

ตัวต้านทาน (Resistors)



ตัวต้านทาน (Resistors)

ตัวต้านทาน (Resistor) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการต้านทานการไหลของกระแสไฟฟ้า เพื่อทำให้กระแสและแรงดันภายในวงจร ได้ขนาดตามที่ต้องการ

สัญลักษณ์ของตัวต้านทาน ที่ใช้ในการเขียนวงจร มีอยู่หลายแบบดังแสดงในรูป

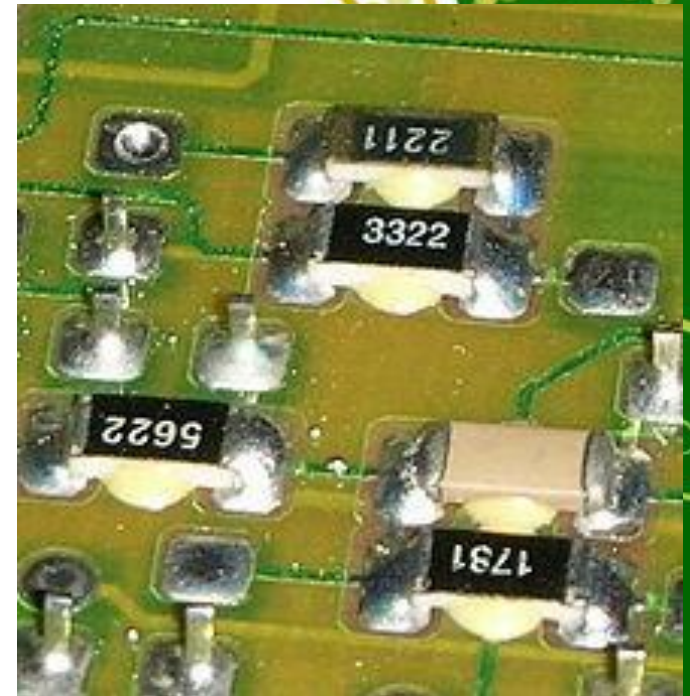
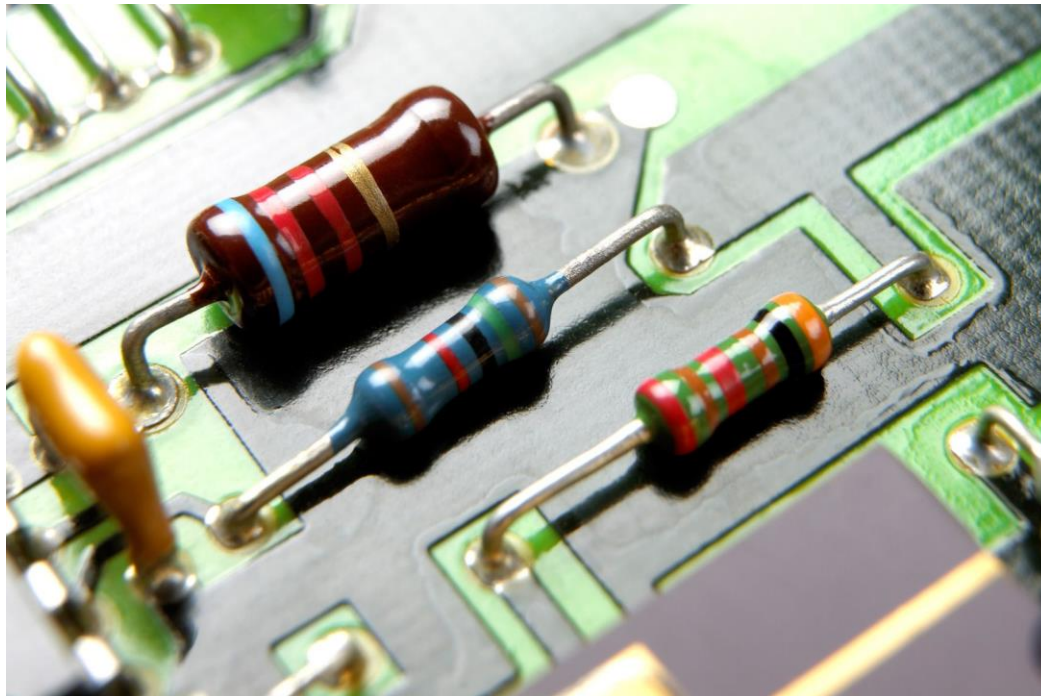
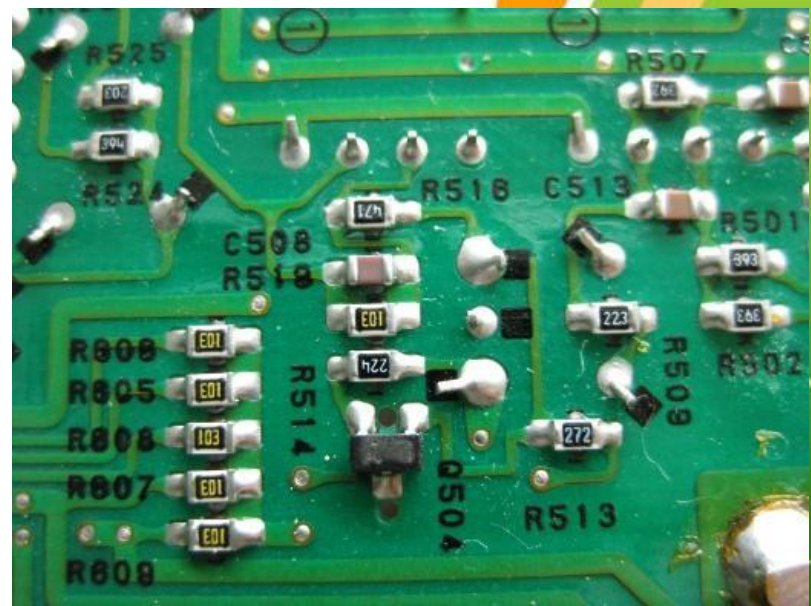


รูปที่ 2.1 แสดงสัญลักษณ์ของตัวต้านทาน

ชนิดของตัวต้านทาน

ตัวต้านทานที่ผลิตออกมาในปัจจุบันมีมากมายหลายชนิด ในกรณีที่แบ่งโดยยึดเอาค่าความต้านทานเป็นหลักจะแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดคือ

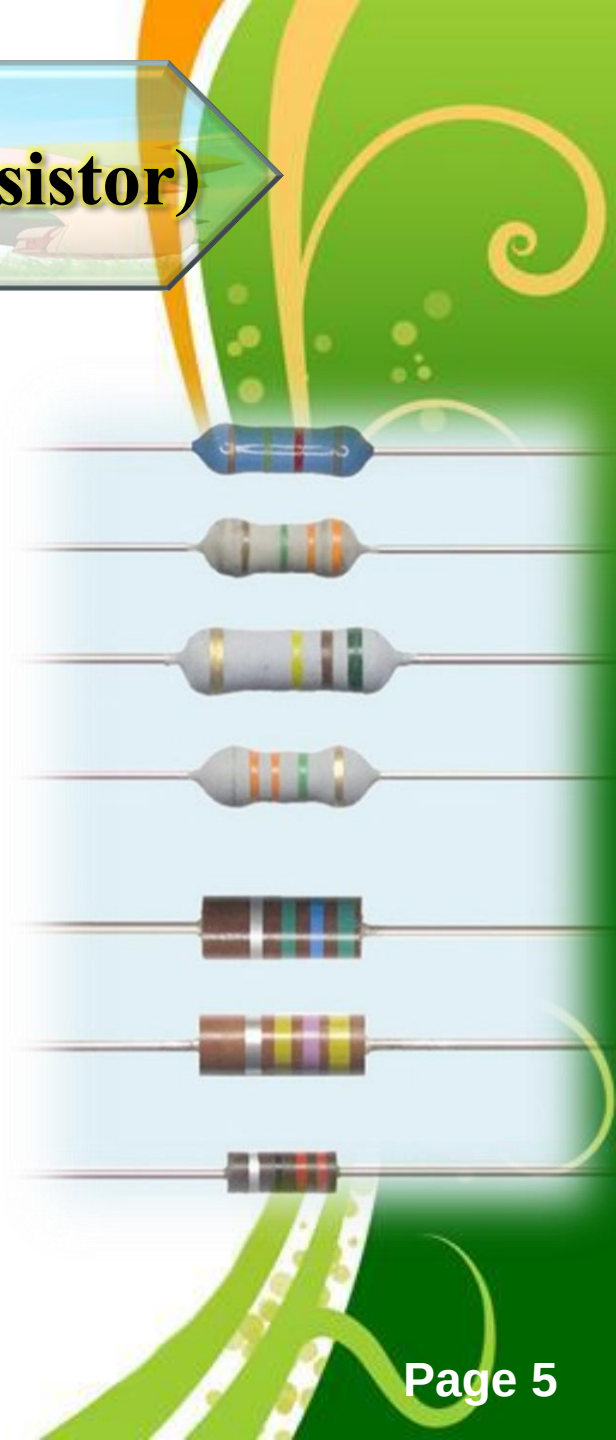
- ตัวต้านทานแบบค่าคงที่ (Fixed Resistor)
- ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ (Adjustable Resistor)
- ตัวต้านทานแบบเปลี่ยนค่าได้ (Variable Resistor)



ตัวต้านทานแบบค่าคงที่ (Fixed Resistor)

ตัวต้านทานชนิดค่าคงที่มีหลายประเภท ประเภทที่มีความนิยม ในการนำมาประกอบใช้ในวงจร ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์โดยทั่วไป ดังนี้

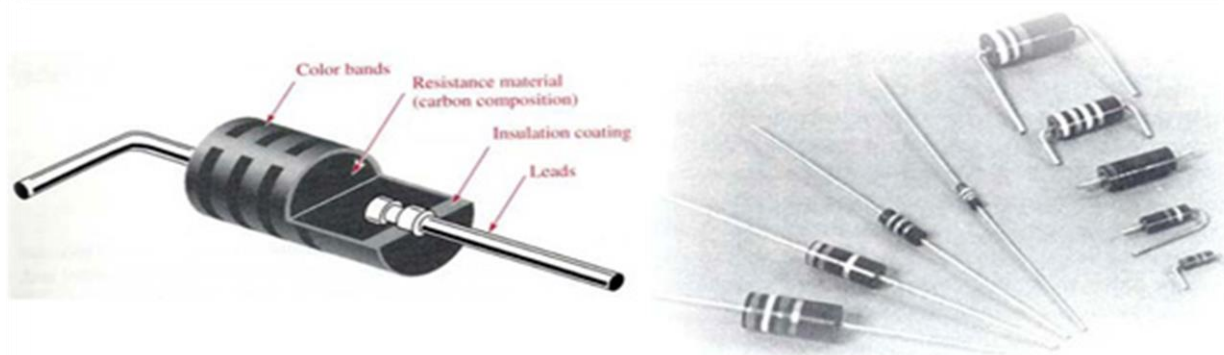
- ตัวต้านทานชนิดคาร์บอนผสม (Carbon Composition)
- ตัวต้านทานแบบฟิล์มโลหะ (Metal Film)
- ตัวต้านทานแบบฟิล์มคาร์บอน (Carbon Film)
- ตัวต้านทานแบบไวร์วาวด์ (Wire Wound)
- ตัวต้านทานแบบแผ่นฟิล์มหนา (Thick Film Network)
- ตัวต้านทานแบบแผ่นฟิล์มบาง (Thin Film Network)



ตัวต้านทานชนิดคาร์บอนผสม

(Carbon Composition)

เป็นตัวต้านทานที่นิยมใช้กันแพร่หลายมาก มีราคาถูก โครงสร้างทำมาจากวัสดุที่มีคุณสมบัติเป็นตัวต้านทาน ผสมกันระหว่างผงคาร์บอนและผงของฉนวน บริเวณปลายทั้งสองด้านของตัวต้านทานต่อด้วยลวดตัวนำ บริเวณด้านนอกของตัวต้านทานจะฉาบด้วยฉนวน

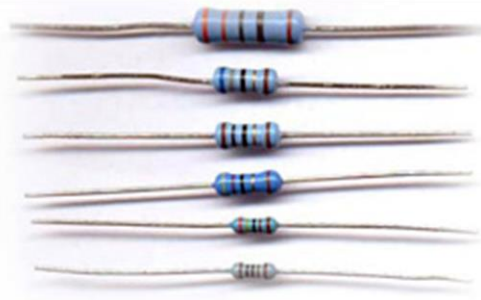
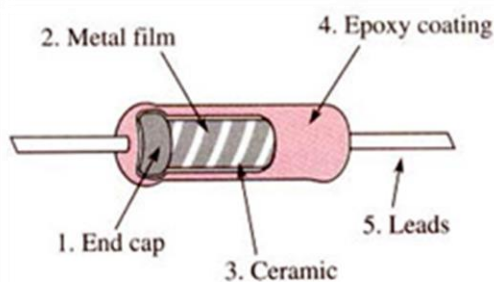


รูปที่ 2.2 แสดงตัวต้านทานชนิดคาร์บอนผสม

ตัวต้านทานแบบฟิล์มโลหะ (Metal Film)



ตัวต้านทานแบบฟิล์มโลหะทำมาจากแผ่นฟิล์มบางของแก้วและโลหะ หลอมเข้าด้วยกันแล้วนำไปเคลือบที่เซรามิค แล้วตัดแผ่นฟิล์มที่เคลือบออกให้ได้ค่าความต้านทานตามที่ต้องการ ตัวต้านทานชนิดนี้มีค่าความผิดพลาดบวกลบ 0.1 % ถึงประมาณ บวกลบ 2% ซึ่งถือว่ามีความผิดพลาดน้อยมาก นอกจากนี้ยังทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจากภายนอกได้ดี สัญญาณรบกวนน้อยเมื่อเทียบกับตัวต้านทานชนิดอื่น ๆ

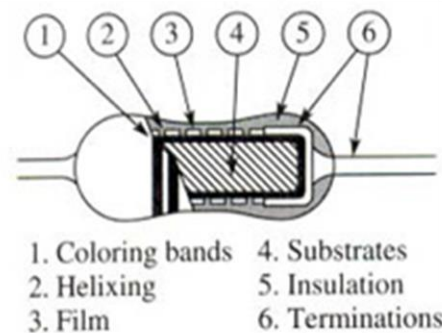
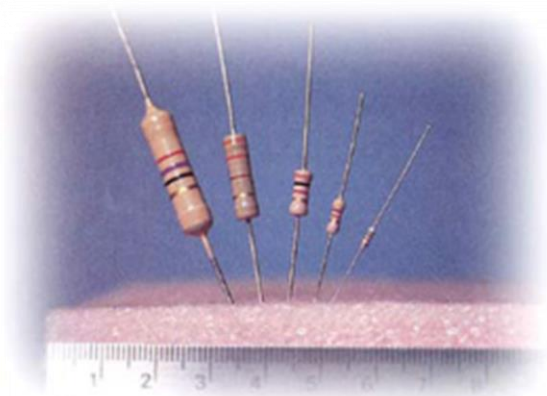


รูปที่ 2.3 แสดงตัวต้านทานแบบฟิล์มโลหะ

ตัวต้านทานแบบฟิล์มคาร์บอน

(Carbon Film)

ตัวต้านทานแบบฟิล์มคาร์บอน เป็นตัวต้านทานแบบค่าคงที่โดยการฉาบผงคาร์บอน ลงบนแท่งเซรามิค ซึ่งเป็นฉนวน หลังจากที่ทำ การเคลือบแล้ว จะตัดฟิล์มเป็นวงแหวนเหมือนเกลียววุ้น ตัวต้านทานแบบฟิล์มโลหะมีค่าความผิดพลาด บวกลบ 5% ถึง บวกลบ 20% ทนกำลังวัตต์ตั้งแต่ 1/8 วัตต์ ถึง 2 วัตต์ มีค่าความต้านทานตั้งแต่ 1 โอห์ม ถึง 100 เมกกะโอห์ม



รูปที่ 2.4 แสดงตัวต้านทานแบบฟิล์มคาร์บอน

ตัวต้านทานแบบไวร์ววด์ (Wire Wound)



โครงสร้างของตัวต้านทานแบบนี้เกิดจากการใช้ลวดพันลงบนเส้นลวดแกนเซรามิค หลังจากนั้นต่อลวดตัวนำด้านหัวและท้ายของเส้นลวดที่พัน ส่วนค่าความต้านทานขึ้นอยู่กับวัสดุ ที่ใช้ทำเป็นลวดตัวนำ ค่าความต้านทานของตัวต้านทานแบบนี้ จะมีค่าต่ำเพราะต้องการให้มีกระแสไหลได้สูง ทนความร้อนได้ดี สามารถระบายความร้อนโดยใช้อากาศถ่ายเท



(ก) การติดตั้งแนวตั้งเพื่อระบายความร้อน



(ข) การติดตั้งแนวนอน



(ค) ประเภททนกำลังวัตต์ได้สูง



(ง) ประเภทเซรามิคไวร์ววด์

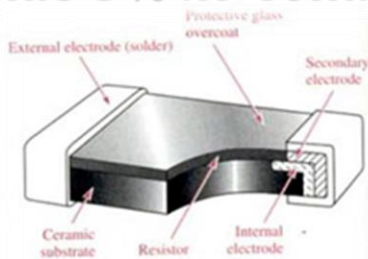


(จ) ประเภทอลูมิเนียมไวร์ววด์

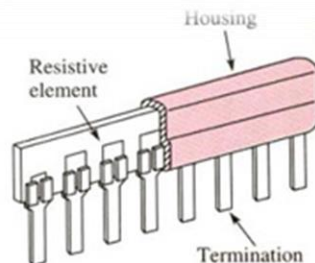
รูปที่ 2.5 แสดงตัวต้านทานแบบไวร์ววด์ชนิดต่าง ๆ

ตัวต้านทานแบบแผ่นฟิล์มหนา (Thick Film Network)

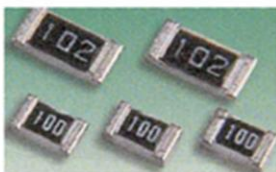
โครงสร้างของตัวต้านทานแบบนี้ทำมาจากแผ่นฟิล์มหนา มีรูปแบบแตกต่างกันขึ้นอยู่กับการใช้งาน ในรูป แสดงตัวต้านทานแบบแผ่นฟิล์มหนาประเภทไร้ขา (Chip Resistor) ตัวต้านทานแบบนี้ต้องใช้เทคโนโลยี SMT (Surface Mount Technology) ในการผลิต มีอัตราทนกำลังประมาณ 0.063 วัตต์ ถึง 500 วัตต์ ค่าความคลาดเคลื่อนบวกลบ 1 % ถึง บวกลบ 5



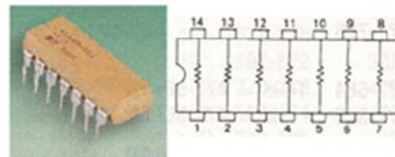
(ก) ตัวต้านทานแบบชิพ



(ข) ตัวต้านทานแบบเน็ตเวิร์ก



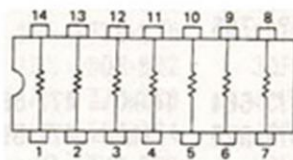
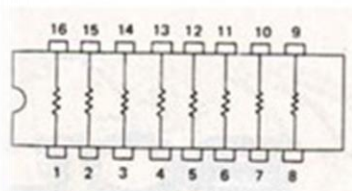
(ค) ตัวต้านทานแบบไร้ขา



(ง) ตัวต้านทานแบบลิฟไอซี

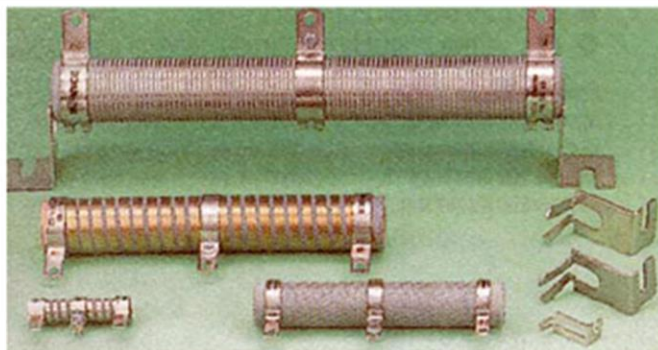
ตัวต้านทานแบบแผ่นฟิล์มบาง (Thin Film Network)

โครงสร้างของตัวต้านทานแบบนี้ทำมาจากแผ่นฟิล์มบาง มีลักษณะรูปร่างเหมือนกับตัวไอซี (Integreate Circuit) โดยส่วนใหญ่จะมีขาทั้งหมด 16 ขา การใช้งานต้องบัดกรีเข้ากับแผ่นลายวงจร อัตราทนกำลัง 50 มิลลิวัตต์ มีค่าความคลาดเคลื่อนบวกลบ 0.1 % และอัตราทนกำลัง 100 มิลลิวัตต์ จะมีค่าความคลาดเคลื่อนบวกลบ 5 % ที่แรงดันไฟฟ้าสูงสุดไม่เกิน 50 VDC



รูปที่ 2.7 แสดงลักษณะรูปร่างและสัญลักษณ์ของตัวต้านทานแบบแผ่นฟิล์มบาง

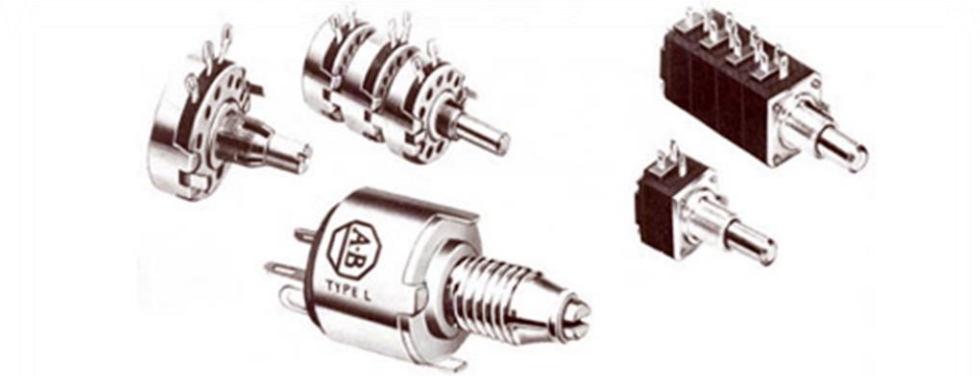
ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้



รูปที่ 2.8 แสดงลักษณะรูปร่างของตัวต้านทานแบบปรับค่าได้

โครงสร้างคล้ายกับแบบไวร์วาวด์ แต่โดยส่วนใหญ่บริเวณลวดตัวนำ จะไม่เคลือบด้วยสารเซรามิคและมีช่องว่างทำให้มองเห็นเส้นลวดตัวนำ เพื่อทำการลัดเชื่อมขัดต่อมตัวต้านทาน โดยจะมีขาปรับให้สัมผัสเข้ากับจุดใดจุดหนึ่ง บนเส้นลวดของความต้านทาน ตัวต้านทานแบบนี้ส่วนใหญ่มีค่าความต้านทานต่ำ แต่อัตราทนกำลังวัตต์สูง การปรับค่าความต้านทานค่าใดค่าหนึ่ง สามารถกระทำได้ในช่วงของความต้านทานตัวนั้น ๆ เหมาะกับงาน ที่ต้องการเปลี่ยนแปลงความต้านทานเสมอ ๆ

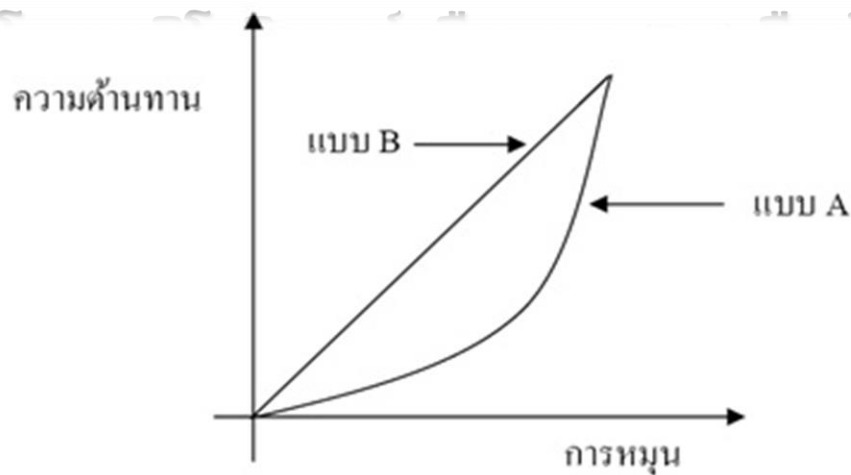
ตัวต้านทานแบบเปลี่ยนค่าได้



รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะรูปร่างของตัวต้านทานแบบเบสิ์งนค่าได้

ตัวต้านทานแบบเปลี่ยนค่าได้ (Variable Resistor) โดยทั่วไปจะ
พบได้ 2 แบบ คือ 1. ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ (Potentiometer) หรือที่เรียกว่า
โพเทนชิโอเมเตอร์ (Potentiometer) หรือพอต (Pot) สำหรับชนิดที่มีแกนเลื่อนค่า
ความต้านทาน หรือแบบที่มีแกนหมุนเปลี่ยนค่าความต้านทานคือโวลุ่ม
(Volume) ส่วนอีกแบบหนึ่งเป็นแบบที่ไม่มีแกนปรับโดยทั่วไปจะ
เรียกว่า โวลุ่มเกือกม้า หรือทิมพอต (Trimpot)

โพเทนชิโอมิเตอร์ (Potentiometer)



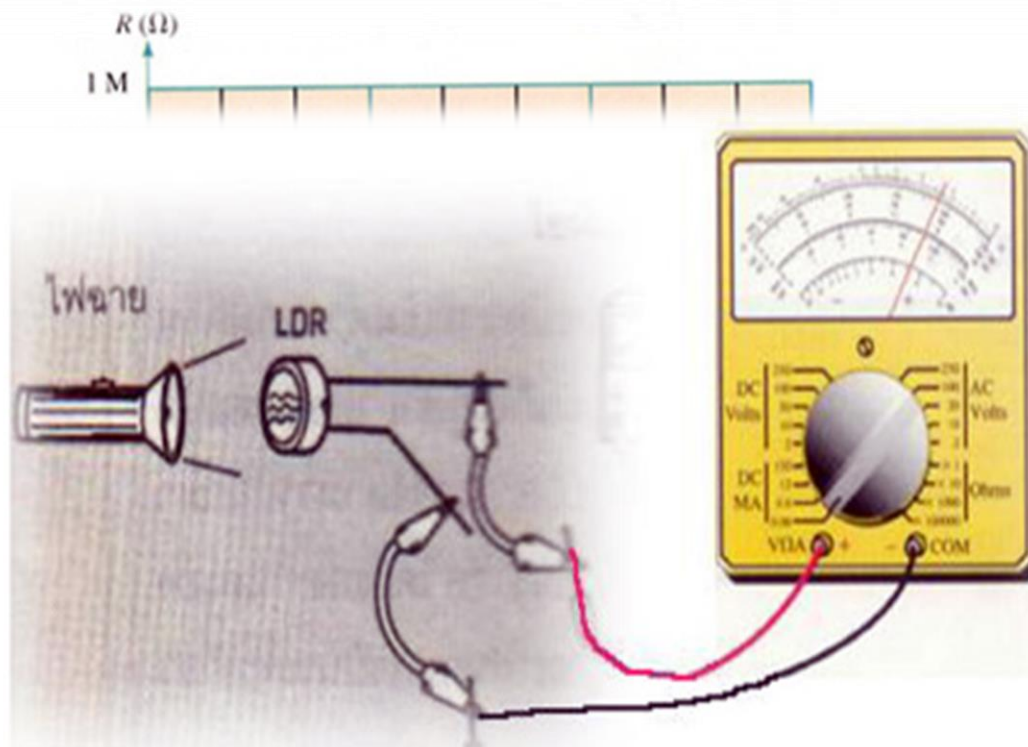
นที่
สด
วน
ัด
มี

รูปที่ 2.11 แสดงความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานแบบ A และแบบ B



รูปที่ 2.12 แสดงลักษณะรูปร่างของรีโอสตาทแบบต่าง ๆ ที่มีอัตราทนกำลังวัตต์สูง

ตัวต้านทานชนิดพิเศษ



รูปที่ 2.16 แสดงการหาค่าความต้านทานและความสัมพันธ์กับแสงของ LDR
Illumination (l m/m², lux)

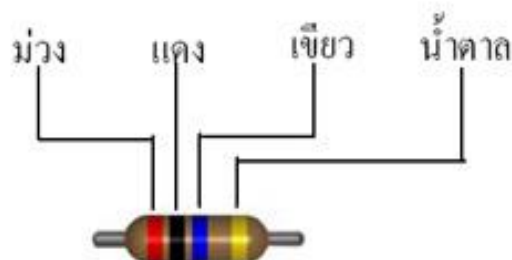
รูปที่ 2.15 แสดงค่าความต้านทานตามความเข้มของแสง

หน่วยของความต้านทาน

$$1,000 \, \Omega = 1 \, \text{k}\Omega$$

$$1,000 \, \text{k}\Omega = 1 \, \text{M}\Omega$$

การอ่านค่าความต้านทาน



แถบสีที่	1	2	3	4
สี	ม่วง	แดง	เขียว	น้ำตาล
ค่า	7	2	X 100,000	1 %

อ่านค่ารหัสแถบสีได้	-	7,320,000 โห์ม
ตัวต้านทานนี้มีความต้านทาน	-	7.320 โหม้อ
ค่าผิดพลาด ๕ เปอร์เซ็นต์	0.01	10%(K)

การอ่านค่าตัวต้านทาน

J

ค่าผิดพลาดขวลบ

5

เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 2.17 แสดงอักขระภาษาอังกฤษบนตัวต้านทาน

A

ค่าผิดพลาดขวลบ

0.05 เปอร์เซ็นต์



การต่อวงจรตัวต้านทาน

การต่อตัวต้านทานมีอยู่ 3 แบบคือ

วงจรอนุกรม

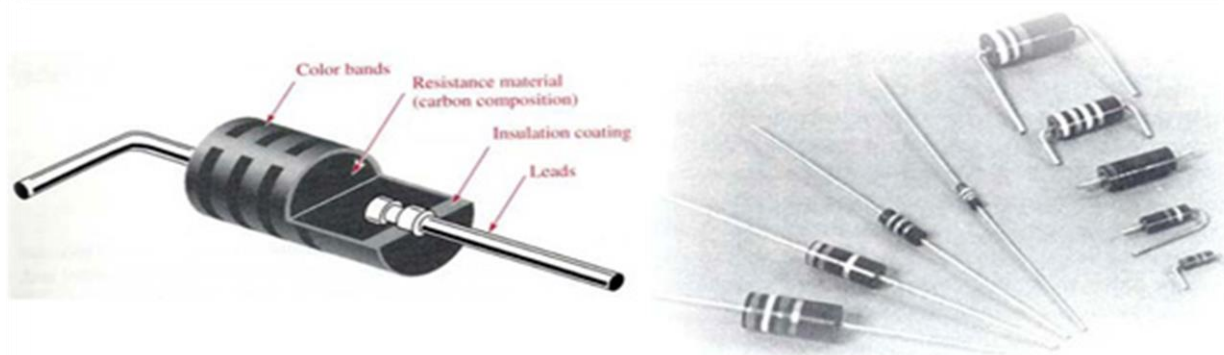
วงจรขนาน

วงจรผสม

ตัวต้านทานชนิดคาร์บอนผสม

(Carbon Composition)

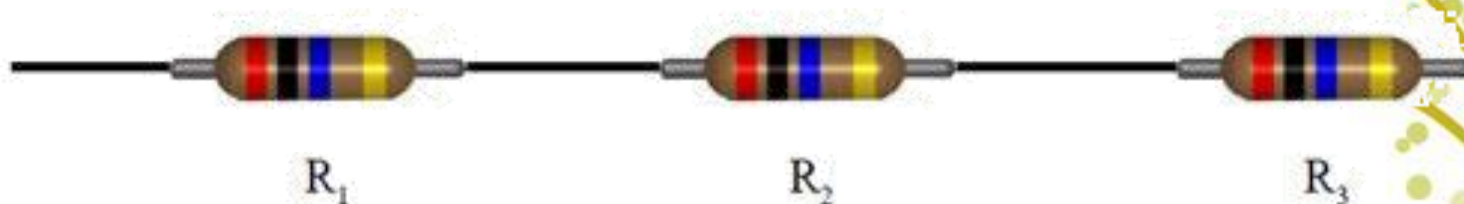
เป็นตัวต้านทานที่นิยมใช้กันแพร่หลายมาก มีราคาถูก โครงสร้างทำมาจากวัสดุที่มีคุณสมบัติเป็นตัวต้านทาน ผสมกันระหว่างผงคาร์บอนและผงของฉนวน บริเวณปลายทั้งสองด้านของตัวต้านทานต่อด้วยลวดตัวนำ บริเวณด้านนอกของตัวต้านทานจะฉาบด้วยฉนวน



รูปที่ 2.2 แสดงตัวต้านทานชนิดคาร์บอนผสม

วงจรรอนุกรม

วงจรรอนุกรม คือ การนำโหลดมาต่อเรียงกัน โดยให้ปลายของโหลดตัวแรก ต่อกับปลายของโหลดตัวถัดไป หรืออีกนัยหนึ่งหมายถึง การนำโหลดตั้งแต่สองตัวมาต่อเรียงกันไปแบบอันดับ ทำให้กระแสไหลทิศทางเดียวกัน



$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \dots + R_n$$

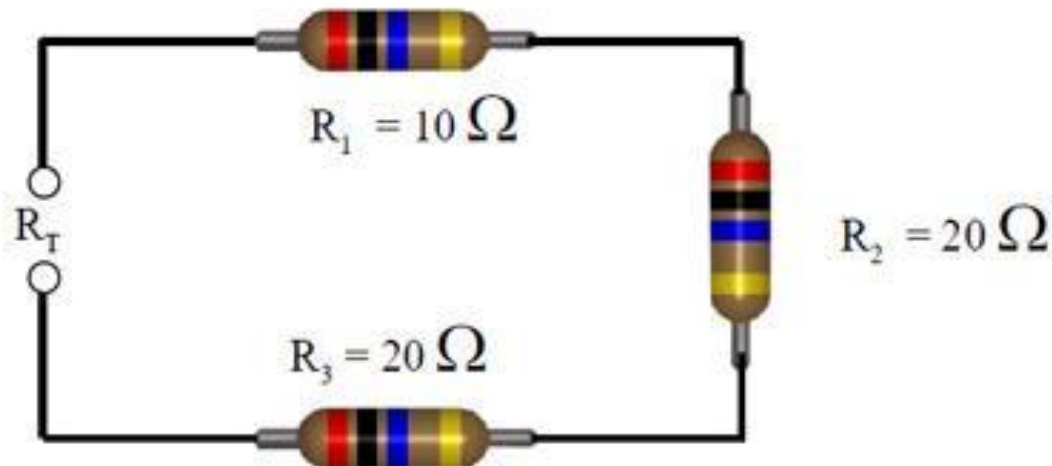
$$R_T = \text{ค่าความต้านทานรวมของวงจร}$$

$$R_n = \text{ค่าความต้านทานตัวสุดท้ายของวงจร}$$

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \dots R_n$$

$$R_T = \text{ค่าความต้านทานรวมของวงจร}$$

$$R_n = \text{ค่าความต้านทานตัวสุดท้ายของวงจร}$$



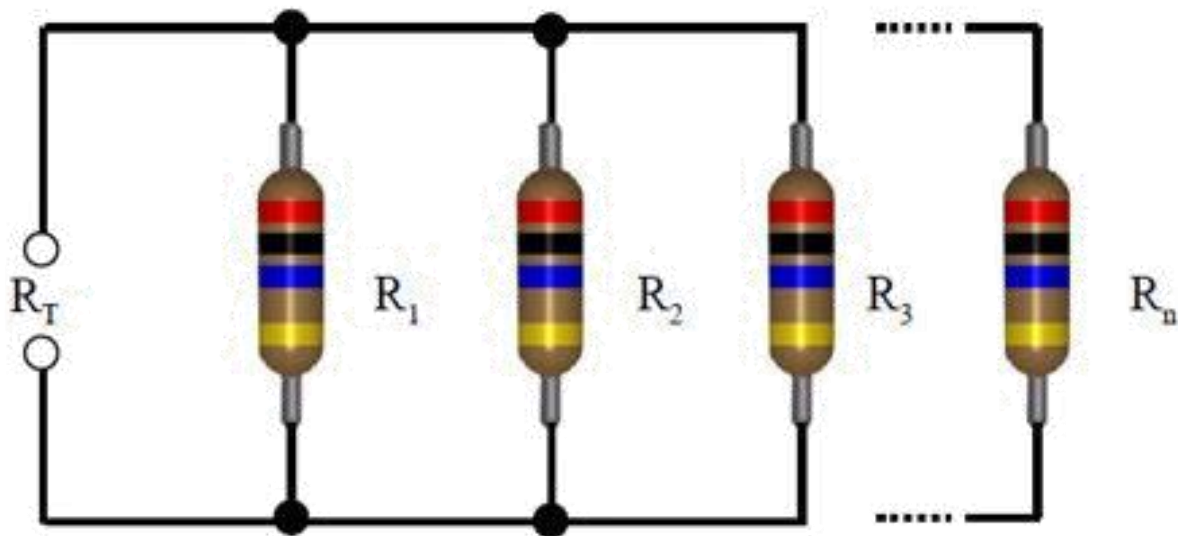
$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

$$= 10 + 20 + 20$$

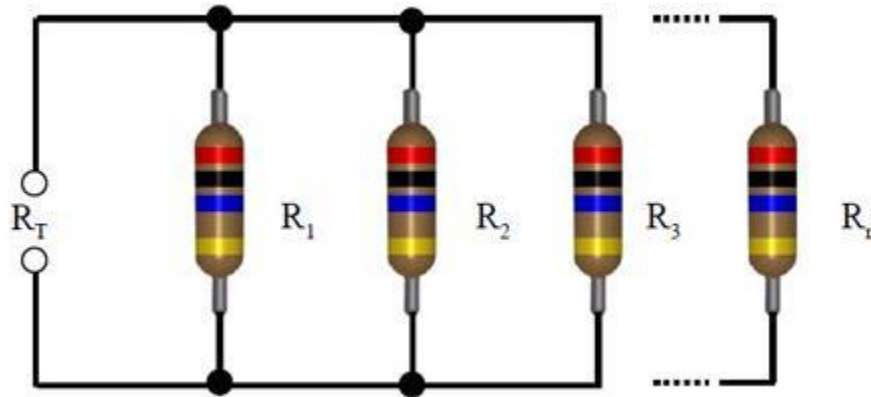
$$= 50 \Omega$$

วงจรขนาน

วงจรขนาน คือ การนำโหลดมาต่อขนานกันหรือต่อคร่อมกัน ตั้งแต่สองตัวขึ้นไปโดยนำจุดต่อของปลายทั้งสองข้างของโหลดแต่ละตัวมาต่อร่วมกัน



การคำนวณค่าความต้านทาน



$$R_T = R_1 // R_2 // R_3 // \dots // R_n$$

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad (\text{ในกรณีที่มีตัวต้านทานต่อขนานกัน 2 ตัว})$$

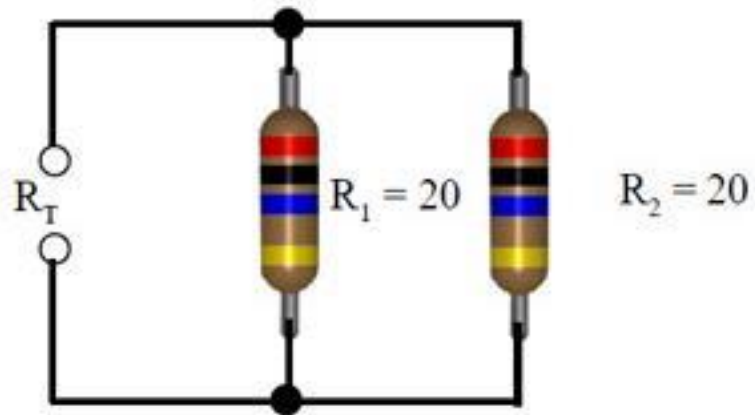
$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

$$R_T = \text{ค่าความต้านทานรวมของวงจร}$$

$$R_n = \text{ค่าความต้านทานตัวสุดท้าย}$$

$$// = \text{เครื่องหมายแสดงการต่อแบบขนาน}$$

จงคำนวณหาค่าความต้านทานรวมของวงจร

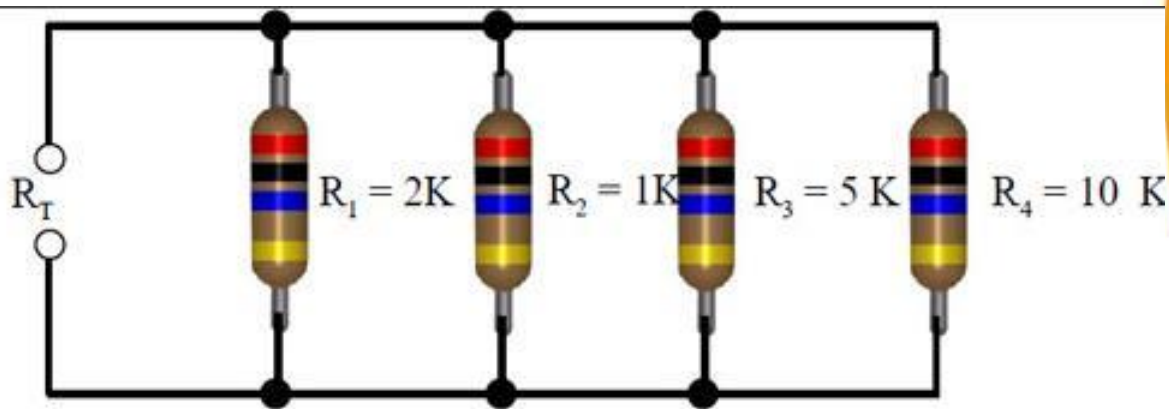


$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R_T = \frac{20 \cdot 20}{20 + 20}$$

$$R_T = \frac{400}{40}$$

$$R_T = 10 \Omega$$



$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{2K} + \frac{1}{1K} + \frac{1}{5K} + \frac{1}{10K}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{5 + 10 + 2 + 1}{10K}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{18K}{10K}$$

$$R_T = \frac{18K}{10K}$$

$$R_T = 1.8K\Omega$$

ตารางค่าสีตัวต้านทาน

รหัสสี (Color Code)	แถบสีที่ 1 ตำแหน่ง 1	แถบสีที่ 2 ตำแหน่ง 2	แถบสีที่ 3 ตัวคูณ	แถบสีที่ 4 เปอร์เซ็นต์ผิดพลาด
ดำ	0	0	1	20%(M)
น้ำตาล	1	1	10	1%(F)
แดง	2	2	100	2%(G)
ส้ม	3	3	1,000	-
เหลือง	4	4	10,000	-
เขียว	5	5	100,000	0.5%(D)
น้ำเงิน	6	6	1,000,000	0.25%(C)
ม่วง	7	7	-	0.1%(B)
เทา	8	8	-	0.05%(A)
ขาว	9	9	-	-
ทอง	-	-	0.1	5%(J)
เงิน	-	-	0.01	10%(K)