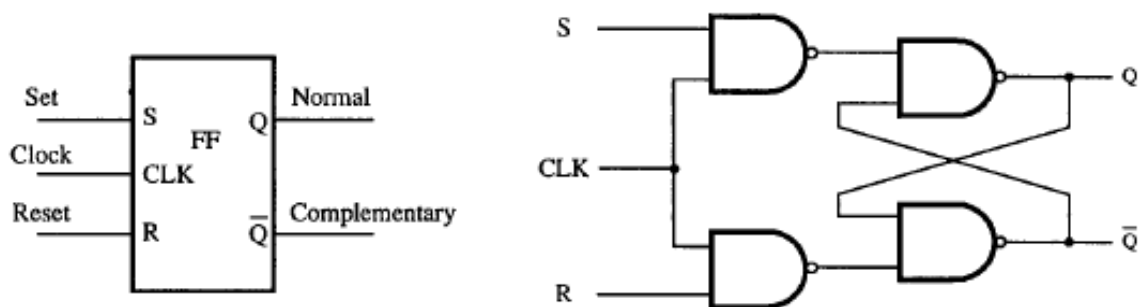
รูปที่ 1 แสดงสัญลักษณ์และวงจรภายในของฟลิปฟล็อปชนิดอาร์เอส

การทำงานของฟลิปฟล็อปชนิดอาร์เอสที่ใช้ในแชนด์เกตมี 4 สภาวะ เป็นไปตามตารางความจริงของฟลิปฟล็อปชนิดอาร์เอสที่แสดงในรูปที่ 2

โมดการทำงาน	อินพุต		เอาต์พุต		
	S	R	$Q$	$\bar{Q}$	ผลของเอาต์พุต Q
Prohibited	0	0	1	1	ห้ามใช้งาน
Set	0	1	1	0	เซตให้ $Q=1$
Reset	1	0	0	1	รีเซตให้ $Q=0$
Hold	1	1	$Q$	$\bar{Q}$	ไม่เปลี่ยนแปลง

รูปที่ 2 ตารางความจริงแสดงการทำงานของฟลิปฟล็อปชนิดอาร์เอส

2. ฟลิปฟล็อปชนิดอาร์เอสควบคุมด้วยสัญญาณนาฬิกา เป็นฟลิปฟล็อปที่มีขาอินพุต 3 ขาคือ เซต รีเซต และคล็อก ทำหน้าที่เป็นขาควบคุมเอาต์พุต มี 2 ขาคือ  $Q$  และ  $\bar{Q}$  ขาคlockจะเป็นขาควบคุมการทำงานของฟลิปฟล็อป ซึ่งถ้าไม่มีการป้อนสัญญาณนาฬิกาเข้าขาคlock ก็จะทำให้ฟลิปฟล็อปไม่ทำงานแม้จะได้รับสัญญาณลอจิกเข้าที่ขา S และ R ฟลิปฟล็อปชนิดอาร์เอสควบคุมด้วยสัญญาณนาฬิกา (R-S Flip-Flop With Clock) มีสัญลักษณ์และวงจรภายในดังรูปที่ 3



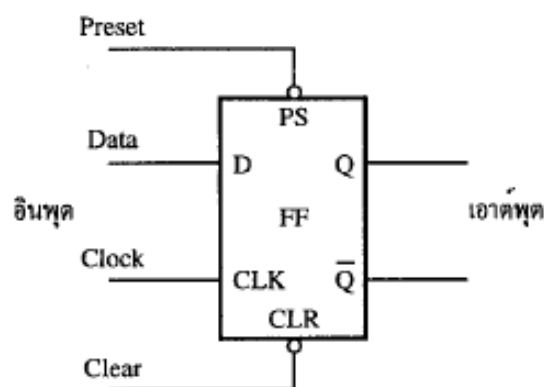
รูปที่ 3 แสดงสัญลักษณ์และวงจรภายในของฟลิปฟล็อปชนิดอาร์เอสควบคุมด้วยสัญญาณนาฬิกา

โมดการทำงาน	อินพุต			เอาต์พุต		
	CLK	S	R	$Q$	$\bar{Q}$	ผลของเอาต์พุต Q
Hold		0	0	ไม่เปลี่ยนแปลง		ไม่เปลี่ยนแปลง
Reset		0	1	0	1	รีเซตให้ $Q=0$
Set		1	0	1	0	เซตให้ $Q=1$
Prohibited		1	1	1	1	ห้ามใช้งาน

รูปที่ 4 ตารางความจริงแสดงการทำงานของฟลิปฟล็อปชนิดอาร์เอสควบคุมด้วยสัญญาณนาฬิกา

3. ฟลิปฟล็อปชนิดดี เป็นฟลิปฟล็อปที่มีอินพุต 2 ชุดคือ

1. อินพุตซิงโครนัส (Synchronous Input) ประกอบด้วยขาข้อมูล (D) และขาคล็อก (CLK) ซึ่งทำงานร่วมกัน เมื่อป้อนข้อมูลสัญญาณลอจิกเข้าที่ขา D ข้อมูลสัญญาณลอจิกจะถูกส่งผ่านไปหาเอาต์พุต Q ได้เมื่อสัญญาณพัลส์ป้อนเข้าขา CLK มาควบคุมการทำงานเท่านั้น
  2. อินพุตอะซิงโครนัส (Asynchronous Input) ประกอบด้วยขาพรีเซต (PS) และขาเคลียร์ (CLR) ซึ่งทำงานด้วยลอจิก “0” กล่าวคือ เมื่อป้อน “0” ให้ขา PS จะทำให้ Q = “1” เมื่อป้อน “0” ให้ขา CLR จะทำให้ Q = “0”
- ฟลิปฟล็อปชนิดที่นิยมนำมาใช้งานคือ เบอร์ 7474 ดังแสดงในรูปที่ 5



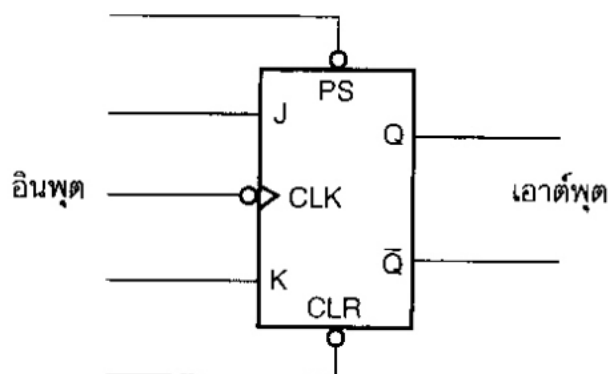
แสดงสัญลักษณ์ของฟลิปฟล็อปชนิดดี (7474)

โหมดการทำงาน	อินพุต				เอาต์พุต	
	อะซิงโครนัส		ซิงโครนัส			
	PS	CLR	CLK	D	Q	$\bar{Q}$
Asynchronous set	0	1	X	X	1	0
Asynchronous reset	1	0	X	X	0	1
Prohibited	0	0	X	X	1	1
Set	1	1	↑	1	1	0
Reset	1	1	↑	0	0	1





รูปที่ 5 แสดงสัญลักษณ์และตารางความจริงแสดงการทำงานของฟลิปฟล็อปชนิดดี (7474)

4. ฟลิปฟล็อปชนิดजेके ใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางมากในงานดิจิทัล ฟลิปฟล็อปชนิดजेके ที่นิยมใช้คือเบอร์ 7476 มีอินพุต 2 ชุด คือ

1. อินพุตเชิงไครนัส ประกอบด้วยขา J K และ CLK
2. อินพุตอะซิงไครนัส ประกอบด้วยขา PS และขา CLR ของฟลิปฟล็อปชนิดดี สัญลักษณ์และตารางความจริงแสดงการทำงานของฟลิปฟล็อปชนิดजेकेเบอร์ 7476 แสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 แสดงสัญลักษณ์และตารางความจริงแสดงการทำงานของฟลิปฟล็อปชนิดजेके (7476)

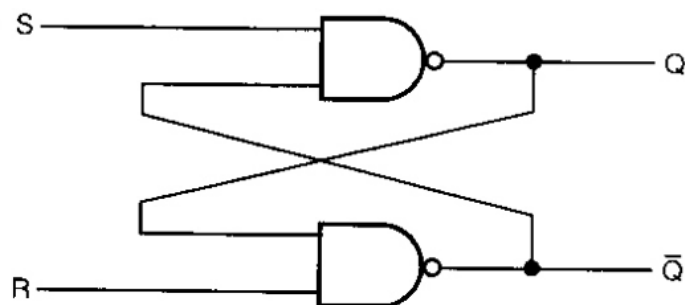
โหมดการทำงาน	อินพุต					เอาต์พุต	
	อะซิงโครนัส		ซิงโครนัส				
	PS	CLR	CLK	J	K	Q	Q̄
Asynchronous set	0	1	X	X	X	1	0
Asynchronous reset	1	0	X	X	X	0	1
Prohibited	0	0	X	X	X	1	1
Hold	1	1		0	0	ไม่เปลี่ยนแปลง	
Reset	1	1		0	1	0	1
Set	1	1		1	0	1	0
Toggle	1	1		1	1	สภาวะตรงข้าม	

รูปที่ 6 (ต่อ)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. วงจรรวมเบอร์ 7400 7474 7476
2. ชุดทดลองดิจิทัล

วงจรการทดลองที่ 1 ฟลิปฟลอปชนิดอาร์เอสที่ใช้แฉกเกต

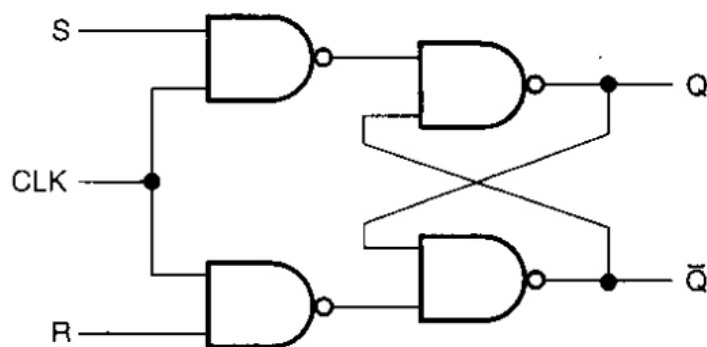


1.1 ต่อดังตามรูปทำการป้อนระดับสัญญาณลอจิกเข้าที่ขาอินพุต S และ R ตามลำดับ บันทึกผลการทดลองและลอจิกเอาต์พุตลงในตารางบันทึกผลการทดลองที่ 1 พร้อมสภาวะการทำงาน

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 1





โมดการทำงาน	อินพุต		เอาต์พุต		ผลของเอาต์พุต Q
	S	R	Q	Q̄	
Prohibited	0	0			
Set	0	1			
Reset	1	0			
Hold	1	1			

วงจรการทดลองที่ 2 ฟลิปฟลอปชนิดอาร์เอสควบคุมด้วยสัญญาณนาฬิกา

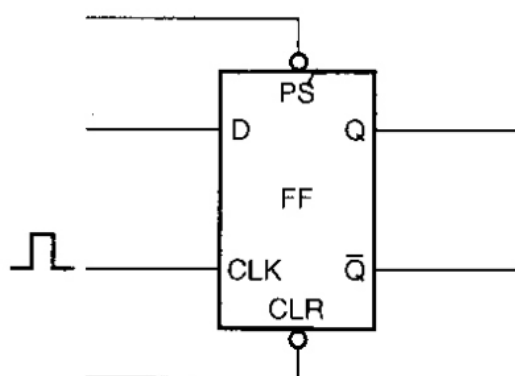


2.1 ต่อดังตามรูป ทำการป้อนระดับสัญญาณลอจิกเข้าที่ขาอินพุต S R และ CLK ตามลำดับที่แสดงในตาราง และบันทึกผลการทดลองและลอจิกเอาต์พุต พร้อมสภาวะการทำงานลงในตารางบันทึกผลการทดลองที่ 2

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 2

โมดการทำงาน	อินพุต			เอาต์พุต				ผลของเอาต์พุต Q
				สภาวะก่อน ป้อน CLK		สภาวะหลัง ป้อน CLK		
	CLK	S	R	$Q$	$\bar{Q}$	$Q$	$\bar{Q}$	
Hold		0	0					
Reset		0	1					
Set		1	0					
Prohibited		1	1					

วงจรการทดลองที่ 3 ฟลิปฟล็อปชนิดดี

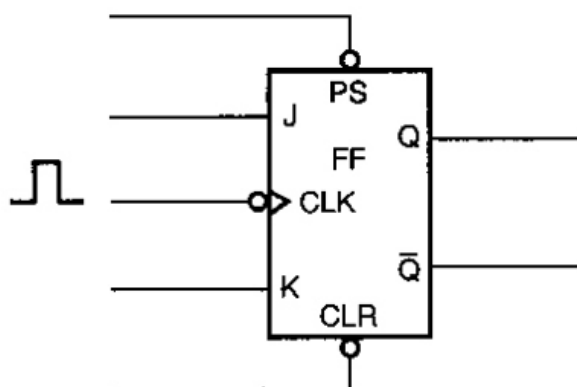


3.1 ต่อวงจรตามรูป ทำการทดลองป้อนระดับสัญญาณลอจิกเข้าที่อินพุต D CLK PS และ CLR ตามลำดับในตาราง บันทึกผลการทดลองและสภาวะลอจิกเอาต์พุตพร้อมทั้งสภาวะการทำงานลงในตารางบันทึกผลการทดลองที่ 3

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 3





โหมดการทำงาน	อินพุต				เอาต์พุต	
	อะซิงโครนัส		ซิงโครนัส			
	PS	CLR	CLK	D		
Asynchronous set	0	1	X	X		
Asynchronous reset	1	0	X	X		
Do not use	0	0	X	X		
Set	1	1		1		
Reset	1	1		0		

วงจรการทดลองที่ 4 ฟลิปฟล็อปชนิดजेके



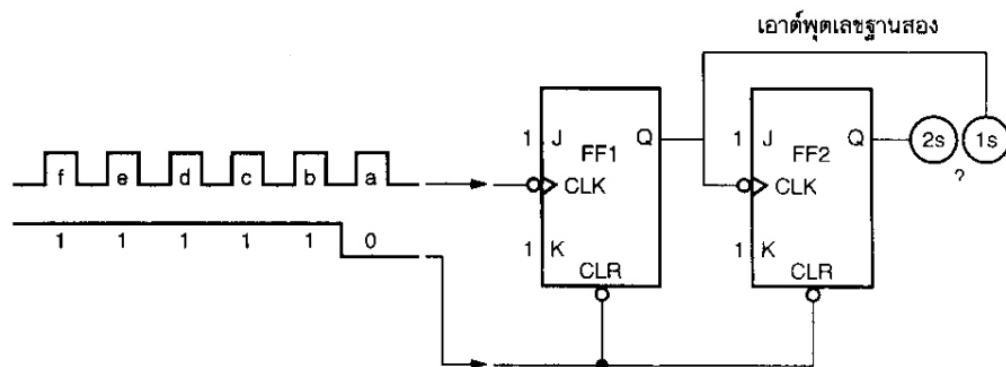
4.1 ต้องวงจรตามรูปทำการป้อนระดับสัญญาณลอจิกเข้าที่ขาอินพุต J K CLK PS และ CLR ตามลำดับในตาราง และบันทึกผลการทดลองและสภาวะลอจิกเอาต์พุต พร้อมทั้งสภาวะการทำงานลงในตารางบันทึกผลการทดลองที่ 4

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 4

โหมดการทำงาน	อินพุต					เอาต์พุต	
	อะซิงโครนัส		ซิงโครนัส				
	PS	CLR	CLK	J	K	Q	$\bar{Q}$
Asynchronous set	0	1	X	X	X		
Asynchronous reset	1	0	X	X	X		
Do not use	0	0	X	X	X		
Hold	1	1		0	0		
Reset	1	1		0	1		
Set	1	1		1	0		
Toggle	1	1		1	1		

## คำถามท้ายการทดลอง

1. จงเขียนไดอะแกรมเวลาของวงจรฟลิปฟล็อปต่อไปนี้ และเขียนตารางความจริงแสดงเอาต์พุตของ FF1 และ FF2
2. จงยกตัวอย่างวงจรดิจิทัลที่นำฟลิปฟล็อปไปใช้งานสัก 2 วงจร และบอกถึงลักษณะการนำไปใช้งานมาพอเข้าใจ



## สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

This image shows a full page of white paper with horizontal dashed lines, typical of primary school writing paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.