

การทดลองที่ 11 ฟลิปฟลอป (Flip-Flop)

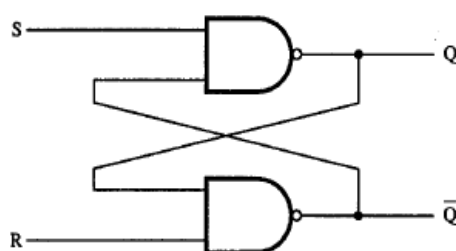
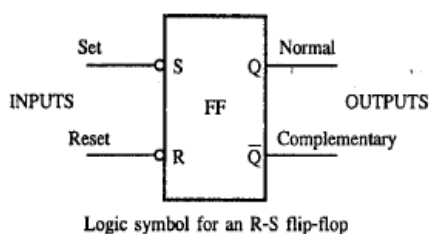
วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของฟลิปฟลอปชนิดอาร์เอส
2. เพื่อศึกษาการทำงานของฟลิปฟลอปชนิดดี (D Flip-Flop)
3. เพื่อศึกษาการทำงานของฟลิปฟลอปชนิดเจเค (J-K Flip-Flop)

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

ฟลิปฟลอป เป็นอุปกรณ์ลอจิกพวกไบสเทเบิลที่มีอินพุตเดียวหรือมากกว่าและมีเอาต์พุต 2 เอาต์พุต เอาต์พุตทั้งสองนี้จะต้องแสดงสภาวะลอจิกตรงกันข้ามกัน ฟลิปฟลอปเป็นวงจรพื้นฐานที่จะนำไปใช้ในการสร้างวงจรดิจิทัลต่างๆที่เกี่ยวข้องกับวงจรลอจิกเชิงลำดับ ฟลิปฟลอปมีอยู่หลายชนิดดังต่อไปนี้

1. ฟลิปฟลอปชนิดอาร์เอส มี 2 อินพุตเรียกว่า เซต (Set S) และรีเซต (Reset R) มี 2 เอาต์พุตคือและมีสัญลักษณ์และวงจรภายในดังรูปที่ 1



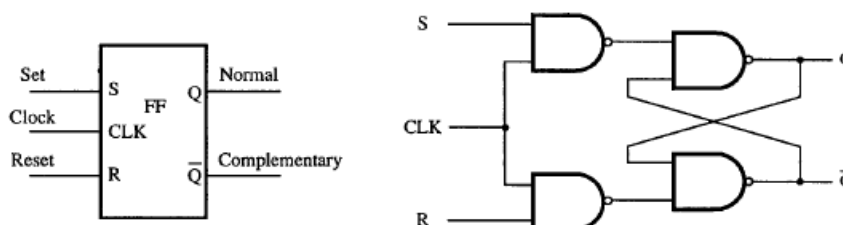
รูปที่ 1 แสดงสัญลักษณ์และวงจรภายในของฟลิปฟลอปชนิดอาร์เอส

การทำงานของฟลิปฟล็อปชนิดอาร์เอสที่ใช้ในแนนด์เกตมี 2 สภาวะ เป็นไปตามตารางความจริงของฟลิปฟล็อปชนิดอาร์เอสที่แสดงในรูปที่ 2

โหมดการทำงาน	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 W ขาคือ เซต รีเซต และคล็อกทำหน้าที่เป็นขาควบคุมเอาต์พุต มี 2 ขาคือ และ ขาคล็อกจะเป็นขาควบคุมการทำงานของฟลิปฟล็อป ซึ่งถ้าไม่มีการป้อนสัญญาณนาฬิกาเข้าขาคล็อก ก็จะทำให้ฟลิปฟล็อปไม่ทำงานแม้จะได้รับสัญญาณลอจิกเข้าที่ขา S และ R ฟลิปฟล็อปชนิดอาร์เอสควบคุมด้วยสัญญาณนาฬิกา (R-S Flip-Flop With Clock) มีสัญลักษณ์และวงจรภายในดังรูปที่ 3



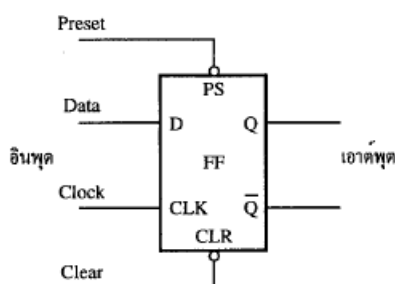
รูปที่ 3 แสดงสัญลักษณ์และวงจรภายในของฟลิปฟล็อปชนิดอาร์เอสควบคุมด้วยสัญญาณนาฬิกา

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

รูปที่ 4 ตารางความจริงแสดงการทำงานของฟลิปฟล็อปชนิดอาร์เอสควบคุมด้วยสัญญาณนาฬิกา

3. ฟลิปฟล็อปชนิดดี เป็นฟลิปฟล็อปที่มีอินพุต 2 ชุดคือ

1. อินพุตซิงโครนัส (Synchronous Input) ประกอบด้วยขาข้อมูล (D) และขาคล็อก (CLK) ซึ่งทำงานร่วมกันเมื่อป้อนข้อมูลสัญญาณลอจิกเข้าที่ขา D ข้อมูลสัญญาณลอจิกจะถูกส่งผ่านไปที่เอาต์พุต 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” ฟลิปฟล็อปชนิดดีที่นิยมนำมาใช้งานคือเบอร์ 7474 ดังแสดงในรูปที่ 5



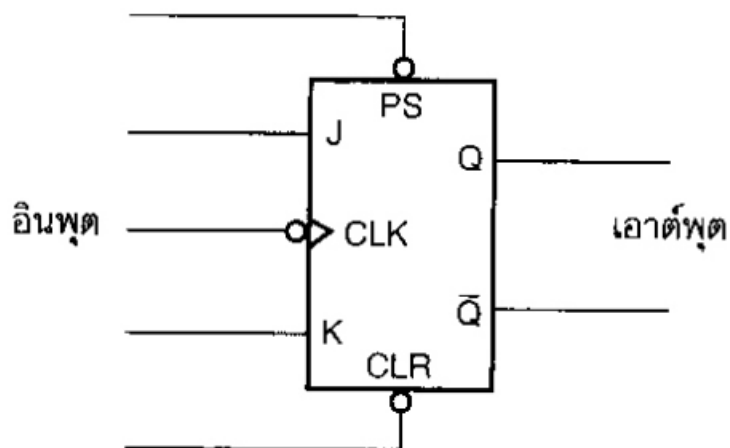
แสดงสัญลักษณ์ของฟลิปฟล็อปชนิดดี (7474)

โหมดการทำงาน	อินพุต				เอาต์พุต	
	อะซิงโครนัส		ซิงโครนัส			
	PS	CLR	CLK	D	Q	\overline{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. อินพุตเชิงไครน์ส ประกอบด้วยขา J K และ CLK
2. อินพุตอะซิงไครน์ส ประกอบด้วยขา PS และขา CLR ของฟลิปฟล็อปชนิดดี สัญลักษณ์และตารางความจริงแสดงการทำงานของฟลิปฟล็อปชนิดजेकेเบอร์ 7476 แสดงในรูปที่ 6



3.

รูปที่ 6 แสดงสัญลักษณ์และตารางความจริงแสดงการทำงานของฟลิปฟล็อปชนิดजेके (7476)

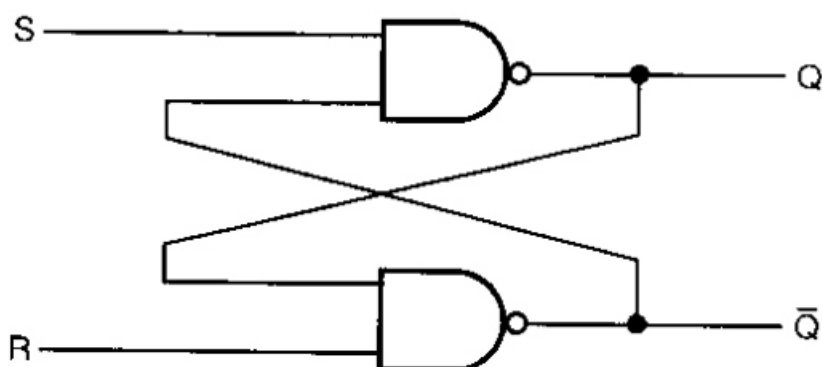
โหมดการทำงาน	อินพุต					เอาต์พุต	
	อะซิงไครน์ส		ซิงไครน์ส			Q, \bar{Q}	
	PS	CLR	CLK	D	K		
Asynchronous set	0	1	X	X	X	1	0
Asynchronous reset	1	0	X	X	X	0	1
Prohibited	0	0	X	X	X	1	1
Hold	1	1		0	0	ไม่เปลี่ยนแปลง	
Set	1	1		0	1	1	0
Reset	1	1		1	0	0	1
Tonggle	1	1		1	1	สภาวะตรงข้าม	

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. วงจรรวมเบอร์ 7400 7474 7476
2. ชุดทดลองดิจิทัล

วงจรการทดลองที่ 1 ฟลิปฟล็อปชนิดอาร์เอสที่ใช้แฉนด์เกต

วิธีการทดลอง



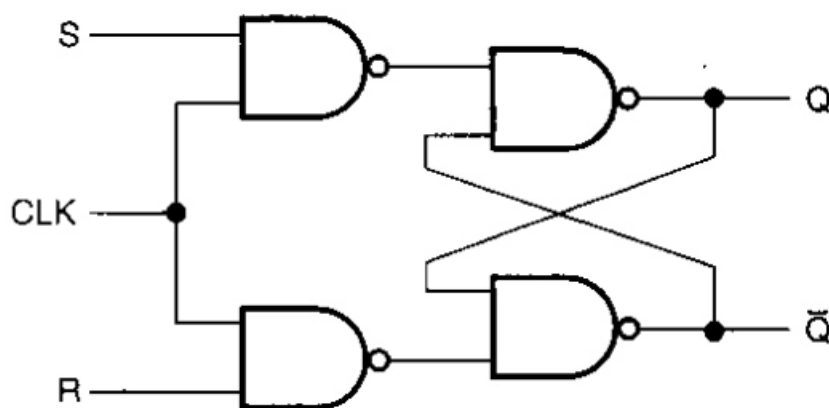
- 1.1 ต่อยังจตามรูปทำการป้อนระดับสัญญาณลอจิกเข้าที่ขาอินพุต S และ R ตามลำดับ บันทึกผลการทดลองและลอจิกเอาท์พุตลงในตารางบันทึกผลการทดลองที่ 1 พร้อมสภาวะการทำงาน

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 1

โหมดการทำงาน	อินพุต		เอาท์พุต		ผลของเอาท์พุต Q
	S	R	Q	\bar{Q}	
Prohibited	0	0	1	1	Prohibited
Set	0	1	1	0	เซต
Reset	1	0	0	1	รีเซต
Hold	1	1	Q	\bar{Q}	ไม่เปลี่ยนแปลง

วงจรการทดลองที่ 2 ฟลิปฟล็อปชนิดอาร์เอสควบคุมด้วยสัญญาณนาฬิกา

วิธีการทดลอง



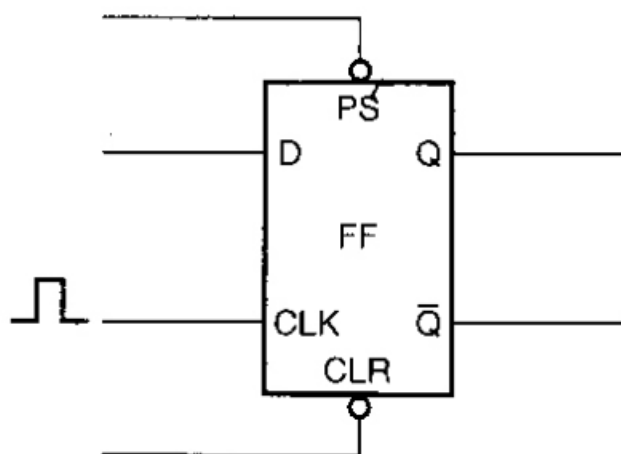
2.1 ต้องจรงตามรูป ทำการป้อนระดับสัญญาณลอจิกเข้าที่ขาอินพุต S R และ CLK ตามลำดับที่แสดงในตาราง และบันทึกผลการทดลองและลอจิกเอาต์พุต พร้อมสภาวะการทำงานลงในตารางบันทึกผลการทดลองที่ 2

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 2

โหมดการ ทำงาน	อินพุต			เอาท์พุต				ผลของเอาท์พุต Q
				สภาวะก่อน ป้อน CLK		สภาวะหลัง ป้อน CLK		
	CLK	S	R	Q	\overline{Q}	Q	\overline{Q}	
Hold		0	0	Q	\overline{Q}	Q	\overline{Q}	ไม่เปลี่ยนแปลง
Reset		0	1	0	1	0	1	รีเซ็ต
Set		1	0	0	1	1	0	เซต
Prohibited		1	1	1	0	1	1	ห้ามใช้งาน

วงจรการทดลองที่ 3 ฟลิปฟล็อปชนิดดี

วิธีการทดลอง



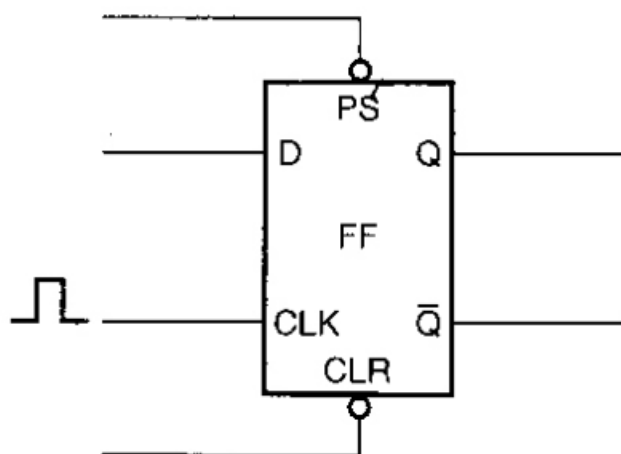
3.1 ต่อวงจรตามรูป ทำการทดลองป้อนระดับสัญญาณลอจิกเข้าที่อินพุต D CLK PS และ CLR ตามลำดับในตาราง บันทึกผลการทดลองและสภาวะลอจิกเอาต์พุตพร้อมทั้งสภาวะการทำงานลงในตารางบันทึกผลการทดลองที่ 3

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 3

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

วงจรการทดลองที่ 4 ฟลิปฟล็อปชนิดजेके

วิธีการทดลอง



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

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 4

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

วิเคราะห์ผลการทดลองที่ 1

จากตารางทำให้ทราบว่าค่าที่ได้ถูกต้องตามตารางค่าความจริง

วิเคราะห์ผลการทดลองที่ 2

จากตารางทำให้ทราบว่าค่าที่ได้ถูกต้องตามตารางค่าความจริง

วิเคราะห์ผลการทดลองที่ 3

จากตารางทำให้ทราบว่าค่าที่ได้ถูกต้องตามตารางค่าความจริง

วิเคราะห์ผลการทดลองที่ 4

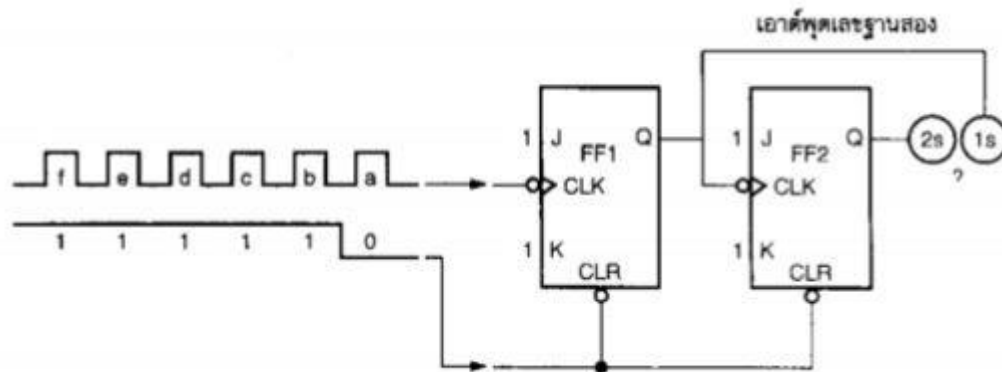
จากตารางการทดลองในการทดลองขั้นสุดท้ายจะเห็นได้ว่าค่าที่ได้สามารถเปลี่ยนแปลงตลอด
เมื่อมีสัญญาณนาฬิกาขึ้น

สรุปผลการทดลอง

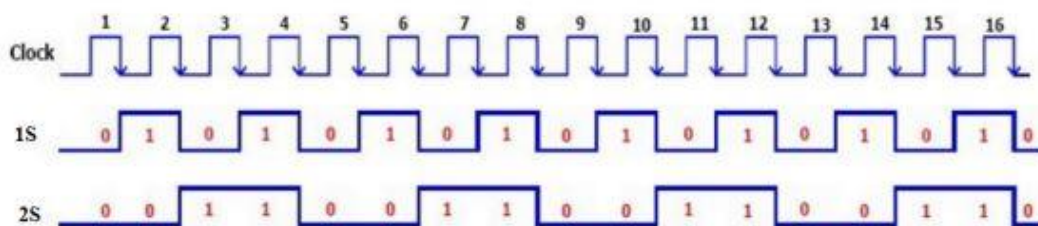
จากการทดลองพบว่าหลักการทำงานของฟลิปฟล็อปคือการมีอินพุตมากกว่า 2 ตัว มา
ทำงานรวมกัน และจะทำให้เอาทพุตที่ได้มีค่าตรงข้ามกันเสมอตามตารางผลการทดลองที่ได้และ
สามารถนำไปสร้างเป็นวงจรดิจิทัลได้หลายรูปแบบ

คำถามท้ายปฏิบัติการทดลอง

1. จงเขียนไทม์แอดวานซ์ของวงจรฟลิปฟล็อปต่อไปนี้ และเขียนตารางความจริงแสดงเอาต์พุตของ FF1 และ FF2



ตอบ



2. จงยกตัวอย่างวงจรดิจิทัลที่นำฟลิปฟล็อปไปใช้งานสัก A วงจร และบอกถึงลักษณะการนำไปใช้งานมาพอเข้าใจ

ตอบ วงจรลอจิกแบ่งตามลักษณะของการทำงานแบ่งได้ 2 ประเภท คือวงจรคอมบินเนชัน หรือวงจรลอจิกเชิงจัดหมู่ซึ่งเป็นวงจรที่ให้ค่าทางเอาต์พุตแปรตามค่าทางอินพุตอย่างคงที่ และอีกประเภทหนึ่งคือวงจรซีควเอนเชียล(sequential circuits) หรือวงจรลอจิกเชิงลำดับการทำงานจะ แตกต่างจากแบบแรกคือค่าทางเอาต์พุตจะแปรตามค่าทางอินพุตและค่าสถานะของวงจรก่อนหน้า นั่นด้วย ค่าสถานะของวงจรก่อนหน้าจะถูกเก็บไว้ด้วยวงจรที่ทำหน้าที่เป็นหน่วยความจำแล้ว ป้อนกลับเข้าไปใหม่ระบบดิจิทัลทั่วไป เครื่องมือ เครื่องใช้เช่น เครื่องคิดเลข คอมพิวเตอร์ เครื่องเล่นเกม รวมทั้งวิทยุโทรทัศน์จะมีวงจรหน่วยความจำเป็นส่วนประกอบทั้งสิ้น

อ้างอิง

☐ เอกสารปฏิบัติการทดลองที่ 11 ฟลิปฟลอป (Flip-Flop)

☐ เว็บไซต์

<http://web.yru.ac.th/~nipon/Article-text/digital1/Chap6-610.pdf>

☐ เว็บไซต์

<https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%9F%E0%B8%A5%E0%B8%B4%E0%B8%9B%E0%B8%9F%E0%B8%A5%E0%B9%87%E0%B8%AD%E0%B8%9B>

☐ โปรแกรมวาดวงจรลอจิก <https://www.circuitlab.com/editor/#?id=7pq5wm>