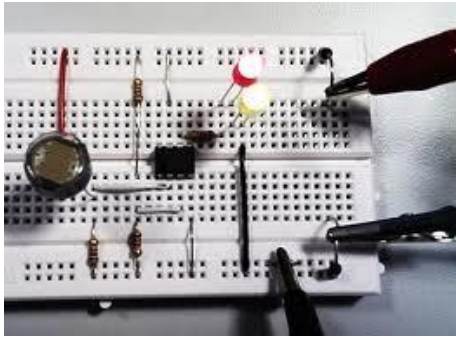




บทที่ 6

วงจรออปแอมป์เปรียบเทียบแรงดัน

วัตถุประสงค์

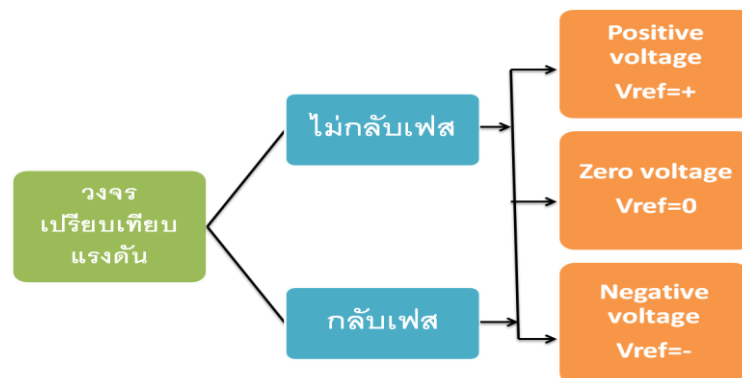
1. ระบุชนิดของวงจรออปแอมป์เปรียบเทียบแรงดันได้
2. อธิบายการทำงานของวงจรออปแอมป์เปรียบเทียบแรงดันแบบ

กลับเฟสและไม่กลับเฟสได้

3. บอกความแตกต่างของแรงดันอ้างอิงแบบต่างๆได้
4. บอกผลของการเปรียบเทียบแรงดันจากวงจรออปแอมป์เปรียบเทียบแรงดันได้

6.1 การเปรียบเทียบแรงดัน

ออปแอมป์ สามารถนำไปใช้งานในสร้างเป็นวงจรเปรียบเทียบแรงดันได้ คือการเปรียบเทียบสัญญาณสองสัญญาณโดยใช้วงจรออปแอมป์ ดังนั้นวงจรออปแอมป์เปรียบเทียบแรงดันจึงวงจรต้องมีอินพุต 2 อินพุต อินพุตหนึ่งสำหรับรับค่าแรงดันอ้างอิง(Reference voltage, V_{ref}) แรงดันอ้างอิง หมายถึง แรงดันที่ตั้งค่าไว้คงที่ ส่วนอีกขาหนึ่งสำหรับรับสัญญาณอินพุต(Input voltage, V_{in}) สัญญาณอินพุต คือ สัญญาณใดๆที่ต้องการนำมาเปรียบเทียบกับค่าแรงดันอ้างอิง หากแรงดันอินพุตป้อนเข้าขา(+) เรียกว่าวงจรเปรียบเทียบแรงดันแบบไม่กลับเฟส และถ้าแรงดันอินพุตป้อนเข้าขา(-) เรียกว่าวงจรเปรียบเทียบแรงดันแบบกลับเฟส ส่วนแรงดันอ้างอิงนั้นมี 3 ลักษณะคือ แรงดันอ้างอิงเป็นบวก แรงดันอ้างอิงเป็นลบ และ แรงดันอ้างอิงเป็นศูนย์ ผังการแบ่งชนิดของวงจรเปรียบเทียบแรงดันที่ใช้ออปแอมป์ แสดงในรูปที่ 6-1



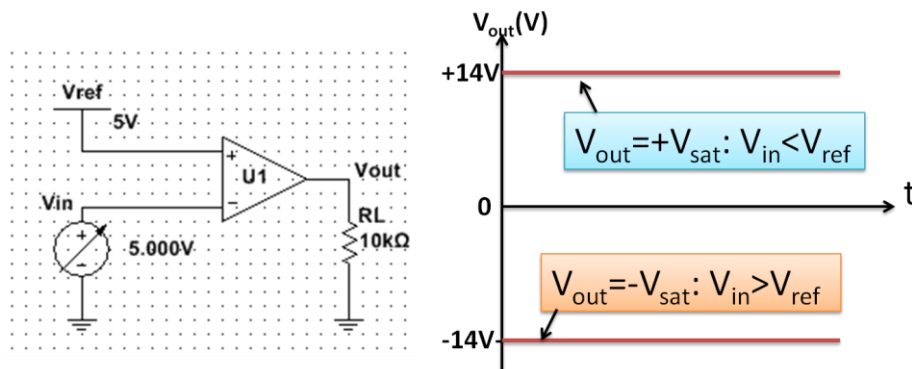
รูปที่ 6-1 การแบ่งชนิดของวงจรเปรียบเทียบแรงดันที่ใช้ออปแอมป์

6.2 วงจรเปรียบเทียบแรงดันแบบกลับเฟส

วงจรเปรียบเทียบแรงดันแบบกลับเฟส(Inverting voltage comparator) จะป้อนแรงดันอินพุต(V_{in}) เข้าที่ขาลบ(-, Inverting input) และป้อนแรงดันอ้างอิง(V_{ref})เข้าที่ขาบวก(+, Non-inverting input) การทำงานของวงจรจะเป็นไปตามเงื่อนไข 2 ข้อ ดังนี้

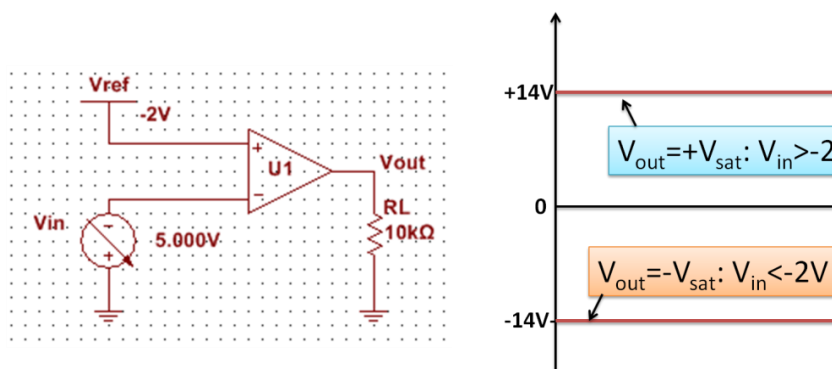
- (1) ถ้า $V_{in} > V_{ref}$: $V_{out} = -V_{sat}$
- (2) ถ้า $V_{in} < V_{ref}$: $V_{out} = +V_{sat}$

ลักษณะของวงจรเปรียบเทียบแรงดันแบบกลับเฟส ที่ใช้ออปแอมป์ และการทำงานของวงจรแสดงใน รูปที่ 6-2 โดยป้อนแรงดันอ้างอิงที่ค่า +5V ที่ขาบวกของออปแอมป์ (เรียกว่า Positive voltage reference, $V_{ref} = +$) และป้อนแรงดันอินพุตปรับค่าได้ 0-10V ที่ขาลบของออปแอมป์ ถ้าแรงดันไบแอสออปแอมป์เท่ากับ $\pm 15V$ ค่าแรงดันอิ่มตัวที่เอาต์พุตของออปแอมป์จะประมาณ $\pm 14V$ ($+V_{sat} = +14V$; $-V_{sat} = -14V$) แต่ถ้าให้ค่า $V_{in} = V_{ref}$ จะได้ค่า $V_{out} = 0$



รูปที่ 6-2 วงจรเปรียบเทียบแรงดันแบบกลับเฟสเมื่อแรงดันอ้างอิงเป็นบวก และรูปแรงดันเอาต์พุต

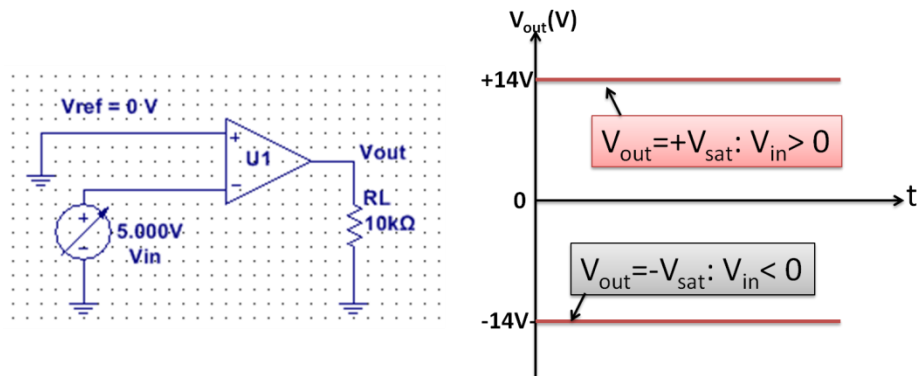
ในทำนองเดียวกันหากเปลี่ยนค่าแรงดันอ้างอิงเป็นค่าลบ จะเรียกววงจรนี้ว่า **วงจรเปรียบเทียบแรงดันแบบกลับเฟสเมื่อแรงดันอ้างอิงเป็นลบ(Negative voltage reference , $V_{ref} = -$)** ผลการทำงานของวงจรจะเป็นไปตามเงื่อนไขทั้ง 2 ประการ ตามข้อ (1) (2) ลักษณะของแรงดันเอาต์พุตและวงจรแสดงดังรูปที่ 6-3



รูปที่ 6-3 วงจรเปรียบเทียบแรงดันแบบกลับเฟสเมื่อแรงดันอ้างอิงเป็นลบ และรูปแรงดันเอาต์พุต

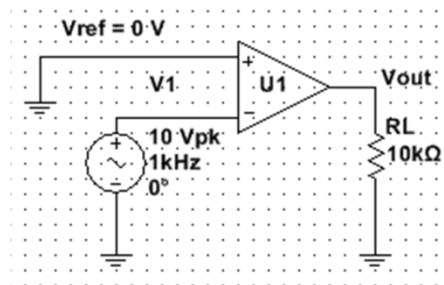


ในทำนองเดียวกันหากเปลี่ยนค่าแรงดันอ้างอิงเป็นศูนย์(0V) จะเรียกววงจรนี้ว่า **วงจรเปรียบเทียบแรงดันแบบกลับเฟสเมื่อแรงดันอ้างอิงเป็นศูนย์**(Zero voltage reference , $V_{ref} = 0V$) ผลการทำงานของวงจรจะเป็นไปตามเงื่อนไขทั้ง 2 ประการ เช่นเดียวกัน ลักษณะของวงจรและแรงดันเอาต์พุตแสดงดังรูปที่ 6-4

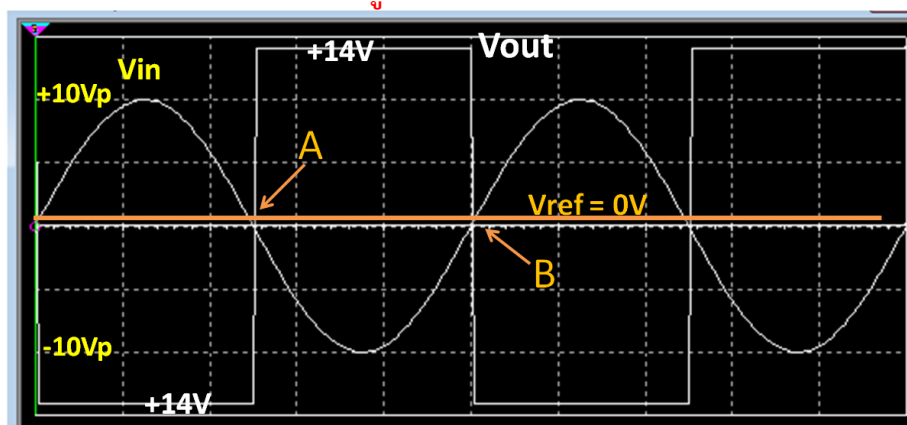


รูปที่ 6-4 วงจรเปรียบเทียบแรงดันแบบกลับเฟสเมื่อแรงดันอ้างอิงเป็นศูนย์ และรูปแรงดันเอาต์พุต

ตัวอย่าง 6.1 วงจรเปรียบเทียบแรงดันแบบกลับเฟสเมื่อแรงดันอ้างอิงเป็นศูนย์ ดังรูปที่ 6-5 จงเขียนรูปคลื่นของแรงดันเอาต์พุต เมื่ออินพุตเป็นคลื่นไซน์ ขนาด 10Vp 1kHz และแรงดันอ้างอิงเป็น ศูนย์

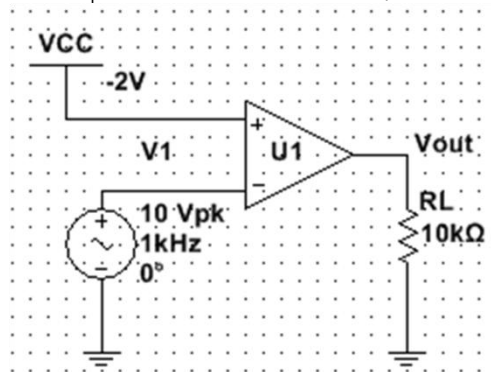


รูปที่ 6-5

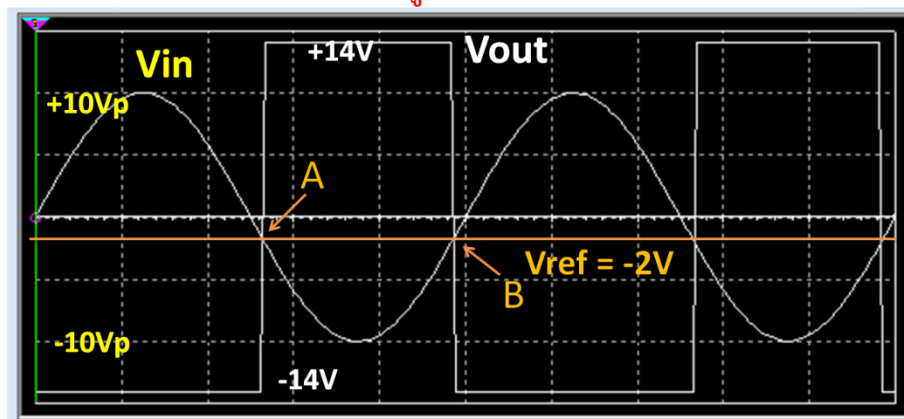


รูปคลื่นแรงดันเอาต์พุต ของวงจรดังรูปด้านบน เพราะว่าแรงดันอ้างอิงเป็นศูนย์ คือเส้นสีส้ม และแรงดันอินพุตเป็นคลื่นไซน์ อธิบายดังนี้ ที่จุด A แรงดันอินพุตน้อยกว่า 0V ทำให้แรงดันเอาต์พุต เท่ากับ $+V_{sat} = +14V$ และที่จุด B แรงดันอินพุตมากกว่า 0V ทำให้แรงดันเอาต์พุต เท่ากับ $-V_{sat} = -14V$ เป็นไปตามเงื่อนไขการทำงานของวงจรนั่นเอง

ตัวอย่าง 6.2 วงจรเปรียบเทียบแรงดันแบบกลับเฟสเมื่อแรงดันอ้างอิงเป็นลบ ($V_{ref} = -2V$) ดังรูปที่ 6-6 จงเขียนรูปคลื่นของ แรงดันเอาต์พุต เมื่ออินพุตเป็นคลื่นไซน์ ขนาด 10Vp 1kHz และแรงดันอ้างอิงเป็น -2V

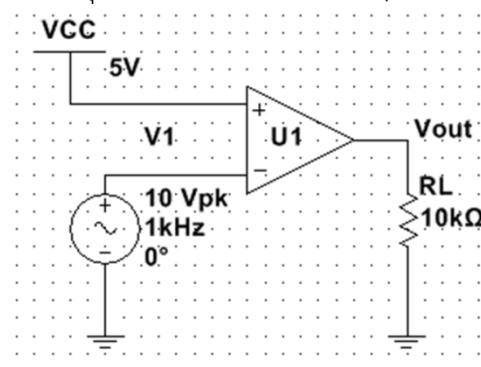


รูปที่ 6-6

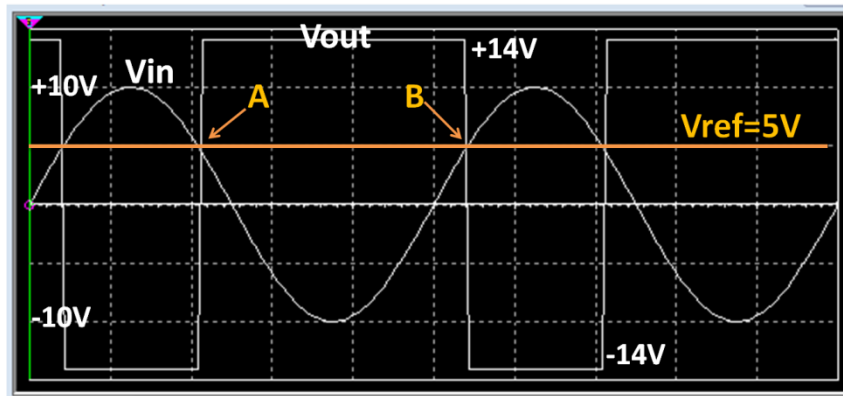


รูปคลื่นแรงดันเอาต์พุต ของวงจรดังรูปด้านบน เพราะว่าแรงดันอ้างอิงเป็น -2V คือเส้นสีส้ม และแรงดันอินพุตเป็นคลื่นไซน์ อธิบายดังนี้ ที่จุด A แรงดันอินพุตน้อยกว่า -2V ทำให้แรงดันเอาต์พุต เท่ากับ $+V_{sat} = +14V$ และที่จุด B แรงดันอินพุตมากกว่า -2V ทำให้แรงดันเอาต์พุต เท่ากับ $-V_{sat} = -14V$ เป็นไปตามเงื่อนไขการทำงานของวงจรนั่นเอง

ตัวอย่าง 6.3 วงจรเปรียบเทียบแรงดันแบบกลับเฟสเมื่อแรงดันอ้างอิงเป็นบวก ($V_{ref} = 5V$) ดังรูปที่ 6-7 จงเขียนรูปคลื่นของ แรงดันเอาต์พุต เมื่ออินพุตเป็นคลื่นไซน์ ขนาด 10Vp 1kHz และแรงดันอ้างอิงเป็น 5V



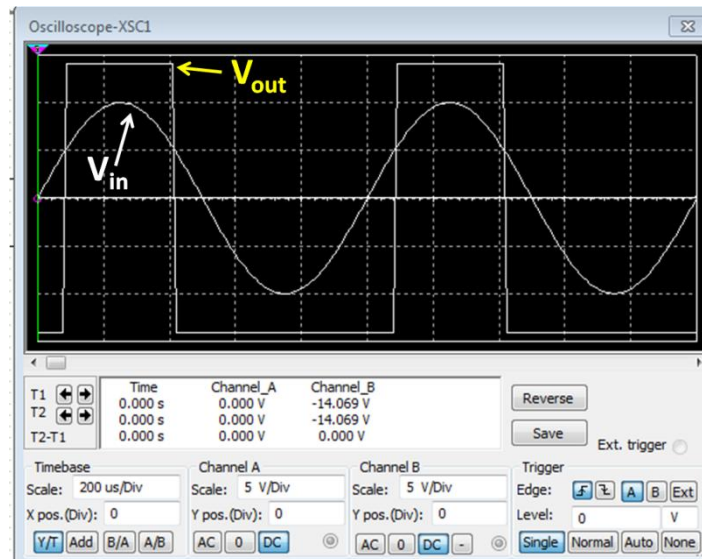
รูปที่ 6-7



รูปคลื่นแรงดันเอาต์พุต ของวงจรดังรูปด้านบน เพราะว่าแรงดันอ้างอิงเป็น +5V คือเส้นสีส้ม และแรงดันอินพุตเป็นคลื่นไซน์ อธิบายดังนี้ ที่จุด A แรงดันอินพุตน้อยกว่า +5V ทำให้แรงดันเอาต์พุต เท่ากับ $+V_{sat} = +14V$ และที่จุด B แรงดันอินพุตมากกว่า +5V ทำให้แรงดันเอาต์พุต เท่ากับ $-V_{sat} = -14V$ เป็นไปตามเงื่อนไขการทำงานของวงจรเปรียบเทียบแรงดัน

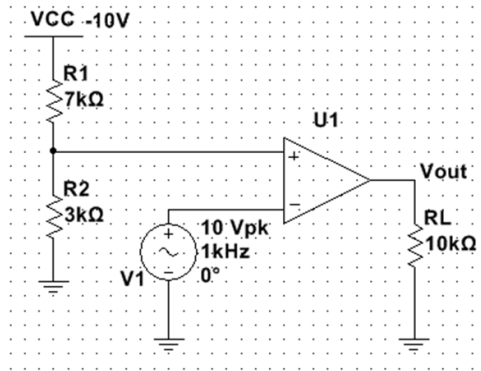
แบบฝึกหัดบทที่ 6

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

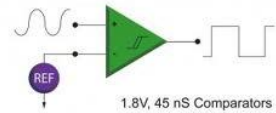


รูปที่ 6-8 เป็นรูปคลื่น สัญญาณอินพุต(V_{in}) และเอาต์พุต(V_{out}) ที่ได้จากวงจรเปรียบเทียบแรงดันด้วย ออปแอมป์ชนิดหนึ่ง ใช้สำหรับตอบคำถามข้อ 1-4

- แรงดันอ้างอิงของวงจรเปรียบเทียบแรงดันด้วยออปแอมป์ ในรูปนี้มีค่าเท่ากับข้อใด
 - +3V
 - 3V
 - 5V
 - +5V
- ข้อใดคือขนาด และความถี่ของรูปคลื่นสัญญาณอินพุต
 - 5Vp-p, 10 kHz
 - 10Vp, 1 kHz
 - 10Vp, 10 kHz
 - 10Vp-p, 1 kHz
- แรงดันอิ่มตัวด้านเอาต์พุตของวงจรนี้ เท่ากับข้อใด
 - $\pm 15V$
 - +14V
 - $\pm 14V$
 - +14V
- วงจรออปแอมป์เปรียบเทียบแรงดันในข้อนี้ ตรงกับตัวเลือกในข้อใด
 - วงจรเปรียบเทียบแรงดันแบบไม่กลับเฟสเมื่อแรงดันอ้างอิงเป็นบวก
 - วงจรเปรียบเทียบแรงดันแบบกลับเฟสเมื่อแรงดันอ้างอิงเป็นบวก
 - วงจรเปรียบเทียบแรงดันแบบไม่กลับเฟสเมื่อแรงดันอ้างอิงเป็นลบ
 - วงจรเปรียบเทียบแรงดันแบบไม่กลับเฟสเมื่อแรงดันอ้างอิงเป็นศูนย์



รูปที่ 6-9 ใช้สำหรับตอบคำถามข้อ 5-8

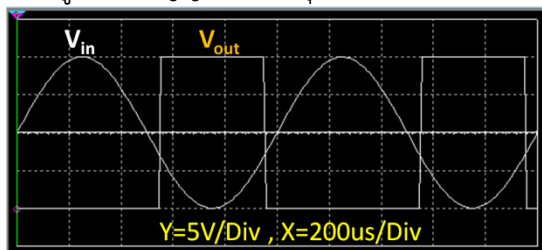


5. วงจรออปแอมป์เปรียบเทียบแรงดันในรูป 6-9 คือข้อใด
- วงจรเปรียบเทียบแรงดันแบบไม่กลับเฟสเมื่อแรงดันอ้างอิงเป็นบวก
 - วงจรเปรียบเทียบแรงดันแบบกลับเฟสเมื่อแรงดันอ้างอิงเป็นบวก
 - วงจรเปรียบเทียบแรงดันแบบกลับเฟสเมื่อแรงดันอ้างอิงเป็นลบ
 - วงจรเปรียบเทียบแรงดันแบบไม่กลับเฟสเมื่อแรงดันอ้างอิงเป็นศูนย์

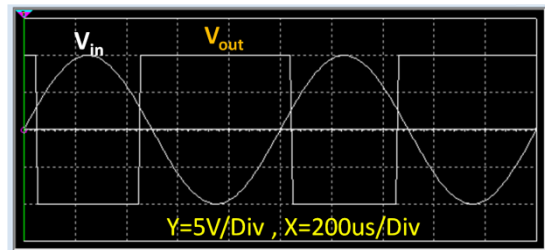
6. แรงดันอ้างอิงของวงจร ในรูป 6-9 มีค่าเท่ากับข้อใด

- 3V
- +3V
- 6V
- +6V

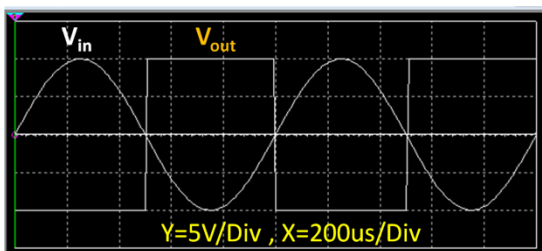
7. รูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตของวงจรนี้ เท่ากับข้อใด



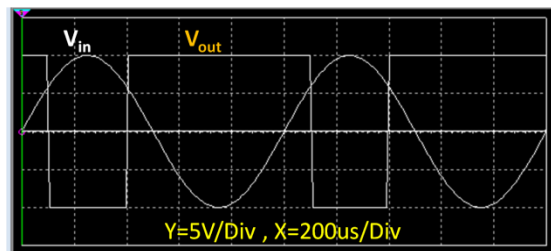
ก)



ข)



ค)



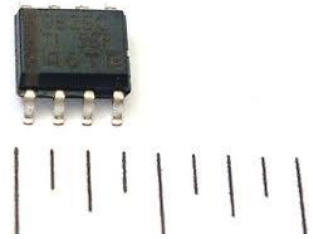
ง)

8. แรงดันอิ่มตัวด้านเอาต์พุตของวงจรนี้ เท่ากับข้อใด

- $\pm 12V$
- +10V
- 10V
- $\pm 10V$

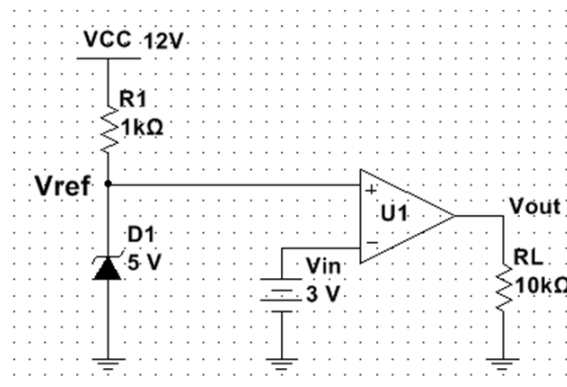
9. ข้อใดกล่าวถูกต้อง เกี่ยวกับคุณสมบัติของวงจรเปรียบเทียบแรงดันแบบกลับเฟส

- ก) ถ้า $V_{in} > V_{ref}$: $V_{out} = +V_{sat}$
- ข) ถ้า $V_{in} < 5V$: $V_{out} = -V_{sat}$
- ค) ถ้า $V_{in} > V_{ref}$: $V_{out} = -V_{sat}$
- ง) ถ้า $V_{in} > 0V$: $V_{out} = -V_{sat}$



10. จากวงจรในรูปที่ 6-10 แรงดันอ้างอิงของวงจรมีค่าเท่ากับข้อใด

- ก) -5V
- ข) +5V
- ค) -3V
- ง) +3V



รูปที่ 6-10

11. จากวงจรในรูปที่ 6-10 ถ้าแรงดันไบแอสอปแอมป์เท่ากับ $\pm 15V$ แรงดันเอาต์พุตของวงจรมีค่าเท่ากับข้อใด

- ก) 15V
- ข) 14V
- ค) -15V
- ง) -14V

12. จากวงจรในรูปที่ 6-10 เงื่อนไขการทำงานของวงจรตรงกับข้อใด

- ก) $V_{in} > 3V$: $V_{out} = +V_{sat}$
- ข) $V_{in} < 5V$: $V_{out} = -V_{sat}$
- ค) $V_{in} < 5$: $V_{out} = +V_{sat}$
- ง) $V_{in} < 3V$: $V_{out} = -V_{sat}$

