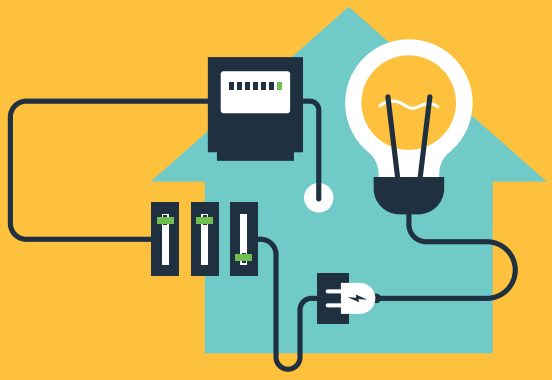
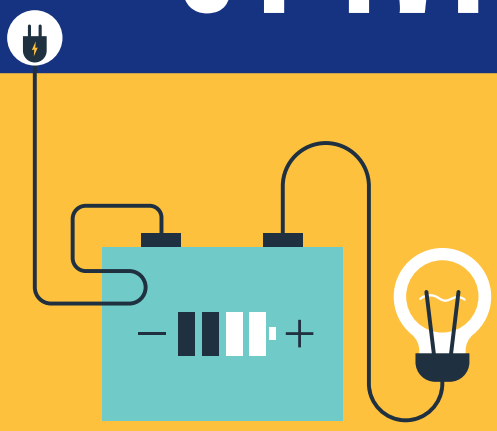
SKYBOOK
e-book

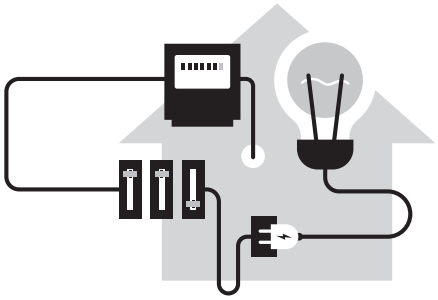


# วงจรไฟฟ้า 2

## ภาคปฏิบัติ

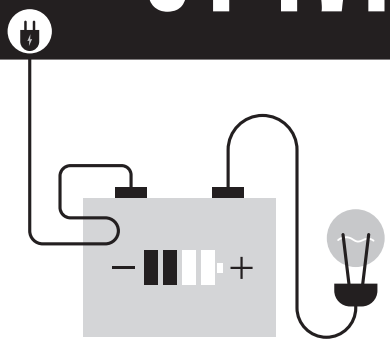






# วงจรไฟฟ้า 2

## ภาคปฏิบัติ



# คำนำ

**หนังสือวงจรไฟฟ้า 2 (ภาคปฏิบัติ)** เล่มนี้เรียบเรียงขึ้นเนื่องจากการปรับปรุงหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ของกรมอาชีวศึกษา (สำนักงานการอาชีวศึกษาในปัจจุบัน) สังกัดกระทรวงศึกษาธิการ ในช่วงปี พ.ศ. 2545-2546 ผู้เขียนจึงปรับปรุงแก้ไขหนังสือเล่มนี้ให้สอดคล้องกับหลักสูตรใหม่ เพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของงานวิชาการและให้เหมาะสมกับสภาพการเรียนรู้ในปัจจุบัน เนื้อหาต่าง ๆ รวมทั้งการทดลองในหนังสือเล่มนี้จึงสอดคล้องและครอบคลุมทุกหัวข้อที่หลักสูตรใหม่กำหนด

ผู้เขียนหวังว่าหนังสือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนและผู้สอนโดยตรง และขอขอบคุณผู้มีพระคุณทุกท่านที่เกื้อกูลผู้เขียน โดยเฉพาะสำนักพิมพ์สกายบุ๊กส์ ที่เป็นผู้นำด้านการผลิตหนังสือประกอบการเรียนการสอนช่างอุตสาหกรรมที่มีคุณภาพได้สนับสนุนผู้เขียนตลอดมา และขอขอบคุณสมาชิกในครอบครัว "วัจนเทพินทร์" ที่ช่วยเป็นกำลังใจให้กับผู้เขียนเพื่อสร้างสรรค์ผลงานวิชาการที่มีคุณภาพอย่างต่อเนื่อง

**นภัทร วัจนเทพินทร์**

# สารบัญ

| การทดลองที่ 1 | ออสซิลโลสโคปและการใช้งานเบื้องต้น (Operation of Oscilloscope) | หน้า 1/24 |
|---|---|---|

## วัตถุประสงค์

1 ปรับตั้งออสซิลโลสโคปได้เหมาะสมกับการใช้งาน

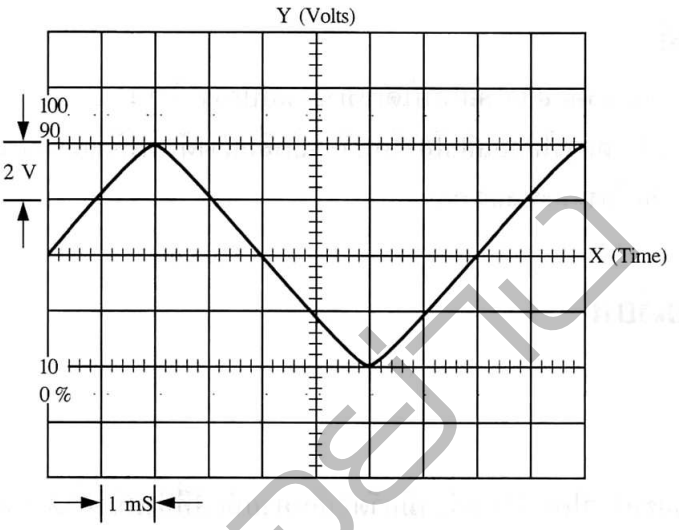
2. ปฏิบัติการใช้ออสซิลโลสโคปวัดรูปคลื่นแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

## เวลา 4 คาบเรียน

## ทฤษฎี

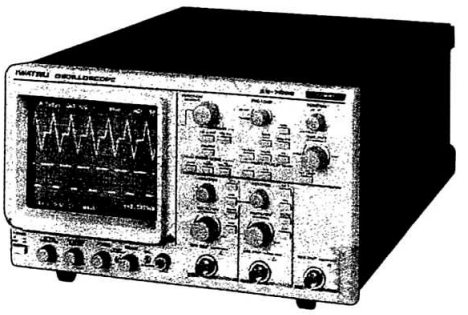
ออสซิลโลสโคปเป็นเครื่องมือวัดอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่วัดรูปคลื่นทางไฟฟ้าได้ โดยแสดงผลออกทางจอภาพให้เห็นถึงรูปร่างที่แท้จริงของคลื่นไฟฟ้าลักษณะต่าง ๆ โดยแสดงผลในลักษณะ 2 แกนคือ แกน X (แนวนอน) จะแสดงคาบเวลาของรูปคลื่นสัญญาณ (t) และแกน Y (แนวตั้ง) จะแสดงขนาด (V) ของรูปคลื่นสัญญาณ เช่น รูปคลื่นไซน์ที่แสดงบนจอออสซิลโลสโคป ในรูปที่ 1.1 มีขนาดของแรงดันสูงสุด 8 $V_{P-P}$ และคาบเวลาของสัญญาณไซน์ใน 1 วัฏจักร เท่ากับ 8 mS เป็นต้น

| การทดลองที่ 1 | ออสซิลโลสโคปและการใช้งานเบื้องต้น (Operation of Oscilloscope) | หน้า 2/24 |
|---|---|---|




**รูปที่ 1.1** *แสดงคลื่นไซน์ที่มี T = 8 mS และ V = 8* $V_{P-P}$

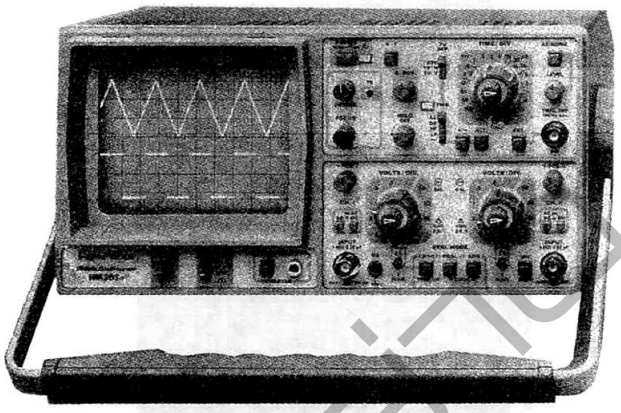
ออสซิลโลสโคปโดยทั่วไปสามารถวัดได้เฉพาะแรงดันไฟฟ้าเท่านั้น วัดได้ทั้งแรงดันไฟสลับและแรงดันไฟตรง รวมทั้งรูปคลื่นพัลส์ลักษณะต่าง ๆ ลักษณะภายนอกของออสซิลโลสโคปแสดงในรูปที่ 1.2



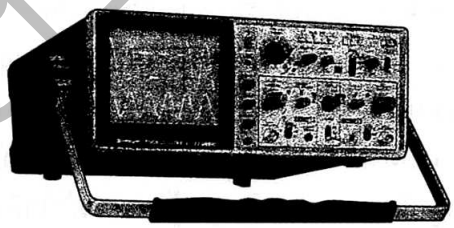
*(ก) แอนะลอกออสซิลโลสโคป (20 MHz) ผลิตภัณฑ์ IWATSU*

**รูปที่ 1.2** *ออสซิลโลสโคปที่นิยมใช้กันทั่วไป ทั้งชนิดแอนะลอกและชนิดดิจิตอล*

| การทดลองที่ 1 | ออสซิลโลสโคปและการใช้งานเบื้องต้น (Operation of Oscilloscope) | หน้า 3/24 |
|---|---|---|



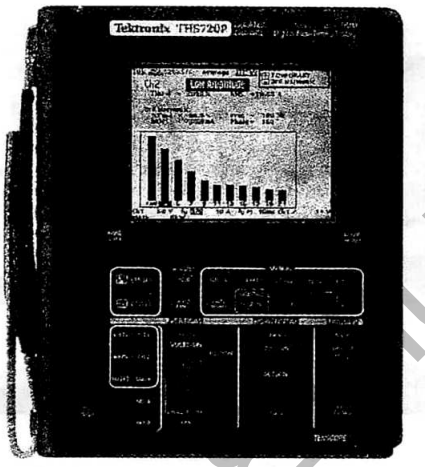
*(ข) แอนะลอกออสซิลโลสโคป (20 MHz) ผลิตภัณฑ์ HAMEX*



*(ค) แอนะลอกออสซิลโลสโคป 20 MHz ผลิตภัณฑ์ HITACHI*

**รูปที่ 1.2** *(ต่อ)*

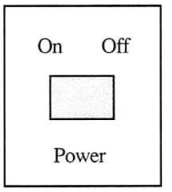
| การทดลองที่ 1 | ออสซิลโลสโคปและการใช้งานเบื้องต้น (Operation of Oscilloscope) | หน้า 4/24 |
|---|---|---|




*(ง) ดิจิตอลออสซิลโลสโคปชนิดหิ้วถือได้ (100 MHz) ผลิตภัณฑ์ Tektronik*

**รูปที่ 1.2** *(ต่อ)*

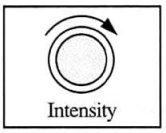
เนื่องจากออสซิลโลสโคปเป็นเครื่องมือวัดที่มีความซับซ้อน มีปุ่มควบคุมมาก และต้องการปรับปุ่มควบคุมต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับลักษณะของสัญญาณที่ต้องการจะวัด และสำหรับออสซิลโลสโคปที่แตกต่างกันตามที่บริษัทผู้ผลิตสร้างขึ้น ย่อมทำให้ผู้ใช้งานมีความยุ่งยากเมื่อจะใช้งาน อย่างไรก็ตาม ออสซิลโลสโคปทุกเครื่องจะมีปุ่มควบคุมหลัก ๆ ที่เป็นพื้นฐานเหมือน ๆ กันอยู่เป็นส่วนมาก จึงควรรู้จักและเข้าใจถึงหน้าที่การทำงานของปุ่มควบคุมดังกล่าวเป็นสังเขปดังนี้



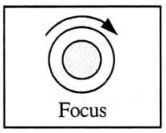

**Power On-Off**

ทำหน้าที่เปิด-ปิดเครื่องโดยมีไฟแสดงการทำงาน

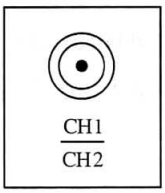
| การทดลองที่ 1 | ออสซิลโลสโคปและการใช้งานเบื้องต้น (Operation of Oscilloscope) | หน้า 5/24 |
|---|---|---|



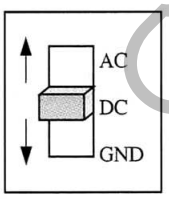

**Intensity**
ทำหน้าที่ปรับความเข้ม-ความสว่างของลำแสงบนจอภาพ



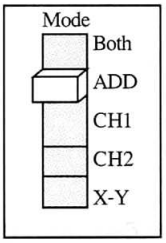

**Focus**
ทำหน้าที่ปรับความคมชัดของลำแสงบนจอภาพ




**CH1-CH2**
เป็นปลั๊ก BNC INPUT ต่อกับสายโพรบเพื่อวัดสัญญาณภายนอก CH1 = ช่องที่ 1, CH2 = ช่องที่ 2

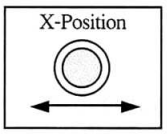



**AC-DC-GND**
ทำหน้าที่เลือกการเชื่อมต่อเพื่อให้เหมาะสำหรับการวัดสัญญาณ AC หรือ DC ถ้าอยู่ตำแหน่ง GND จะทำให้ CH1 และ CH2 ต่อลงจุดดิน

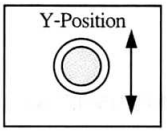



**Mode**
ทำหน้าที่เลือกการทำงานของสัญญาณอินพุต
Both = แสดงผลพร้อมกัน 2 แชนเนล
ADD = รวมสัญญาณทางเวกเตอร์ (CH1 + CH2)
CH1 = เลือกเฉพาะแชนเนลที่ 1
CH2 = เลือกเฉพาะแชนเนลที่ 2
X-Y = เลือกแสดงผลการทำงานแบบแกน X-Y

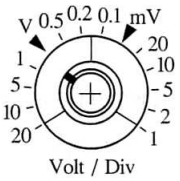
| การทดลองที่ 1 | ออสซิลโลสโคปและการใช้งานเบื้องต้น (Operation of Oscilloscope) | หน้า 6/24 |
|---|---|---|



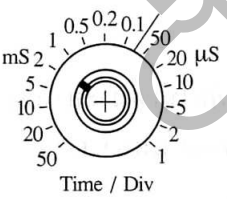

**X-Position**
ทำหน้าที่เลื่อนลำแสงของสัญญาณไปบนแนวแกน X



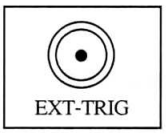

**Y-Position**
ทำหน้าที่เลื่อนลำแสงของสัญญาณไปบนแนวแกน Y



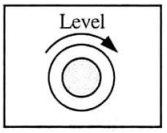

**Volt/Div**
สวิตซ์ปรับความไวของสัญญาณที่เข้าทางแชนเนล 1 และแชนเนล 2 (แกน Y) ปรับได้ตั้งแต่ 20 V/cm ถึง 1 mV/cm




**Time/Div**
สวิตซ์ปรับความไวของสัญญาณที่แสดงผลในแกน X ปรับได้ตั้งแต่ 50 mS/Div ถึง 1 µS/Div

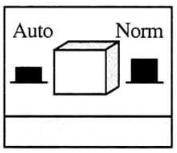



**EXT-TRIG**
ทำหน้าที่รับสัญญาณทริกจากภายนอก



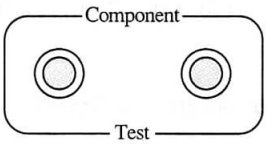

**Level**
ทำหน้าที่ปรับย่านการทริกให้เหมาะสมที่สุด ดูได้จากเส้นลำแสงจะหยุดนิ่ง

| การทดลองที่ 1 | ออสซิลโลสโคปและการใช้งานเบื้องต้น (Operation of Oscilloscope) | หน้า 7/24 |
|---|---|---|



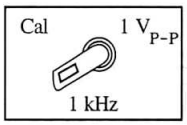

**Auto** สัญญาณบนจอจะปรากฏได้โดยไม่ต้องมีสัญญาณอินพุต

**Norm** หรือ Normal ใช้คู่กับ Level สัญญาณบนจอจะปรากฏได้เมื่อมีสัญญาณอินพุต




**Component**

ขั้วสำหรับตรวจสอบคุณลักษณะของอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น R, L, C, ไดโอด ฯลฯ




**Cal**

ขั้วสำหรับปรับเทียบสายโพรบสำหรับออสซิลโลสโคป ก่อนทำการวัดเป็นพัลส์สี่เหลี่ยมขนาด 1 $V_{P-P}$ ความถี่ 1 kHz (ออสซิลโลสโคปบางรุ่นมีขนาด 0.2 $V_{P-P}$ 1 kHz หรือ 2 $V_{P-P}$ 1 kHz)

## การวัดรูปคลื่นแรงดันไฟฟ้า

การใช้ออสซิลโลสโคปวัดรูปคลื่นแรงดันไฟฟ้าต้องระวังไม่ให้แรงดันอินพุตสูงกว่าค่าแรงดันสูงสุดที่ออสซิลโลสโคปรับได้ โดยทั่วไปออสซิลโลสโคปจะรับแรงดันอินพุตสูงสุดได้ไม่เกิน 250 $V_{AC}$ ($V_{rms}$) ทำได้โดยปฏิบัติตามลำดับต่อไปนี้

1 เสียบสายโพรบเข้าที่แชลเนล 1 (CH1) บิดล็อคไปทางขวามือให้แน่น

2. เปิด Power (On-Off)

3. ปรับ Focus และ Intensity ให้เส้นลำแสงมีความสว่างเพียงพอและมีความคมชัดเหมาะสมกับสายตาของผู้ทำการวัด

4. ปรับ Volt/Div และ Time/Div ให้เหมาะสมกับขนาดของแรงดันและความถี่ของแรงดันที่ต้องการวัดของผู้ทำการวัด

5. กดปุ่ม Mode เลือก (CH1)

| การทดลองที่ 1 | ออสซิลโลสโคปและการใช้งานเบื้องต้น (Operation of Oscilloscope) | หน้า 8/24 |
|---|---|---|

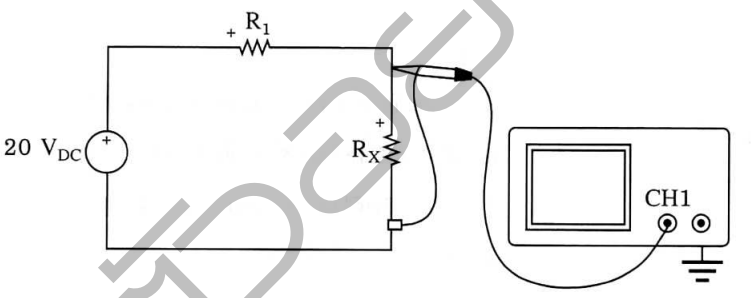
6. ปรับ AC-DC-GND ที่ตำแหน่ง GND

7 ปรับ Y-Position ให้เส้นตรงอยู่กลางจอภาพพอดี

8. เลือก AC-DC-GND อีกครั้งที่ตำแหน่ง AC ถ้าต้องการวัดไฟสลับ และที่ DC เมื่อต้องการวัดไฟตรง

9. นำสายโพรบไปวัดแรงดันที่ต้องการวัด ดังรูปที่ 1.3 (ก) เป็นการวัดแรงดันไฟตรงตกคร่อมตัวต้านทาน $R_x$

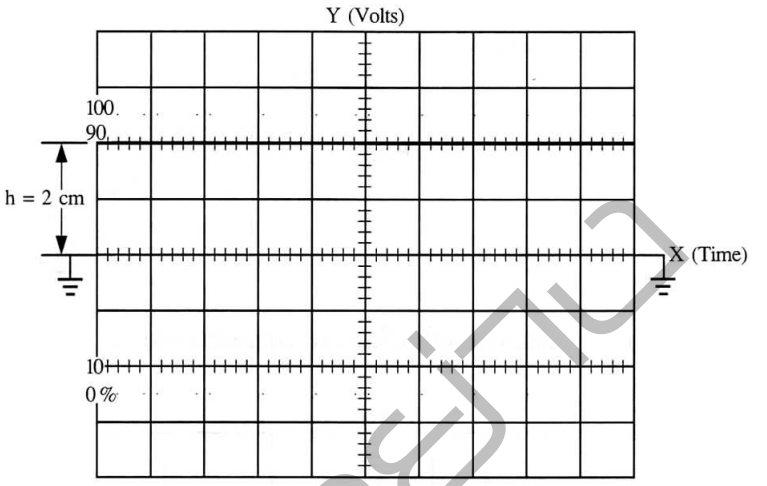
10. เมื่อภาพปรากฏบนจอภาพ ให้อ่านค่าแรงดันที่ต้องการวัดดังรูปที่ 1.3 (ข)




*(ก) การใช้ออสซิลโลสโคปวัดแรงดันไฟตรงตกคร่อม $R_X$*

**รูปที่ 1.3** *การวัดรูปคลื่นแรงดันไฟตรงด้วยออสซิลโลสโคป*

| การทดลองที่ 1 | ออสซิลโลสโคปและการใช้งานเบื้องต้น (Operation of Oscilloscope) | หน้า 9/24 |
|---|---|---|




*(ข) รูปคลื่นแรงดันไฟตรงที่ตกคร่อม $R_X$*

**รูปที่ 1.3** *(ต่อ)*

การอ่านขนาดของแรงดันไฟตรงที่วัดได้ ให้ดูที่ปุ่ม Volt/Div แสดงว่าปรับไว้ตำแหน่งใด เช่น ในตัวอย่างรูปที่ 1.3 (ข) Volt/Div = 5 V/cm แสดงว่า

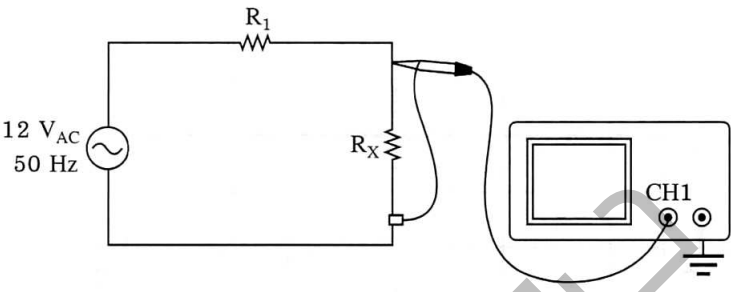
ขนาดของแรงดันไฟตรง คือ h × 5 V/cm

แต่ $h = 2$ cm

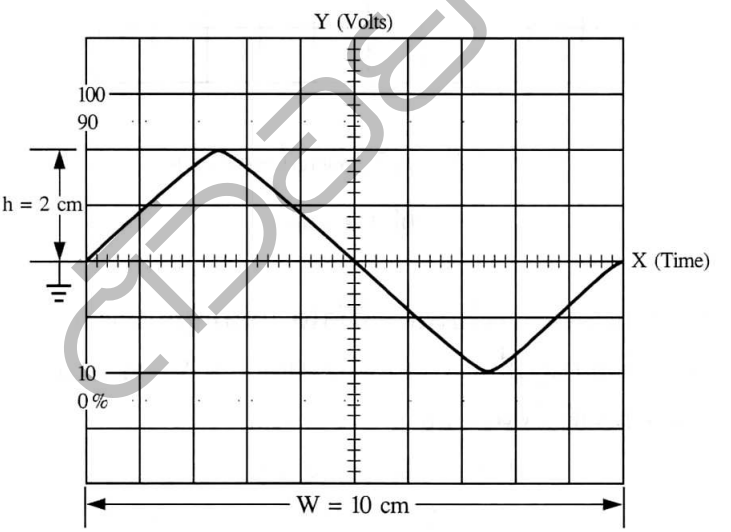
$V_{DC} = 2 \times 5\ V = 10\ V_{DC}$

สำหรับการใช้ออสซิลโลสโคปวัดแรงดันไฟสลับทำได้ตามขั้นตอนข้อ 1 10 เหมือนการวัดไฟตรง การต่อวงจรวัดแรงดันไฟสลับด้วยออสซิลโลสโคปดังแสดงในรูปที่ 1.4 (ก) และผลการวัดรูปคลื่นแสดงในรูปที่ 1.4 (ข)

| การทดลองที่ 1 | ออสซิลโลสโคปและการใช้งานเบื้องต้น (Operation of Oscilloscope) | หน้า 10/24 |
|---|---|---|




*(ก) การใช้ออสซิลโลสโคปวัดแรงดันไฟสลับตกคร่อม $R_x$*




*(ข) รูปคลื่นแรงดันไฟสลับที่ตกคร่อม $R_x$*

**รูปที่ 1.4** *การวัดรูปคลื่นแรงดันไฟสลับด้วยออสซิลโลสโคป*

การอ่านขนาดของแรงดันไฟสลับและความถี่ของแรงดันไฟสลับจากผลการวัดในรูปที่ 1.4 (ข) ทำได้โดยดูจาก Volt/Div ที่ตั้งไว้ในตัวอย่างเท่ากับ 2 V/cm และความสูง h = 2 cm

| การทดลองที่ 1 | ออสซิลโลสโคปและการใช้งานเบื้องต้น (Operation of Oscilloscope) | หน้า 11/24 |
|---|---|---|

ดังนั้น $V_P = h \times (\text{Volt/Div})$

$= 2\ \text{cm} \times 2\ \text{V/cm}$

$= 4\ \text{V}$

และ $V_{P-P} = 2\ V_P = 2 \times 4\ \text{V} = 8\ V_{P-P}$

และ $V_{rms} = 0.707\ V_P$

$= 0.707 \times 4\ \text{V} = 2.828\ V_{rms}$

สำหรับค่าความถี่ของแรงดันไฟสลับตกคร่อม $R_x$ หาได้จากค่า Time/Div และความกว้างของแกน X ตลอด 1 คาบเวลาของสัญญาณ เช่น จากรูปที่ 1.4 (ข) ถ้า Time/Div เท่ากับ 2 mS/cm และ W = 10 cm

ดังนั้น $f = \frac{1}{T}$

ดังนั้น $T = W \times (\text{Time/Div})$

$10\ \text{cm} \times 2\ \text{mS/cm}$

$T = 20\ \text{mS}$

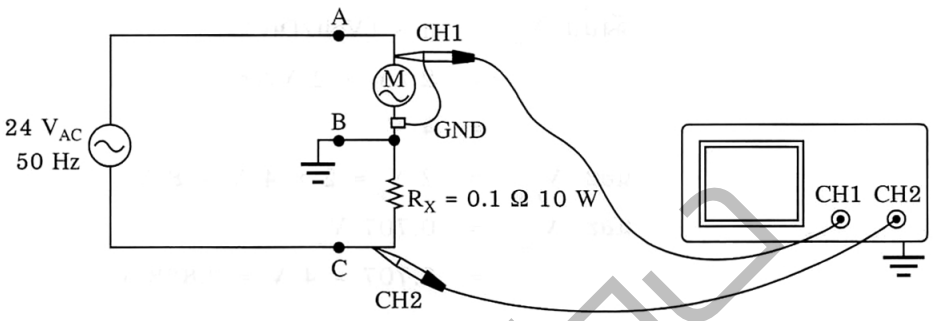
นั่นคือ $f = \frac{1}{T}$

$f = \frac{1}{20\ \text{mS}} = 50\ \text{Hz}$

## การวัดรูปคลื่นกระแสไฟฟ้า

เนื่องจากออสซิลโลสโคปวัดได้เฉพาะแรงดันไฟฟ้าเท่านั้น ถ้าต้องการวัดรูปคลื่นกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟสลับ สามารถทำได้โดยต่อตัวต้านทานค่าน้อย ๆ อนุกรมกับโหลด (ซึ่งความต้านทานนี้ต้องน้อยกว่าความต้านทานโหลดมาก ๆ จึงจะไม่มีผลต่อขนาดของการวัดมากนัก) และให้ใช้ออสซิลโลสโคปแชนเนลใดแชลเนลหนึ่งวัดแรงดันตกคร่อมความต้านทานค่าน้อย ๆ นี้ จึงจะได้รูปคลื่นกระแสในวงจรตามต้องการ ตัวอย่างเช่น การใช้ออสซิลโลสโคปวัดกระแสที่ผ่านมอเตอร์ ดังรูปที่ 1.5

| การทดลองที่ 1 | ออสซิลโลสโคปและการใช้งานเบื้องต้น (Operation of Oscilloscope) | หน้า 12/24 |
|---|---|---|




**รูปที่ 1.5** *การวัดรูปคลื่นแรงดันตกคร่อมมอเตอร์ด้วยแชลเนล 1 และ วัดรูปคลื่นกระแสที่ผ่านมอเตอร์ด้วยแชลเนล 2*

จากรูปที่ 1.5 จะเห็นว่าตำแหน่ง GND ของออสซิลโลสโคปคือจุด B เพราะเป็นจุดต่อร่วมระหว่างโหลดกับ $R_X$ และสายโพรบของออสซิลโลสโคปจะใช้จุด GND เพียงเส้นเดียวจะให้ความปลอดภัยสูงที่สุด คือใช้ GND จากปากคีบจุด GND ของสายโพรบแชนเนล 1 สำหรับแชนเนล 2 ไม่ต้องต่อ GND เพราะออสซิลโลสโคปทุกเครื่อง จุด GND ของแชนเนล 1 และแชนเนล 2 คือจุดเดียวกัน

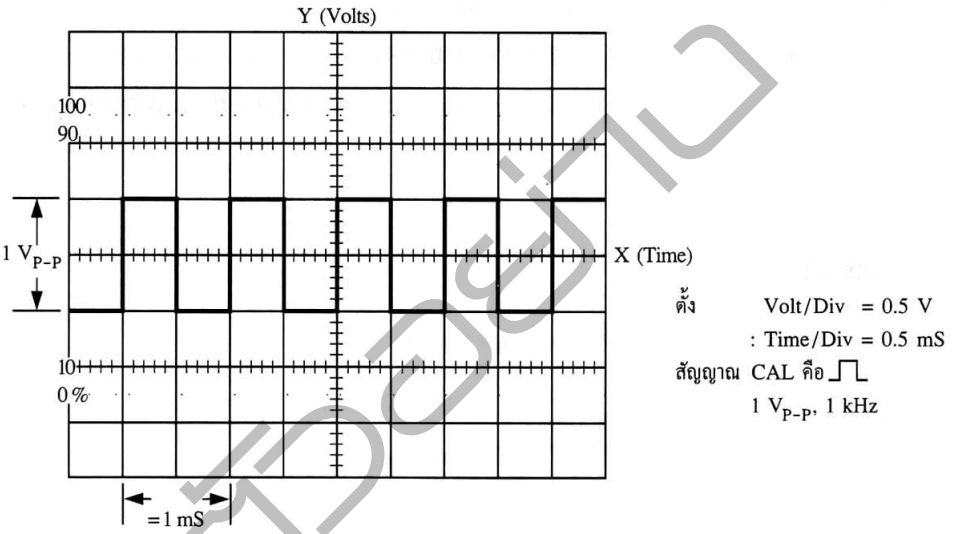
## อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

| | |
|---|---|
| 1 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 0-30 $V_{DC}$ | 1 เครื่อง |
| 2. ออสซิลโลสโคป 2 แชนเนล | 1 เครื่อง |
| 3. เครื่องกำเนิดสัญญาณ | 1 เครื่อง |
| 4. ตัวต้านทานปรับค่าได้ 500 Ω 2 W | 1 ตัว |
| 5. ตัวต้านทาน 1 W 5% ค่า 47 Ω, 1 kΩ, 2 kΩ อย่างละ | 1 ตัว |
| 6. ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ | 1 เครื่อง |
| 7. ตัวต้านทาน 5 W 5% ค่า 1 Ω | 1 ตัว |
| 8. ตัวเก็บประจุชนิดไม่มีขั้ว ค่า 0.47 μF 50 $V_{AC}$ | 1 ตัว |

| การทดลองที่ 1 | ออสซิลโลสโคปและการใช้งานเบื้องต้น (Operation of Oscilloscope) | หน้า 13/24 |
|---|---|---|

## การทดลองที่ 1

การปรับเทียบออสซิลโลสโคป




รูปที่ 1.6

## ลำดับขั้นการทดลอง

1. เปิดสวิตซ์ Power On-Off ของออสซิลโลสโคป

2. ปรับความเข้มของแสงที่ปุ่ม Intens และปรับความคมของเส้นด้วยปุ่ม Focus จนเหมาะสมกับสายตาของผู้วัด

3. ต่อสายโพรบเข้าที่ปลั๊ก BNC แชนเนล 1 และแชนเนล 2

4. ปรับสวิตซ์โหมดที่ CH1 ปรับ Volt/Div ของแชนเนล 1 = 0.5 V/cm และปรับ Time/Div = 0.5 mS/cm ปรับปุ่ม AC-DC-GND ที่ตำแหน่ง GND และให้ปรับปุ่ม Y-Position จนเส้นบนจอภาพอยู่ตำแหน่ง GND กลางจอภาพพอดี ดังรูปที่ 1.6

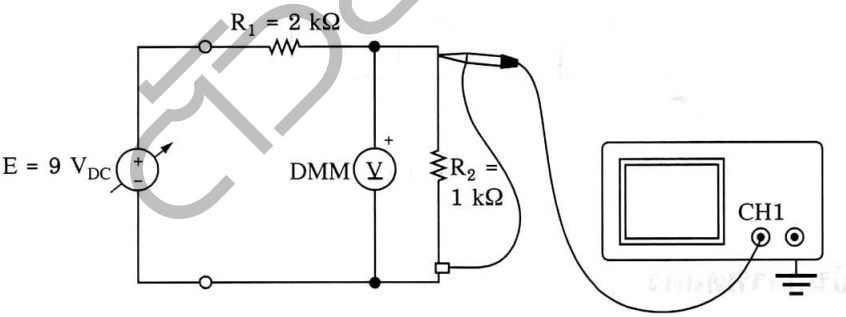
| การทดลองที่ 1 | ออสซิลโลสโคปและการใช้งานเบื้องต้น (Operation of Oscilloscope) | หน้า 14/24 |
|---|---|---|

5. เลื่อนปุ่ม AC-DC-GND ไปที่ AC และนำสายโพรบแชนเนล 1 ต่อเข้าที่ขั้ว CAL ถ้าเป็นออสซิลโลสโคปที่มีสัญญาณ CAL เท่ากับ 1 $V_{P-P}$, 1 kHz ผู้ปรับเทียบจะต้องปรับปุ่ม CAL-Volt และ CAL-Time ให้รูปคลื่นบนจอภาพปรากฏดังรูปที่ 1.6 จึงจะถือได้ว่าแชนเนล 1 นำไปวัดสัญญาณได้ถูกต้อง

6. ทำตามลำดับข้อ 4 และ 5 กับสายโพรบแชนเนล 2 อีกครั้ง และปรับ CAL-Volt ให้ได้ดังรูปที่ 1.6 (สำหรับ CAL-Time ปรับเพียงครั้งเดียวจะได้ค่าเท่ากันทั้ง 2 แชนเนล)

## การทดลองที่ 2

การวัดแรงดันไฟตรงด้วยออสซิลโลสโคป




รูปที่ 1.7

## ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรทดลองดังรูปที่ 1 7 ปรับแหล่งจ่ายไฟตรงที่แรงดัน E = 9 $V_{DC}$

2. ปรับตั้งออสซิลโลสโคปแชนเนล 1 ที่ปุ่ม AC-DC-GND ที่ตำแหน่ง DC และ Volt/Div = 1 Volt/cm และ Time/Div = 2 mS

| การทดลองที่ 1 | ออสซิลโลสโคปและการใช้งานเบื้องต้น (Operation of Oscilloscope) | หน้า 15/24 |
|---|---|---|

3. ใช้ออสซิลโลสโคปแชนเนล 1 วัดแรงดันไฟตรงตกคร่อม $R_2$ ดังรูปที่ 1.7 โดยให้เส้น 0 V อยู่กลางจอภาพ และบันทึกผลการวัดค่าแรงดันตกคร่อม $R_2$ ลงในรูปที่ 1.8 (ก)

4. คำนวนค่าแรงดัน $V_{R2}$ ที่อ่านได้จากจอภาพรูปที่ 1.8 (ก) บันทึกผลการคำนวณลงในตารางที่ 1.1

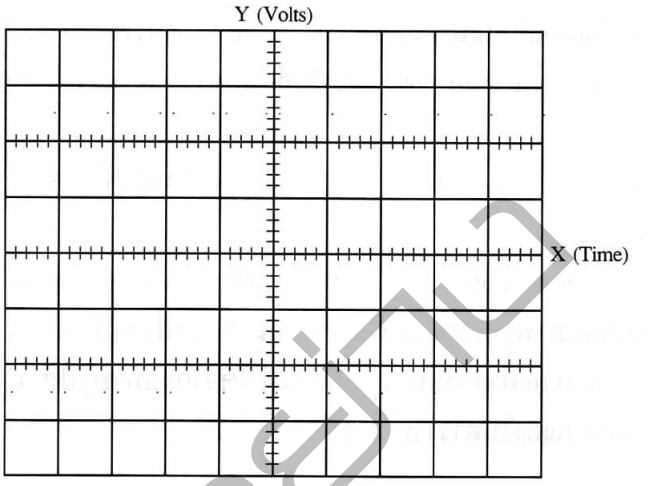
5. เปลี่ยน Volt/Div = 2 V/cm และ 5 V/cm ตามลำดับ วัดแรงดันตกคร่อม $R_2$ อีกครั้ง สเก็ตซ์ภาพรูปคลื่นแรงดันตกคร่อม $R_2$ ลงในรูปที่ 1.8 (ข) และ (ค)

6. คำนวณค่าแรงดัน $V_{R2}$ ที่อ่านค่าได้จากจอภาพรูปที่ 1.8 (ข) และ (ค) และบันทึกผลการคำนวณลงในตารางที่ 1.1

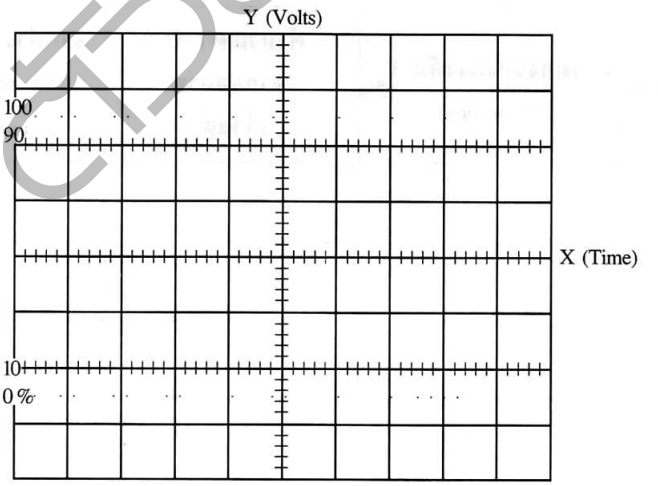
**ตารางที่ 1.1**

| Volt/cm | ความสูงของแรงดัน $V_{R2}$ (h = cm) | คำนวณค่า $V_{R2}$ จากจอภาพ (โวลต์) | อ่านค่าแรงดัน $V_{R2}$ จากโวลต์มิเตอร์ (โวลต์) |
|---|---|---|---|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 5 | | | |

| การทดลองที่ 1 | ออสซิลโลสโคปและการใช้งานเบื้องต้น (Operation of Oscilloscope) | หน้า 16/24 |
|---|---|---|



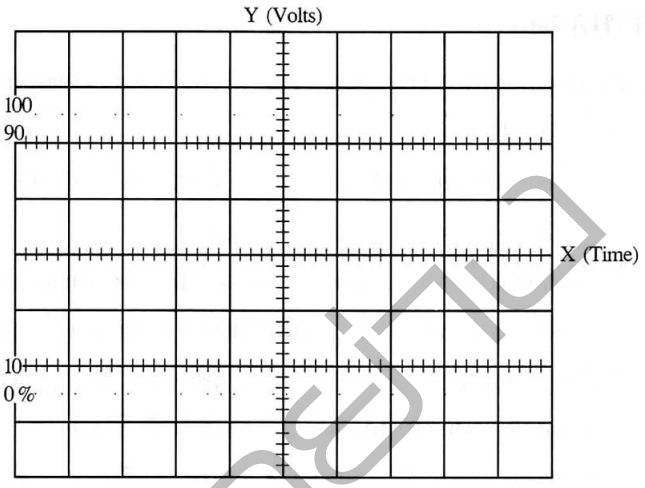

*(ก) Volt/Div = 1 V/cm, Time/Div = 2 mS/cm*




*(ข) Volt/Div = 2 V/cm, Time/Div = 2 mS/cm*

**รูปที่ 1.8**

| การทดลองที่ 1 | ออสซิลโลสโคปและการใช้งานเบื้องต้น (Operation of Oscilloscope) | หน้า 17/24 |
|---|---|---|

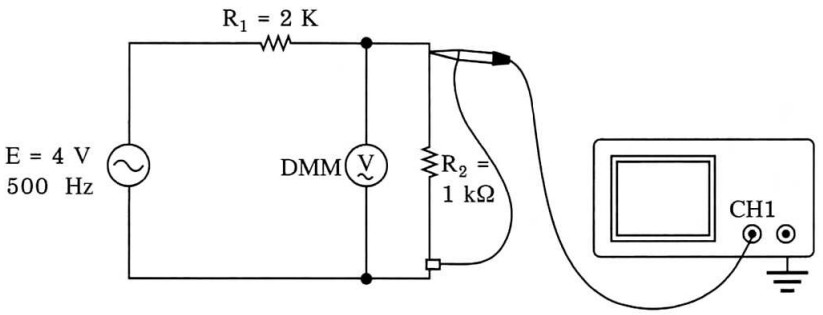



*(ค) Volt/Div = 5 V/cm, Time/Div = 2 mS/cm*

**รูปที่ 1.8** *(ต่อ)*

## การทดลองที่ 3

การวัดแรงดันไฟสลับด้วยออสซิลโลสโคป




**รูปที่ 1.9**

จัดพิมพ์และจำหน่ายโดย

บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด
SKYBOOK COMPANY LIMITED
28, 30, 32 ซอยรังสิต-ปทุมธานี 16 ซอย 7
ต.ประชาธิปัตย์ อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12130
โทรศัพท์ 0-2958-1125, 0-2958-1127 www.skybook.co.th
e-mail: sales@skybook.co.th, salesskybook@gmail.com

e-book

หมวดงานอาชีพ
วงจรไฟฟ้า 2
ภาคปฏิบัติ

ISBN : 978-616-596-225-4
9 786165 962254
ราคา 240 บาท