

---

## 8. Counter และวงจร Synchronous Sequential

---

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจการสร้าง Counter
2. เพื่อให้ผู้เรียนฝึกหัดการออกแบบและสร้างวงจรเชิงตรรกะ Sequential

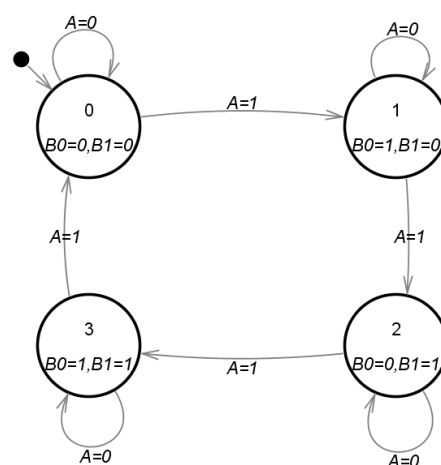
### บทนำ

ในการสร้างวงจร Sequential Logic เราสามารถนำความรู้ด้าน State Machine มาช่วยในการออกแบบวงจรได้ โดยการสร้าง State Diagram ซึ่งประกอบไปด้วย State และ Transition โดยมีรายละเอียดดังนี้

- **State** คือ สิ่งที่ยังบอกสถานะของวงจรซึ่งจะถูกเก็บไว้ด้วย Memory ของตัววงจร
- **Transition** คือ การเปลี่ยนแปลงของ State ผ่าน Input ที่วงจรได้รับ

โดยในการออกแบบ State Diagram นั้นเราจะต้องกำหนด State เริ่มต้นเพื่อกำหนดจุดเริ่มต้นของวงจรของเรา และสร้าง Transition ให้ครบตาม Input ทุกแบบเพื่อให้วงจรสามารถทำงานได้อย่างไม่มีปัญหา

**ตัวอย่าง** State Diagram ของ Counter 2 บิตที่มี Input คือ A โดยที่ Counter จะนับเลขในกรณีที่ A มีค่าเป็น 1 เท่านั้น (วงจรแบบ Moore Machine)



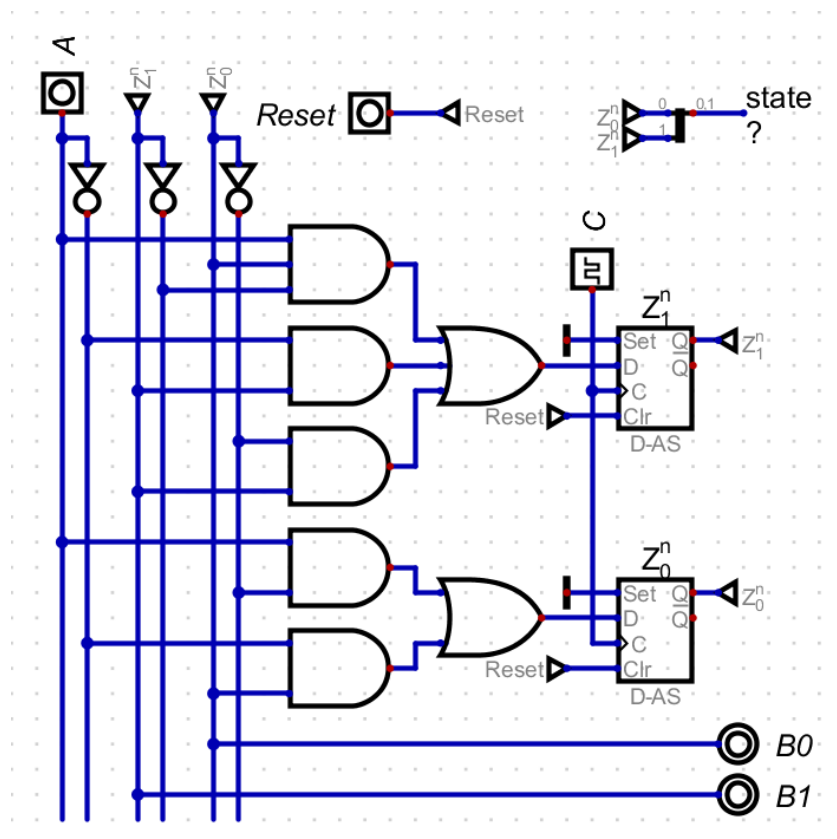
หลังจากที่เราสามารถสร้าง State Diagram ได้แล้ว เราสามารถนำ State Diagram มาใช้เพื่อสร้าง State Transition Table เพื่อนำมาสร้างเป็นวงจรต่อไปได้ โดยการสร้าง State Transition Table นั้นมีหลักการคล้ายๆกับการทำตารางค่าความจริงแบบใน Combination Logic เพียงแค่เราจะเพิ่ม State ปัจจุบันเป็น Input และ State ถัดไปเป็น Output ด้วย

**ตัวอย่าง** State Transition Table ของ Counter ในตัวอย่างก่อนหน้านี้

Input			Output	
A	B0	B1	NB0	NB1
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	1	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0

\*โดยที่ NB0 คือค่าของ B0 ใน State หน้า และ NB1 คือค่าของ B1 ใน State หน้า

วงจรที่สร้างจาก State Transition Table ด้านบน



จากวงจรจะสังเกตได้ว่าเรามี Input ชื่อว่า Reset ซึ่งเมื่อมีค่าเป็น 1 จะทำให้วงจรกลับไปเป็น State เริ่มต้น