

กลุ่ม(เข้า-ปาย) _____ กลุ่มที่ _____ ชั้นปีที่ _____ ห้อง _____
รหัส _____ ชื่อ _____ รหัส _____ ชื่อ _____

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

การทดลองที่ 3 : Capacitor คาปาซิเตอร์ (Rev.07)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาทดลองใช้มิเตอร์วัด Capacitance
2. ฝึกใช้ Oscilloscope & Function Generator
3. เพื่อให้นักศึกษาทดลองต่อวงจรรีซิสเตอร์ คาปาซิเตอร์ (RC circuit)
4. เพื่อให้นักศึกษาตระหนักถึงความปลอดภัย ในการใช้งาน Capacitor แบบ Electrolytic



ลายเซ็น วันที่ เวลา (เต็ม 10 คะแนน)

อุปกรณ์เพิ่มเติม

ไม่มี

วัสดุเพิ่มเติม

1. ขวดน้ำพลาสติก (นักศึกษาจัดหามาเอง)
2. อุปกรณ์สำหรับติด temperature probe เข้ากับ ขาของ capacitor เช่น เทปใส

การทดลอง

การทดลอง 3.1 Capacitance Measuring and Reading

การทดลอง 3.2 Oscilloscope and Function Generator

การทดลอง 3.3 RC circuit

การทดลอง 3.4 Reverse Supply of capacitor

วัสดุเหล่านี้ เมื่อทดลองเสร็จให้เก็บให้เรียบร้อย

เพื่อใช้ในการทดลองครั้งต่อไป

การทดลองที่ 3.1 Capacitance Measuring and Reading

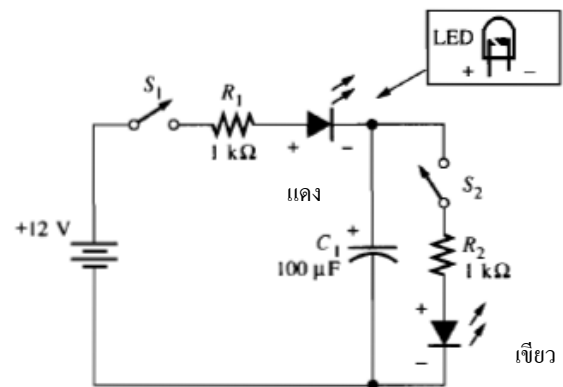
- 1) ใช้ Digital Multimeter วัดค่าคาปาซิแตนซ์ บันทึกผลในตาราง
 - a. ปรับ Rotary switch ไปที่ Fcx (200 μ , 2 μ , 200n, 20n, 2n ตามความเหมาะสม)
 - b. สายสีแดงและสีดำ ใช้เสียบไปที่สองช่องตรงกลางของมิเตอร์ UNI-T นำปลายอีกด้านหนึ่งไปวัดที่ขาของคาปาซิเตอร์
 - c. บันทึกผลในตาราง ในคอลัมน์ Measured Value (C_M)
- 2) คำนวณค่าความผิดพลาด บันทึกผลในตาราง

Capacitor	Listed Value (C_L)	Measured Value C_M	ค่าความผิดพลาด $ C_M - C_L $	เปอร์เซ็นต์ $100 * C_M - C_L / C_L$	ชนิดของคาปาซิเตอร์
C_1	100 μ F				
C_2	47 μ F				
C_3	10 μ F				
C_4	1 μ F				
C_5	0.01 μ F				

- 3) ต่อดังรูป LED- R_1 ใช้สีแดง LED- R_2 ใช้สีเขียว

- 4) ปรับค่าสวิตช์ S1 และ S2 ตามตาราง

สังเกต LED บันทึกผล





ตารางบันทึกผลการทดลอง

S_1	S_2	LED- R_1 (แดง)	LED- R_2 (เขียว)
open	open	ไม่สว่าง	ไม่สว่าง
close	open		
open	open		
open	close		
close	close		

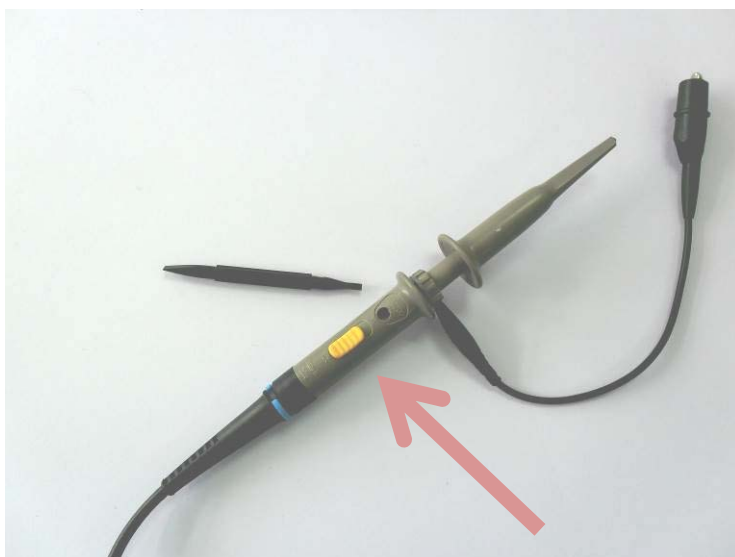
การทดลองที่ 3.2 Oscilloscope & Function Generator

การทดลองที่ 3.2.1 Probe Assembly & Calibration

- 1) ประกอบสายโพรบของออสซิลโลสโคป(สายวัด) ดังรูป โดยอันที่หนึ่งใช้วงแหวนสีเหลือง อันที่สองใช้วงแหวนสีน้ำเงิน

 <p>Probe สำหรับ channel 1 (CH1)</p> <p>ใช้แหวนสีเหลือง</p>	 <p>Probe สำหรับ channel 2 (CH2)</p> <p>ใช้แหวนสีน้ำเงิน</p>
--	---

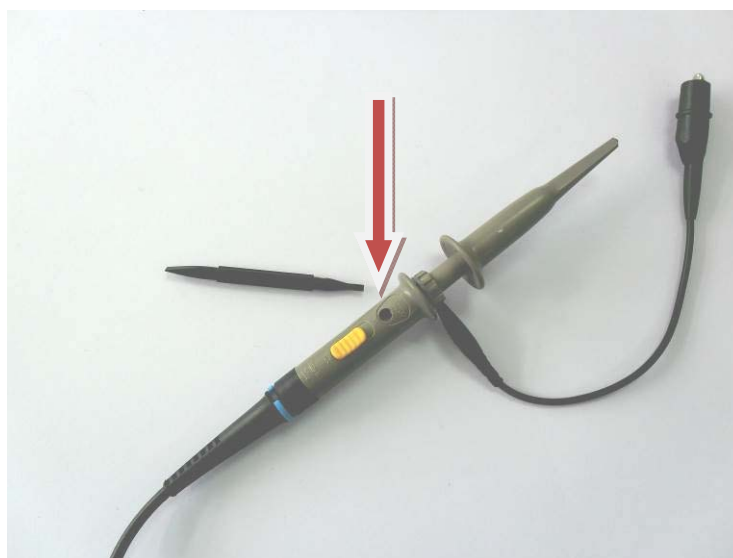
- 2) ปรับ สายโพรบ(สายวัด) เป็น 10x (สวิตช์สีเหลืองที่ตัว probe)



- 3) เปิด power switch รอจนเครื่อง Oscilloscope บูทเสร็จ ให้สังเกตที่แผงปุ่ม VERTICAL panel กดปุ่ม CH1 ซ้ำเพื่อให้ไฟสีเขียวติดเฉพาะ CH1 (ถ้าไฟ CH2 ติด ให้กดปุ่ม CH2 เพื่อให้ OFF)
- 4) ที่แผงปุ่ม VERTICAL panel เลือก CH1 และให้ตั้งค่าปุ่มควบคุมต่าง ๆ ดังนี้

<p>Coupling เป็น GND</p> <p>BW Limit เป็น ON</p> <p>Probe เป็น 10X</p> <p>Digital Filter เป็น OFF</p>	<p>Volts/Div เป็น Coarse</p> <p>Invert เป็น OFF</p> <p>ปรับปุ่ม VERTICAL POSITION ให้ POS=0.00uV</p> <p>ปรับปุ่ม VERTICAL SCALE ให้ได้ 500mV</p>
---	--

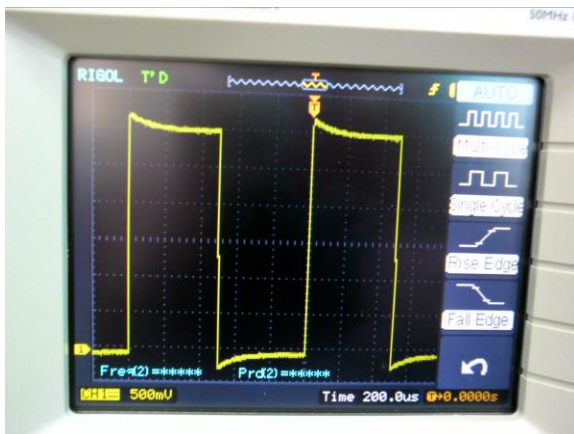
- 10) ใช้ไขควงปรับให้ได้สัญญาณสี่เหลี่ยมที่รูปร่างสวยที่สุด(ตามรูปที่ 3) แล้วถอดโพรบออก



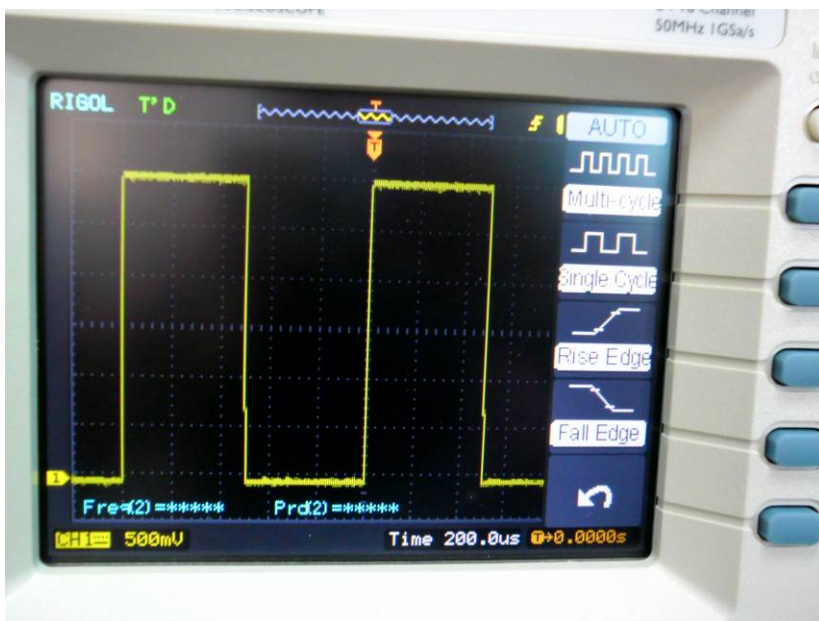
- 11) นำโพรบสีน้ำเงินต่อกับ CH2 แล้วทำการ calibrate ตามขั้นตอนข้างต้นอีกครั้งหนึ่ง



รูปที่ 1



รูปที่ 2

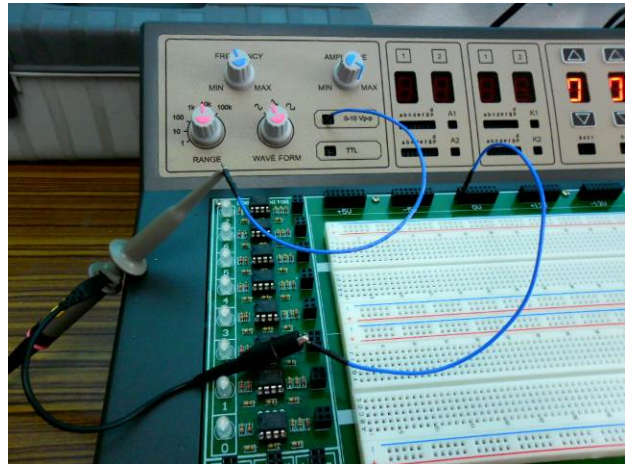
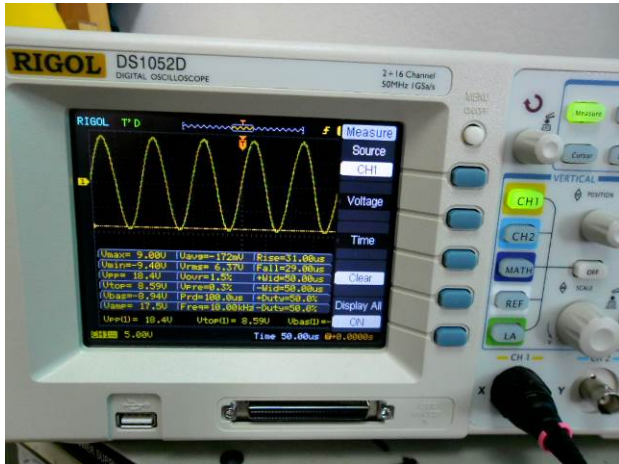


รูปที่ 3



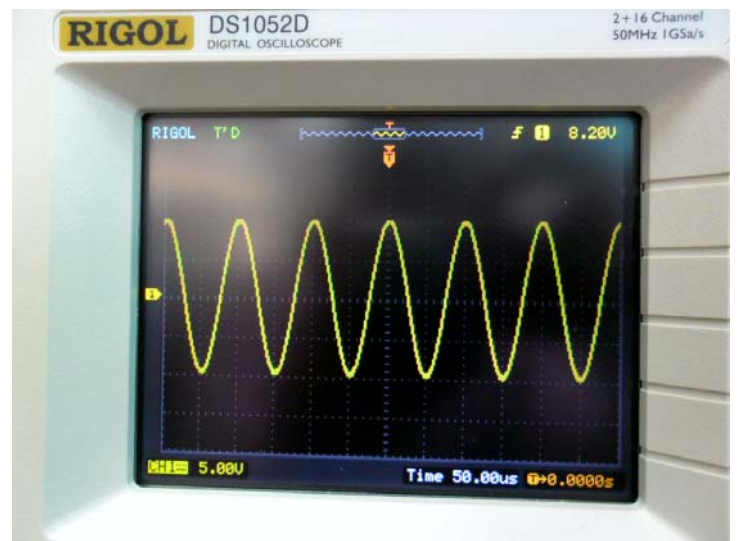
การทดลอง 3.2.2 การวัด Waveform

- 1) นำโพรบสี่เหลี่ยมต่อกับ CH1 ที่ ออสซิลโลสโคป
- 2) อีกด้านหนึ่งต่อกับ MRT Digital training set ดังรูป

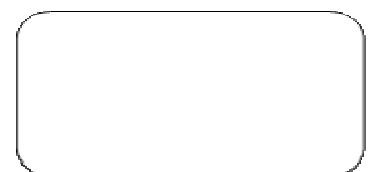


- 3) กดปุ่ม AUTO ที่ออสซิลโลสโคป และปรับปุ่ม Vertical position , Vertical scale , Horizontal position และ Horizontal scale ให้สัญญาณดูชัดเจน กดปุ่ม measure เพื่อให้ออสซิลโลสโคปอ่านค่าออกมา
- 4) ให้นักศึกษาทดลองปรับปุ่มที่ MRT Digital Training Set (ปุ่ม Frequency, ปุ่ม Amplitude, ปุ่ม Range, ปุ่ม Waveform อยู่ด้านบนซ้าย) สังเกต ความเปลี่ยนแปลงที่หน้าจอ oscilloscope
- 5) ปรับปุ่ม waveform ให้เป็น sine wave, ปรับปุ่ม Amplitude ให้ได้ 10 Vpp
- 6) ปรับปุ่ม RANGE ตามตาราง และ ปรับปุ่ม Frequency ตามที่กำหนด วาดรูปตำแหน่งของปุ่มหมุน Frequency ลงในตาราง

RANGE	Freq (Hz)	ตำแหน่งปุ่ม Frequency
1k	200	
2k	1,000 (1k)	
100k	10,000 (10k)	



วาดรูป หรือ บันทึกเทียบตามเข็มนาฬิกา



- 7) ตั้งค่า sine wave ให้ได้ 500 Hz. 3.0 Vpp แล้วให้อาจารย์ตรวจ

การทดลองที่ 3.3 RC circuit

Summary of Theory:

When a sine wave at some frequency drives a circuit that contains only linear elements (resistors, capacitors, and inductors), the waveforms throughout the circuit are also sine waves at that same frequency. To understand the relationship between the sinusoidal voltages and currents, we can represent ac waveforms as phasor quantities. A *phasor* is a complex number used to represent a sine wave's amplitude and phase. A graphical representation of the phasors in a circuit is a useful tool for visualizing the amplitude and phase relationship of the various waveforms. The algebra of complex numbers can then be used to perform arithmetic operations on sine waves.

Figure 23–1(a) shows an *RC* circuit with its impedance phasor diagram plotted in Figure 23–1(b). The total impedance is $5\text{ k}\Omega$, producing a current in this example of 1.0 mA . In any series circuit, the same current flows throughout the circuit. By multiplying each of the phasors in the impedance diagram by the current in the circuit, we arrive at the voltage phasor diagram illustrated in Figure 23–1(c). It is convenient to use current as the reference for comparing voltage phasors because the current is the same throughout. Notice the direction of current. The voltage and the current are in the same direction across the resistor because they are in phase, but the voltage across the capacitor lags the current by 90° . The generator voltage is the phasor sum of the voltage across the resistor and the voltage across the capacitor.

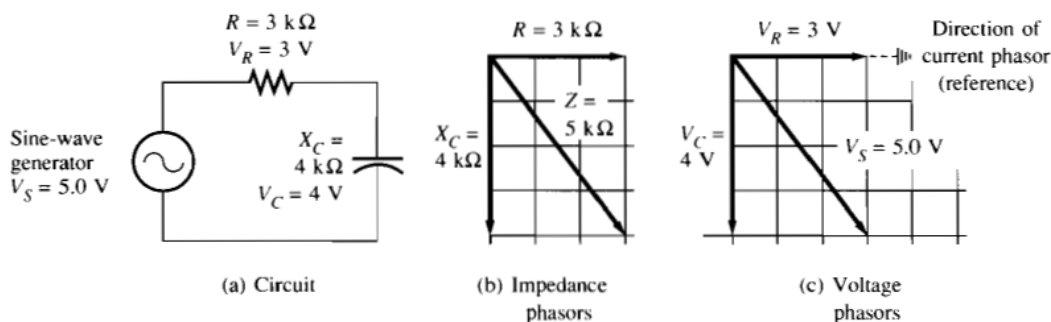


Figure 23–1

The phasor diagram illustrated by Figure 23–1 is correct only at one frequency. This is because the reactance of a capacitor is frequency dependent as given by the equation:

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

As the frequency is raised, the reactance (X_C) of the capacitor decreases. This changes the phase angle and voltages across the components. These changes are investigated in this experiment.

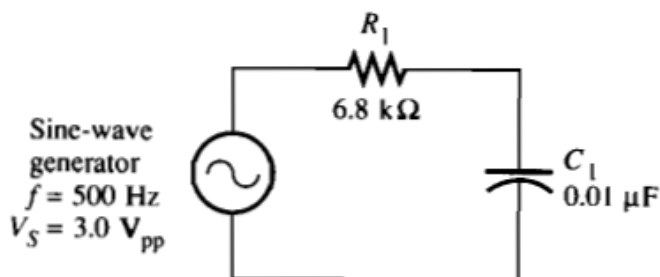
1) วัดค่ารีซิสเตอร์และคาปาซิเตอร์

บันทึกผลในตาราง

Component	Listed Value	Measured Value
C_1	0.01 μF	
R_1	6.8 k Ω	

2) ปรับเครื่องกำเนิดสัญญาณไซน์ ให้ได้ 3.0 Vpp 500 Hz. (อ่านค่าจากออสซิลโลสโคป) ค่าต่าง ๆ ที่บันทึก ให้บันทึกเป็น peak to peak

3) ต่อวงจรดังรูป



4) วัดโวลเตจที่ตกคร่อมรีซิสเตอร์ บันทึกผลในตาราง (ใช้ออสซิลโลสโคป)

5) คำนวณค่า กระแส บันทึกผลในตาราง

6) วัดโวลเตจที่ตกคร่อมคาปาซิเตอร์ บันทึกผลในตาราง (ใช้ออสซิลโลสโคป)

7) คำนวณค่า X_{C1} บันทึกผลในตาราง ($X_{C1} = V_{C1}/I$)

7) คำนวณค่า อิมพีแดนซ์ $Z = \sqrt{R_1^2 + X_{C1}^2}$ บันทึกผลในตาราง

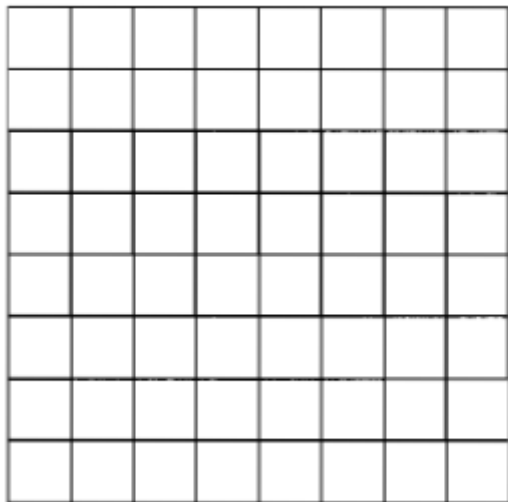
8) เปลี่ยนค่าความถี่ เป็น 1k, 2k, 4k, 8kHz วัดและคำนวณค่าต่าง ๆ บันทึกผลในตาราง

Frequency	V_{R1}	$I = V_{R1} / R_1$	V_C	X_{C1}	$Z = \sqrt{R_1^2 + X_{C1}^2}$
500 Hz					
1,000 Hz					
2,000 Hz					
4,000 Hz					
8,000 Hz					

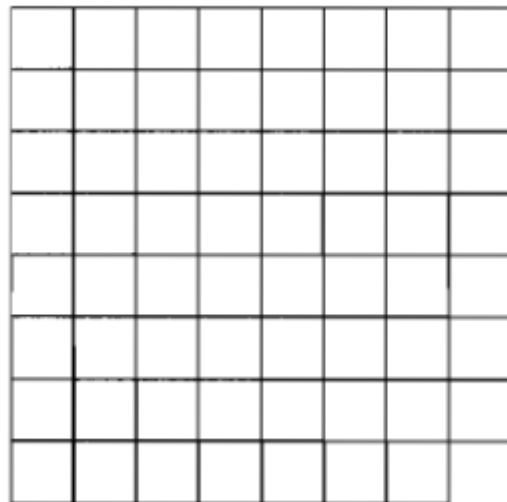
กลุ่ม(เข้า-ปาย) _____ กลุ่มที่ _____ ชั้นปีที่ _____ ห้อง _____
 รหัส _____ ชื่อ _____ รหัส _____ ชื่อ _____

9) วาดรูป impedance phasors ใน a) และ voltage phasors ใน b) ที่ความถี่ 500 Hz. (ตามทฤษฎี หน้า 7)

ให้ใส่สเกลแนวแกน x และ แกน y ให้เหมาะสม เพื่อให้รูปที่วาดมีความชัดเจน



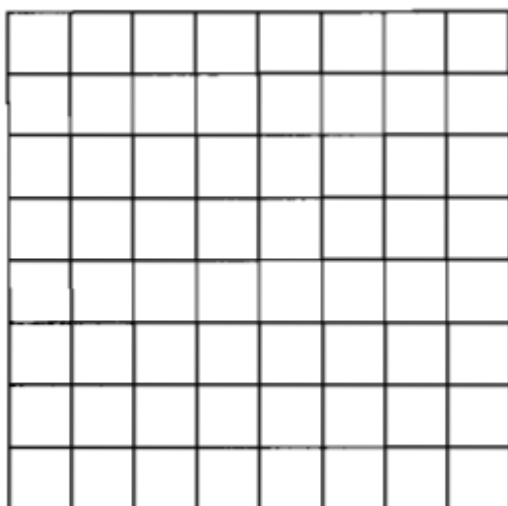
a) 500 Hz Impedance phasors



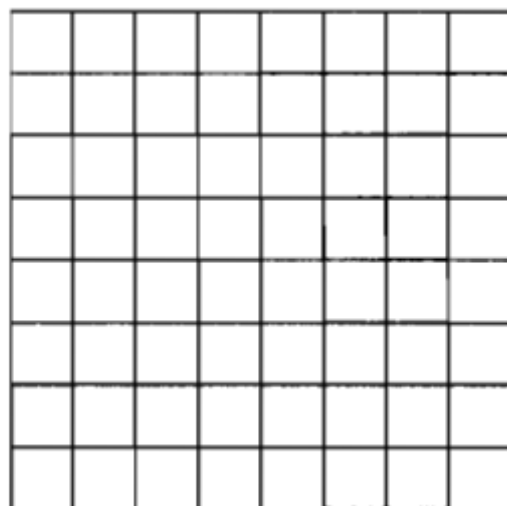
b) 500 Hz. Voltage phasors

10) วาดรูป impedance phasors ใน a) และ voltage phasors ใน b) ที่ความถี่ 4KHz.

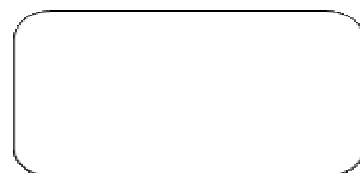
ให้ใส่สเกลแนวแกน x และ แกน y ให้เหมาะสม เพื่อให้รูปที่วาดมีความชัดเจน



a) 4kHz Impedance phasors



b) 4kHz. Voltage phasors



ลายเซ็น

การทดลองที่ 3.4 Reverse Supply of capacitor

ทำการทดลองในห้องแล็บ วันพุธเท่านั้น

Electrolytic capacitor เป็นอุปกรณ์ที่ถูกใช้งานอย่างแพร่หลาย ซึ่ง Electrolytic capacitor เป็นคาปาซิเตอร์แบบมีขั้ว กล่าวคือ ต้องนำไฟที่มีโวลเตจสูงกว่าต่อกับขั้วบวกของคาปาซิเตอร์ และนำไฟที่มีโวลเตจต่ำกว่าต่อกับขั้วลบของคาปาซิเตอร์

ในความเป็นจริง โอกาสที่จะต่อคาปาซิเตอร์กลับขั้ว ก็มีความเป็นไปได้ และอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ เพราะจะทำให้เกิดการระเบิด รวมถึงการใช้ แรงดันไฟฟ้าเกินกว่าที่กำหนดด้วย ในการทดลองนี้ เป็นการต่อคาปาซิเตอร์แบบกลับขั้ว ไฟบวกเข้าที่ขาลบ และไฟลบเข้าที่ขาบวก เพื่อให้นักศึกษาสังเกตผลลัพธ์ที่ได้

- 1) วัดค่า capacitor 1uF 16V. โดยใช้ UNI-T ค่าที่ได้คือ
- 2) ใช้ power supply แบบปรับค่าได้ 0-60 Volt. (การทดลอง 1.7)
- 3) ตรวจสอบให้แน่ใจว่า ปิด power supply แล้ว
- 4) ตัด โพรบวัดอุณหภูมิ เข้าที่ ขาของ capacitor แล้วนำโพรบต่อเข้ากับมิเตอร์(สายดำต่อที่ COM สายแดงต่อที่ ช่องสอง จากซ้าย) ตั้งค่ามิเตอร์แบบวัดอุณหภูมิ
- 5) ระหว่างการทดลองถ้ามิเตอร์ดับ ให้ปิด และเปิดอีกครั้งหนึ่ง (Sleep mode ป้องกันแบตเตอรี่หมด)
- 6) ต่อ ไฟบวกของ power supply เข้าที่ขาลบของ Capacitor ไฟลบเข้าที่ขาบวกของ Capacitor (ต่อแบบกลับขั้ว)
- 7) นำ capacitor ใส่ในขวดใส เพื่อป้องกันการระเบิด
- 8) เปิด power supply บันทึกค่าอุณหภูมิที่อ่านได้ และเวลา ในช่องลำดับ 1
- 9) เพิ่ม power supply ตามตาราง รอ 1 นาที บันทึกเวลา และอุณหภูมิ (ไม่ต้องปิด power supply)
- 10) เมื่อ capacitor ระเบิดให้หยุดทำการทดลอง บันทึกเวลา และอุณหภูมิ

ลำดับ	Power Supply Voltage Ch1+Ch2	เวลา	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	หมายเหตุ
1	0 V.			
2	5 V.			
3	10 V.			
4	15 V.			
5	20 V.			
6	25 V.			
7	30 V.			
8	35 V.			
9	40 V.			
10	45 V.			

10 ค่าโวลเตจที่ทำให้คาปาซิเตอร์ระเบิดคือ..... อุณหภูมิสูงสุดที่ได้คือ

11. วัดค่า capacitance หลังจากระเบิด ค่าที่ได้คือ