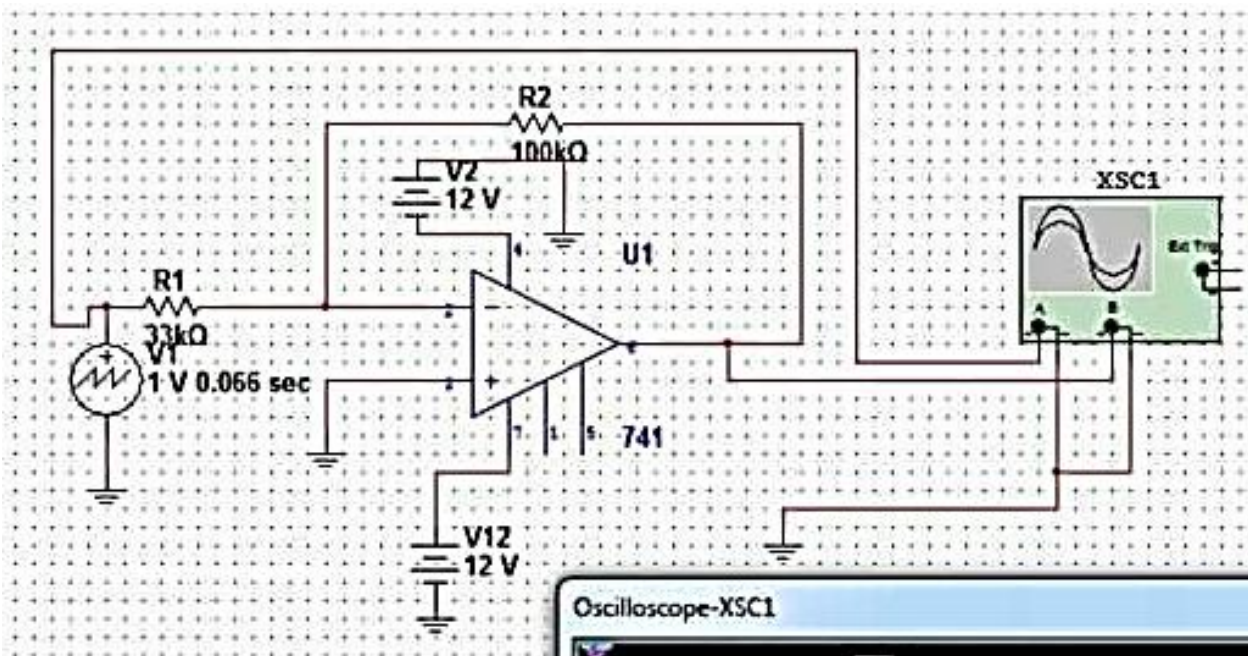


การทดลองครั้งที่ 1

วงจรที่ 1 วงจรขยายแบบกลับเฟส (Inverting Amplifier)



ภาพที่ 1 การต่อวงจรขยายแบบกลับเฟส (Inverting Amplifier)

พิจารณาความสัมพันธ์จากภาพที่ 1 หาแรงดัน Output โดยกฎของกระแส KCL

$$I_1 = I_2$$

แทนค่า ;
$$\frac{U_i - U_1}{R_1} = \frac{U_1 - U_o}{R_2}$$

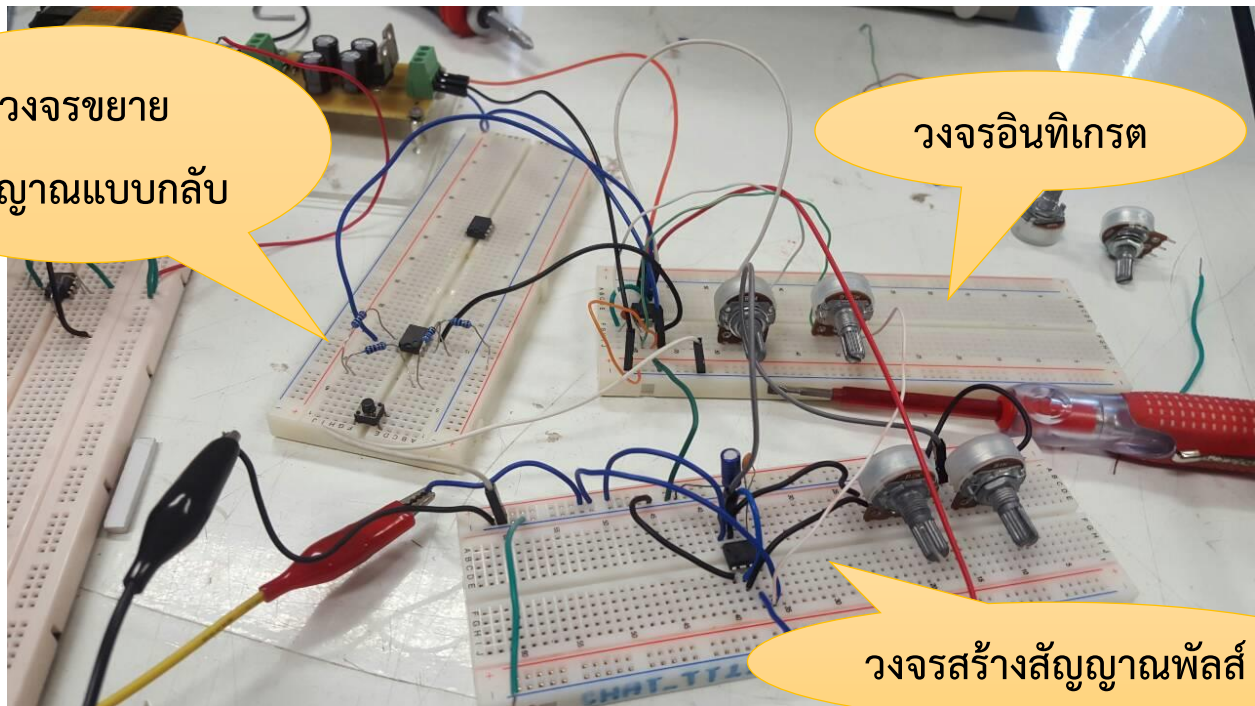
เนื่องจากขาบวกลง Ground $U_1 = 0V$

$$\frac{U_i}{R_1} = \frac{-U_o}{R_2}$$

$$U_o = -\frac{R_2}{R_1} \times U_i$$

ซึ่งค่า $-\frac{R_2}{R_1}$ เป็นค่าอัตราขยาย (A_v)

จะเห็นได้ว่าค่าอัตราขยายมีค่าติดลบแสดงถึงวงจรดังกล่าวทำหน้าที่กลับสัญญาณ



ภาพที่ 2 การต่อวงจรลง Protoboard

การต่อวงจรลง Protoboard เราจะจ่ายแรงดัน Input เป็นรูปคลื่น สามเหลี่ยมให้กับวงจรขยายสัญญาณแบบกลับเฟส (Inverting Amplifier) โดยใช้ วงจรสร้างสัญญาณพัลส์เพื่อให้ได้รูปคลื่นสี่เหลี่ยมและนำมาต่อกับวงจรอินทิเกรตเพื่อให้ได้รูปคลื่นสามเหลี่ยม

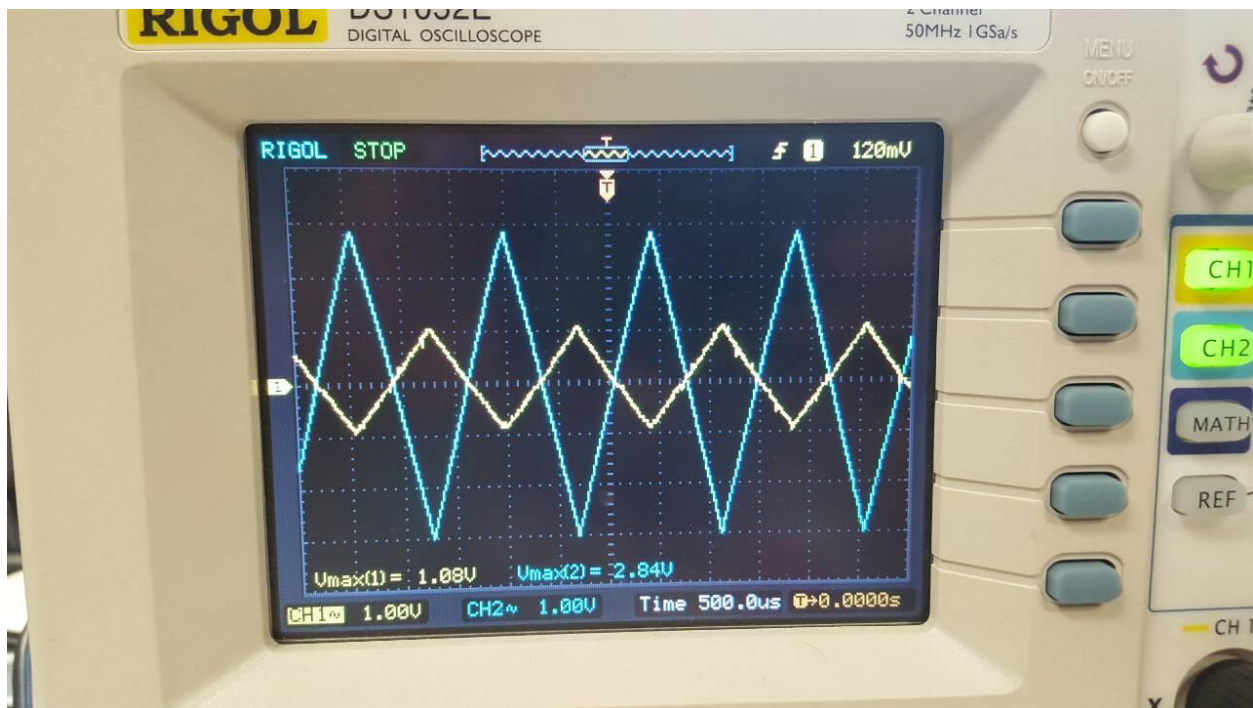
กำหนดให้ $U_i = 1V$, $A_v = 3$ เท่า และ $R_2 = 100k\Omega$

จากสูตร

$$A_v = -\frac{R_2}{R_1}$$

$$3 = -\frac{100k\Omega}{R_1}$$

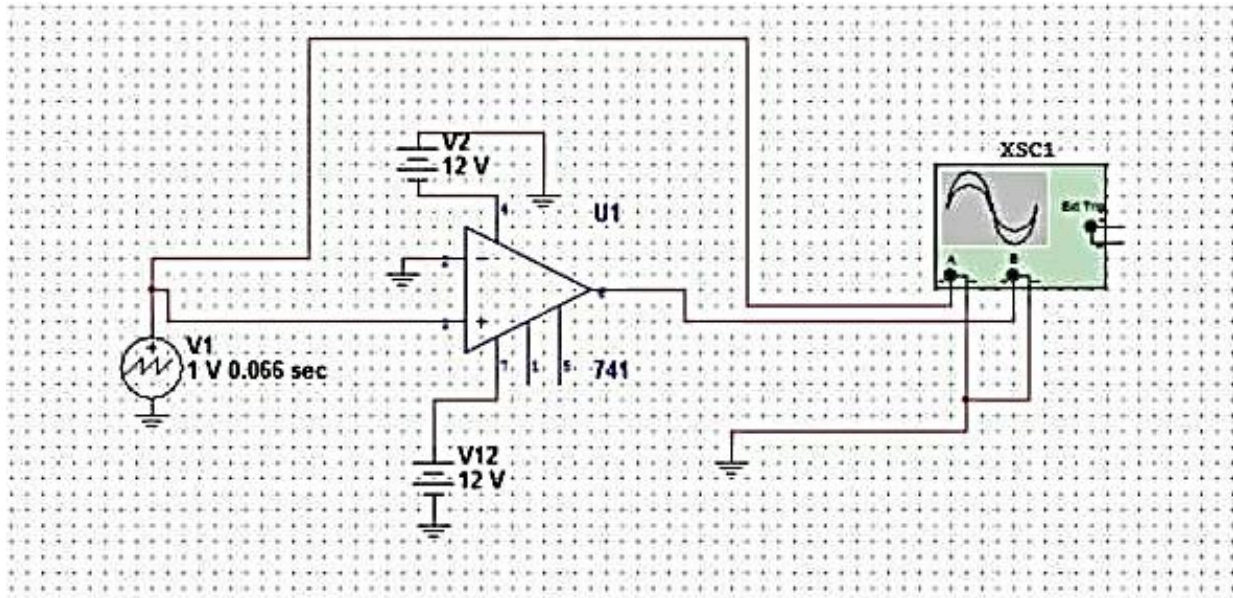
$$R_1 = 33.33k\Omega$$



ภาพที่ 3 แสดงรูปคลื่นสัญญาณ Input (สีเหลือง) เทียบกับสัญญาณ Output (สีฟ้า)

จากภาพที่ 3 จะเห็นได้ว่าแรงดัน Output มีค่า 2.84 โวลต์ ซึ่งมีค่าเป็น 3 เท่าของแรงดัน Input ที่มีค่า 1 โวลต์ และสัญญาณ Output ที่ผ่านวงจร Inverting Amplifier จะมีทิศทางกลับเฟสกับสัญญาณ Input

วงจรที่ 2 วงจรเปรียบเทียบแรงดันแบบไม่กลับเฟส (Non-Inverting Voltage comparator)

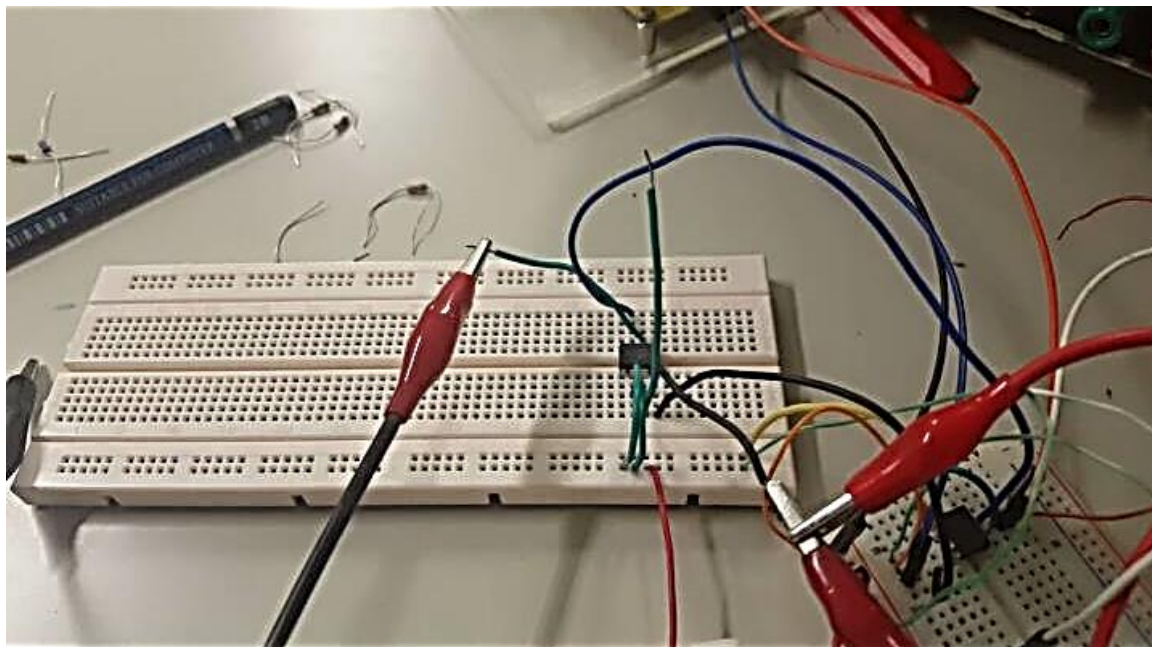


ภาพที่ 4 วงจรเปรียบเทียบแรงดันแบบไม่กลับเฟส

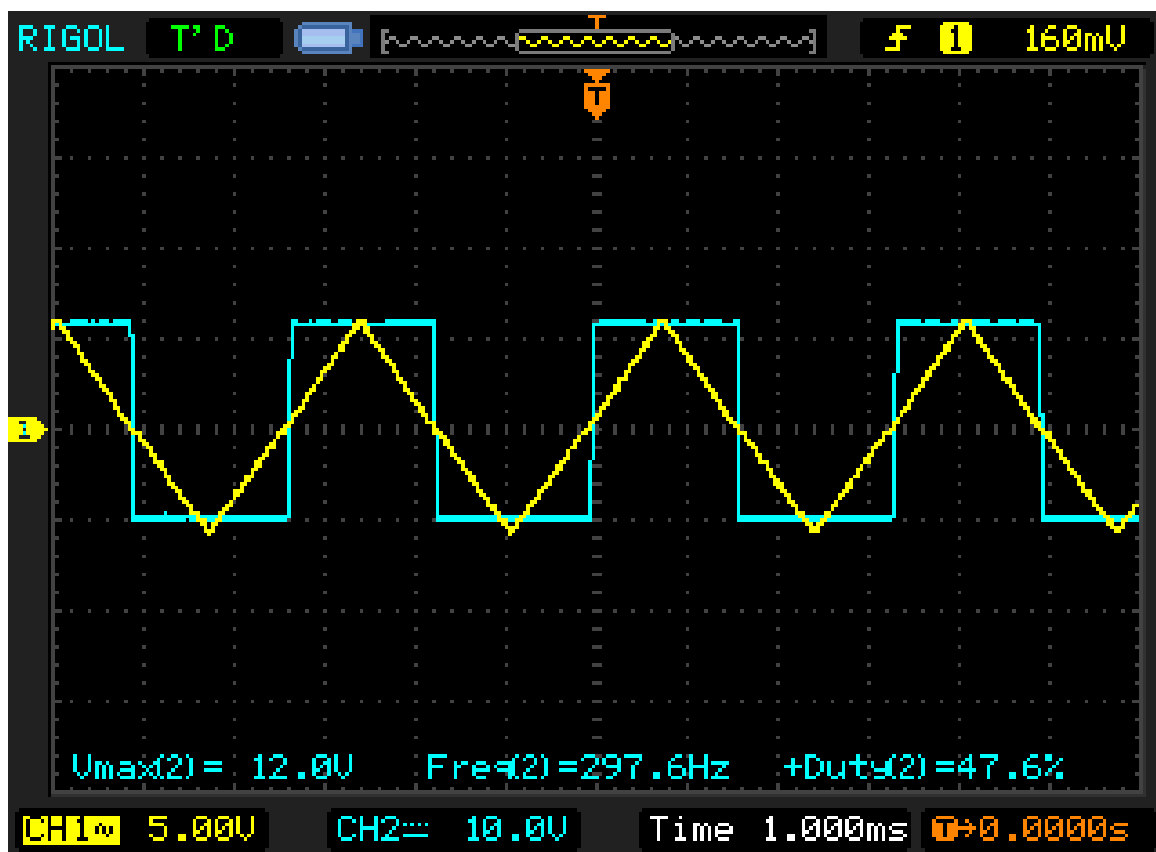
วงจรเปรียบเทียบแรงดันแบบไม่กลับเฟส จะป้อนแรงดัน Input เข้าที่ขาบวก และป้อนแรงดันอ้างอิงเข้าที่ขาลบ (U_{ref}) การทำงานของวงจรจะเป็นไปตามเงื่อนไข

2 ข้อ ดังนี้ 1. ถ้า $U_i > U_{ref} : U_o = +U_{sat}$

2. ถ้า $U_i < U_{ref} : U_o = -U_{sat}$



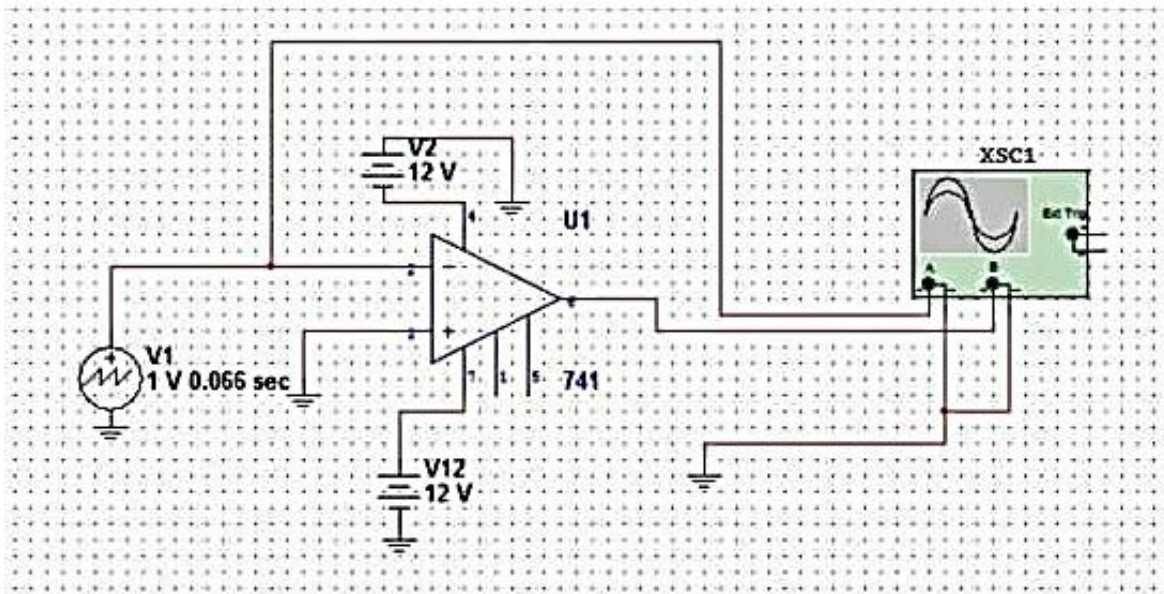
ภาพที่ 5 การต่อวงจรลง Protoboard



ภาพที่ 6 แสดงรูปคลื่นสัญญาณ Input (สีเหลือง) เทียบกับสัญญาณOutput (สีฟ้า)

จากภาพที่ 6 จะเห็นได้ว่าสัญญาณ Output จะทิศทางตามเฟสกับสัญญาณ Input เมื่อ Input มีรูปเป็นสี่เหลี่ยม ขนาด 5 V 297.6Hz เนื่องจาก $U_{ref} = 0V$ จุดตัดของสัญญาณ Input และสัญญาณ Output จึงอยู่ที่จุด 0V

วงจรที่ 3 วงจรเปรียบเทียบแรงดันแบบกลับเฟส (Inverting Voltage comparator)



ภาพที่ 7 วงจรเปรียบเทียบแรงดันแบบกลับเฟส

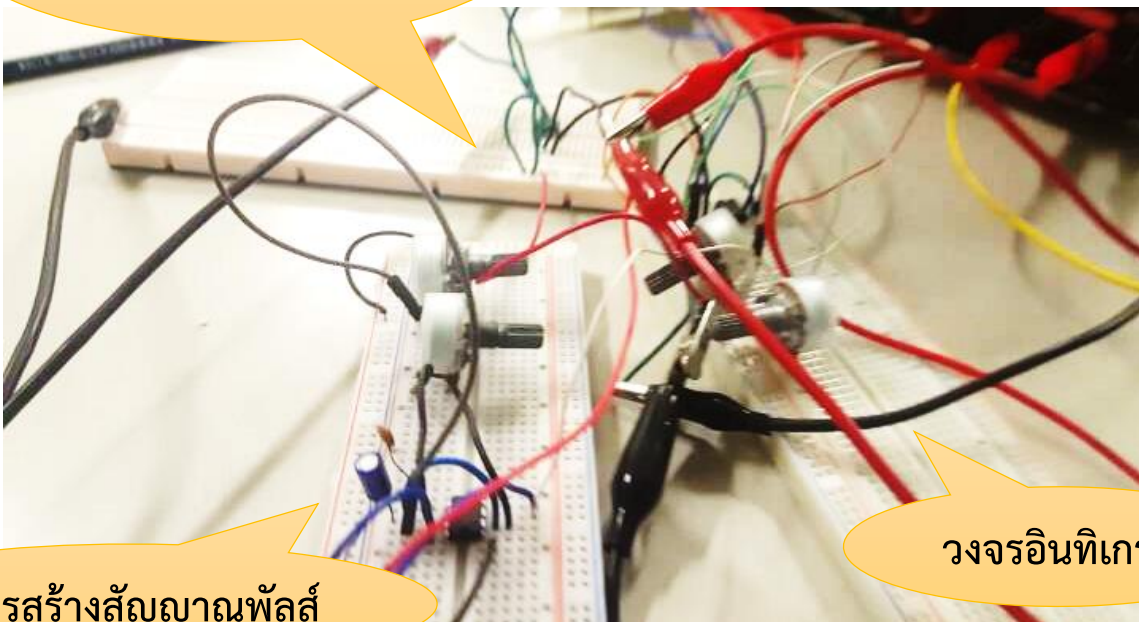
วงจรเปรียบเทียบแรงดันแบบกลับเฟส จะป้อนแรงดัน Input เข้าที่ขาลบ และป้อนแรงดันอ้างอิงเข้าที่ขาบวก (U_{ref}) การทำงานของวงจรจะเป็นไปตามเงื่อนไข

2 ข้อ ดังนี้ 1. ถ้า $U_i > U_{ref} : U_o = -U_{sat}$

2. ถ้า $U_i < U_{ref} : U_o = +U_{sat}$

วงจรเปรียบเทียบแรงดัน

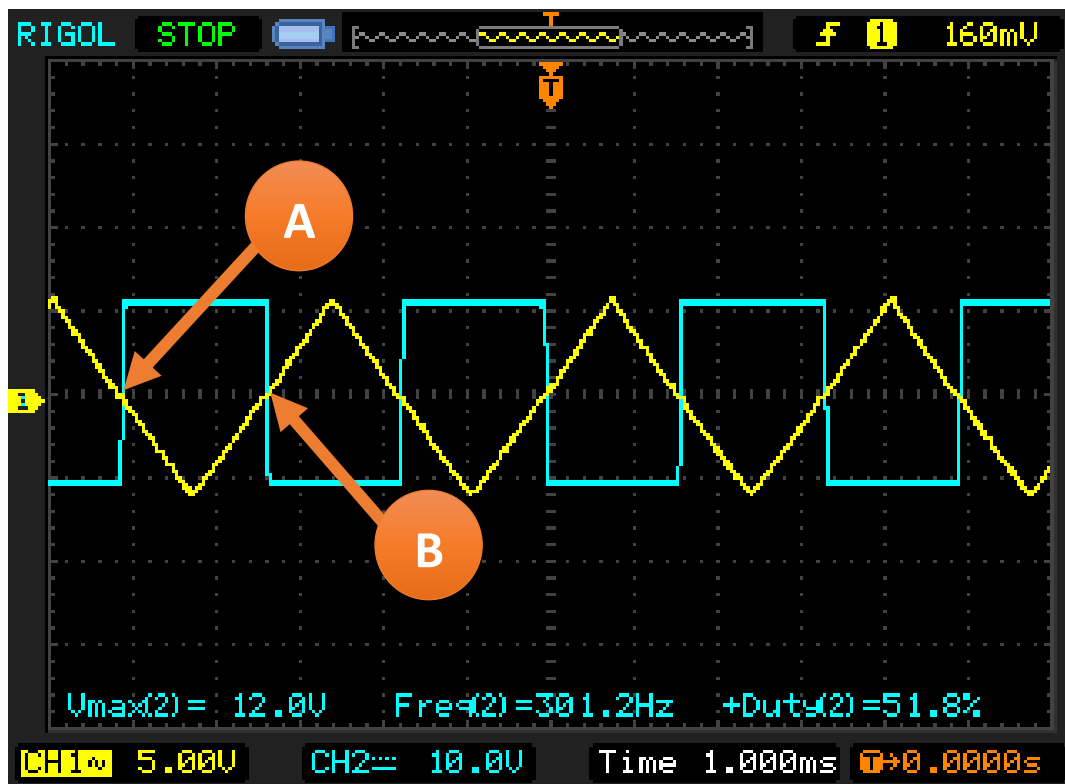
แบบกลับเฟส



วงจรสร้างสัญญาณพัลส์

วงจรอินทิเกรต

ภาพที่ 8 การต่อวงจรลง Protoboard

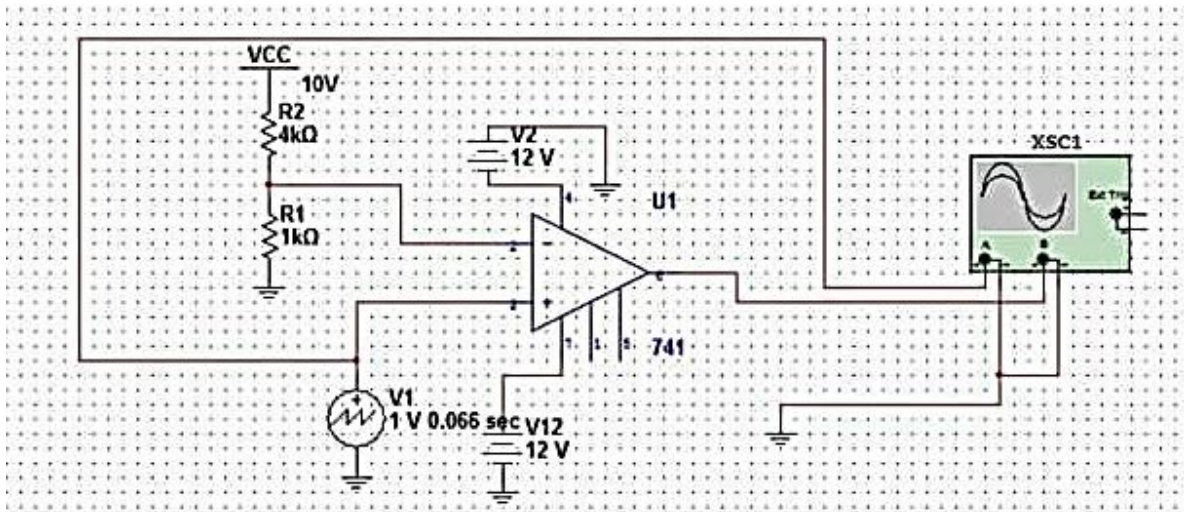


ภาพที่ 9 แสดงรูปคลื่นสัญญาณ Input (สีเหลือง) เทียบกับสัญญาณ Output (สีฟ้า)

จากภาพที่ 9 จะเห็นได้ว่าสัญญาณ Output จะทิศทางกลับเฟสกับสัญญาณ Input เมื่อสัญญาณ Input มีรูปเป็นสีเหลี่ยม ขนาด 5 V 301.2Hz เนื่องจาก $U_{ref} = 0V$ ที่จุด A แรงดัน Input น้อยกว่า 0V ทำให้แรงดัน Output เท่ากับ $+U_{sat} = +12V$ และที่จุด B แรงดัน Input มากกว่า 0V ทำให้แรงดัน Output เท่ากับ $-U_{sat} = -12V$ เป็นไปตามเงื่อนไขของวงจร

วงจรที่ 4 วงจรเปรียบเทียบแรงดันไม่กลับเฟส

แบบแบ่งแรงดัน



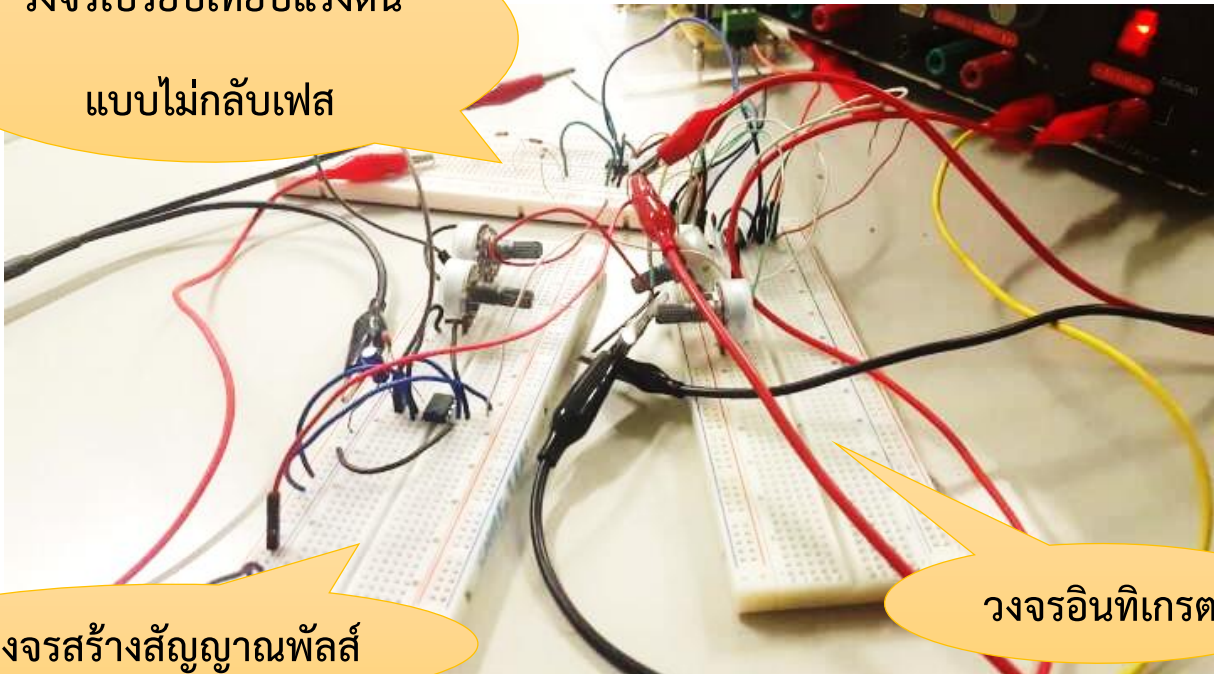
ภาพที่ 10 วงจรเปรียบเทียบแรงดันไม่กลับเฟสแบบแบ่งแรงดัน

วงจรเปรียบเทียบแรงดันไม่กลับเฟสแบบแบ่งแรงดันจะมีลักษณะคล้ายกับวงจรเปรียบเทียบแรงดันไม่กลับเฟส โดยจะป้อนแรงดัน Input เข้าที่ขาบวก และป้อนแรงดันอ้างอิงเข้าที่ขาลบ (U_{ref}) โดยแรงดันอ้างอิงที่ป้อนให้ขาลบจะเป็นแรงดันที่มาจากวงจรแบ่งแรงดัน การทำงานของวงจรจะเป็นไปตามเงื่อนไข 2 ข้อ

ดังนี้ 1. ถ้า $U_i > U_{ref} : U_o = +U_{sat}$

2. ถ้า $U_i < U_{ref} : U_o = -U_{sat}$

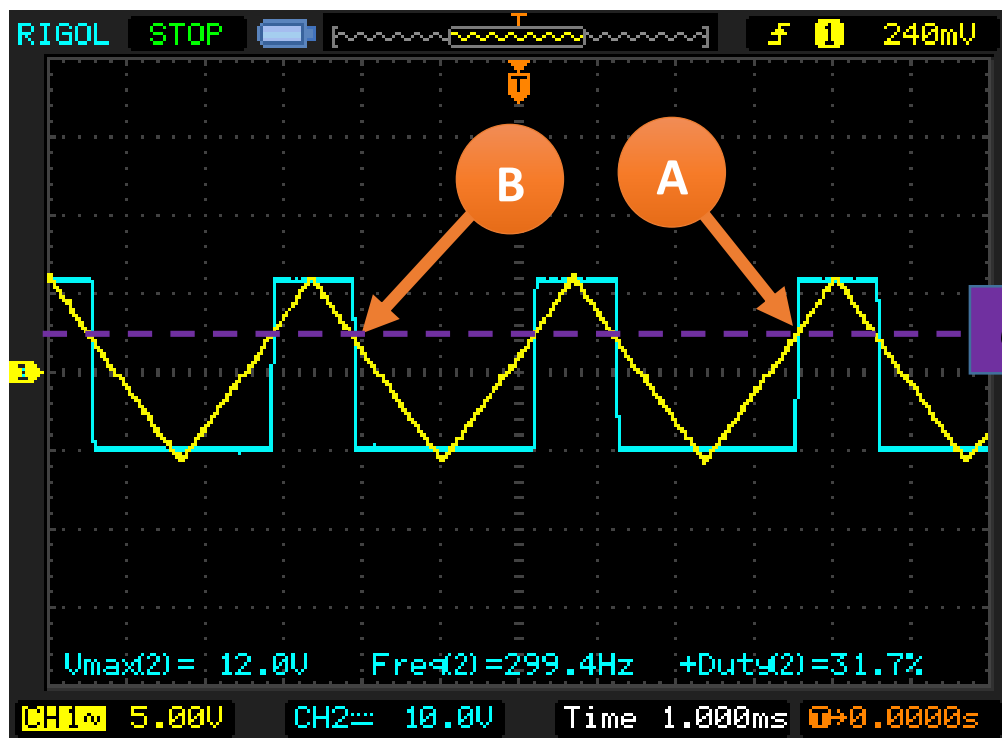
วงจรเปรียบเทียบแรงดัน
แบบไม่กลับเฟส



วงจรสร้างสัญญาณพัลส์

วงจรอินทิเกรต

ภาพที่ 11 การต่อวงจรลง Protoboard

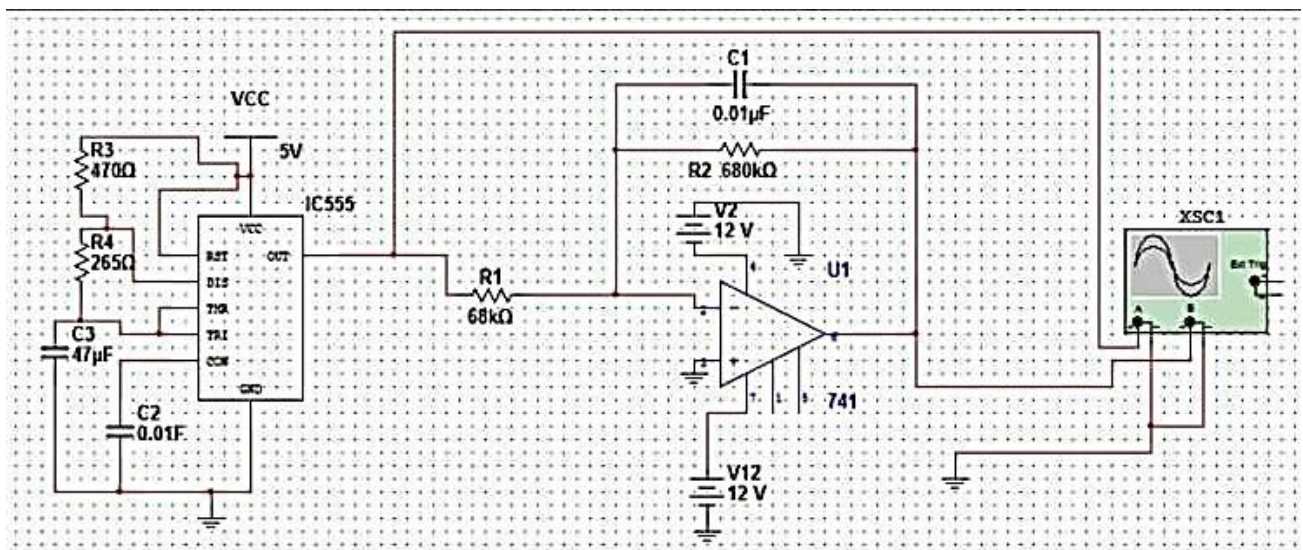


$U_{ref} = +2V$

ภาพที่ 12 แสดงรูปคลื่นสัญญาณ Input (สี่เหลี่ยม) เทียบกับสัญญาณOutput (สี่เหลี่ยม)

จากภาพที่ 12 จะเห็นได้ว่าสัญญาณ Output จะทิศทางตามเฟสกับสัญญาณ Input เมื่อแรงดันอ้างอิงเท่ากับ +2V คือเส้นประสีม่วง ที่จุด B แรงดัน Input น้อยกว่า +2V ทำให้แรงดัน Output เท่ากับ $-U_{sat} = -12V$ และที่จุด A แรงดัน Input มากกว่า +2V ทำให้แรงดัน Output เท่ากับ $+U_{sat} = +12V$

วงจรที่ 5 วงจรขยายแบบอินทิเกรต



ภาพที่ 13 วงจรขยายแบบอินทิเกรต

จากภาพที่ 13 พิจารณาความสัมพันธ์ของวงจรอินทิเกรต จากกฎกระแส KCL

จาก
$$I_1 = I_2$$

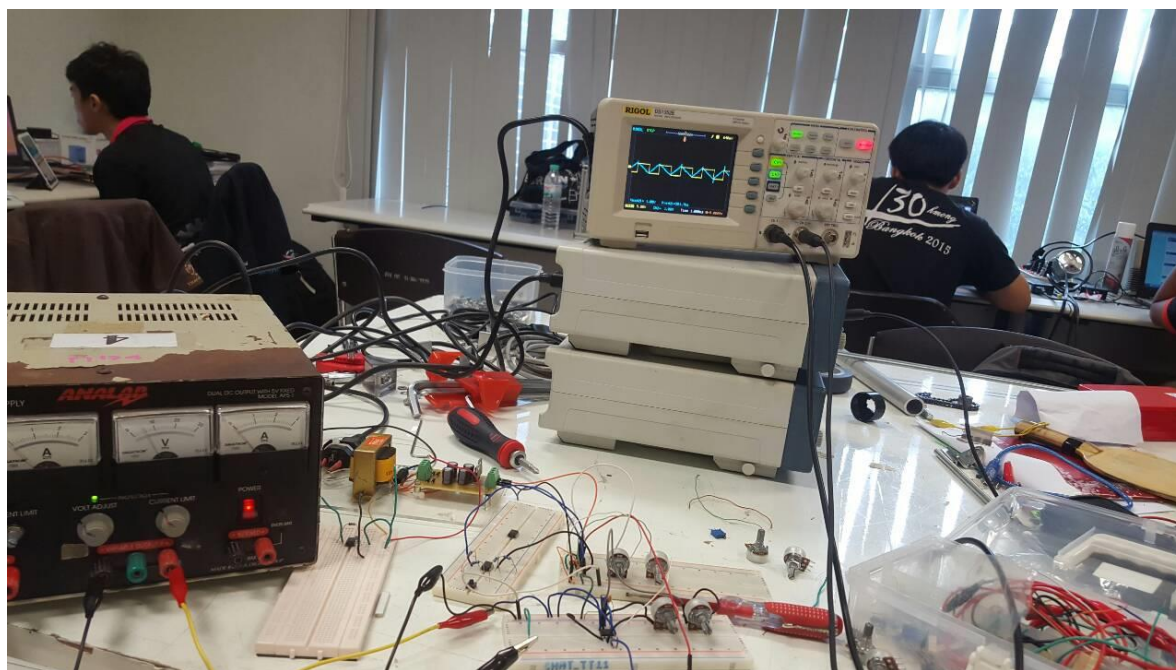
เนื่องจาก $I_R = \frac{U_i}{R}$ และ $I_C = -C \frac{dU_o}{dt}$

จะได้

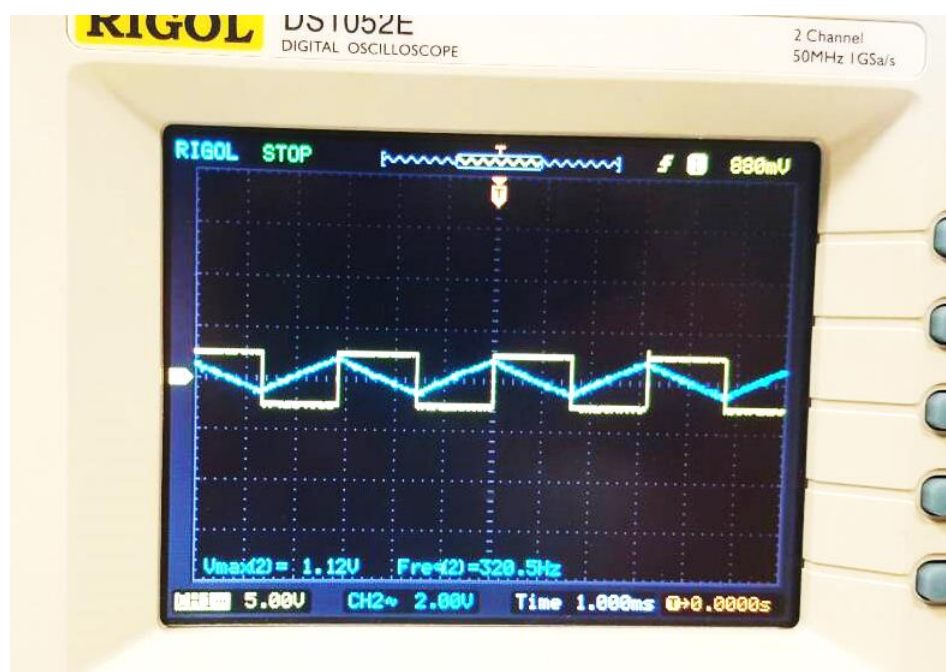
$$\frac{U_i}{R} = -C \frac{dU_o}{dt}$$

ดังนั้น

$$U_o = -\frac{1}{RC} \int_0^t U_i dt$$



ภาพที่ 14 การต่อวงจรลง Protoboard



ภาพที่ 15 แสดงรูปคลื่นสัญญาณ Input (สีเหลือง) เทียบกับสัญญาณ Output (สีฟ้า)

จากภาพที่ 15 จะเห็นได้ว่าเมื่อป้อนสัญญาณ Input รูปคลื่นสี่เหลี่ยมเข้าไปใน วงจรอินทิเกรตจะได้สัญญาณ Output ออกมาในรูปคลื่นสามเหลี่ยม ซึ่งสัญญาณ Output ของวงจรจะขึ้นอยู่กับการอินทิเกรต บนเวลาของสัญญาณ Input ซึ่งมีค่า Time Constant เป็นตัวกำหนดฟังก์ชันถ่ายโอนของวงจรอินทิเกรต