ใบปฏิบัติงานที่ 3
วงจรตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ
(RC Circuit)

1. ชื่อ-สกุล..... รหัสนักศึกษา.....
2. ชื่อ-สกุล..... รหัสนักศึกษา.....

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกระแส แรงดัน กับเวลาของวงจร *RC*
2. เพื่อสามารถคำนวณค่าของแรงดัน และกระแส ณ ช่วงเวลาใด ๆ ในวงจร *RC* ได้
3. เพื่อสามารถปฏิบัติการต่อวงจร *RC* และวัดรูปคลื่นของแรงดัน ณ จุดต่าง ๆ ของวงจร *RC* ได้
4. เพื่อสามารถอธิบายรูปคลื่นของแรงดันในวงจร *RC* ได้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. DC Power Supply 0-30 V	2 ตัว
2. มัลติมิเตอร์	2 ตัว
3. ตัวต้านทาน 1 วัตต์ ค่า 500 Ω	1 ตัว
4. ตัวเก็บประจุ ขนาด 10,000 μF 25 V	1 ตัว

Transients in Series *RC* Networks

วงจรไฟฟ้าที่ประกอบด้วยความต้านทานต่ออนุกรมกับคาปาซิเตอร์ เรียกว่า *RC* Networks หรือ วงจร RC ส่วน Transient หมายถึง ช่วงเวลาสั้น ๆเมื่อต่อแหล่งจ่ายเข้ากับวงจร *RC* คำว่า Transient ในที่นี้จะเป็นแรงดัน และกระแสในช่วงเวลาสั้น ๆ ขณะทำการชาร์จประจุไฟฟ้า ซึ่งหมายถึงมี Charging Current ไหลผ่านคาปาซิเตอร์ และในขณะเดียวกันเมื่อมี Charging Current ไหลผ่านจะเกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้นด้วย จึงเรียกแรงดันไฟฟ้า และ Charging Current นี้ว่า Transient Voltage และ Transient Current

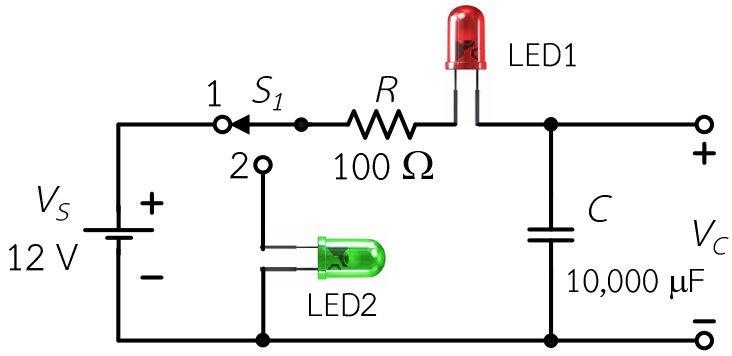
ส่วนการต่อวงจร *RL* อนุกรมกับแหล่งจ่าย แรงดันไฟฟ้าขณะปิดสวิตช์ (t = 0) เป็นความพยายามในการเปลี่ยนแปลงกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านอินดักเตอร์ ดังนั้น จึงเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำตกคร่อมที่ขั้วอินดักเตอร์ V_L (t) ซึ่งมีค่าเท่ากับแรงดันที่แหล่งจ่าย V_S แต่มีขั้วต้านกัน หลังจากเวลาผ่านไปแรงดันไฟฟ้า V_L (t) จะค่อย ๆ ลดลงจนมีค่าเป็นศูนย์ แรงดันไฟฟ้าที่กล่าวนี้เรียกว่า Transient Voltage สมการ Transient Voltage ในวงจร *RL* คล้ายกับ Transient Current ในวงจร *RC* คือใช้สมการ $Ke^{1/\tau}$ เมื่อ *K* เป็นค่าคงที่ สมการ Transient Current ในวงจร *RL* คล้ายกับ Transient Voltage ในวงจร *RC* คือใช้สมการ $k\left(1-e^{1/\tau}\right)$ เมื่อ *K* เป็นค่าคงที่

ความแตกต่างระหว่างวงจร *RC* กับ *RL* เป็นความแตกต่างเกี่ยวกับผลกระทบของความต้านทาน ที่มีต่อช่วงเวลา Transient ในวงจรแต่ละประเภท กล่าวคือ ในวงจร *RC* ถ้า R มากจะทำให้ τ = *RC* มีปริมาณมาก ช่วง Transient จึงยาวนาน แต่ในวงจร *RL* ถ้า *R* มากจะทำให้ $\tau = L/R$ มีปริมาณน้อย ทำให้ช่วง Transient สั้น

การทดลองที่ 1 วงจรตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ

1.1 คำนวณค่า Time constant (τ) จากค่า *R* = 500 Ω และค่า *C* = 10,000 μF

จะได้ค่า τ = ...ms



รูปที่ 3.1 วงจร RC อนุกรม

1.2 คำนวณค่า $V_C(t)$ และ $I_C(t)$ ขณะชาร์จประจุสมการ $V_C(t) = V_s\left(1-e^{1/\tau}\right)$ และ $V_C(t) = (V_S/R)e^{1/\tau}$ โดยใช้ค่าคาบเวลาตั้งแต่ 1 τ ถึง 5 τ และค่า V_S = 12 V แล้วบันทึกผลการคำนวณลงในตารางที่ 3.1

1.3 คำนวณค่า V_C(t) และ I_C(t) ขณะดิสชาร์จประจุสมการ $V_C(t) = V_S e^{1/\tau}$ และ $I_C(t) = -(V_S/R)e^{1/\tau}$ โดยใช้คาบเวลาตั้งแต่ 1 τ ถึง 5 τ และค่า V_S = 12 V แล้วบันทึกผลการคำนวณลงในตารางที่ 3.2

1.4 ต่อวงจรตามรูปที่ 3.1 และปรับแหล่งจ่ายให้จ่ายแรงดันได้เท่ากับ 12 V

1.5 ใช้มัลติมิเตอร์วัดตัวที่ 1 ตั้งเป็นแอมมิเตอร์ ต่ออนุกรมเข้ากับวงจร *RC* ตามรูปที่ 3.1 เพื่อใช้วัดค่ากระแส I_C(t)

1.6 ใช้มัลติมิเตอร์วัดตัวที่ 2 ตั้งเป็นโวลต์มิเตอร์ต่อคร่อมคาปาซิเตอร์ตามรูปที่ 3.1 เพื่อใช้วัดค่ากระแส $V_C(t)$

1.7 ตั้งสวิตช์ S_1 ให้อยู่กับตำแหน่งที่ t = 0 (Open circuit)

1.8 สับสวิตช์ S_1 ให้อยู่ในตำแหน่งที่ 1 (Charge) แล้วจับเวลาอ่านค่ากระแสและแรงดันขณะทำการชาร์จจนเต็มแล้วบันทึกค่าที่ได้ลงในตารางที่ 3.1 ตามค่า Time constant ต่าง ๆ ในตาราง

1.9 เมื่อครบ 5τ แล้วเราจะได้

$V_C(t)$ = ... V และ $I_C(t)$ = ... A

ตารางที่ 3.1 สภาวะ Charge

Charge	Time constant	1τ	2τ	3τ	4τ	5τ
V_C(t) (V)	**เวลา**					
	คำนวณ					
	ทดลอง					
I_C(t) (A)	**คำนวณ**					
	ทดลอง					

1.10 เมื่อ C ชาร์จประจุเต็มแล้วให้สับสวิตช์ S_1 ลงมาในตำแหน่งที่ 2 แล้วจับเวลาอ่านค่ากระแสและแรงดัน $V_C(t)$ ขณะทำการดิสชาร์จจนหมด แล้วบันทึกค่าที่อ่านได้ลงตารางที่ 3.2 ตามค่า Time constant ต่าง ๆ ในตาราง

ตารางที่ 3.2 สภาวะ Discharge

Discharge	Time constant	1τ	2τ	3τ	4τ	5τ
$V_C(t)$ (V)	**เวลา**					
	คำนวณ					
	ทดลอง					
$I_C(t)$ (A)	**คำนวณ**					
	ทดลอง					

1.11 เมื่อครบ 5τ แล้วเราจะได้

$V_C(t)$ = ...V และ $I_C(t)$ = ...A

1.12 สรุปผลการทดลอง

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. อะไรเป็นข้อกำหนดให้ Time constant สั้น หรือยาว
2. จงให้ความหมายของ Time constant ของทั้งสองวงจร (*RC* และ *RL*)

เอกสารอ้างอิง

1. Robert T. Paynter “Introductory Electronic Devices and Circuits”
2. จิโรจน์ พรวัฒนา “เอกสารประกอบการสอน วิชาปฏิบัติการวงจรไฟฟ้า”