หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น

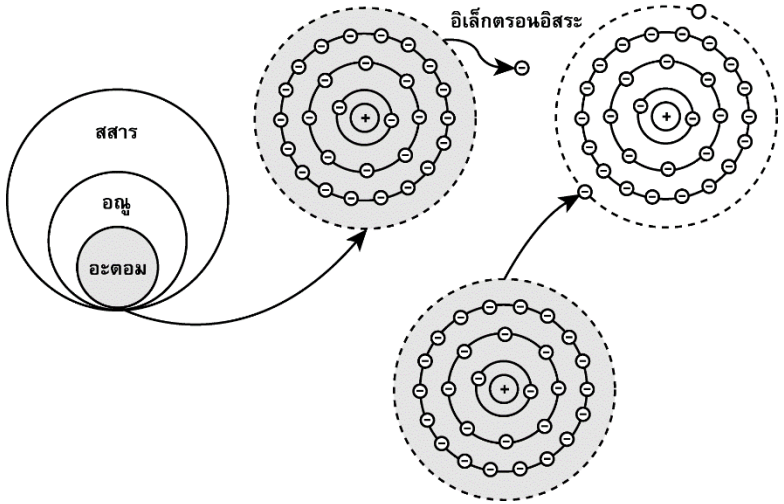
(The basic Laws of Electricity)

แนวคิด

การศึกษาวิชาไฟฟ้ารถยนต์ให้เกิดความรู้ความเข้าใจอย่างแท้จริง จำเป็นต้องศึกษาทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น เพื่อให้เกิดความเข้าใจพื้นฐานด้านวิธีการกำเนิด การนำไฟฟ้ามาใช้งาน ชนิดของกระแสไฟฟ้า การอ่านค่าและการคำนวณหาค่าต่างๆ ทางไฟฟ้า

การกำเนิดและแหล่งกำเนิดไฟฟ้า

อิเล็กตรอนที่วิ่งอยู่วงโคจรรอบนอกของอะตอมได้รับแรงดูดจากนิวเคลียสเพียงเล็กน้อย อิเล็กตรอนเหล่านี้จะพยายามหนีจากวงโคจรอยู่ตลอดเวลา จึงมีชื่อเรียกว่า “อิเล็กตรอนอิสระ” การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระจากอะตอมหนึ่งไปยังอะตอมหนึ่งเรียกว่า “การไหลของกระแสไฟฟ้า” ซึ่งเป็นการกำเนิดของไฟฟ้า



หลักการกำเนิดไฟฟ้า

การกำเนิดและแหล่งกำเนิดไฟฟ้า

สำหรับแหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ได้แก่

1. เกิดจากไฟฟ้าในอากาศที่สามารถสังเกตได้ คือ การเกิดฟ้าแลบ ฟ้าร้อง ฟ้าผ่า ฯลฯ
2. เกิดจากพลังงานความร้อน เช่น ความร้อนจากแสงอาทิตย์ เปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยการใช้โซลาร์เซลล์
3. เกิดจากสัตว์บางชนิดซึ่งมีประจุไฟฟ้าในตัวเอง เช่น ปลาไหลไฟฟ้า ฯลฯ
4. เกิดจากปฏิกิริยาเคมี เช่น แบตเตอรี่ ถ่านไฟฉาย ฯลฯ
5. เกิดจากการเหนี่ยวนำโดยการหมุนขดลวดตัดกับสนามแม่เหล็ก เช่น ไดนาโม เจนเนอเรเตอร์ อัลเทอร์เนเตอร์ ฯลฯ
6. เกิดจากการเสียดสี เช่น การนำผ้าไหมถูกับแท่งแก้ว จะเกิดไฟฟ้าสถิตประจุบวกที่แท่งแก้ว ประจุลบที่ผ้าไหม เป็นต้น

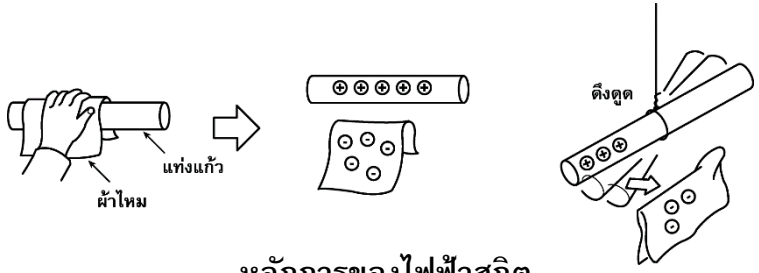
ไฟฟ้าที่ได้จากแหล่งกำเนิดเหล่านี้ ที่นิยมนำมาใช้งานทางช่างยนต์ ได้แก่ ไฟฟ้าที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีและไฟฟ้าที่เกิดจากการเหนี่ยวนำ

ชนิดของไฟฟ้า

ไฟฟ้ามีอยู่ 2 ชนิด คือ

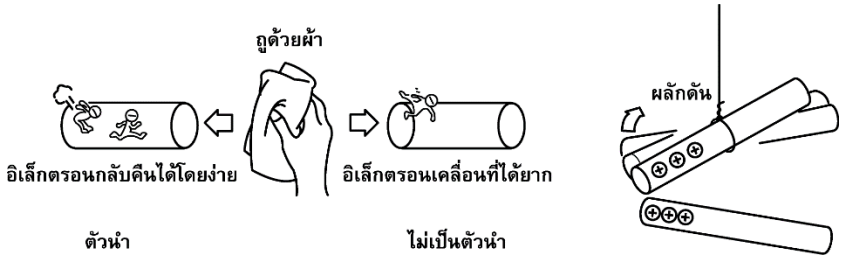
1. ไฟฟ้าสถิต (Static Electricity)

คือ ไฟฟ้าที่ถูกแยกประจุบวกและประจุลบออกจากกัน และเก็บประจุไว้ในตำแหน่งที่ไม่สามารถเคลื่อนที่เข้าหากันได้ เว้นแต่จะนำสารทั้งสองไปสัมผัสกันหรือต่อถึงกันด้วยตัวนำ จึงจะสามารถเคลื่อนที่เข้าหากันได้



หลักการของไฟฟ้าสถิต

นำแท่งแก้วถูกับผ้าไหม แท่งแก้วจะเกิดไฟฟ้าสถิตประจุบวก ผ้าไหมจะเกิดไฟฟ้าสถิตประจุลบ ไฟฟ้าประจุเหมือนกันเมื่อเข้าใกล้กันจะเกิดการผลักกัน และไฟฟ้าประจุต่างกันเมื่อเข้าใกล้กันจะเกิดการดูดกัน

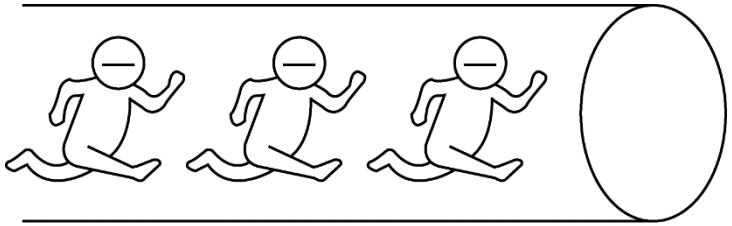


ปฏิกิริยาของประจุบวกและลบ

ชนิดของไฟฟ้า

2. ไฟฟ้ากระแส (Current Electricity)

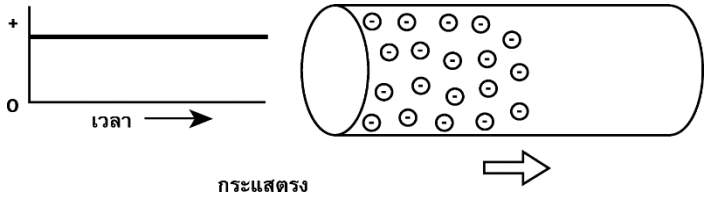
คือ ไฟฟ้าที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระภายในตัวนำ



การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน

2.1 ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current)

คือ ไฟฟ้าที่มีการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระไปทางเดียวตลอดอย่างสม่ำเสมอ

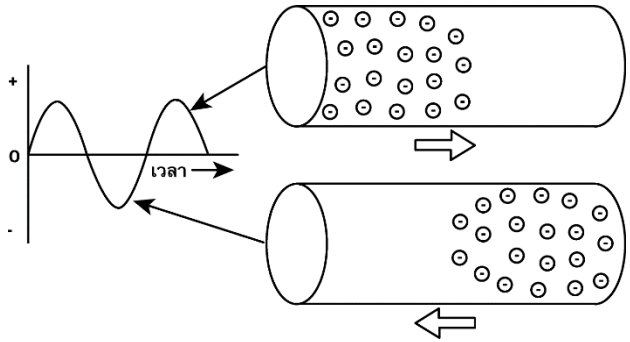


รูปแบบไฟฟ้ากระแสตรง

ชนิดของไฟฟ้า

2.2 ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current)

คือ ไฟฟ้าที่มีทิศทางการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระเปลี่ยนกลับไปมาเป็นระยะ ๆ

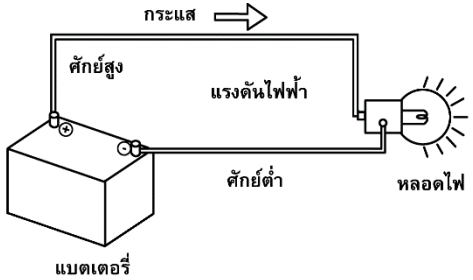


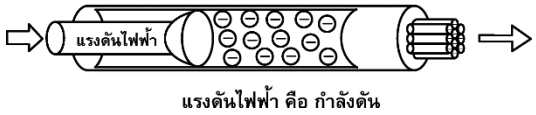
รูปแบบไฟฟ้ากระแสสลับ

หน่วยวัดทางไฟฟ้า

1. แรงดันไฟฟ้า (Electrical Voltage)

คือ แรงที่ดันให้อิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่ไปตามตัวนำจากจุดที่มีแรงดันไฟฟ้ามาก ไปยังจุดที่มีแรงดันไฟฟ้าน้อย ซึ่งแรงที่สร้างให้เกิดแรงดันไฟฟ้า จะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระตลอดเวลา เรียกว่า “แรงเคลื่อนไฟฟ้า”





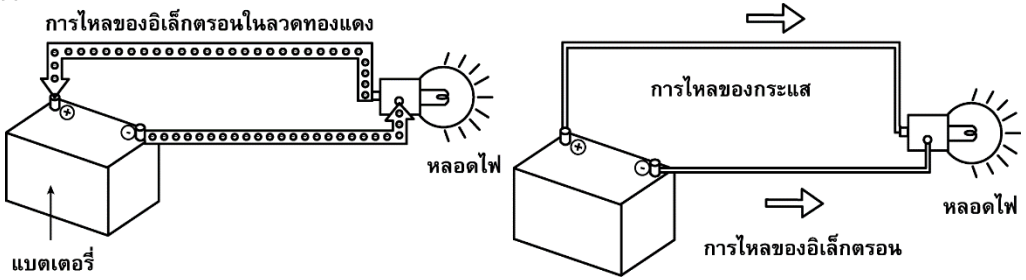
การเกิดแรงดันไฟฟ้า

แรงดันไฟฟ้า 1 โวลต์ คือ แรงดันที่สามารถทำให้กระแส 1 แอมแปร์ ไหลผ่านตัวนำไฟฟ้า ซึ่งมีค่าความต้านทาน 1 โอห์ม

หน่วยวัดทางไฟฟ้า

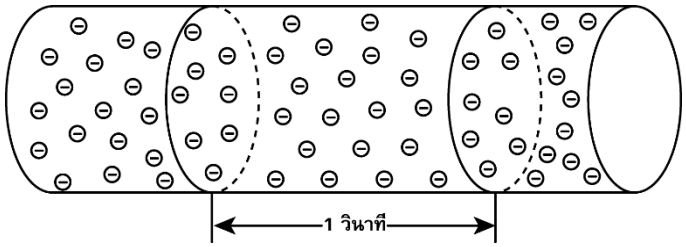
2. กระแสไฟฟ้า (Electrical Current)

คือ ปริมาณของอิเล็กตรอนอิสระที่ไหลไปตามตัวนำจากประจุลบไปยังประจุบวกแต่การกำหนดค่ากระแสจะ กำหนดตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ คือ กระแสจะไหลจากขั้วลบไปยังขั้วบวก ส่วนอิเล็กตรอนอิสระจะเคลื่อนที่จากประจุลบไปยังประจุบวก



การเกิดกระแสไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้า 1 แอมแปร์ คือ การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระไปตามตัวนำ 6.2415×10^{18} ตัวต่อวินาที (อิเล็กตรอน 6.2415×10^{18} ตัว เท่ากับ 1 คูลอมบ์)

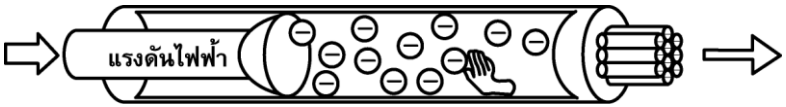


แสดงหน่วยวัดกระแสไฟฟ้า

หน่วยวัดทางไฟฟ้า

3. ความต้านทานไฟฟ้า (Electrical Resistance)

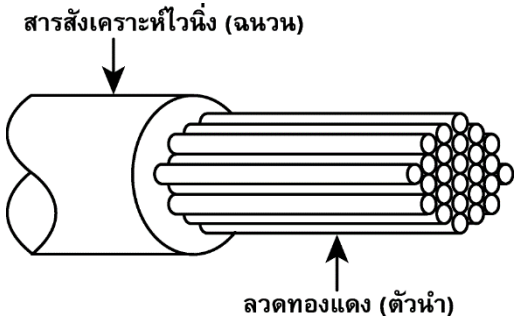
คือ แรงต้านภายในของสารที่มีต่อการไหลของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านสารนั้นๆ



การเกิดความต้านทานไฟฟ้า

3.1 ชนิดของสาร

- สารที่เป็นตัวนำไฟฟ้าจะมีค่าความต้านทานน้อย
- สารที่เป็นฉนวนจะมีค่าความต้านทานมาก

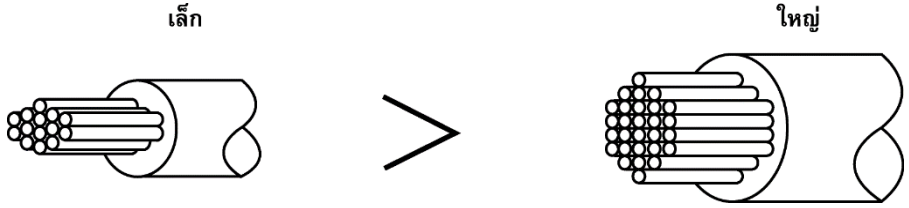


ส่วนประกอบของตัวนำและฉนวน

หน่วยวัดทางไฟฟ้า

3.2 ขนาดของสาร

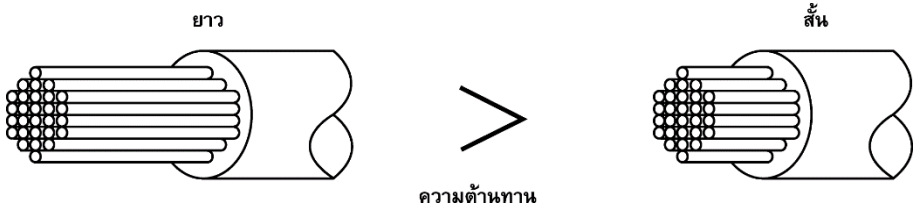
- สารชนิดเดียวกันขนาดใหญ่ ค่าความต้านทานจะน้อย
- สารขนาดเล็กค่าความต้านทานจะมาก



เปรียบเทียบค่าความต้านทานตามพื้นที่หน้าตัด

3.3 ความยาวของสาร

- สารชนิดเดียวกันถ้าความยาวมากค่าความต้านทานจะมาก
- ถ้าขนาดสั้น ความต้านทานจะน้อย (พื้นที่หน้าตัดเท่ากัน)

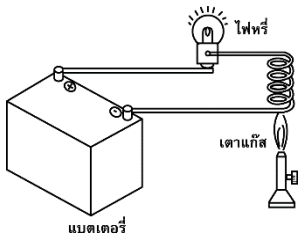


เปรียบเทียบค่าความต้านทานตามความยาว

หน่วยวัดทางไฟฟ้า

3.4 อุณหภูมิ

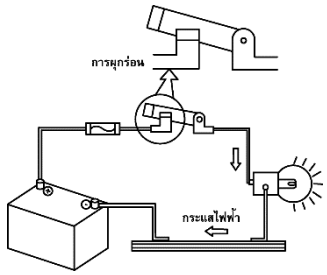
ปกติสารเมื่อได้รับความร้อนอุณหภูมิจะสูงขึ้น ค่าความต้านทานจะเพิ่มขึ้นตาม ถ้าอุณหภูมิลดลง ค่าความต้านทานจะลดลง ยกเว้น คาร์บอน (C) ซึ่งมีคุณสมบัติตรงกันข้าม คือ ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น ค่าความต้านทานจะลดลง



เปรียบเทียบค่าความต้านทานตามอุณหภูมิ

3.5 สภาวะของผิวสัมผัส

ผิวสัมผัสไม่สนิท สกปรก มีรอยไหม้ ค่าความต้านทานจะมาก ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้น้อยลง

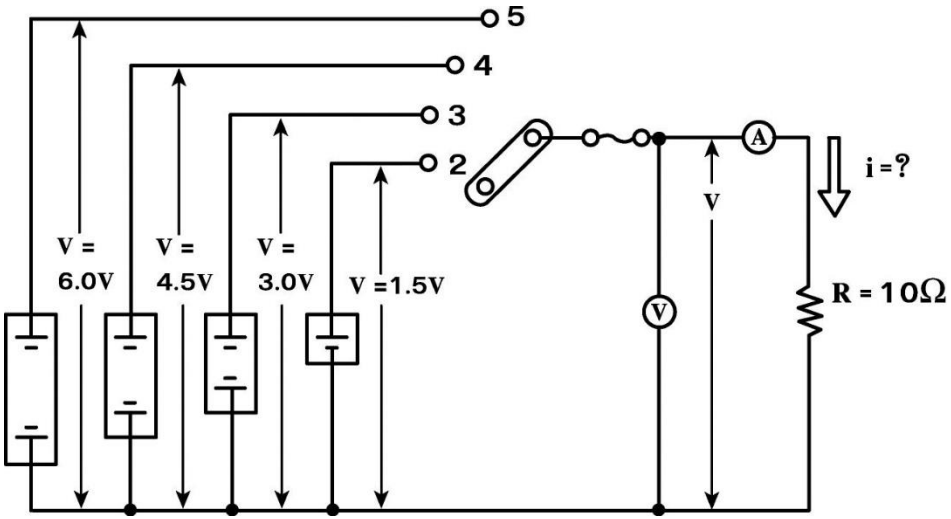


แสดงค่าความต้านทานที่ผิวสัมผัส

กฎของโอห์มและการคำนวณหาค่าต่างๆ ทางไฟฟ้า

เมื่อจ่ายแรงดันให้วงจรไฟฟ้า จะมีกระแสไหลภายในวงจร จะเกิดความสัมพันธ์ระหว่าง แรงดัน กระแสและความต้านทานภายในวงจร คือ ความเข้มของกระแสซึ่งไหลภายในวงจร เป็นปฏิภาคโดยตรงกับแรงดันซึ่งจ่ายให้แก่วงจร และเป็นป ฏิภาคกลับกับค่าความต้านทานของวัตถุที่กระแสไหลผ่าน ความสัมพันธ์ดังกล่าวเรียกว่า “กฎของโอห์ม”

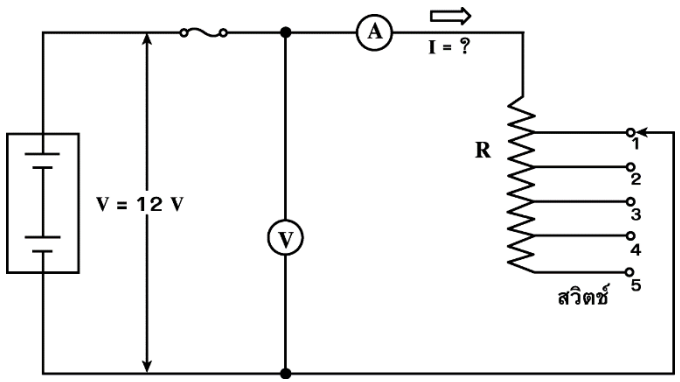
วงจรที่ 1 ความต้านทานคงที่ กระแสจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับแรงดัน



รูปแบบความต้านทานคงที่

กฎของโอห์มและการคำนวณหาค่าต่างๆ ทางไฟฟ้า

วงจรที่ 2 แรงดันไฟฟ้าคงที่ กระแสจะเป็นปฏิภาคผกผันกับความต้านทาน



แสดงการผกผันระหว่างกระแสกับความต้านทาน

จากกฎของโอห์ม เราสามารถนำไปใช้คำนวณหาค่ากระแส แรงดัน และค่าความต้านทานในวงจรต่างๆ และจากค่าเหล่านี้สามารถนำไปใช้หาค่ากำลังไฟฟ้าได้จากสูตร P = EI

	หน่วยพื้นฐาน	หน่วยสำหรับปริมาณมาก	
สัญลักษณ์	W	kW	MW
การออกเสียง	วัตต์	กิโลวัตต์	เมกะวัตต์
ตัวคูณ	1	1,000	1,000,000

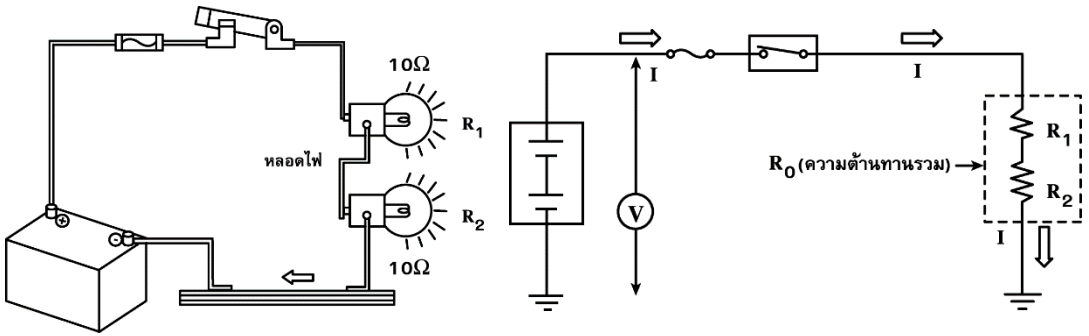
วงจรไฟฟ้าที่ใช้ในรถยนต์

วงจรแต่ละวงจรในรถยนต์ประกอบด้วยความต้านทานมากกว่าหนึ่งตัว การต่อความต้านทานหลายๆ ตัวในวงจรทำได้ดังนี้

1. ต่อแบบอนุกรม คือ การต่อโดยนำความต้านทานหรือภาระ (Load) มาต่ออันดับกัน
2. ต่อแบบขนาน คือ การต่อโดยนำขั้วที่เหมือนกันของความต้านทานหรือภาระ (Load) มาต่อเข้าด้วยกัน โดยนำขั้วบวกต่อขั้วบวก ขั้วลบต่อขั้วลบ
3. ต่อแบบอนุกรมและขนาน คือ การนำความต้านทานหรือภาระ (Load) มาต่อรวมกันทั้งแบบอนุกรมและแบบขนานในวงจรเดียวกัน

1. การต่อวงจรแบบอนุกรม ความต้านทานรวม (R_0) = R_1 + R_2

ความต้านทานรวม (R_0) = 10Ω + 10Ω = 20Ω (โอห์ม)

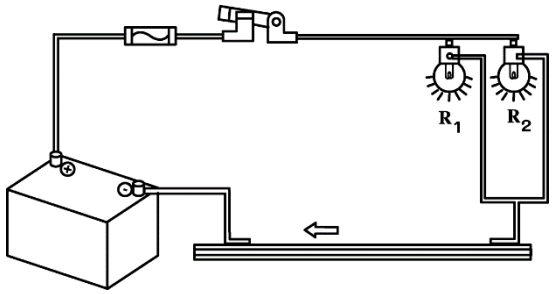


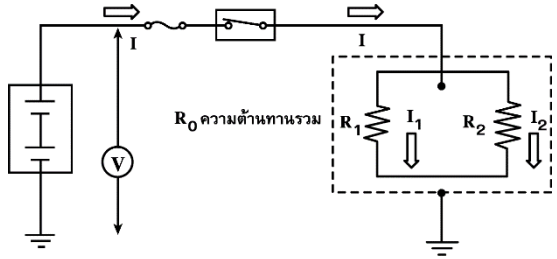
การต่อวงจรแบบอนุกรม

การต่อแบบอนุกรม ถ้ายิ่งต่อหลายตัวความต้านทานรวมจะมากขึ้น ทำให้กระแสไหลในวงจรได้น้อยลง วงจรทั่วไปจึงนิยมต่อแบบขนาน เพราะค่าความต้านทานรวมจะน้อยทำให้ทุกหลอดไฟไม่ตก

วงจรไฟฟ้าที่ใช้ในรถยนต์

2. การต่อวงจรแบบขนาน ความต้านทานรวม $\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$



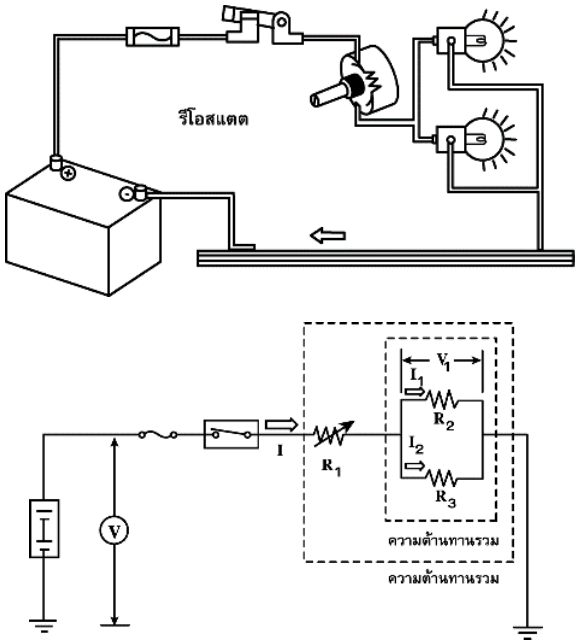


การต่อวงจรแบบขนาน

วงจรไฟฟ้าที่ใช้ในรถยนต์

3. การต่อวงจรแบบอนุกรมและแบบขนาน (แบบผสม)

การหาค่าความต้านทานรวม แยกหาทีละขั้นโดยเริ่มจากแบบขนานก่อน



การต่อวงจรแบบผสม