

หน่วยที่ 8 ทรานซิสเตอร์และ โฟโตทรานซิสเตอร์

20101-2103 งานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น



หน่วยที่ 8 ทรานซิสเตอร์และ โฟโตทรานซิสเตอร์



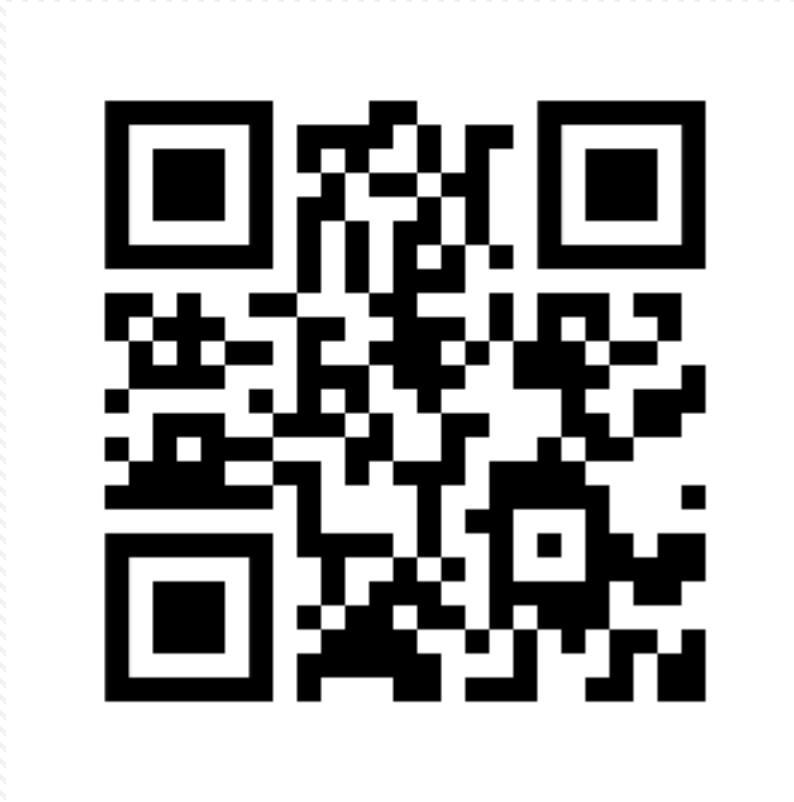
หน่วยที่ 8 ทรานซิสเตอร์และ โฟโตทรานซิสเตอร์

บทนำ

- เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำชนิด 3 ตอน โดยการนำสารกึ่งตัวนำชนิด **N** และชนิด **P** มาต่อชนานกัน การผลิตทรานซิสเตอร์ต้องทำให้สารกึ่งตัวนำตอนกลางแคบที่สุด กระแสที่ไหลไปยังขั้วเบส (**Base**) เพียงจำนวนเล็กน้อยนำมาใช้ในวงจรขยายสัญญาณ เพื่อให้สัญญาณไหลไปยังขั้วคอลเล็กเตอร์ (**Collector**) ให้มีสัญญาณขนาดใหญ่ขึ้น การขยายสัญญาณนำไปใช้ในวงจรกำเนิดไฟฟ้า ใช้ในวงจรสวิตช์ที่ต่อและหยุดการไหลของกระแสไฟฟ้า เพื่อตอบสนองต่อสัญญาณที่เล็กน้อยของกระแสไฟฟ้า



หน่วยที่ 8 ทรานซิสเตอร์และ โฟโตทรานซิสเตอร์





หน่วยที่ 8 ทรานซิสเตอร์และ โฟโตทรานซิสเตอร์



หน่วยที่ 8 ทรานซิสเตอร์และ โฟโตทรานซิสเตอร์



ประเภทและคุณลักษณะของทรานซิสเตอร์

แบ่งตามความสามารถการใช้งาน ทรานซิสเตอร์ที่รู้จักกันดีที่สุดของช่วงย่นต์ คือ เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ (**Power Transistor**) สำหรับระบบจุดระเบิดและระบบไฟประจุไฟ แบตเตอรี่

แบ่งตามลักษณะของขั้ว (**by Polarity**) รูปสัญลักษณ์มีความหมายเหมือนไดโอด คือ แสดงทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า เช่น ทรานซิสเตอร์ **NPN** ขั้วอิมิตเตอร์ (**Emitter**) จะเป็นทางที่กระแสไฟออก แต่แบบ **PNP** เป็นทางกระแสไฟฟ้าไหลเข้า

แบ่งตามลักษณะรูปร่าง (**by Appearance**) แบ่ง ตามวัสดุที่นำมาใช้ (**by Material**) มี 2 ชนิด คือ เจอร์เมเนียมและซิลิคอน แบบ **PNP** ส่วนใหญ่ทำจากเจอร์เมเนียม และแบบ **NPN** ทำจากซิลิคอนเกือบทั้งหมด

แบ่งตามวัสดุที่นำมาใช้ (**by Material**) มี 2 ชนิด คือ เจอร์เมเนียมและซิลิคอน แบบ **PNP** ส่วนใหญ่ทำจากเจอร์เมเนียม และแบบ **NPN** ทำจากซิลิคอนเกือบทั้งหมด

หน่วยที่ 8 ทรานซิสเตอร์และ โฟโตทรานซิสเตอร์



คุณลักษณะทรานซิสเตอร์

ทรานซิสเตอร์ที่ผลิตขึ้นมาใช้งานมีย่านการทำงานที่กว้างมาก และนำไปใช้งานได้หลายย่อหน้าที่ทำให้การผลิตรูปร่างตัวของทรานซิสเตอร์มีลักษณะที่แตกต่างกันไป

ทรานซิสเตอร์ชนิดใช้กำลังไฟฟ้าสูง (Power Transistor)

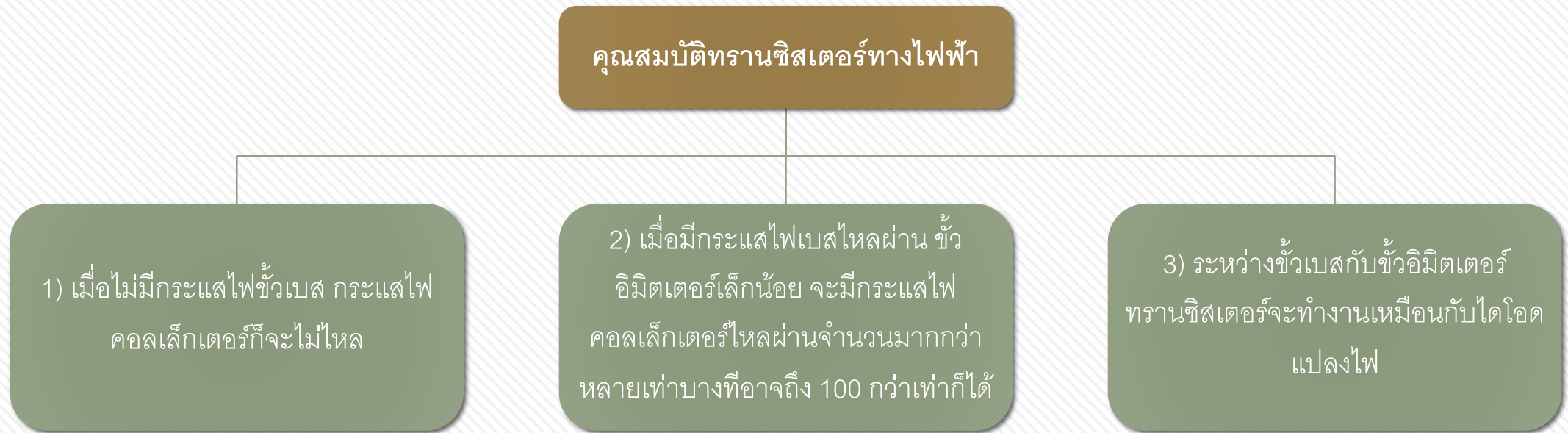
ทรานซิสเตอร์ชนิดเปลือกเป็นโลหะหรือเป็นพลาสติก

ทรานซิสเตอร์ชนิดหลายตัวรวมอยู่ในตัวเดียวกัน

หน่วยที่ 8 ทรานซิสเตอร์และ โฟโตทรานซิสเตอร์



หน่วยที่ 8 ทรานซิสเตอร์และ โฟโตทรานซิสเตอร์



หน่วยที่ 8 ทรานซิสเตอร์และ โฟโตทรานซิสเตอร์

การทำงาน และการ กำหนดเบอร์ ทรานซิสเตอร์

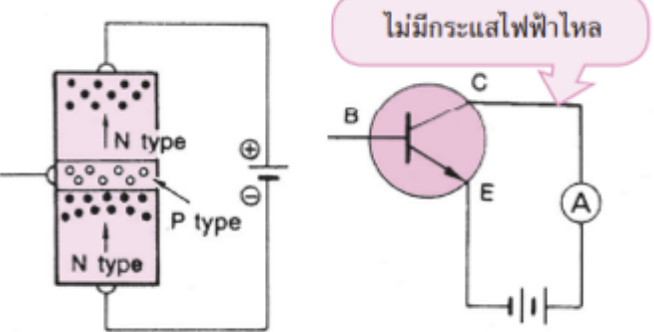
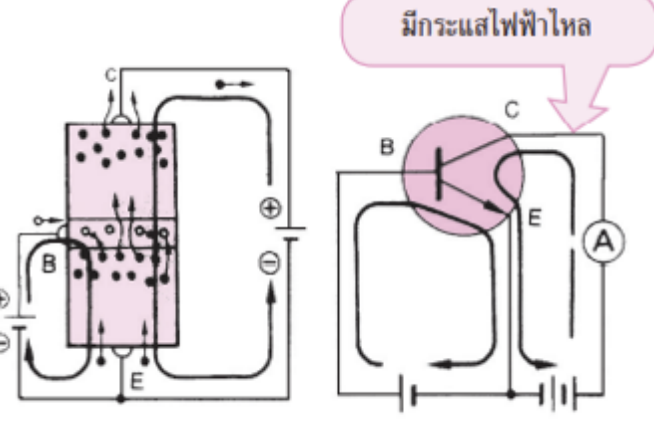
- ทรานซิสเตอร์ชนิด PNP ทรานซิสเตอร์ชนิด PNP (PNP Type Transistor) มีสารกึ่งตัวนำชนิด P ประกอบกับ สารกึ่งตัวนำชนิด N ใน โครงสร้างของ P-N-P เมื่อกระแสไฟฟ้าจำนวนเล็กน้อยไหลผ่านไปยังขาเบส ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลจากขาอิมิตเตอร์ไปยังขาคอลเล็กเตอร์
- ทรานซิสเตอร์ชนิด NPN ทรานซิสเตอร์ชนิด NPN (NPN Type Transistor) มีโครงสร้างเป็นแบบ N-P-N มี ทิศทางการไหลของกระแสไฟ ตรงกันข้ามกับทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าในแบบทรานซิสเตอร์ชนิด PNP

หน่วยที่ 8 ทรานซิสเตอร์และ โฟโตทรานซิสเตอร์



หน่วยที่ 8 ทรานซิสเตอร์และ โฟโตทรานซิสเตอร์

วงจรการทำงานทรานซิสเตอร์

 ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหล	ต่อไฟเข้ากับขั้ว C และ E อิเล็กตรอนขั้วอิมิตเตอร์จะถูกขับไล่โดยประจุของเบตเตอร์ให้ขยับตัวไปยังขั้วเบส อิเล็กตรอนขั้วคอลเล็กเตอร์จะถูกดูดโดยขั้วบวกของเบตเตอร์ แต่ไหลออกไม่ได้ เพราะไม่มีอิเล็กตรอนจากขั้วเบสมาทดแทน
 มีกระแสไฟฟ้าไหล	มีไฟเข้าระหว่างขั้ว B และ E ด้วย อิเล็กตรอนขั้วอิมิตเตอร์ไหลเข้าไปในขั้วเบสได้ แต่ขั้วเบสมีขนาดเล็กมาก จำนวนที่ว่างก็ม่น้อย อิเล็กตรอนส่วนใหญ่จึงถูกผลักออก หมายความว่า กระแสไฟฟ้าจะไหลจากขั้ว C ไป E กระแสไฟขั้วคอลเล็กเตอร์มีจำนวนมากกว่า กระแสไฟขั้วเบส 10 ถึง 1,000 เท่า ดังนั้นจึงเรียกอาการอย่างนี้ของทรานซิสเตอร์ว่า การขยายกระแสไฟฟ้า

หน่วยที่ 8 ทรานซิสเตอร์และ โฟโตทรานซิสเตอร์

การเป็นตัว ขยายสัญญาณ และเปิด-ปิด วงจรไฟฟ้า

- การเป็นตัวขยายสัญญาณและวงจรทรานซิสเตอร์ใช้กระแสไฟควบคุมวงจรเพียง 1% ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านวงจรใช้งานได้ถึง 99%
- วงจรทรานซิสเตอร์ชนิด **NPN** กับตัวต้านทาน 1 ตัว เพื่อความปลอดภัยต่อทรานซิสเตอร์จึงต่อตัวต้านทานอนุกรมกับขา **B** ของทรานซิสเตอร์เมื่อเปิด สวิตช์ **SW** เป็นการจ่ายไฟบวกตรงขา **B** กระแสไฟฟ้า ไหลผ่านหลอดไฟ ผ่านทรานซิสเตอร์หลอดไฟติด
- วงจรทรานซิสเตอร์ชนิด **NPN** กับตัวต้านทาน 2 ตัว การต่อตัวต้านทาน **R2** อนุกรมกับตัวต้านทาน **R1** เพิ่มขึ้นอีก 1 ตัว เมื่อเปิดสวิตช์ **SW** การทำงาน คงเหมือนกับการใช้ตัวต้านทาน **R1** เพียงตัวเดียว
- วงจรทรานซิสเตอร์ชนิด **PNP** กับตัวต้านทาน 2 ตัว เป็นวงจรที่ใช้กับระบบจุดระเบิดเครื่องยนต์ ที่หน้าทองขาวจานจ่ายต่อลงดินโดยตรง เมื่อเปิดสวิตช์ **SW** เป็นการจ่ายไฟลบกับขา **B**

หน่วยที่ 8 ทรานซิสเตอร์และ โฟโตทรานซิสเตอร์

เปรียบเทียบการเปิด-ปิดวงจรไฟฟ้าด้วยรีเลย์กับทรานซิสเตอร์

- ข้อมูลทางเทคนิค บริษัทผู้ผลิตทรานซิสเตอร์ขึ้นมาใช้งาน มักจะมีรายละเอียดของทรานซิสเตอร์ (**Transistor Specification**) กำกับไว้ด้วย โดยมีข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ ของทรานซิสเตอร์ เบอร์นั้น ๆ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้งานได้ถูกต้องเหมาะสม
- รีเลย์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ รีเลย์ คือสวิตช์ที่ทำงานด้วยอำนาจแม่เหล็ก ไฟฟ้าจุดประสงค์ในการใช้รีเลย์ ก็เพื่อให้สามารถใช้สวิตช์ควบคุมขนาดเล็กได้
- ทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ไฟ ทรานซิสเตอร์จะใช้ขั้ว **C** และ **E** เป็นขั้วสวิตช์ต่อกับแบตเตอรี่ โดย ขั้ว **C** ต่อกับขั้วบวก และขั้ว **E** ต่อกับขั้วลบ



หน่วยที่ 8 ทรานซิสเตอร์และ โฟโตทรานซิสเตอร์

เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์และโฟโตทรานซิสเตอร์

- คุณสมบัติเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ (Power Transistor) มีคุณสมบัติการควบคุมการนำกระแสไฟฟ้าได้มาก (Turn ON) และการหยุดนำกระแสไฟฟ้า (Turn OFF) เพื่อใช้ทำงานในลักษณะสวิตช์และทำงานในบริเวณอิ่มตัว (Saturation Region) ซึ่งมีแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมขณะนำกระแสไฟฟ้า และความเร็วในการทำหน้าที่สวิตช์ของทรานซิสเตอร์
- ส่วนประกอบเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ ทรานซิสเตอร์ชนิด NPN ชั้น n ของขั้วอิมิตเตอร์จะมีขนาดกว้าง และชั้น p ของขั้วเบสจะแคบ และชั้น n ของขั้วคอลเล็กเตอร์จะแคบแต่จะมีชั้นของสารโด๊ปที่ใหญ่



หน่วยที่ 8 ทรานซิสเตอร์และ โฟโตทรานซิสเตอร์

เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ใช้ในงานเครื่องยนต์

- วงจรไฟจุดระเบิดใช้เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ตัดต่อวงจรขดลวดไฟแรงต่ำ (Primary Winding) โดยกล่องควบคุมเครื่องยนต์ (ECM = Engine Control Module) จะเป็นตัวขยายสัญญาณเพาเวอร์ ทรานซิสเตอร์ให้เป็นสัญญาณควบคุมการทำงานของคอยล์จุดระเบิดทรานซิสเตอร์ต้องติดตั้งให้ห่างกล่องควบคุมเครื่องยนต์ เพื่อลดผลกระทบจากความร้อน
- เมื่อเปิดสวิตช์จุดระเบิด **ON** สัญญาณจากกล่องควบคุมเครื่องยนต์ส่งเข้าทรานซิสเตอร์ขั้ว **B** ทำให้กระแสไฟฟ้าจากขดลวดไฟแรงต่ำของคอยล์จุดระเบิดไหลผ่านขั้ว **C** ไปยังขั้ว **E** ของทรานซิสเตอร์ได้จำนวนมาก เพราะลงดินได้โดยตรง

หน่วยที่ 8 ทรานซิสเตอร์และ โฟโตทรานซิสเตอร์

คุณลักษณะ โฟโตทรานซิสเตอร์ (Photo Transistor)

- ประกอบด้วยโฟโตไดโอดซึ่งต่ออยู่ระหว่างขั้วเบสกับขั้วคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ กระแสไฟฟ้าที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของแสงจะถูกขยายด้วยทรานซิสเตอร์ในการทำงาน โฟโตทรานซิสเตอร์รอยต่อระหว่างขั้วเบสกับอิมิตเตอร์จะบ่อนกระแสไฟตรงทาง (**Forward Bias**) ส่วนรอยต่อระหว่างขั้วเบสกับคอลเล็กเตอร์จะบ่อนกระแสไฟกลับ (**Reverse Bias**) ที่ รอยต่อนี้เป็นส่วนที่ทำให้เกิดการแปลงค่ากระแสไฟฟ้าที่ขึ้นอยู่กับความเข้มของแสง

การใช้งาน โฟโตทรานซิสเตอร์(Use of Phototransistor)

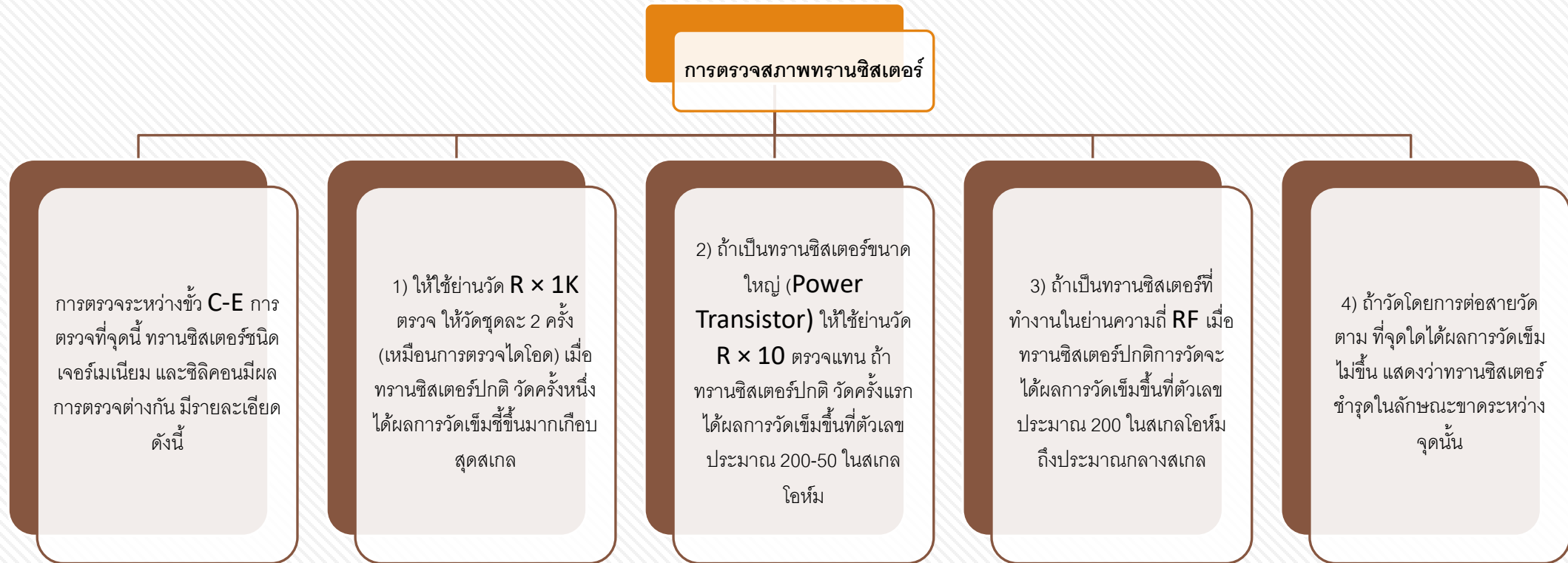
- ตัวอย่างการใช้งานโฟโตทรานซิสเตอร์ในรถยนต์ คือเป็นตัวตรวจจับความเร็วรอบโดยใช้ร่วมกับ ไดโอดเปล่งแสง การต่อรวมแบบนี้เรียกว่าสวิตช์ทำงานด้วยแสงหรือโฟโตคัปเปิลเลอร์ (**Photocoupler**)

หน่วยที่ 8 ทรานซิสเตอร์และ โฟโตทรานซิสเตอร์

การตรวจสอบ สภาพ ทรานซิสเตอร์

- หลักปฏิบัติในการตรวจทรานซิสเตอร์ การตรวจทรานซิสเตอร์ที่จะกล่าวต่อไปนี้เป็น การตรวจทรานซิสเตอร์นอกวงจร จะต้องตรวจในขณะที่ตัวทรานซิสเตอร์มีอุณหภูมิปกติ
- การตรวจระหว่างขั้วทรานซิสเตอร์ 1) ขั้วเบสกับคอลเล็กเตอร์ (ขั้ว B กับ C) 2) ขั้วเบสกับอิมิตเตอร์ (ขั้ว B กับ E) 3) ขั้วคอลเล็กเตอร์กับอิมิตเตอร์ (ขั้ว C กับ E)
- การตรวจระหว่างขั้ว B กับ C และขั้ว B กับ E มีหลักการตรวจเหมือนกัน คือ 1) ให้ใช้ย่านวัด $R \times 1K$ ตรวจ ให้วัดจุดละสองครั้ง (เหมือนการตรวจไดโอด)
- ถ้าเป็นทรานซิสเตอร์เจอร์เมเนียมขนาดใหญ่ (Power Transistor) ให้ใช้ย่านวัด $R \times 10$ ตรวจแทน และมีผลในการวัดเหมือนทรานซิสเตอร์ปกติเหมือนกัน

หน่วยที่ 8 ทรานซิสเตอร์และ โฟโตทรานซิสเตอร์





หน่วยที่ 8 ทรานซิสเตอร์และ โฟโตทรานซิสเตอร์

