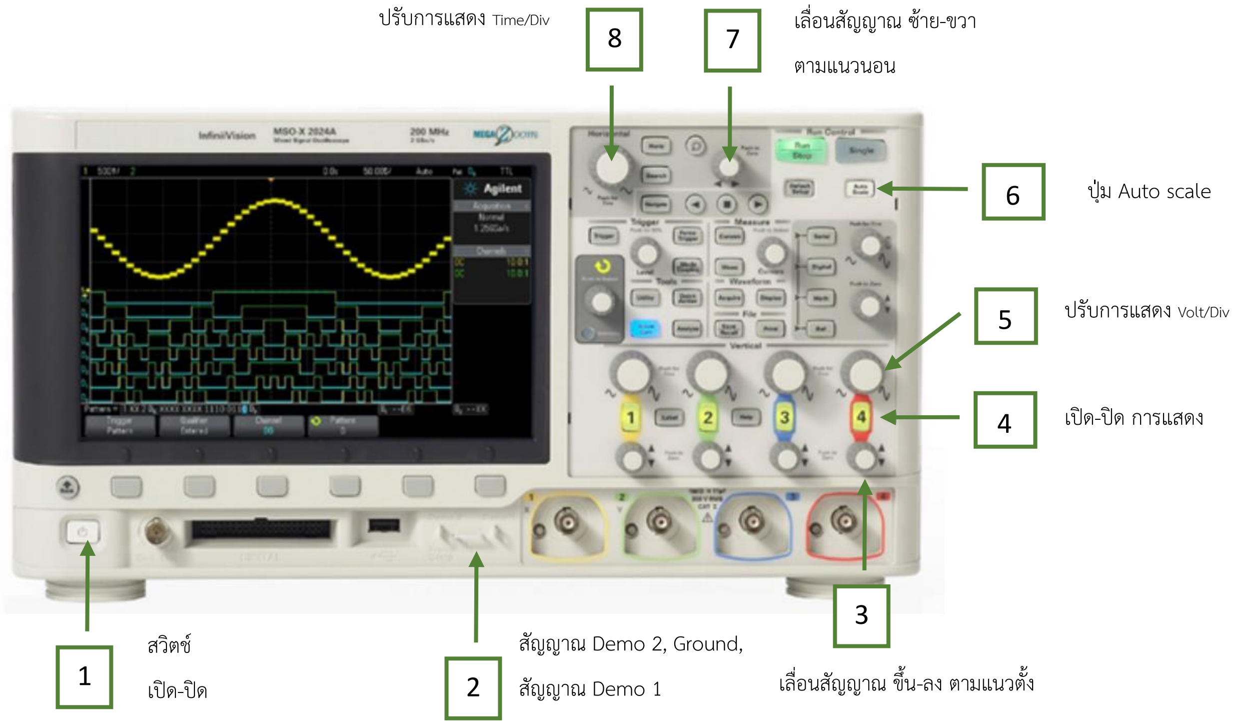
การทดลอง ออสซิลโลสโคปและเครื่องกำเนิดสัญญาณ
(Oscilloscope and Function Generator)

ทฤษฎี

ออสซิลโลสโคป เป็นเครื่องวัดทางไฟฟ้า ที่ทำให้เราสามารถเห็นรูปคลื่นสัญญาณที่แปรเปลี่ยนตามเวลาได้ โดยทั่วไป ออสซิลโลสโคปจะมีสองช่องสัญญาณขาเข้า (2 input channels) เพื่อใช้ในการวัดสัญญาณแรงดันได้สองจุดในวงจร

ภาพ 1 แสดง ตัวอย่างลักษณะของออสซิลโลสโคปที่มีใช้ในวิชาการทดลองวิศวกรรมไฟฟ้า 2 ซึ่งมีสี่ช่องสัญญาณขาเข้า ส่วนประกอบหลักของออสซิโลสโคป คือ หน้าจอ ที่ใช้แสดงผล ซึ่งก็คือ สัญญาณที่ต้องการวัด โดยทั่วไป หน้าจอของ ออสซิลโลสโคปจะแบ่งเป็นช่อง ๆ โดย แกนนอน จะแบ่งเป็น 10 ช่อง และ แกนตั้งจะถูกแบ่งเป็น 8 ช่อง โดยเราสามารถ กำหนดขนาดของแต่ละช่องบนจอภาพได้จาก การปรับส่วนควบคุมการแสดงสัญญาณตามแนวตั้ง และ แนวนอน

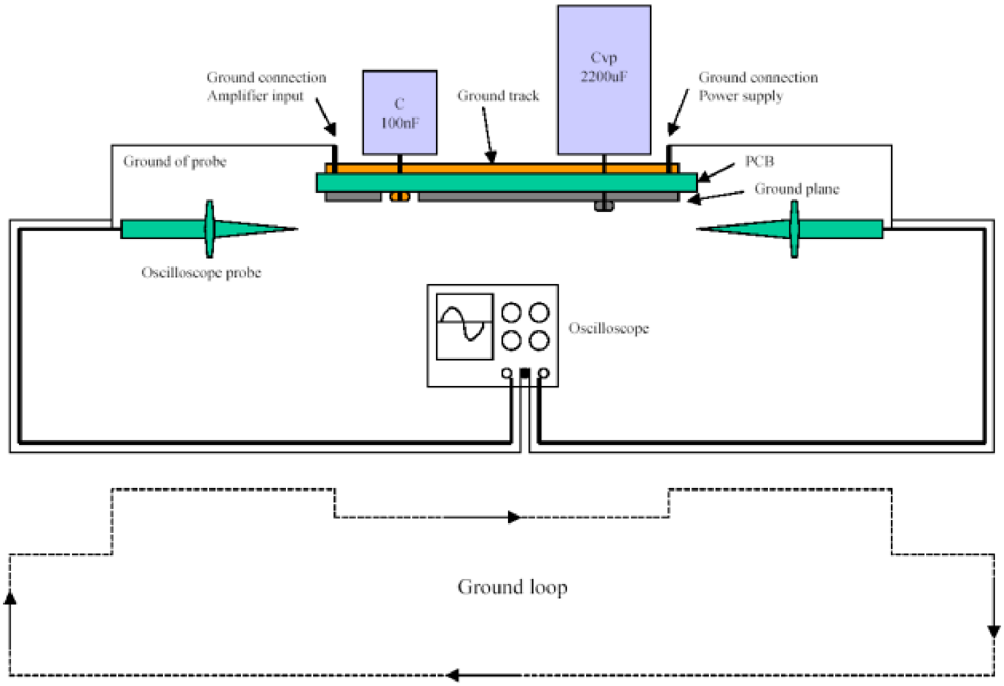


ภาพ 1 ตัวอย่างรูปด้านหน้าของออสซิลโลสโคป

สำหรับค่าสเกลตามแกนตั้งและแกนนอนในภาพบนหน้าจอของออสซิลโลสโคปจะถูกระบุอยู่บนหน้าจอด้วย (ต้องสังเกต และ บันทึกไว้ทุกครั้ง เมื่อทำการบันทึกสัญญาณที่วัด)

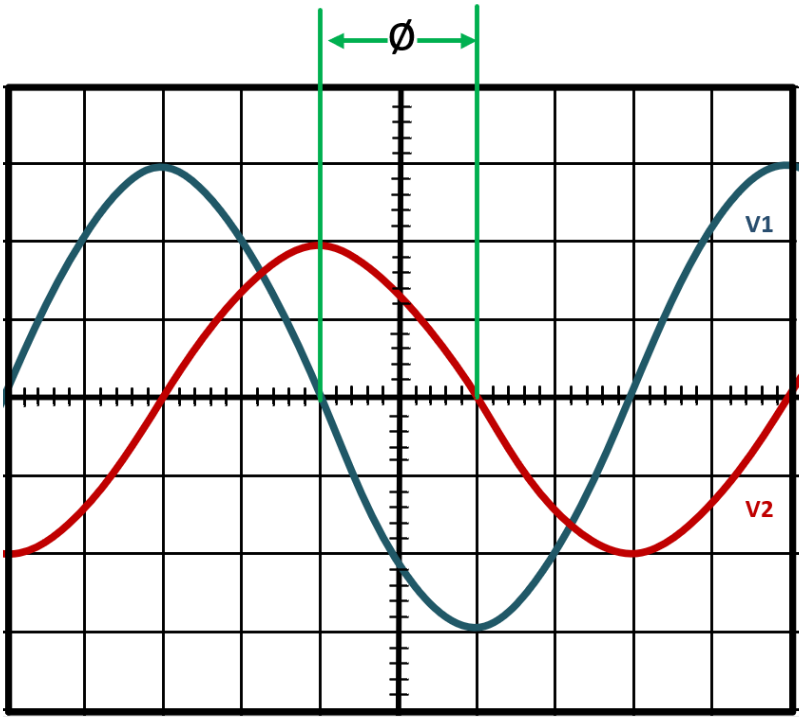
การวัดสัญญาณ

1. หากมีการใช้ Probe หลายเส้นวัดสัญญาณเกิน 1 Channel ให้ใช้กราวด์จาก Probe เดียวเท่านั้น เพราะกราวด์ของทุก Channel ต่อถึงกันภายในตัว Oscilloscope อยู่แล้ว ถ้ามีการใช้กราวด์จาก Probe มากกว่า 1 เส้นจับไปที่จุดกราวด์ เดียวกันในวงจรจะเกิดกราวด์ลูป (Ground loop) ดังแสดงในรูป ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้มีสัญญาณรบกวนเข้ามาได้



ภาพ 2 Ground Loop

2. สามารถกดปุ่ม Auto scale ได้เพื่อให้ Oscilloscope ทำการปรับแต่งการแสดงภาพสัญญาณโดยอัตโนมัติได้ แต่อย่างไรก็ดี ควรปรับให้เห็นคลื่นสัญญาณอย่างน้อย 1 ลูกคลื่น และขยายสัญญาณตามแกนตั้ง (ปรับ V/DIV) จนเห็นสัญญาณใหญ่เกือบเต็มหน้าจอ ดังแสดงในภาพ 3



ภาพ 3 ตัวอย่างการวัดค่า Δt เพื่อนำมาใช้คำนวณค่าเฟส ϕ

การวัดเฟสระหว่างสัญญาณ ทำได้โดยการเทียบความต่างเฟสระหว่างสัญญาณอ้างอิง กับ สัญญาณที่ต้องการทราบเฟส ซึ่งปกติสัญญาณอ้างอิงจะเป็นสัญญาณแรงดันจากแหล่งจ่าย V_1 โดยในที่นี้หากเราต้องการทราบเฟสของสัญญาณ V_2 เราจะทำโดยการวัดค่า ϕ จากรูปสัญญาณบนออสซิลโลสโคป

จากตัวอย่าง **ในภาพ 3**

$$1 \text{ คาบคือ } 360^{\circ} = 40 \text{ ช่อง (เล็ก)}$$

เนื่องจาก สัญญาณ V_2 มีการ shift จาก V_1 10 ช่อง

ดังนั้น เฟสระหว่างสัญญาณ V_2 กับ V_1 คือ

$$\phi = (10/40) \times 360^{\circ} = 90^{\circ}$$

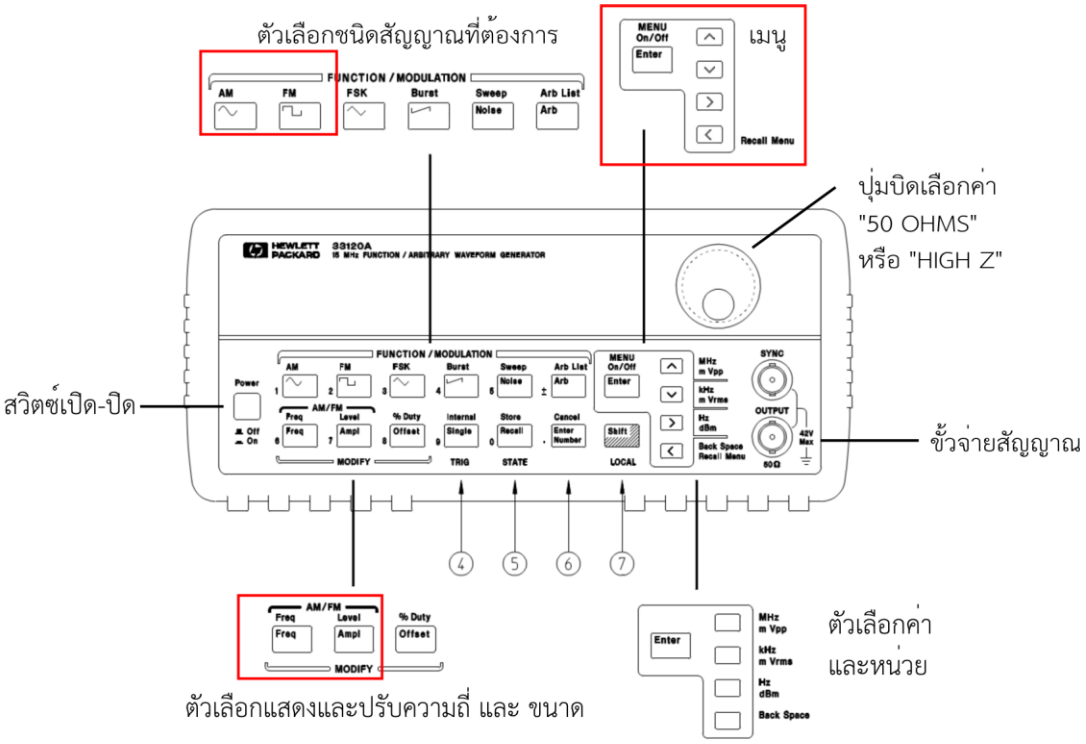
เครื่องกำเนิดสัญญาณ (Function Generator) คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้สร้างสัญญาณทางไฟฟ้าหลาย ๆ รูปแบบที่ความถี่ต่าง ๆ โดยสัญญาณทั่วไปที่เครื่องกำเนิดสัญญาณนี้สามารถสร้างได้ ก็คือ ฟังก์ชันคลื่นรูปไซน์ ฟังก์ชันคลื่นรูปสี่เหลี่ยม และ ฟังก์ชันคลื่นรูปสามเหลี่ยม

ในการทดลองปฏิบัติการ เราจะใช้เครื่องกำเนิดสัญญาณ ที่ผลิตจากบริษัท Hewlett Packard รุ่น HP 33120A โดยรูปด้านหน้าของแหล่งจ่ายไฟตรงนี้ แสดงดังภาพ 4 เมื่อเปิดสวิตซ์ของเครื่องกำเนิดสัญญาณนี้จะมีสัญญาณคลื่นรูปไซน์ความถี่ 1.000 kHz และขนาด 0.6 V_{p-p} (V_{p-p} หรือ peak-to-peak voltage คือ ความต่างระหว่างค่าแรงดันสูงสุดและค่าแรงดันต่ำสุด) ออกมาทันที

ในเบื้องต้น เราจะต้องทำการปรับให้ค่า ความต้านทานขาออกของเครื่องกำเนิดสัญญาณมีค่าสูงมากเสียก่อน ซึ่งทำได้โดย

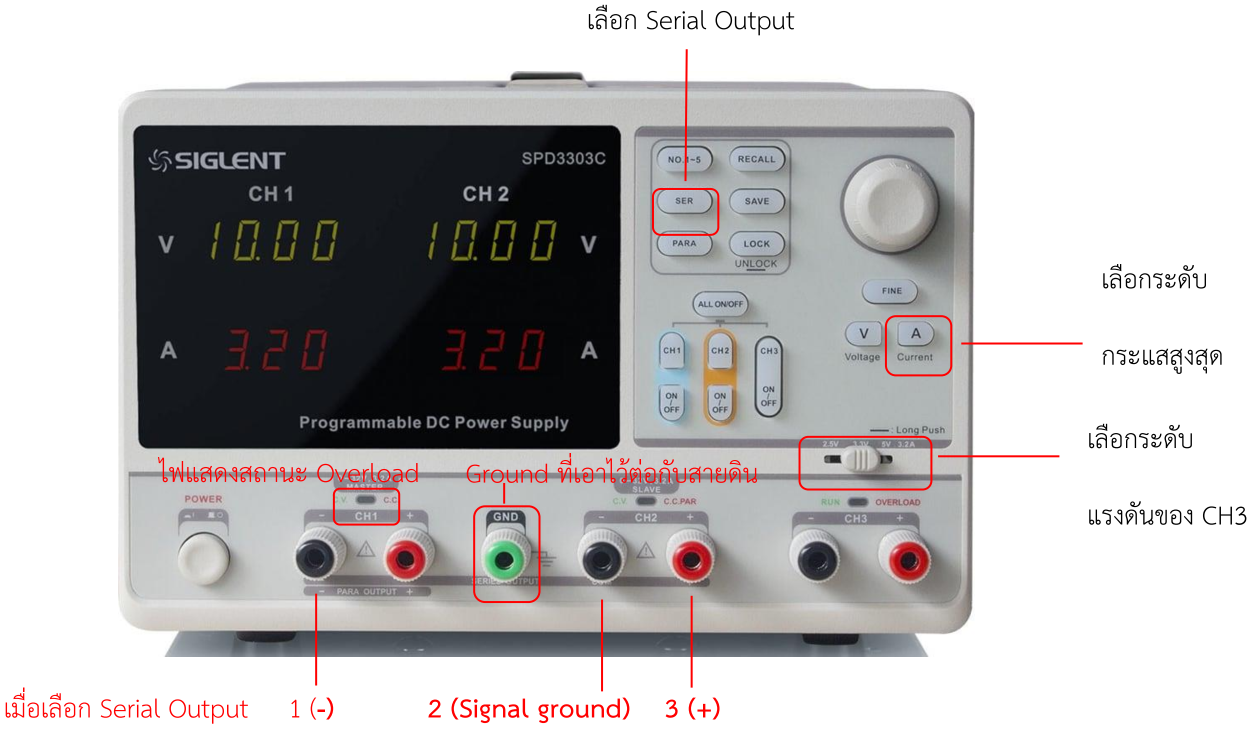
1. กด SHIFT แล้ว Enter เพื่อเข้าเมนู (MENU)
2. กดปุ่มเลื่อนไปทางขวา ▷ เพื่อให้แสดงเมนู D: SYS MENU
3. กดปุ่มลูกศรลง ▽ เพื่อเลือกเมนู D: SYS MENU และ จะเข้าสู่เมนู OUT TERM
4. กดปุ่มลูกศรลง ▽ เพื่อเลือกเมนู OUT TERM กดปุ่มเลื่อนไปทางขวา ▷
5. กด Enter หน้าจอจะแสดงค่า 50 OHMS ซึ่งคือความต้านทานขาออกของแหล่งเครื่องกำเนิดสัญญาณ

กดปุ่มเลื่อนไปทางขวา ▷ เปลี่ยนค่าความต้านทานนี้ เป็นค่าความต้านทานสูง HIGH Z แล้วกดปุ่ม Enter



ภาพ 4 รูปด้านหน้าของเครื่องกำเนิดสัญญาณ

แหล่งจ่ายไฟตรง (DC Power Supply)



ภาพ 5 รูปด้านหน้าของแหล่งจ่ายไฟตรง

<u>การทดลอง</u>

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการใช้งานเบื้องต้นของออสซิลโลสโคป
2. เพื่อศึกษาการใช้งานเบื้องต้นของเครื่องกำเนิดสัญญาณ
3. เพื่อศึกษาการใช้งานเบื้องต้นของแหล่งจ่ายไฟ
4. เพื่อศึกษาการใช้งานตัวต้านทานปรับค่าได้

อุปกรณ์

1.	ออสซิลโลสโคป (Oscilloscope)	1 เครื่อง
2.	เครื่องกำเนิดสัญญาณ (Function Generator)	1 เครื่อง
3.	แหล่งจ่ายไฟ	1 เครื่อง
4.	ตัวต้านทานขนาด 470 Ω และ 1 kΩ	ค่าละ 1 ตัว
5.	ตัวต้านทานขนาด 1 kΩ	1 ตัว
6.	ตัวเก็บประจุขนาด 0.1 μF และ 1 μF	ค่าละ 1 ตัว

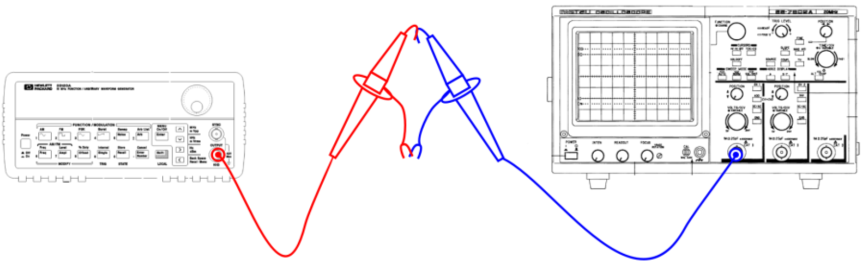
<u>ตอนที่ 1</u> การใช้ออสซิลโลสโคปวัดและอ่านค่าสัญญาณจากเครื่องกำเนิดสัญญาณ

1.1 เชื่อมต่อเครื่องกำเนิดสัญญาณกับออสซิลโลสโคปผ่านสายโพรบ ตามภาพ 6 โดยปรับให้เครื่องกำเนิดสัญญาณจ่ายสัญญาณแรงดันรูปไซน์ขนาด 6 V_{p-p} และ มีความถี่ 500 Hz
(6 V_{p-p} คือ ค่าความต่างค่าแรงดันสูงสุดและแรงดันต่ำสุด เท่ากับ 6 โวลต์)

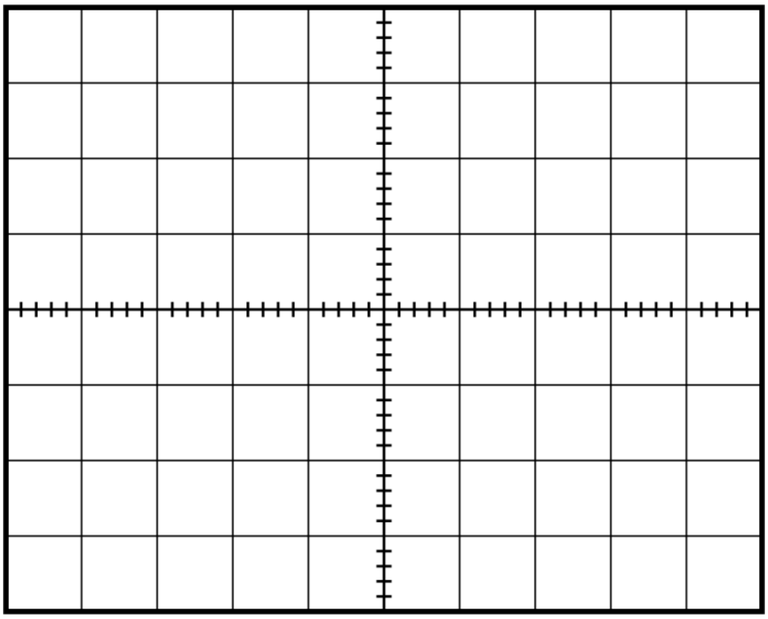
1.2 ปรับตั้งออสซิลโลสโคปให้สังเกตเห็นรูปสัญญาณประมาณสองรูปคลื่น และ บันทึกรูปสัญญาณและค่าที่ปรับตั้งที่ตัวออสซิลโลสโคปลงในภาพ 6

1.3 ปรับให้เครื่องกำเนิดสัญญาณจ่ายสัญญาณแรงดันรูปสามเหลี่ยมขนาด 4 V_{p-p} และ มีความถี่ 2 kHz

1.4 ปรับตั้งออสซิลโลสโคปให้สังเกตเห็นรูปสัญญาณประมาณสองรูปคลื่น และ บันทึกรูปสัญญาณและค่าที่ปรับตั้งที่ตัวออสซิลโลสโคปลงในภาพ 7



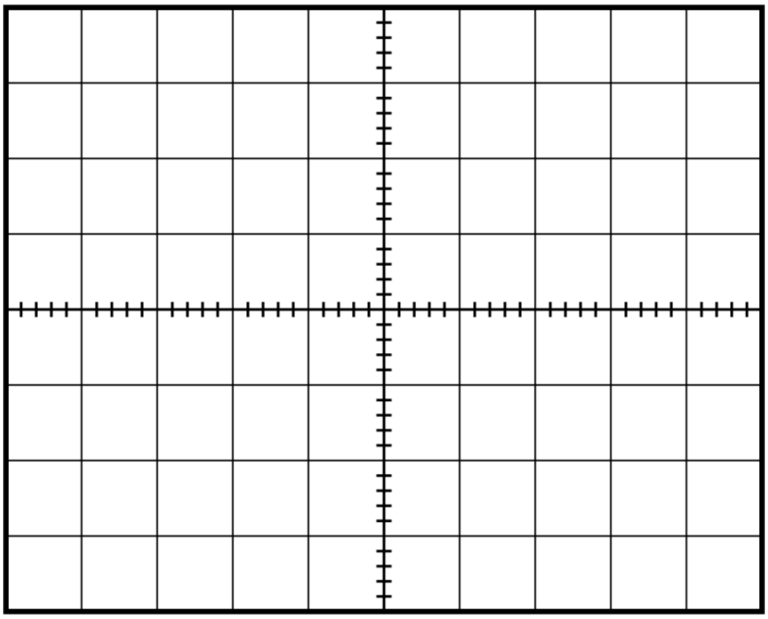
ภาพ 6 รูปประกอบการทดลองตอนที่ 1



แกนตั้ง V/DIV = ________________ V ขนาดแรงดัน = __________ V_{p-p}

แกนนอน TIME/DIV = ____ s คาบ (period, *T*) = ______ s ความถี่ (frequency, *f*) = _______ Hz

ภาพ 6 บันทึกผลการทดลองตอนที่ 1.2



แกนตั้ง V/DIV = ________________ V ขนาดแรงดัน = __________ V_{p-p}

แกนนอน TIME/DIV = ____ s คาบ (period, *T*) = ______ s ความถี่ (frequency, *f*) = _______ Hz

ภาพ 7 บันทึกผลการทดลองตอนที่ 1.4

<u>ตอนที่ 2</u> การใช้ออสซิลโลสโคปวัดและอ่านค่าผลตอบสนองต่อไฟสลับในวงจร RC อนุกรม

ผลตอบสนองต่อสัญญาณคลื่นรูปไซน์ความถี่คงที่

2.1 ต่อวงจรตามภาพ 4 โดยใช้ R = 1 kΩ และ C = 1.0 μF

2.2 ปรับให้เครื่องกำเนิดสัญญาณจ่ายสัญญาณแรงดันรูปไซน์ขนาด 10 $V_{p\text{-}p}$ และ มีความถี่ f = 300 Hz

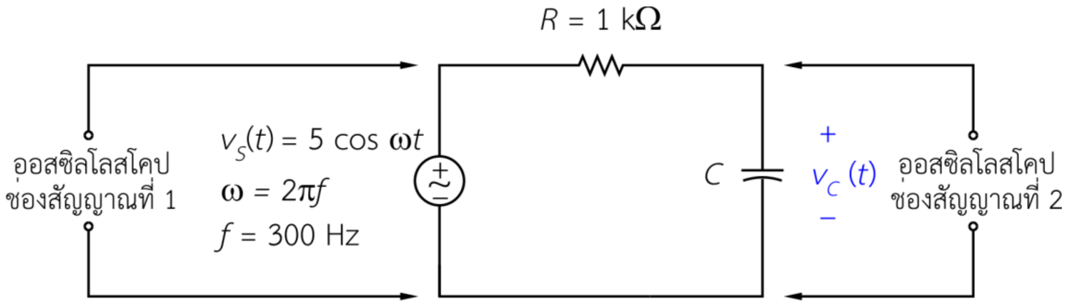
2.3 ใช้ออสซิลโลสโคป (ช่องสัญญาณที่ 1) วัดสัญญาณแรงดันของแหล่งจ่าย $v_S(t)$

2.4 ใช้ออสซิลโลสโคป (ช่องสัญญาณที่ 2) วัดสัญญาณแรงดันที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุ $v_C(t)$ โดยใช้ขนาด V/DIV เท่ากับสัญญาณ $v_S(t)$

2.5 บันทึกสัญญาณแรงดันที่วัดด้วยออสซิลโลสโคปจากทั้งสองช่องสัญญาณ ลงในภาพ 9

2.6 เปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุ C เป็น 0.1 μF แล้วทำการทดลองซ้ำข้อ 2.2 – 2.5 โดยบันทึกสัญญาณที่วัดด้วยออสซิลโลสโคปลงในภาพ 10

2.7 คำนวณค่าขนาดและมุมเฟสของสัญญาณแรงดัน $v_C(t)$ จากผลการทดลองในภาพ 9-10 และบันทึกลงในตารางที่ 1

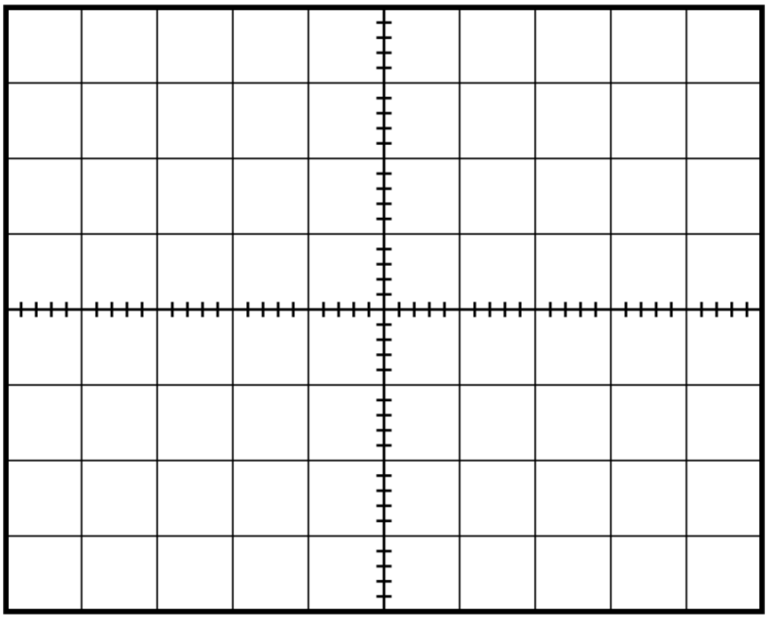


ภาพ 8 วงจรสำหรับการทดลองตอนที่ 2

ตารางที่ 1 ตารางผลการคำนวณและผลการทดลอง

V_p = 5 V, f = 300 Hz, R = 1 kΩ	C = 1.0 μF	C = 0.1 μF
v_C (V_p)		
ϕ		

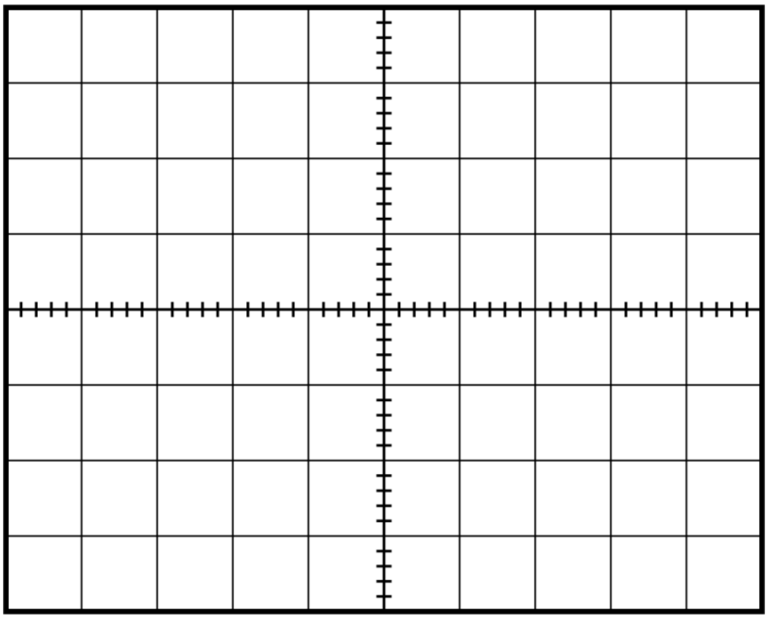
หมายเหตุ: โปรดระบุหน่วยของ v_C และ ϕ ลงในตาราง



แกนตั้ง V/DIV = ______________ V ขนาดแรงดัน $v_C(t)$ = ____________ $V_{p\text{-}p}$

แกนนอน TIME/DIV = ____ s คาบ (period, T) = ______ s ความถี่ (frequency, f) = ______ Hz

ภาพ 9 บันทึกผลการทดลองตอนที่ 2 โดยใช้ R = 1 kΩ และ C = 1.0 μF

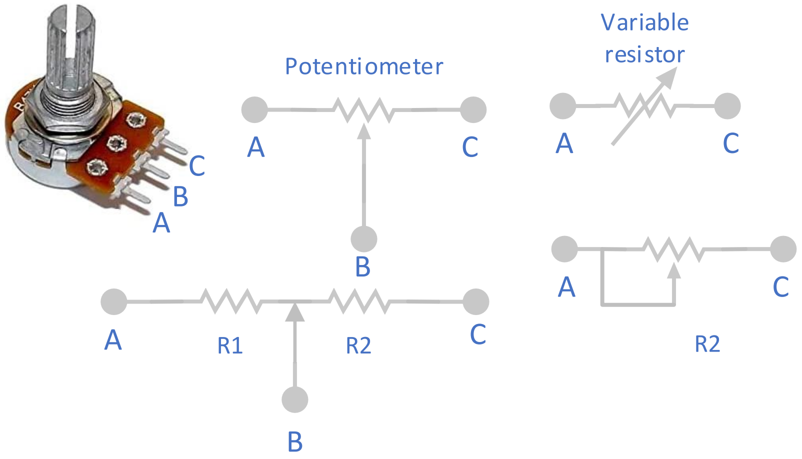


แกนตั้ง V/DIV = ______________ V ขนาดแรงดัน $v_C(t)$ = ____________ $V_{p\text{-}p}$

แกนนอน TIME/DIV = ____ s คาบ (period, T) = ______ s ความถี่ (frequency, f) = ______ Hz

ภาพ 10 บันทึกผลการทดลองตอนที่ 2 โดยใช้ R = 1 kΩ และ C = 0.1 μF

<u>ตอนที่ 3</u> การใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้



ภาพ 11 ก. **Potentiometer** และรูปเสมือน ข.การใช้ **potentiometer** เป็น **variable resistor**

1. นำตัวต้านทานปรับค่าได้มา 1 ตัว วัดความต้านทานระหว่าง ขาทั้งสาม

   R_{AB}=............................ R_{BC}=..........................R_{AC}=...........................

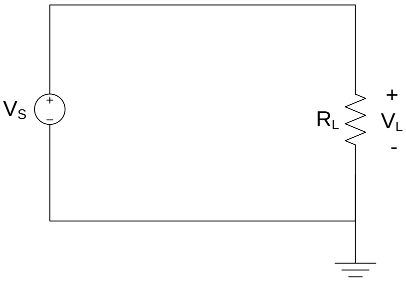
2. หมุนแกนหมุนทวนเข็มนาฬิกาเล็กน้อยแล้ววัดค่าอีกครั้ง

   R_{AB}=............................ R_{BC}=..........................R_{AC}=...........................

3. หมุนแกนหมุนทวนเข็มนาฬิกาเล็กน้อยแล้ววัดค่าอีกครั้ง

   R_{AB}=............................ R_{BC}=..........................R_{AC}=...........................

<u>ตอนที่ 4</u> การใช้แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)



ภาพ 12

1. ปรับกระแสสูงสุดของแหล่งจ่ายไฟไว้ที่ 0.1 A และตั้งค่าแรงดันเอาท์พุท 15 V
2. ต่อวงจรดังภาพ 13 โดยใช้ R_L 100 Ω สังเกตไฟแสดงสถานะ Overload และ**คำนวณ**ค่า I_L

   ไฟแสดงสถานะ Overload __________

   I_L = __________

3. เปลี่ยนค่า R_L เป็น 1 kΩ สังเกตไฟแสดงสถานะ Overload และ**คำนวณ**ค่า I_L

   ไฟแสดงสถานะ Overload __________

   I_L = __________

4. ถอดวงจรออกจากแหล่งจ่ายไฟ กดปุ่ม SER และ ALL ON/OFF
5. วัดค่าแรงดันที่แหล่งจ่ายไฟ (ตามภาพ 5) และบันทึกค่า

แรงดันระหว่างหมายเลข 1 กับ 2 = __________

แรงดันระหว่างหมายเลข 3 กับ 1 = __________

แรงดันระหว่างหมายเลข 3 กับ 2 = __________

วิเคราะห์ผลการทดลอง

ตอนที่ 1

ตอนที่ 2

ตอนที่ 3

ตอนที่ 4

สรุปผลการทดลอง