

เฉลยแบบฝึกหัดหน่วยที่ 3 เรื่อง องค์ประกอบของระบบดิจิทัล

คำสั่ง จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องที่สุด

1. องค์ประกอบของระบบดิจิทัลที่ควรทราบประกอบด้วยอะไรบ้าง

ตอบ องค์ประกอบของระบบดิจิทัลที่ควรทราบประกอบด้วย

- 1) อุปกรณ์ลอจิกเกต
- 2) ตารางความจริง
- 3) การลดรูปฟังก์ชัน
- 4) Timing Diagram
- 5) การวิเคราะห์วงจรลอจิกเกต
- 6) วงจรคอมบิเนชัน
- 7) โครงสร้างและตระกูลของอุปกรณ์ลอจิกเกต
- 8) ระดับสัญญาณไฟฟ้าที่ใช้ในระบบดิจิทัล

2. ลอจิกเกตพื้นฐานประกอบด้วยเกตชนิดใดบ้าง แต่ละชนิดมีลักษณะสมบัติอย่างไร

ตอบ ลอจิกเกตพื้นฐานประกอบด้วย

- 1) OR gate มีคุณสมบัติ เอาต์พุตจะเป็นลอจิก 1 เมื่ออินพุตเป็นลอจิก 1 ตั้งแต่ 1 อินพุตขึ้นไป
- 2) AND gate มีคุณสมบัติ เอาต์พุตจะเป็นลอจิก 1 เมื่ออินพุตเป็นลอจิก 1 ทุกตัว
- 3) NOT gate มีคุณสมบัติ เอาต์พุตจะมีสภาวะลอจิกตรงกันข้ามกับอินพุต
- 4) NOR gate มีคุณสมบัติ เอาต์พุตจะเป็นลอจิก 1 เมื่ออินพุตเป็นลอจิก 0 ทุกตัว
- 5) NAND gate มีคุณสมบัติ เอาต์พุตจะเป็นลอจิก 1 เมื่ออินพุตเป็นลอจิก 0 ตั้งแต่ 1 อินพุตขึ้นไป
- 6) Exclusive OR gate มีคุณสมบัติ เอาต์พุตจะเป็นลอจิก 1 เมื่ออินพุตมีระดับลอจิกต่างกัน
- 7) Exclusive NOR gate มีคุณสมบัติ เอาต์พุตจะเป็นลอจิก 1 เมื่ออินพุตมีระดับลอจิกเหมือนกัน
- 8) Buffer มีคุณสมบัติ ปรับขนาดของสัญญาณดิจิทัลที่ผิดเพี้ยนให้ถูกต้อง

หมายเหตุ สามารถเขียนเป็นตารางความจริงของเกตแต่ละชนิดก็ได้

3. จงอธิบายวิธีเปลี่ยนแนนด์เกตให้เป็นนอร์เกต

ตอบ

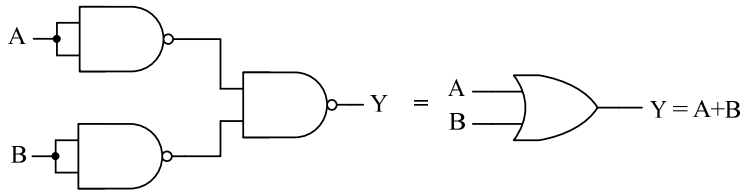
การเปลี่ยนแนนด์เกตเป็นนอร์เกต

จากสมการของนอร์เกต

$$Y = A + B$$

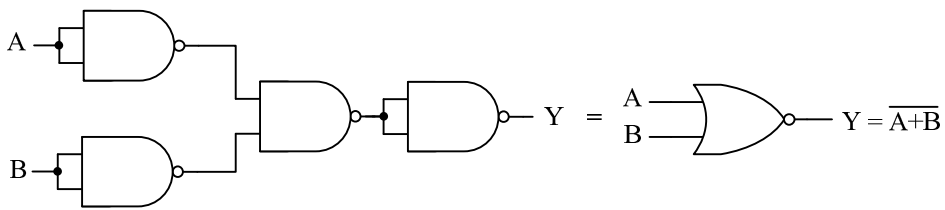
ซึ่งจะเท่ากับ

$$\begin{aligned} Y &= \overline{\overline{A + B}} \\ &= \overline{\overline{A} \cdot \overline{B}} \\ &= \overline{\overline{A} \cdot \overline{B}} \\ &= A + B \end{aligned}$$



การเปลี่ยนแนนด์เกตเป็นนอร์เกต

นอร์เกตมีคุณสมบัติคล้ายกับการนำนอตเกตมาต่อเข้ากับเอาต์พุตของนอร์เกต และทราบวิธีการเปลี่ยนแนนด์เกตเป็นนอร์เกต



4. จงเขียนตารางความจริงจากเงื่อนไข “มีอินพุต 3 อินพุต ถ้าอินพุตเหมือนกันให้เอาต์พุตเป็นลอจิก 1”

ตอบ

| INPUT | | | OUTPUT | สมการแบบ |
|-------|---|---|--------|-----------------------------|
| C | B | A | | SOP |
| 0 | 0 | 0 | 1 | $\overline{\overline{CBA}}$ |
| 0 | 0 | 1 | 0 | |
| 0 | 1 | 0 | 0 | |
| 0 | 1 | 1 | 0 | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | |
| 1 | 0 | 1 | 0 | |
| 1 | 1 | 0 | 0 | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | CBA |

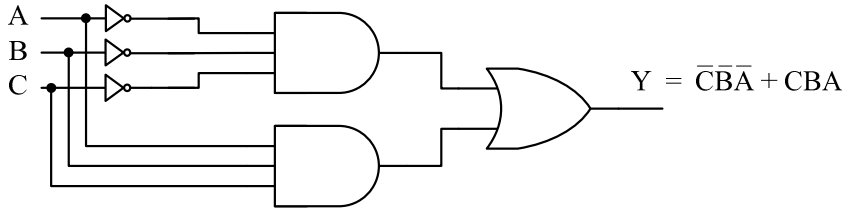
5. จากข้อ 4 จงเขียนวงจรลอจิกเกต

ตอบ จากข้อ 4 เขียนเป็นสมการและวงจรลอจิกเกตได้ดังนี้

1) สมการลอจิก

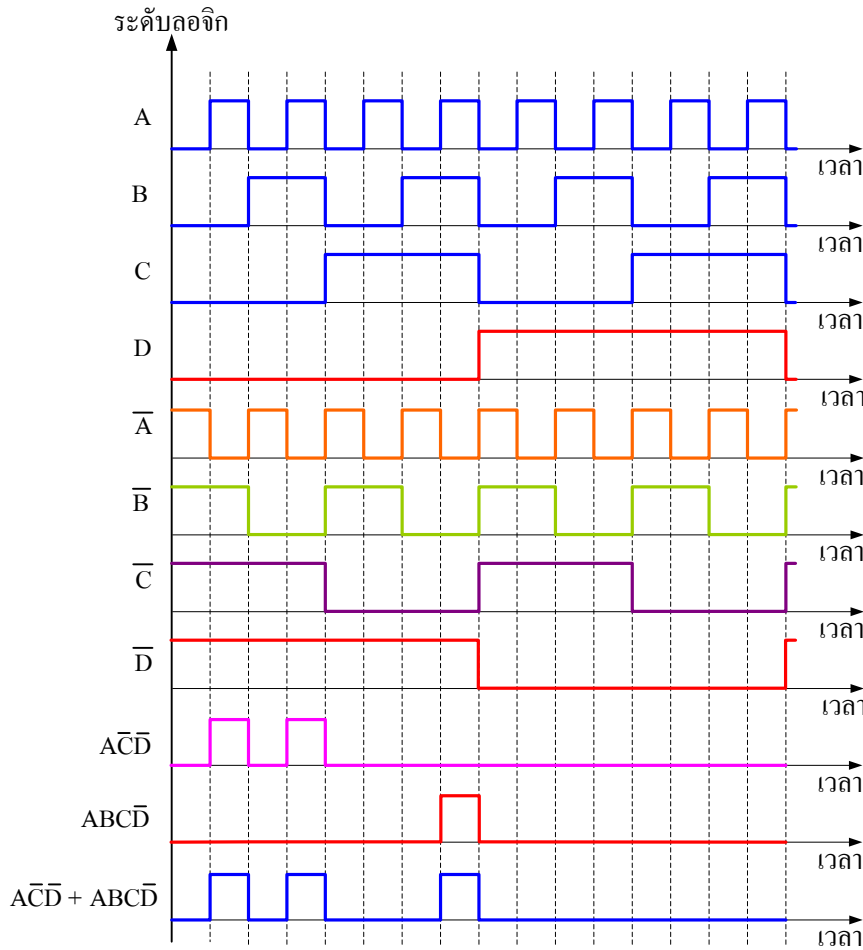
$$Y = \overline{CBA} + CBA$$

2) วงจรลอจิกเกต



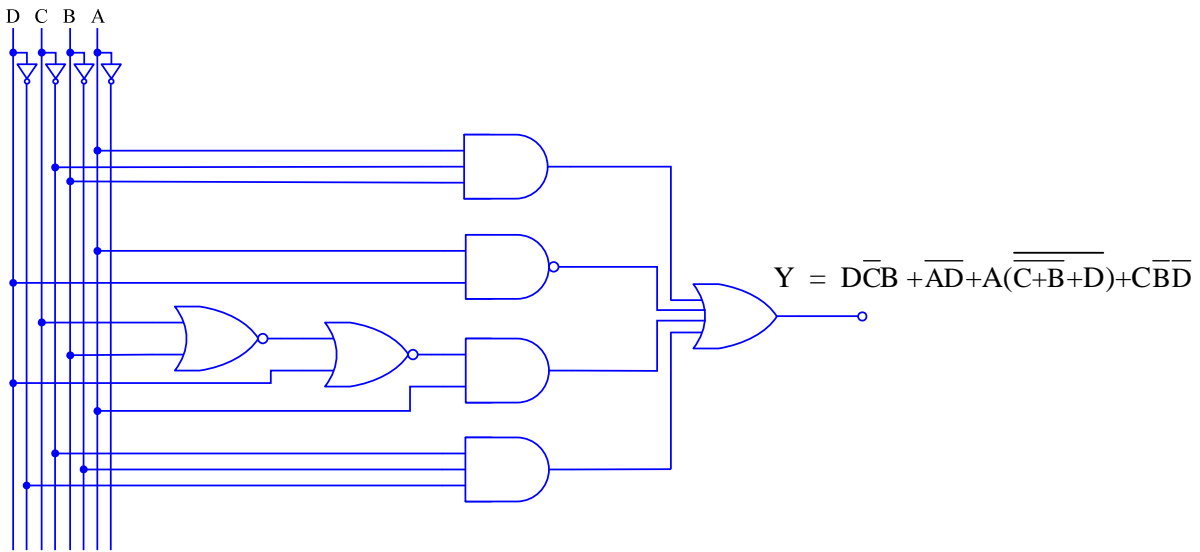
6. จงเขียนไทมิงไดอะแกรมจากสมการ $Y = \overline{ACD} + ABC\overline{D}$

ตอบ จากสมการ $Y = \overline{ACD} + ABC\overline{D}$ เขียนเป็นไทมิงไดอะแกรมได้ดังนี้

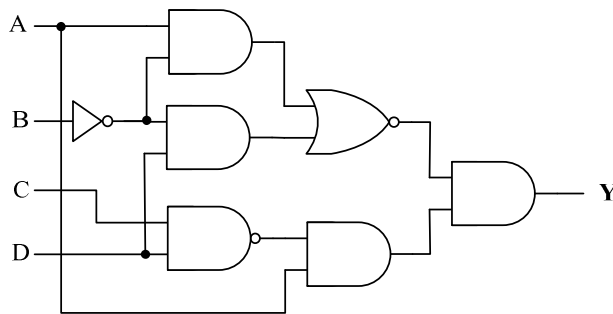


7. จงเขียนวงจรมินิแมกซ์จากสมการ $Y = A\bar{C}B + \bar{A}D + A(\overline{C+B+D}) + C\bar{B}D$

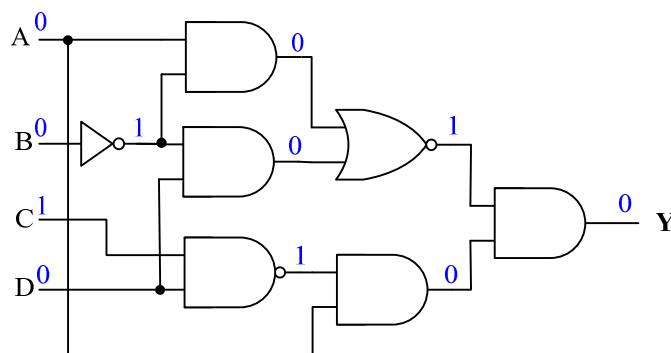
ตอบ



8. จากรูปวงจร จงวิเคราะห์หาระดับลอจิกเอาต์พุตเมื่ออินพุต ABCD = 0010 ตามลำดับ

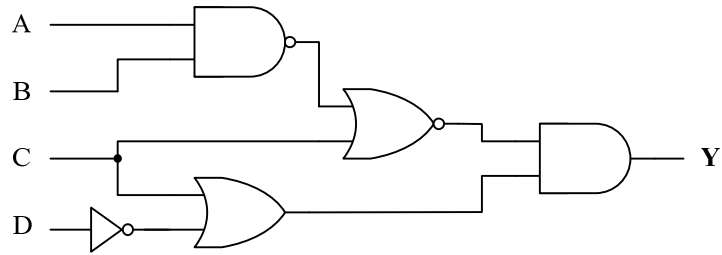


ตอบ

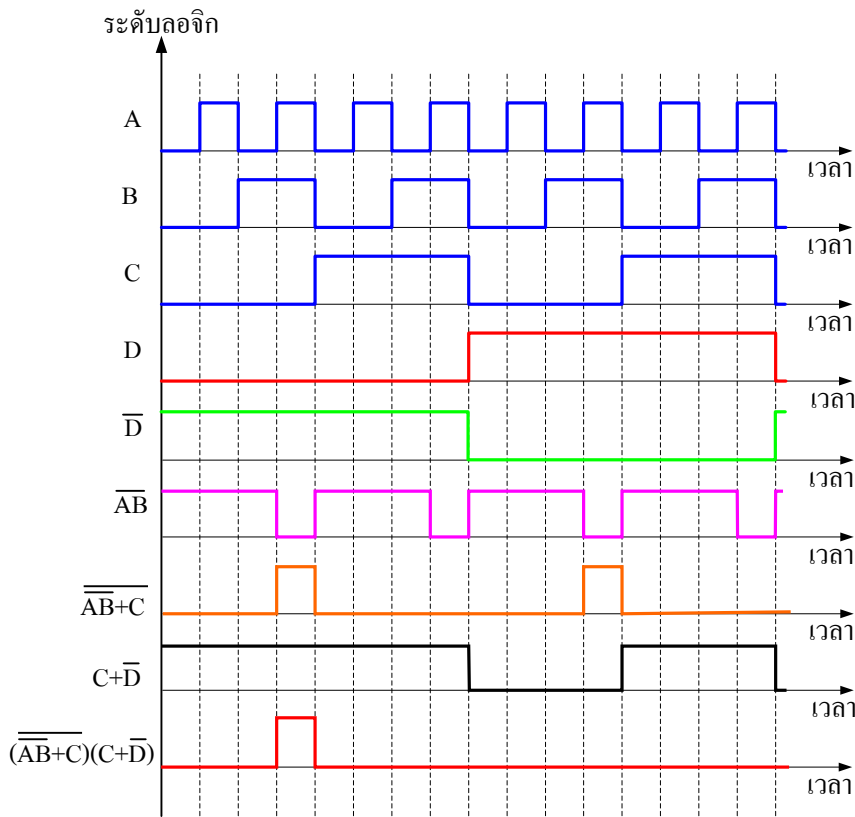
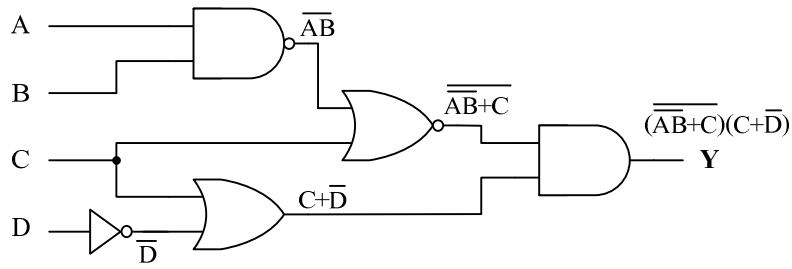


ดังนั้น $Y = 0$

9. จากรูปวงจร จงวิเคราะห์การทำงานของวงจรด้วยไทม์มิงโคอะแกรม



ตอบ



10. จงบอกข้อแตกต่างของลักษณะสมบัติของลอจิกเกตตระกูล TTL กับลอจิกเกตตระกูล CMOS

ตอบ

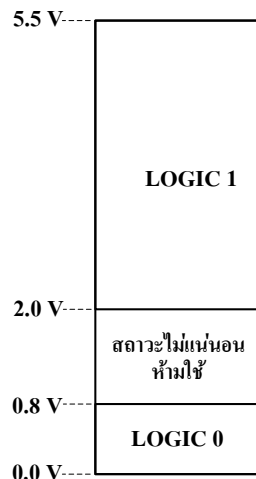
ข้อแตกต่างของลักษณะสมบัติของลอจิกเกตตระกูล TTL กับลอจิกเกตตระกูล CMOS แสดงในตารางด้านล่าง

ตารางเปรียบเทียบลักษณะสมบัติของ TTL กับ CMOS

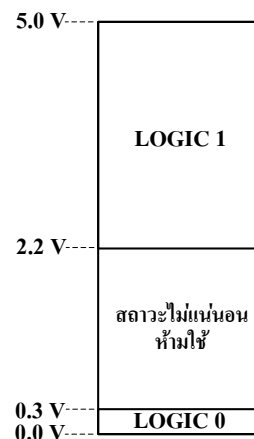
| ชนิด | แบบ | ลักษณะสมบัติ | | |
|------|-------------------------------|------------------------|-----------------|--------------------------|
| | | Propagation Delay (nS) | Power/gate (mW) | Speed-power product (pJ) |
| CMOS | Silicon-gate CMOS ที่ 100 KHz | 8 | 0.17 | 1.4 |
| | Metal-gate CMOS ที่ 100 KHz | 105 | 0.1 | 10.5 |
| TTL | Standard TTL | 10 | 10 | 100 |
| | STTL | 3 | 19 | 57 |
| | LSTTL | 10 | 2 | 20 |
| | ASTTL | 1.5 | 8.5 | 12.5 |
| | ALSTTL | 4 | 1 | 4 |

11. จงเขียนรูปภาพของระดับแรงดันที่ถือว่าเป็น "0" และ "1" ทั้งด้านอินพุตและเอาต์พุตของลอจิกเกตตระกูล TTL และ CMOS

ตอบ

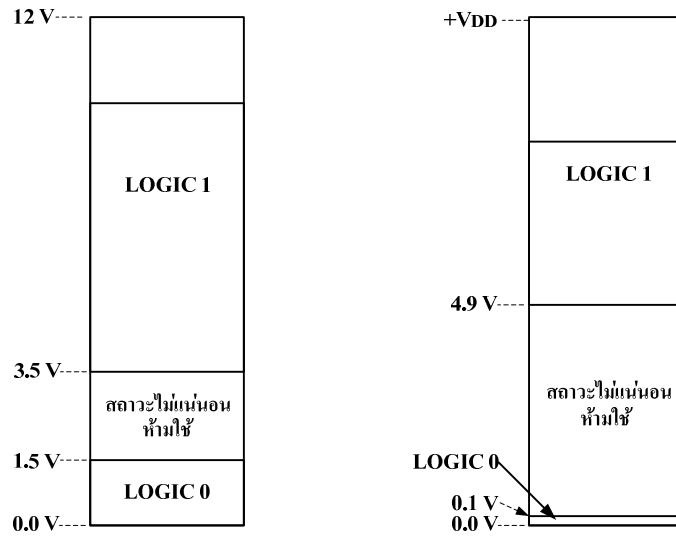


(ก) ระดับแรงดันด้านอินพุตของ TTL



(ข) ระดับแรงดันด้านเอาต์พุตของ TTL

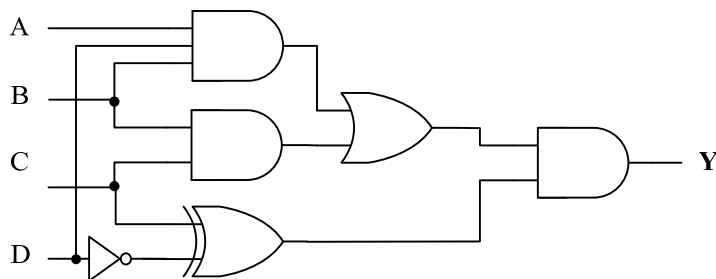
ระดับแรงดันอินพุตและเอาต์พุตไอซีลอจิกตระกูล TTL



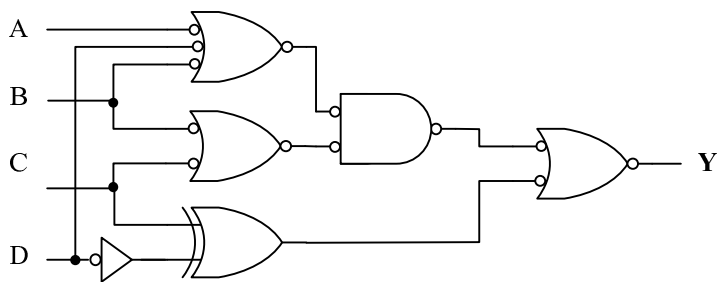
(ก) ระดับแรงดันด้านอินพุตของ CMOS (ข) ระดับแรงดันด้านเอาต์พุตของ CMOS

ระดับแรงดันอินพุตและเอาต์พุตไอซีลอจิกตระกูล CMOS

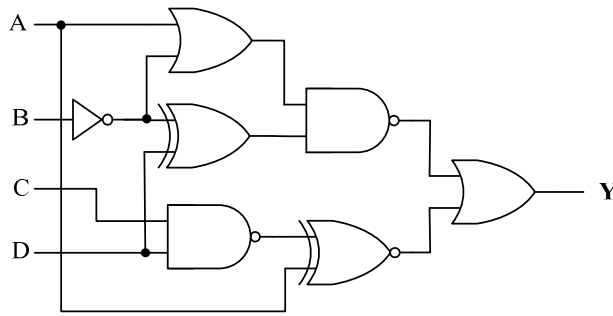
12. จากรูปวงจร จงเขียนวงจรนี้ด้วยสัญลักษณ์รูปแบบอื่นแทน



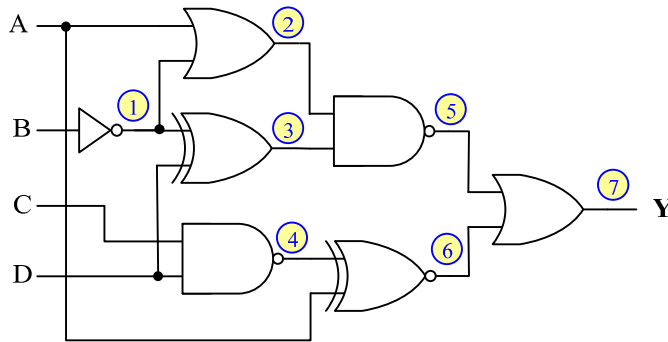
ตอบ



13. จากรูปวงจร จงเขียนสมการที่จุดเอาต์พุต



ตอบ



เอาต์พุตที่ตำแหน่ง 1 = \bar{B}

เอาต์พุตที่ตำแหน่ง 2 = $A + \bar{B}$

เอาต์พุตที่ตำแหน่ง 3 = $\bar{B} \oplus D$

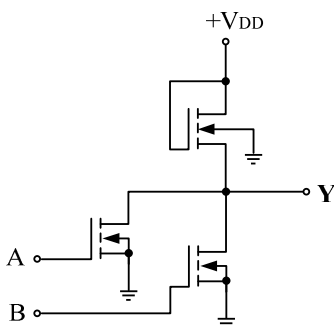
เอาต์พุตที่ตำแหน่ง 4 = $\overline{C \cdot D}$

เอาต์พุตที่ตำแหน่ง 5 = $\overline{(A + \bar{B}) \cdot (\bar{B} \cdot D)}$

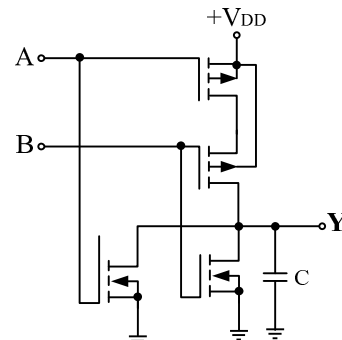
เอาต์พุตที่ตำแหน่ง 6 = $\overline{(\overline{C \cdot B}) \oplus A}$

เอาต์พุตที่ตำแหน่ง 7 = $\overline{(A + \bar{B}) \cdot (\bar{B} \cdot D) + (\overline{C \cdot B}) \oplus A}$

14. จากรูปวงจร (ก) และ (ข) จงอธิบายข้อแตกต่างของนอร์เกตตระกูล NMOS กับนอร์เกตตระกูล CMOS



(ก) โครงสร้างของนอร์เกตตระกูล NMOS



(ข) โครงสร้างของนอร์เกตตระกูล CMOS

ตอบ

ข้อแตกต่างของนอร์เกตทรานซิสเตอร์ NMOS กับนอร์เกตทรานซิสเตอร์ CMOS มีดังนี้

1. นอร์เกตทรานซิสเตอร์ NMOS ใช้ FET ชนิด N (NMOS) เพียงอย่างเดียว แต่นอร์เกตทรานซิสเตอร์ CMOS แต่นอร์เกตทรานซิสเตอร์ CMOS ใช้ FET ชนิด P (PMOS) และ FET ชนิด N (NMOS) ร่วมกัน
2. นอร์เกตทรานซิสเตอร์ NMOS มีวงจรร Current Control Switch ซึ่งใช้ FET ชนิด N (NMOS) ต่อกับ $+V_{DD}$ แต่นอร์เกตทรานซิสเตอร์ CMOS ไม่มีวงจรร Current Control Switch