

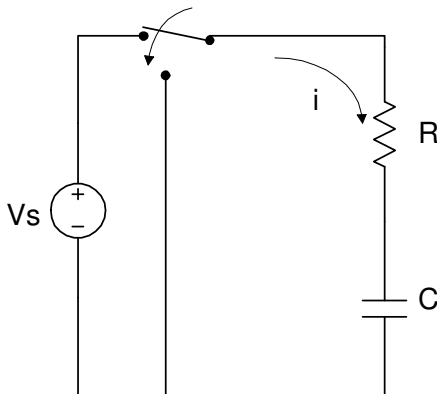
การทดลองที่ 7

เรื่อง RC circuits

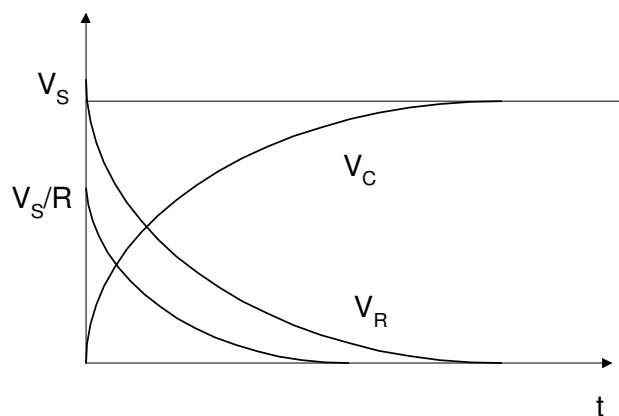
- วัตถุประสงค์**
1. เพื่อศึกษาถึงผลตอบสนองของ RC circuits
 2. เพื่อศึกษาถึงเกี่ยวกับค่าคงตัว (time constant) ของวงจร RC circuits

ทฤษฎี จากวงจรในรูปที่ 1 เป็นวงจร Resistance and Capacitance Circuit ถ้าเราให้สวิตช์เปิด อยู่จนกระทั่งที่เวลา $t=0$ สวิตช์จึงปิดลง และสมมติให้แรงดัน $V_C(0) = 0$ ก็จะเกิดการเปลี่ยนแปลงในวงจร โดยมีประจุทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลสูงสุดในวงจรที่เริ่มต้นปิดสวิตช์และแรงดันที่ตัวเก็บประจุจะเริ่มสะสมขึ้นจนมีแรงดันเท่ากับแหล่งกำเนิดแรงดัน ($V_C=V_S$) ในขณะที่แรงดันสูงสุดนี้วงจรก็จะเข้าสู่ Steady state และประจุก็หยุดไหลทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2 และค่าของแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม Resistor และ Capacitor กระแสที่ไหลในวงจรและพลังงานที่เก็บสะสมไว้ในคาปาซิเตอร์สามารถเขียนได้ดังนี้

$$\begin{aligned} V_R &= V_S (e^{-(t/RC)}) & V_C &= V_S (1 - e^{-(t/RC)}) \\ i &= (V_S / R) (e^{-(t/RC)}) & W_c &= (1/2) C V_c^2 \end{aligned}$$



รูปที่ 1



รูปที่ 2

สำหรับเวลาที่ใช้ในการเก็บประจุของตัวเก็บประจุให้ได้ 63.2% ของค่าสูงสุดเราเรียกว่า time constant (τ) ซึ่งค่านี้ของวงจร RC หาได้จาก $\tau = R_{eq} C_{eq}$ (ค่า R equivalent และ C equivalent ที่พบในวงจร) ซึ่งเมื่อเวลา $t = \tau$ แล้วก็จะได้แรงดันคร่อมตัวเก็บประจุมีค่าประมาณ 63.2% ของแรงดันที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุสูงสุดและในกรณีของการคายประจุออกจากตัวเก็บประจุจะเกิดขึ้นเมื่อปลดแหล่งกำเนิดแรงดันออกจากวงจรและทำให้ตัวเก็บประจุคายประจุที่เก็บไว้ผ่านความต้านทาน ดังรูปที่ 3 ซึ่งในการคายประจุนี้ก็จะมีความ time Constant เช่นเดียวกับกับการคำนวณนี้จะเหมือนกับกรณีของการเก็บประจุ ดังรูปที่ 4

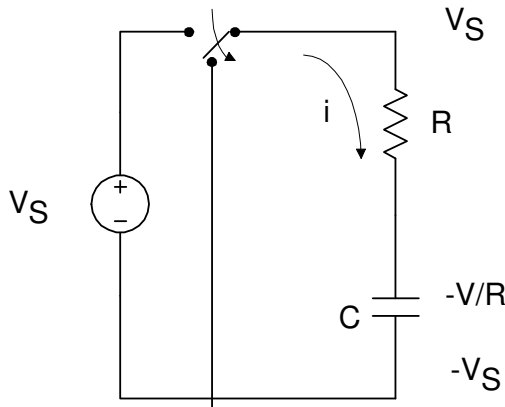
ค่าของแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม Resistor และ Capacitor กระแสที่ไหลในวงจรและพลังงานที่เก็บสะสมไว้ในคาปาซิเตอร์สามารถเขียนได้ดังนี้

$$V_R = V_s \left(e^{-t/RC} \right)$$

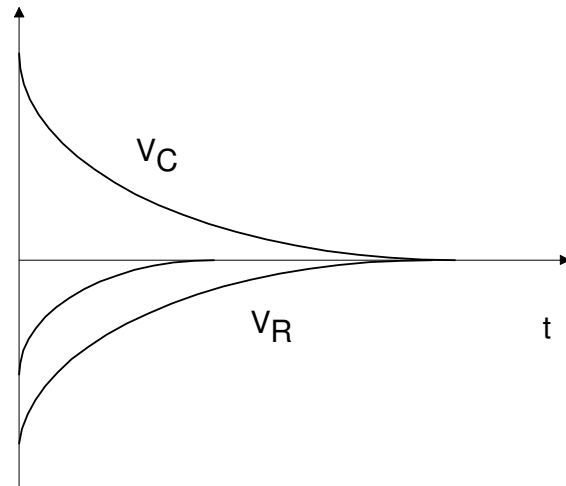
$$V_c = V_s \left(1 - e^{-t/RC} \right)$$

$$i = -(V/R) \left(e^{-t/RC} \right)$$

$$W_c = (1/2) CV_c^2$$



รูปที่ 3

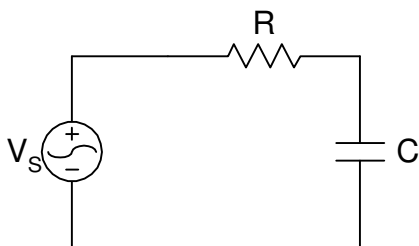


รูปที่ 4

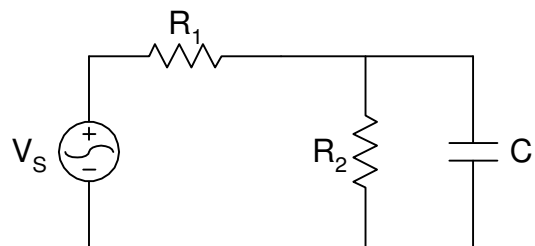
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. Signal Generator
2. Oscilloscope
3. Resistors and Capacitors

ลำดับขั้นตอนในการทดลอง



รูปที่ 5



รูปที่ 6

ตอนที่ 1

1. ต่อวงจรดังรูปที่ 5 โดยเลือกค่า R เท่ากับ 250Ω และ C มีค่าเท่ากับ $1 \mu F$
2. ป้อนสัญญาณ V_s มีลักษณะเป็น Square Wave โดยให้มีขนาด $2 V_{rms}$ ความถี่ที่ 100 Hz และกำหนด offset = $2 V_{DC}$
3. ใช้ออสซิลโลสโคปวัดแรงดันที่ตกคร่อม Capacitor เทียบกับแรงดัน V_s บันทึกรูปคลื่นที่วัดได้ และวัดค่า τ จากรูปคลื่น
4. ทำการทดลองซ้ำโดยเปลี่ยนค่า R เป็น $500, 1K, 2K$, และ $5 K\Omega$

5. ทำการเปรียบเทียบค่า τ จากการทดลองกับค่าทางทฤษฎี

ตอนที่ 2

1. จากระบบในรูปที่ 5 ปรับความถี่เป็น 500 Hz
2. เลือกค่า R และ C ที่ทำให้วงจร RC มีค่า τ เท่ากับ $1/4$ ของคาบสัญญาณ V_s
3. นำค่า R และ C จากข้อ 2 มาต่อในวงจร
4. ใช้ออสซิลโลสโคปวัดแรงดันที่ตกคร่อม Capacitor เทียบกับแรงดัน V_s บันทึกรูปคลื่นที่วัดได้ และวัดค่า τ จากรูปคลื่น

ตอนที่ 3

1. วงจรดังรูปที่ 6 โดยเลือกค่า R_1 เท่ากับ $1\text{ k}\Omega$ R_2 เท่ากับ $500\text{ }\Omega$ และ C มีค่าเท่ากับ $1\text{ }\mu\text{F}$
2. ป้อนสัญญาณ V_s มีลักษณะเป็น Square Wave โดยให้มีขนาด 2 V_{rms} ความถี่ที่ 100 Hz และกำหนด offset $= 2\text{ V}_{\text{DC}}$
3. ใช้ออสซิลโลสโคปวัดแรงดันที่ตกคร่อม Capacitor เทียบกับแรงดัน V_s บันทึกรูปคลื่นที่วัดได้ และวัดค่า τ จากรูปคลื่น
4. ทำการทดลองซ้ำโดยเปลี่ยนค่า R เป็น $1\text{ k}\Omega$ และ $5\text{ k}\Omega$

ตอนที่ 4

1. จากระบบในรูปที่ 6 ปรับความถี่เป็น 500 Hz
2. เลือกค่า R และ C ที่ทำให้วงจร RC มีค่า τ เท่ากับ $1/4$ ของคาบสัญญาณ V_s
3. นำค่า R และ C จากข้อ 2 มาต่อในวงจร
4. ใช้ออสซิลโลสโคปวัดแรงดันที่ตกคร่อม Capacitor เทียบกับแรงดัน V_s บันทึกรูปคลื่นที่วัดได้ และวัดค่า τ จากรูปคลื่น

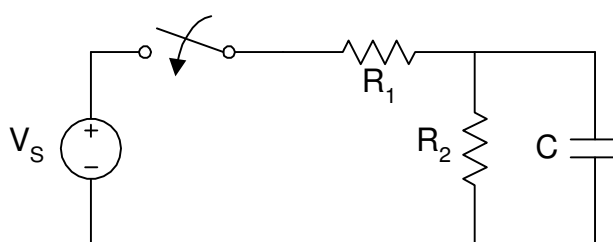
คำถามท้ายการทดลอง

1. จากระบบรูปที่ 7 สวิตช์ถูกปิดและเปิดดังนี้

S ปิดเมื่อเวลา $0 < t < 10\text{ sec}$

S เปิดเมื่อเวลา $t > 10\text{ sec}$

เมื่อ $V_C(0) = 0$ จงหาสมการของ $V_C(t)$ เมื่อ $t > 0$ วาดรูปของ $V_C(t)$ เทียบกับเวลาด้วย



รูปที่ 7