กฎของโอห์ม (Ohm's Law)

กฎของโอห์ม ซึ่งจะมีสมการหลักๆ คือ

$$V = IR, I = \frac{V}{R}, P = VI$$

และความสัมพันธ์ของกระแส, แรงดันวงจรอนุกรมคือ

- กระแสที่ไหลในวงจรมีค่าเท่ากัน $I_T = I_1 = I_2 = I_3 = I_n$
- ผลรวมของแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวมีค่าเท่ากับแรงดันของแหล่งจ่ายแรงดันที่จ่ายให้กับวงจร คือ $V_s = V_1 + V_2 + V_3 + ... + V_n$
- ความต้านทานรวมคือ $R_T = R_1 + R_2 + R_3 + ... + R_n$

ความสัมพันธ์ของแรงดัน, กระแส และค่าความต้านทาน

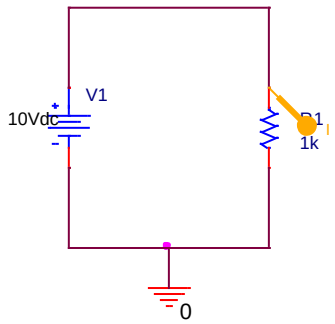
1.1 กระแสไฟฟ้า

จากสมการกระแสไฟฟ้า $I = \frac{V}{R}$

โดยกำหนดให้ R คงที่

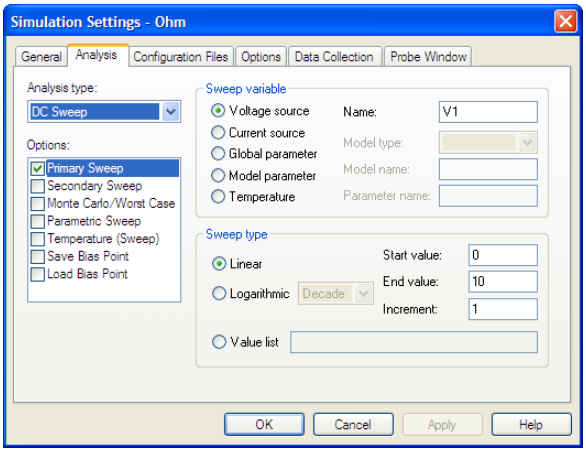
จะได้ความสัมพันธ์คือ $I \propto V$

แสดงความสัมพันธ์ได้ดังวงจรรูปที่ 1.1 โดยกำหนดให้แรงดัน $\mathbf{V1}$ เปลี่ยนแปลงจากค่า 0 V ถึง 10 V และให้ $\mathrm{R}=1\mathrm{k}\Omega$ คงที่



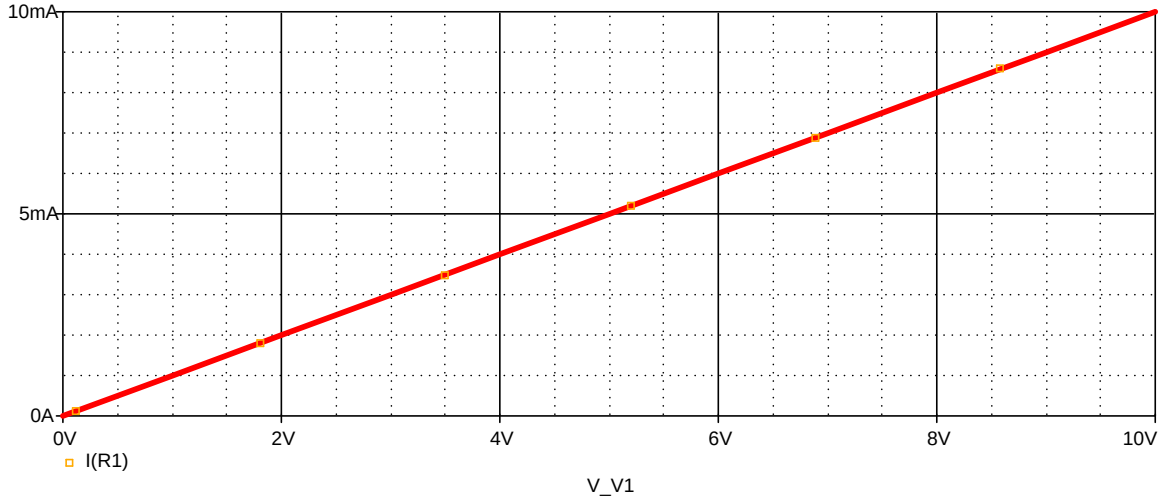
รูปที่ 1.1 วงจรการหาความสัมพันธ์ของกระแสและแรงดัน

จากวงจรรูปที่ 1.1 ตั้งการการจำลองหาค่าวงจรเป็นแบบ DC Sweep ตั้งแต่ค่า 0 – 10 V แสดงดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 การตั้งการจำลองวงจรแบบ DC Sweep

ใช้โพรบวัดกระแสที่ตัวต้านทานและพล็อตกระแสแต่ละค่าที่แรงดันเปลี่ยนแปลง แสดงดังรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 ความสัมพันธ์ของกระแสต่อแรงดันไฟฟ้า

จากรูปที่ 1.3 แสดงให้เห็นว่ากระแสแปรผันตรงกับแรงดันของวงจร

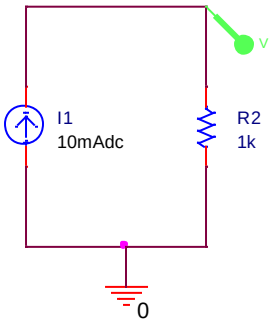
1.2 แรงดันไฟฟ้า

จากสมการ $V = IR$

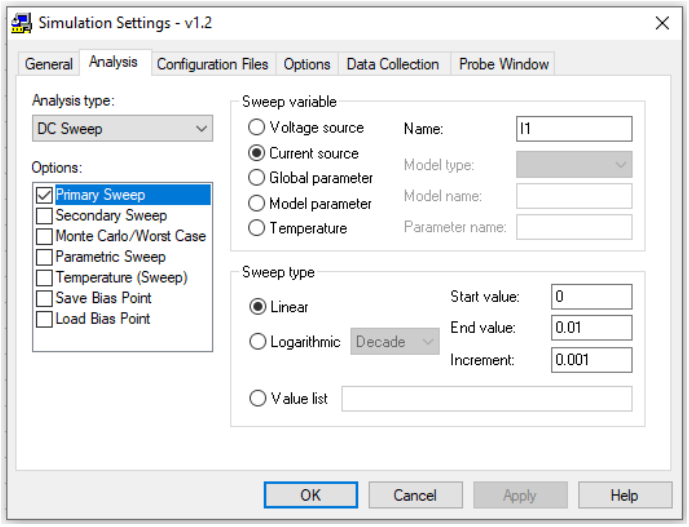
กำหนดให้ R คงที่ จะได้ความสัมพันธ์ของแรงดันกับกระแสคือ

$$V \propto I$$

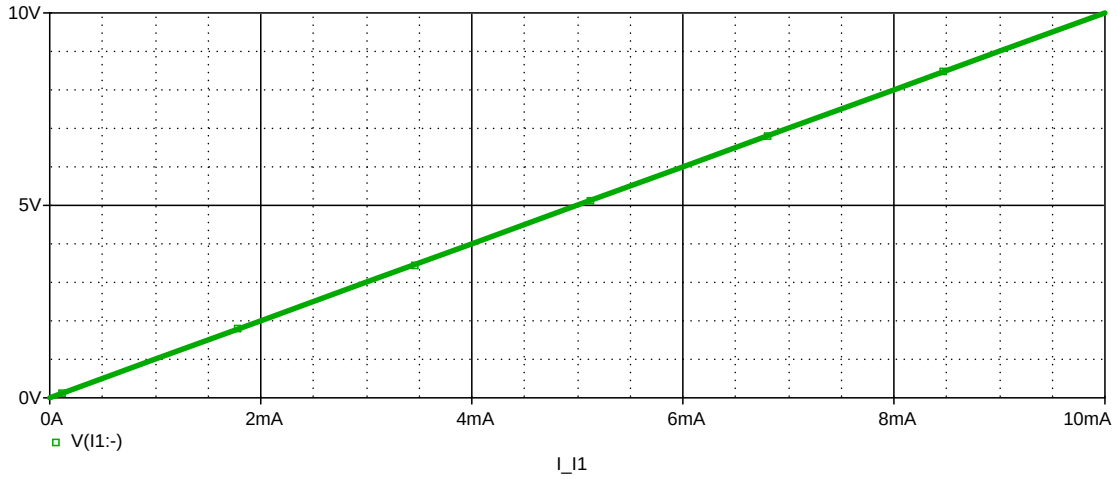
แสดงความสัมพันธ์ได้ดังรูปที่ 1.4 โดยให้แหล่งจ่ายกระแสเปลี่ยนแปลงจาก 0 mA – 10 mA และค่าตัวต้านทานคงที่ $1\text{k}\Omega$



รูปที่ 1.4 วงจรความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันกับกระแส



รูปที่ 1.5 การตั้งการจำลองวงจรแบบ Primary Sweep

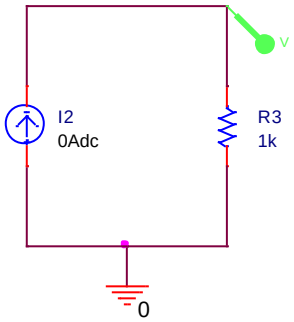


รูปที่ 1.6 กราฟความสัมพันธ์แรงดันต่อกระแส

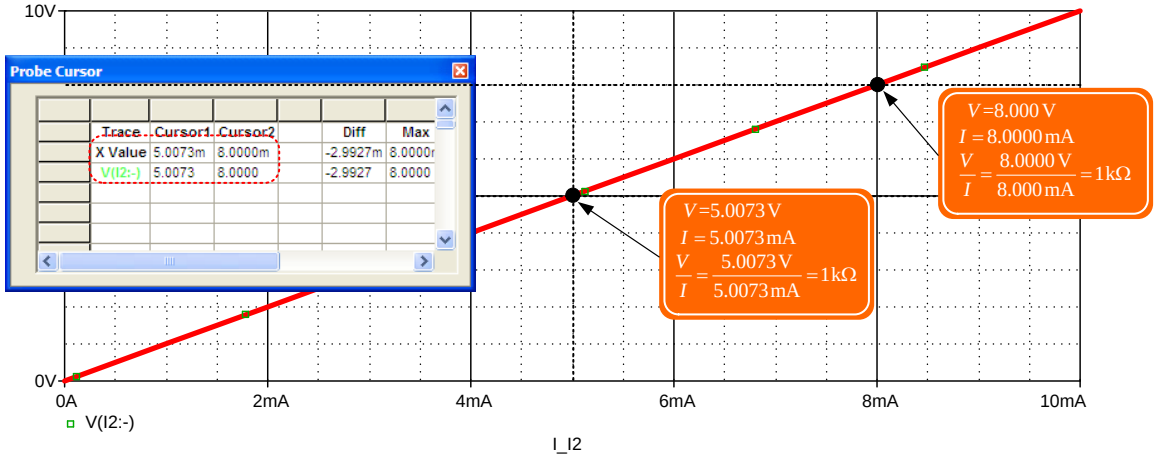
1.3 ความต้านทาน

จากสมการจะได้ว่า $R = \frac{V}{I}$

ซึ่งจะได้อัตราส่วนของ $\frac{V}{I}$ เป็นค่าคงที่ คือ ความต้านทานในวงจร แสดงความสัมพันธ์ดังวงจรรูปที่ 1.6



รูปที่ 1.7 วงจรแสดงความสัมพันธ์ของความต้านทานกับแรงดัน และกระแสไฟฟ้า



รูปที่ 1.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ความต้านทานกับแรงดัน และกระแสไฟฟ้า

จากกราฟในแต่ละจุดของกระแสและแรงดันคำนวณหาอัตราส่วนของแต่ละจุดได้ คือ
ที่แรงดัน $V = 5.0073\,\mathrm{V}$ และกระแส $I = 5.0073\,\mathrm{mA}$ คำนวณอัตราส่วนได้ คือ

$$\frac{V}{I} = \frac{5.0073\,\mathrm{V}}{5.0073\,\mathrm{mA}} = 1\,\mathrm{k\Omega}$$

ที่แรงดัน $V = 8.0000\,\mathrm{V}$ และกระแส $I = 8.0000\,\mathrm{mA}$ คำนวณอัตราส่วนได้ คือ

$$\frac{V}{I} = \frac{8.0000\,\mathrm{V}}{8.0000\,\mathrm{mA}} = 1\,\mathrm{k\Omega}$$

ซึ่งเป็นไปตามกฎของโอห์ม

1.4 กำลังไฟฟ้า (Power)

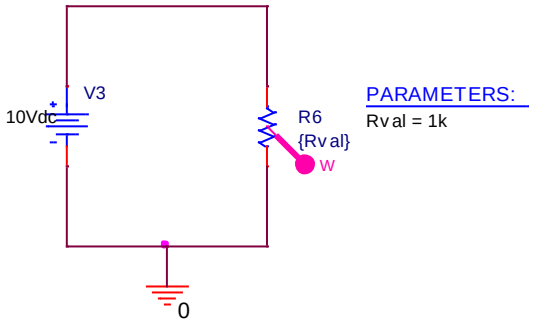
จากกฎของโอห์มคำนวณหากำลังไฟฟ้าได้คือ

$$P = VI$$

หรือ $$P = I^2R$$

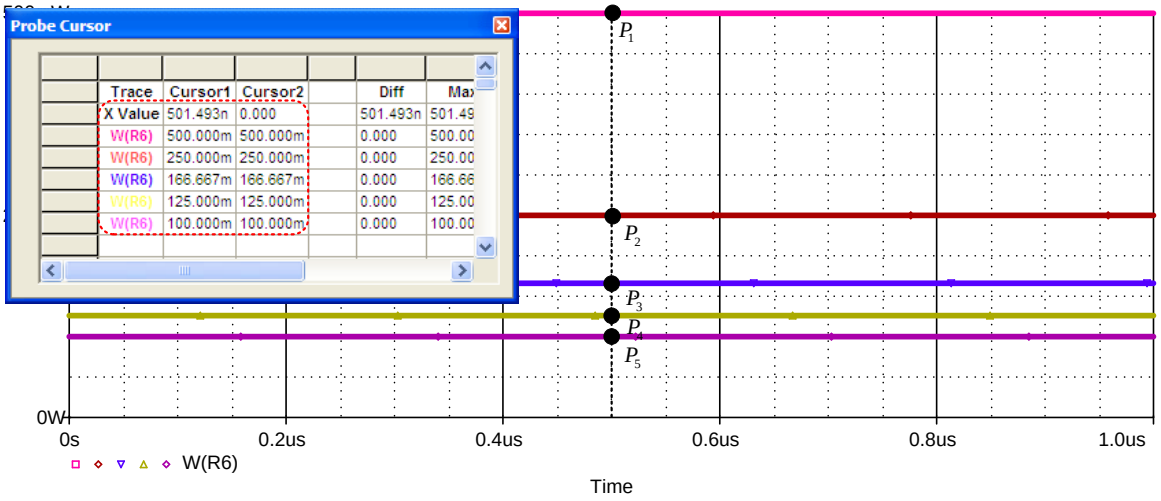
$$P = \frac{V^2}{R}$$

1.4.1 ความสัมพันธ์ของ $P = VI$ แสดงดังวงจรรูปที่ 1.8



รูปที่ 1.2 การตั้งการจำลองวงจรแบบ DC Sweep

รูปที่ 1.8 วงจรจำลองความสัมพันธ์ของกำลังไฟฟ้า $P = VI$



รูปที่ 1.9 ความสัมพันธ์ของ $P = VI$

จากรูปที่ 1.9 ตั้งแรงดันคงที่ $10\,\text{V}$ ค่าความต้านทานให้เปลี่ยนแปลงเป็น $200\Omega, 400\Omega, 600\Omega, 800\Omega$ และ 1000Ω ทำการจำลองและวัดค่ากำลังไฟฟ้าซึ่งจะได้ความสัมพันธ์คือ

ที่ $R = 200\Omega$ กระแส $I_1 = 0.05\,\text{A}$ ดังนั้น

$$P_1 = 10\,\text{V} \times 0.05\,\text{A}$$

$$P_1 = 500\,\text{mW}$$

ที่ $R = 400\Omega$ กระแส $I_2 = 0.025\,\text{A}$ ดังนั้น

$$P_2 = 10\,\text{V} \times 0.025\,\text{A}$$

$$P_2 = 250\,\text{mW}$$

ที่ $R = 600\Omega$ กระแส $I_3 = 0.0167\,\text{A}$ ดังนั้น

$$P_3 = 10\,\text{V} \times 0.0167\,\text{A}$$

$$P_3 = 167\,\text{mW}$$

ที่ $R = 800\Omega$ กระแส $I_4 = 0.0125\,\text{A}$ ดังนั้น

$$P_4 = 10\,\text{V} \times 0.0125\,\text{A}$$

$$P_4 = 125\,\text{mW}$$

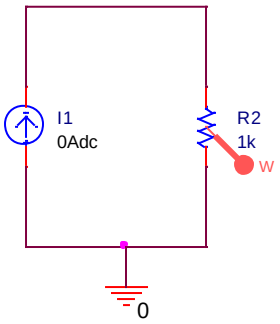
ที่ $R = 1000\Omega$ กระแส $I_5 = 0.01\,\text{A}$ ดังนั้น

$$P_5 = 10\,\text{V} \times 0.01\,\text{A}$$

$$P_5 = 100\,\text{mW}$$

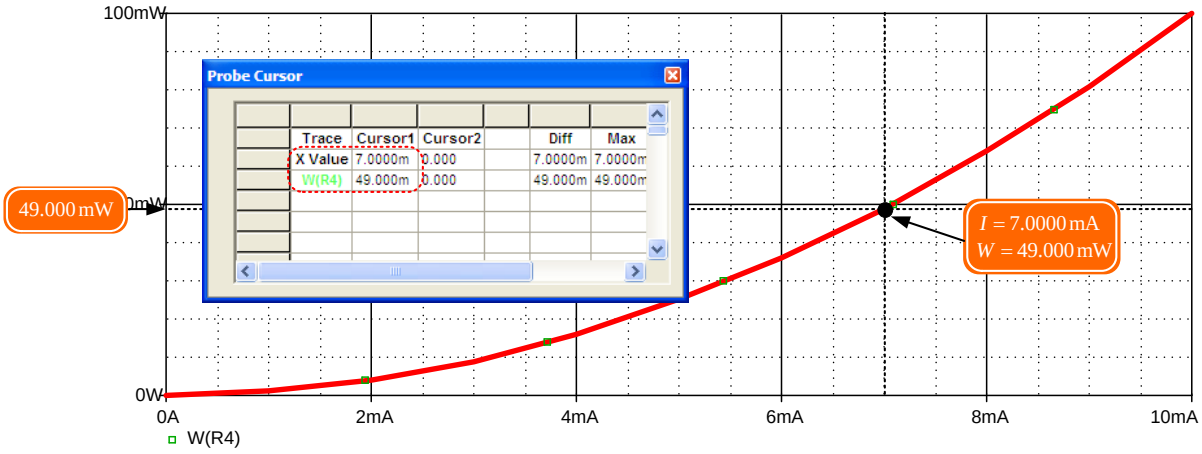
ซึ่งจะได้ความสัมพันธ์ คือ $P \propto V$ และ $P \propto I$ เมื่อให้แรงดัน V คงที่จึงทำให้กำลังไฟฟ้าแปรผันตรงกับกระแส I

1.4.2 ความสัมพันธ์ของ $P = I^2R$ แสดงดังวงจรรูปที่ 1.10



รูปที่ 1.10 วงจรจำลองความสัมพันธ์ของ $P = I^2R$

จากวงจรรูปที่ 1.10 ทำการตั้งค่าการจำลองวงจรโดยกำหนดเป็น DC Sweep ให้แหล่งจ่ายกระแสเปลี่ยนแปลงจาก $0\,\text{mA} - 10\,\text{mA}$ และกำหนดให้ความต้านทานคงที่ $1\,\text{k}\Omega$ วัดกำลังไฟฟ้าแสดงดังรูปที่ 1.11



รูปที่ 1.11 ความสัมพันธ์ของ $P = I^2R$

จากรูปที่ 1.11 ที่กระแส $I = 7\,\text{mA}$ คำนวณกำลังไฟฟ้าได้คือ

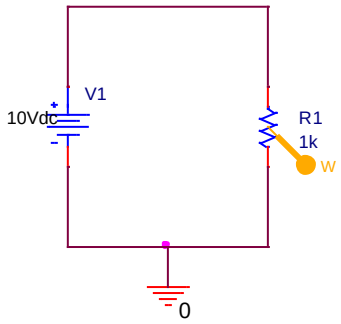
$$P = (7\,\text{mA})^2 \times 1\text{k}\Omega = 49\,\text{mW}$$

ซึ่งความสัมพันธ์ของ $P = I^2R$ เมื่อให้ R คงที่จะได้ว่า

$$P \sim I^2$$

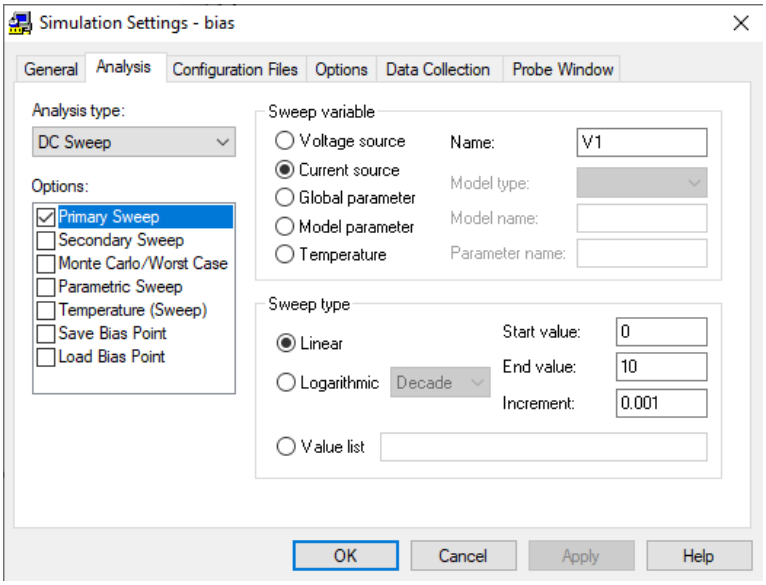
เป็นฟังก์ชันพาลาโบล่าร์แสดงดังรูปที่ 1.11

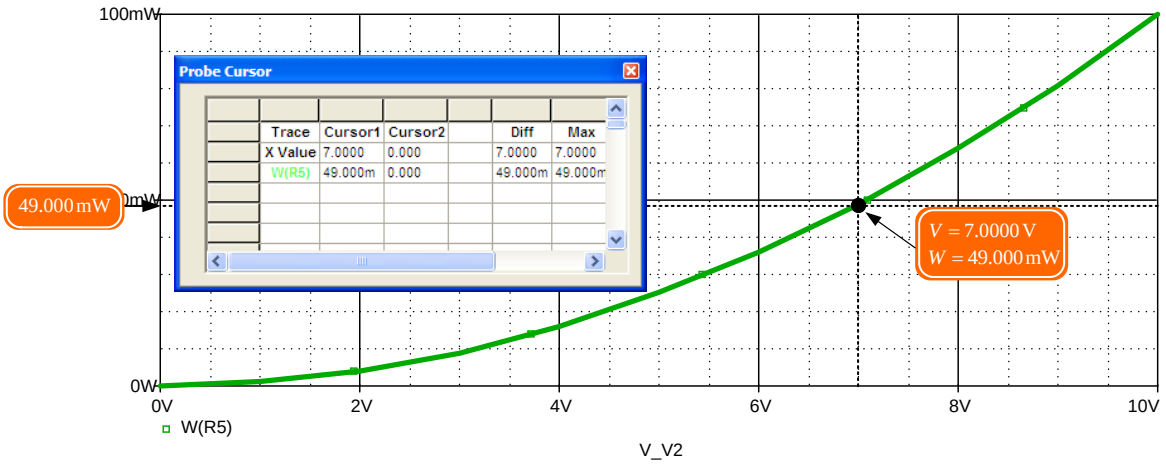
1.4.3 ความสัมพันธ์ของ $P = \dfrac{V^2}{R}$ แสดงดังวงจรรูปที่ 1.12



รูปที่ 1.12 วงจรแสดงความสัมพันธ์ของ $P = \frac{V^2}{R}$

จากวงจรรูปที่ 1.12 กำหนดให้ค่าความต้านทานคงที่ $1\text{k}\Omega$ และตั้งค่าการจำลองแบบ DC Sweep โดยกำหนดให้ V_1 เปลี่ยนแปลงจาก $0\text{V} - 10\text{V}$ ผลการจำลองแสดงดังรูปที่ 1.13





รูปที่ 1.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ $P = \frac{V^2}{R}$

จากรูปที่ 1.13 ที่กระแส $V = 7\,\mathrm{V}$ คำนวณกำลังไฟฟ้าได้คือ

$$P = \frac{(7\,\mathrm{V})^2}{1\,\mathrm{k\Omega}} = 49\,\mathrm{mW}$$

ซึ่งความสัมพันธ์ของ $P = \frac{V^2}{R}$ เมื่อให้ R คงที่จะได้ว่า

$$P \propto V^2$$

เป็นฟังก์ชันพาลาโบล่าร์ แสดงดังรูปที่ 1.13

กฎของโอห์ม

การทดลองที่ 1.1 กระแสไฟฟ้า

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. บอกความสัมพันธ์ของกระแส แรงดัน ความต้านทาน
2. คำนวณกระแสไฟฟ้าของวงจรได้
3. เปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับค่าที่คำนวณ

อุปกรณ์การทดลอง

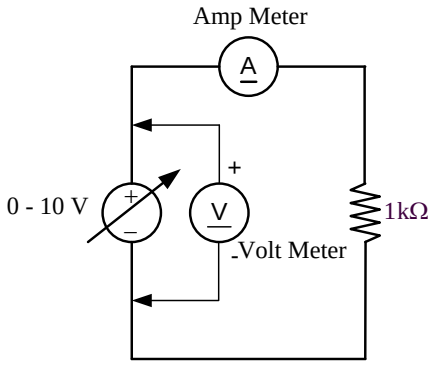
ลำดับ	อุปกรณ์	จำนวน
1.	ตัวต้านทาน 1K	1 ตัว
2.	แหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ-กระแสตรง PS-30F02	1 ตัว
3.	แผงทดลอง	1 ชุด

เครื่องมือ

ลำดับ	เครื่องมือ	จำนวน
1.	ดิจิตอลมัลติมิเตอร์	2 ตัว

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรการทดลองดังรูปที่ 1.14



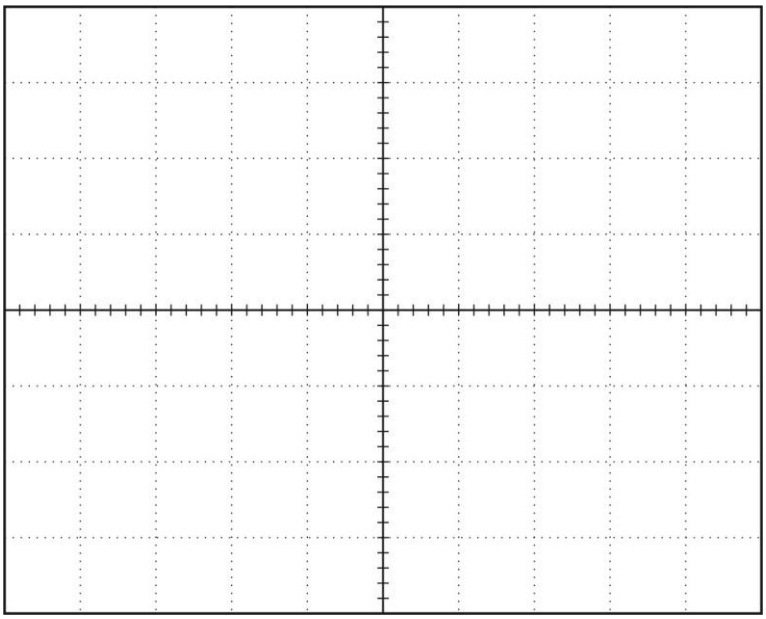
รูปที่ 1.14 วงจรการทดลองที่ 1.1 กระแสไฟฟ้า

2. ปรับแรงดันไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟตรงที่ปรับค่าได้โดยอ่านค่าจากมัลติมิเตอร์ที่ย่านวัดแรงดันไฟฟ้าให้เป็นไปตามตารางที่ 1.1 อ่านค่ากระแสที่ได้จากแรงดันแต่ละค่า บันทึกลงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ผลการทดลองที่ 1.1 กระแสไฟฟ้า

แรงดัน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	V
กระแส (mA) (จากการวัด)											
กระแส (mA) (จากการคำนวณ)											

3. จากตารางที่ 1.1 นำค่าแรงดันและกระแส (ทั้งค่าที่วัดได้ และค่าที่คำนวณ) พล็อตลงในกราฟรูปที่ 1.15 โดยให้แรงดันอยู่แกนนอน และกระแสอยู่ในแกนตั้ง



รูปที่ 1.15 ผลการทดลองที่ 1.1

4. จากกราฟรูปที่ 1.15 ให้วิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

การทดลองที่ 1.2 แรงดันไฟฟ้า

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. บอกความสัมพันธ์ของกระแส แรงดัน ความต้านทาน
2. คำนวณแรงดันไฟฟ้าของวงจรได้
3. เปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับค่าที่คำนวณ

อุปกรณ์การทดลอง

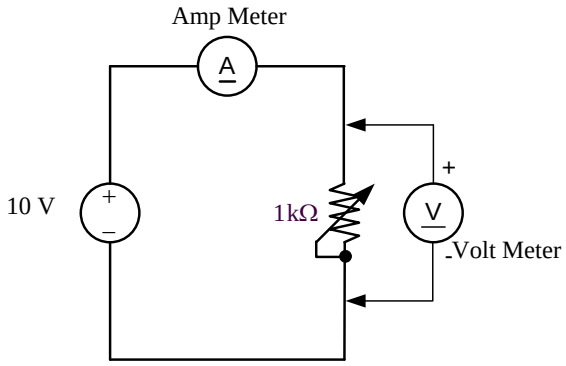
ลำดับ	อุปกรณ์	จำนวน
1.	ตัวต้านทานปรับค่าได้ 1kΩ	1 ตัว
2.	แหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ-กระแสตรง PS-30F02	1 ตัว
3.	แผงทดลอง	1 ชุด

เครื่องมือ

ลำดับ	เครื่องมือ	จำนวน
1.	ดิจิตอลมัลติมิเตอร์	2 ตัว

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรการทดลองดังรูปที่ 1.16 การทดลองนี้ต้องใช้แหล่งจ่ายกระแสซึ่งไม่มีอยู่ในชุดทดลอง ดังนั้นจึงใช้วิธีการทดลองโดยให้ปรับความต้านทานให้กระแสไหลเป็นค่าดังตารางที่ 1.2



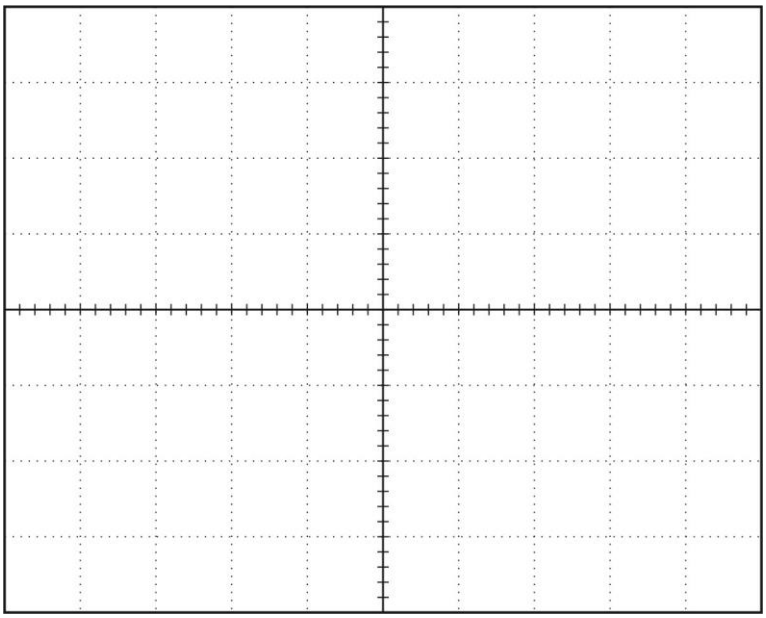
รูปที่ 1.16 วงจรการทดลองที่ 1.2 แรงดันไฟฟ้า

2. ปรับค่าความต้านทานปรับค่าได้โดยอ่านค่าจากมัลติมิเตอร์ที่ย่านกระแสไฟฟ้า ให้เป็นไปตามตารางที่ 1.2 อ่านค่าแรงดันที่ได้จากกระแสแต่ละค่า บันทึกลงในตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 ผลการทดลองที่ 1.2 แรงดันไฟฟ้า

กระแส	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	mA
แรงดัน (จากการวัด)											
แรงดัน (จากการคำนวณ)											

3. จากตารางที่ 1.2 นำค่ากระแสและแรงดันไฟฟ้า (ทั้งค่าที่วัดได้ และค่าที่คำนวณ) พล็อตลงในกราฟรูปที่ 1.17 โดยให้กระแสอยู่แกนนอน และแรงดันอยู่ในแกนตั้ง



รูปที่ 1.17 ผลการทดลองที่ 1.2

4. จากกราฟรูปที่ 1.17 ให้วิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

การทดลองที่ 1.3 ความต้านทาน

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. บอกความสัมพันธ์ของกระแส แรงดัน ความต้านทาน
2. คำนวณความต้านทานของวงจรได้
3. เปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับค่าที่คำนวณ

อุปกรณ์การทดลอง

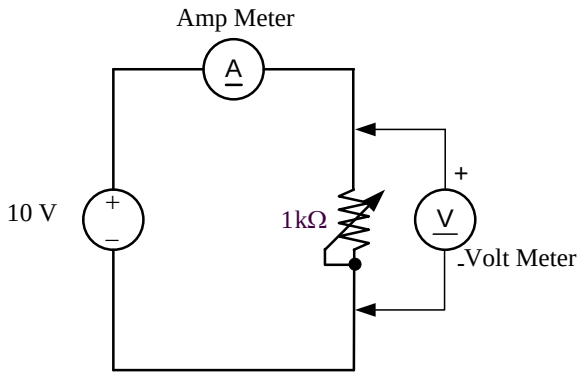
ลำดับ	อุปกรณ์	จำนวน
1.	ตัวต้านทานปรับค่าได้ $1k\Omega$	1 ตัว
2.	แหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ-กระแสตรง PS-30F02	1 ตัว
3.	แผงทดลอง	1 ชุด

เครื่องมือ

ลำดับ	เครื่องมือ	จำนวน
1.	ดิจิตอลมัลติมิเตอร์	3 ตัว

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรการทดลองดังรูปที่ 1.18 ให้แหล่งจ่ายแรงดันคงที่ที่ 10V และปรับความต้านทานให้กระแสไหลเป็นค่าดังตารางที่ 1.3



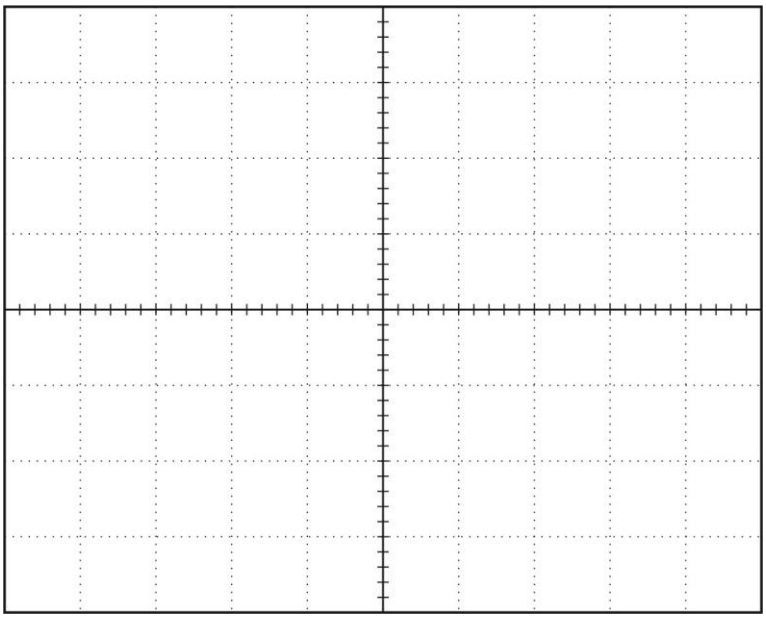
รูปที่ 1.18 วงจรการทดลองที่ 1.3 ความต้านทาน

2. ปรับค่าความต้านทานปรับค่าได้โดยอ่านค่าจากมัลติมิเตอร์ที่ย่านกระแสไฟฟ้า ให้เป็นไปตามตารางที่ 1.3 อ่านค่าแรงดันที่ได้จากกระแสแต่ละค่า บันทึกลงในตารางที่ 1.3

ตารางที่ 1.3 ผลการทดลองที่ 1.3 แรงดันไฟฟ้า

กระแส(mA)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
แรงดัน (V) (จากการวัด)										
ความต้านทาน (kΩ) (จากการวัด)										
ความต้านทาน (kΩ) (จากการคำนวณ)										

3. จากตารางที่ 1.3 นำกระแสและความต้านทานที่ได้จากการทดลองมาพล็อตลงในกราฟรูปที่ 1.19 โดยให้กระแสอยู่แกนนอน และความต้านทานอยู่ในแกนตั้ง



รูปที่ 1.19 ผลการทดลองที่ 1.3

4. จากกราฟรูปที่ 1.19 ให้วิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

กำลังไฟฟ้า

การทดลองที่ 1.4.1 ความสัมพันธ์กำลังไฟฟ้า $P = VI$

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. บอกความสัมพันธ์ของกระแส แรงดัน ความต้านทาน กำลังไฟฟ้า
2. คำนวณกำลังไฟฟ้าของวงจรได้
3. เปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับค่าที่คำนวณ

อุปกรณ์การทดลอง

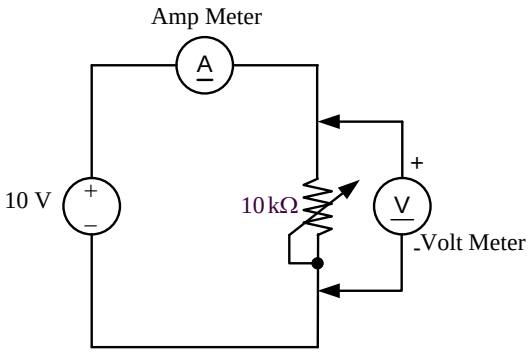
ลำดับ	อุปกรณ์	จำนวน
1.	ตัวต้านทานปรับค่าได้ $1\text{k}\Omega$	1 ตัว
2.	แหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ-กระแสตรง PS-30F02	1 ตัว
3.	แผงทดลอง	1 ชุด

เครื่องมือ

ลำดับ	เครื่องมือ	จำนวน
1.	ดิจิตอลมัลติมิเตอร์	2 ตัว

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรการทดลองดังรูปที่ 1.20



รูปที่ 1.20 วงจรการทดลองที่ 1.4.1 $P = VI$

2. ปรับความต้านทานชนิดปรับค่าได้ (วัดค่าความต้านทาน และบันทึกลงในตารางที่ 1.4) อ่านค่าจากมัลติมิเตอร์ที่ย่านวัดกระแสไฟฟ้า ให้เป็นไปตามตารางที่ 1.4 อ่านค่าแรงดันที่ได้จากกระแสแต่ละค่า บันทึกลงในตารางที่ 1.4

ตารางที่ 1.4 ผลการทดลองที่ 1.4.1 ความสัมพันธ์กำลังไฟฟ้า

กระแส	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	mA
แรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน											
กำลังไฟฟ้า (คำนวณ)											
ค่าความต้านทาน (จากการวัด)											

3. วิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

การทดลองที่ 1.4.2 ความสัมพันธ์กำลังไฟฟ้า $P = I^2R$

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. บอกความสัมพันธ์ของกระแส แรงดัน ความต้านทาน กำลังไฟฟ้า
2. คำนวณกำลังไฟฟ้าของวงจรได้
3. เปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับค่าที่คำนวณ

ลำดับขั้นการทดลอง

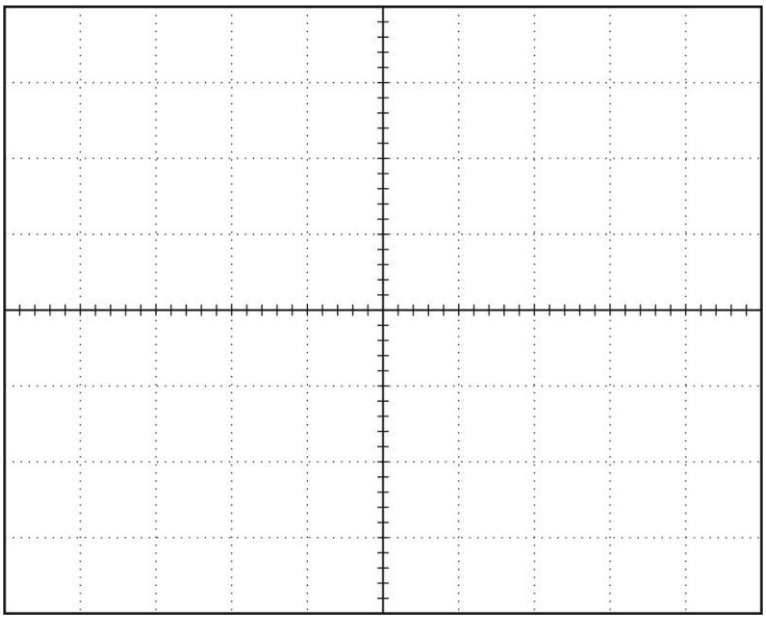
1. การทดลองนี้ใช้ผลการทดลองจากการทดลองที่ 1.4.2 ในตารางที่ 1.4 โดยนำค่ามาพล็อตกราฟในรูปที่ 1.21 ให้กระแสเป็นแกนนอน และกำลังไฟฟ้าที่ได้จากการคำนวณในตารางที่ 1.4 เป็นแกนตั้ง
2. วิจารณ์ผลการทดลอง

..... $P = I^2R$ .....

.....

.....

.....



รูปที่ 1.21 กราฟของการทดลองที่ 1.4.2 ความสัมพันธ์ของ $P = I^2R$

การทดลองที่ 1.4.3 ความสัมพันธ์กำลังไฟฟ้า $P = \frac{V^2}{R}$

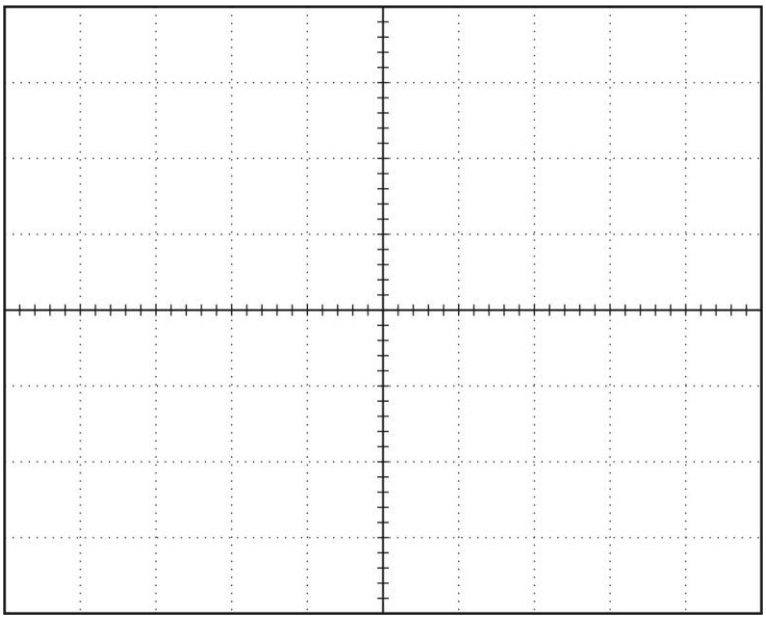
วัตถุประสงค์การทดลอง

1. บอกความสัมพันธ์ของกระแส แรงดัน ความต้านทาน กำลังไฟฟ้า
2. คำนวณกำลังไฟฟ้าของวงจรได้
3. เปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับค่าที่คำนวณ

ลำดับขั้นการทดลอง

1. การทดลองนี้ใช้ผลการทดลองจากการทดลองที่ 1.4.3 ในตารางที่ 1.4 โดยนำค่ามาพล็อตกราฟในรูปที่ 1.22 ให้แรงดันเป็นแกนนอน และกำลังไฟฟ้าที่ได้จากการคำนวณในตารางที่ 1.4 เป็นแกนตั้ง
2. วิจารณ์ผลการทดลอง

$P = \frac{V^2}{R}$



รูปที่ 1.22 กราฟของการทดลองที่ 1.4.3 ความสัมพันธ์ของ $P = \frac{V^2}{R}$