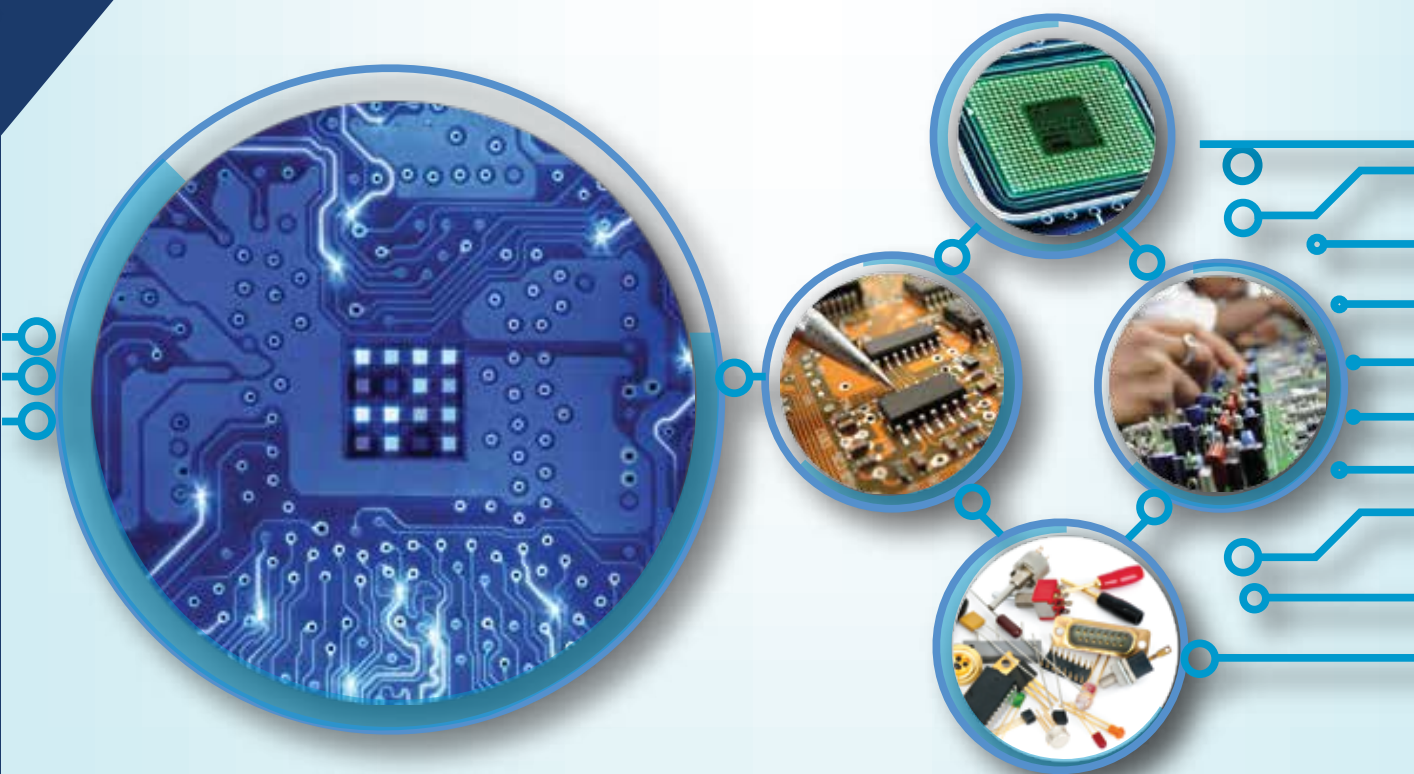




อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

Industrial Electronics



สายันต์ ชื่นอารมย์



อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม (Industrial Electronics)

รหัสวิชา 30105-2101

หมวดวิชาสมรรถนะวิชาชีพ กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเลือก

ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2563

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) กระทรวงศึกษาธิการ



เรียบเรียงโดย
สายนันต์ ชื่นอารมย์

อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม (Industrial Electronics)

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับคุณสมบัติอุปกรณ์เซมิคอนดักเตอร์ ทรานซิสเตอร์ อุปกรณ์ไทรสเตอร์ มอเตอร์ รีเลย์ เพาเวอร์เซมิคอนดักเตอร์ อุปกรณ์แสดงผล อุปกรณ์ขับเคลื่อนทางกลไก วงจรแปลงสัญญาณ ควบคุมอุปกรณ์ไทรสเตอร์และเพาเวอร์เซมิคอนดักเตอร์ การวัด ออกแบบและทดสอบวงจรควบคุมอัตโนมัติและประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรม

พิมพ์ครั้งที่ 2 พ.ศ. 2565

จัดพิมพ์และจัดจำหน่ายโดย...



บริษัทวังอักษร จำกัด

69/3 ถนนอรุณอมรินทร์ แขวงวัดอรุณ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ 10600

โทร. 0-2472-3293-5 โทรสาร 0-2891-0742 Mobile 08-8585-1521

Facebook : สำนักพิมพ์ วังอักษร e-Mail : wangaksorn9@gmail.com

www.wangaksorn.com

ID Line : wangaksorn



สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2561

โดยบริษัทวังอักษร จำกัด ห้ามนำส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้ไปทำซ้ำ ดัดแปลง หรือเผยแพร่ต่อสาธารณชน ไม่ว่ารูปแบบใด ๆ นอกจากได้รับอนุญาต เป็นลายลักษณ์อักษรล่วงหน้าจากทางบริษัทฯ เท่านั้น
ชื่อและเครื่องหมายการค้าอื่น ๆ ที่อ้างอิงในหนังสือฉบับนี้
เป็นสิทธิโดยชอบด้วยกฎหมายของเจ้าของแต่ละราย
โดยบริษัทวังอักษร จำกัด มิได้อ้างความเป็นเจ้าของแต่อย่างใด

คำนำ

วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 30105-2101 จัดอยู่ในหมวดวิชาสมรรถนะวิชาชีพ กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเลือก สาขางานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชา อิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 สำนักงานคณะกรรมการ การอาชีวศึกษา (สอศ.) กระทรวงศึกษาธิการ ผู้เขียนได้บริหารสาระการเรียนรู้แบ่งเป็น 8 บทเรียน ได้จัดแผนการจัดการเรียนรู้/แผนการสอนที่มุ่งเน้นฐานสมรรถนะ (Competency Based) และการ บูรณาการ (Integrated) ตรงตามจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา คำอธิบายรายวิชา ในแต่ละ บทเรียนมุ่งให้ความสำคัญส่วนที่เป็นความรู้ทฤษฎี หลักการกระบวนการตัวอย่าง แบบฝึกปฏิบัติ และ คำถามเพื่อการทบทวนเพื่อฝึกทักษะประสบการณ์ **เร่งพัฒนาบทบาทของผู้เรียนเป็นผู้จัดการแสวงหา ความรู้ (Explorer)** เป็นผู้สอนตนเองได้ สร้างองค์ความรู้ใหม่ และ**บทบาทของผู้สอนเปลี่ยนจากผู้ให้ ความรู้มาเป็นผู้จัดการชี้แนะ (Teacher Roles)** จัดสิ่งแวดล้อมเอื้ออำนวยต่อความสนใจเรียนรู้ และ เป็นผู้ร่วมเรียนรู้ (Co-investigator) จัดห้องเรียนเป็นสถานที่ทำงานร่วมกัน (Learning Context) จัดกลุ่มเรียนรู้ให้รู้จักทำงานร่วมกัน (Grouping) ฝึกความใจกว้าง มุ่งสร้างสรรค์คนรุ่นใหม่ สอนความ สามารถที่นำไปทำงานได้ (Competency) สอนความรัก ความเมตตา (Compassion) ความเชื่อมั่น ความซื่อสัตย์ (Trust) เป้าหมายอาชีพอันยังประโยชน์ (Productive Career) และชีวิตที่มีศักดิ์ศรี (Noble Life) เหนือสิ่งอื่นใด เป็นคนดีทั้งกาย วาจา ใจ มีคุณธรรม จรรยาบรรณทางธุรกิจและวิชาชีพ

ส่งเสริมสนับสนุนยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบคุณวุฒิวิชาชีพ (Vocational Qualification System) สอดคล้องตามมาตรฐานอาชีพ (Occupational Standard) สร้างภูมิคุ้มกัน เพิ่มขีด ความสามารถในการแข่งขันของประเทศ กำลังแรงงาน การพัฒนามาตรฐานการปฏิบัติงานระดับชาติ (National Benchmarking) และการวิเคราะห์หน้าที่การงาน (Functional Analysis) เพื่อให้เกิดผล สำเร็จในภาคธุรกิจ อุตสาหกรรม ทุกสาขาอาชีพ เป็นการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนเข้าสู่สนาม การแข่งขันในประชาคมอาเซียน

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ผู้สอน ผู้ประสาทวิชาความรู้ เอกสาร หนังสือที่ใช้ประกอบในการ เรียบเรียงไว้ ณ โอกาสนี้

สหายนต์ ชื่นอารมย์

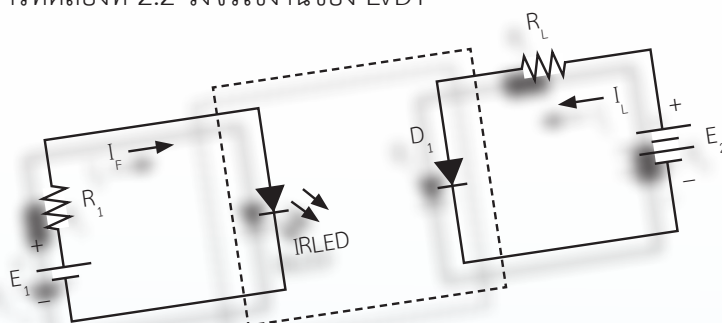
สารบัญ

บทที่ 1 อุปกรณ์เซนเซอร์

บทนำ	1
ตัวต้านทานไวแสง	3
เทอร์มิสเตอร์	3
โฟโตไดโอด	5
โฟโตทรานซิสเตอร์	6
โฟโตทรานซิสเตอร์ดาร์ลิ่งตัน	6
อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง	8
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะบทที่ 1	11
ใบงานการทดลองที่ 1.1 วงจรใช้งานของตัวต้านทานไวแสง	15
ใบงานการทดลองที่ 1.2 คุณสมบัติโฟโตไดโอด และโฟโตทรานซิสเตอร์	17
ใบงานการทดลองที่ 1.3 วงจรทดสอบเครื่องส่งรีโมตคอนโทรล	19
ใบงานการทดลองที่ 1.4 คุณสมบัติของอุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง	21

บทที่ 2 อุปกรณ์ทรานสดิวเซอร์

อุปกรณ์ทรานสดิวเซอร์	23
ไมโครโฟน	25
ลำโพง	25
หม้อแปลงไฟฟ้าความแตกต่างที่เปลี่ยนค่าได้แบบคงที่	28
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะบทที่ 2	30
ใบงานการทดลองที่ 2.1 อุปกรณ์ทรานสดิวเซอร์ที่เกี่ยวข้องกับระบบเสียง	34
ใบงานการทดลองที่ 2.2 วงจรใช้งานของ LVDT	37
	38



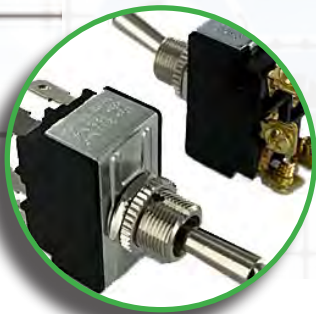
บทที่ 3 หลอดไฟฟ้ายกกับรีเลย์

หลอดอินแคนเดสเซนต์และหลอดฟลูออเรสเซนต์	41
หลอดไฟฟ้าแอลอีดี	47
การต่อวงจรหลอดไฟฟ้า	49
รีเลย์	50
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะบทที่ 3	54
ใบงานการทดลองที่ 3.1 วงจรไฟฟ้าของหลอดอินแคนเดสเซนต์	57
ใบงานการทดลองที่ 3.2 วงจรไฟฟ้าของหลอดฟลูออเรสเซนต์	58
ใบงานการทดลองที่ 3.3 การใช้งานของรีเลย์	59



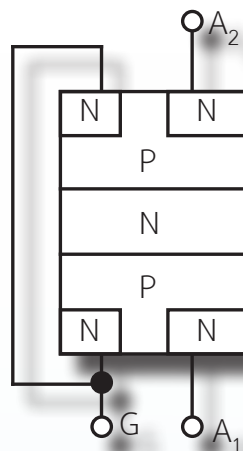
บทที่ 4 การควบคุมอุปกรณ์ขับเคลื่อนทางกลไก

บทนำ	63
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ	64
วิธีการเริ่มหมุนโดยใช้แมกเนติกคอนแทกเตอร์ของอินดักชันมอเตอร์ 3 เฟส	68
วิธีการกลับทางหมุนของอินดักชันมอเตอร์ 3 เฟส	70
วิธีการกลับทางหมุนของมอเตอร์ 1 เฟส	74
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะบทที่ 4	76
ใบงานการทดลองที่ 4.1 การตรวจสอบอุปกรณ์ควบคุมการเริ่มหมุนของมอเตอร์	79
ใบงานการทดลองที่ 4.2 การกลับทางหมุนของอินดักชันมอเตอร์ 1 เฟส	82
ใบงานการทดลองที่ 4.3 การเริ่มหมุนของอินดักชันมอเตอร์ 3 เฟส	84
ใบงานการทดลองที่ 4.4 การกลับทางหมุนของอินดักชันมอเตอร์ 3 เฟส	86



บทที่ 5 อุปกรณ์ไทรสเตอร์

บทนำ	88
เอสซีอาร์	90
ไตรแอค	90
ไดแอค	99
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะบทที่ 5	107
ใบงานการทดลองที่ 5.1 วงจรไฟฟ้ากระแสตรงของเอสซีอาร์	111
ใบงานการทดลองที่ 5.2 วงจรหรี่หลอดไฟฟ้า	114
	116



บทที่ 6 วงจรแปลงสัญญาณควมคุม

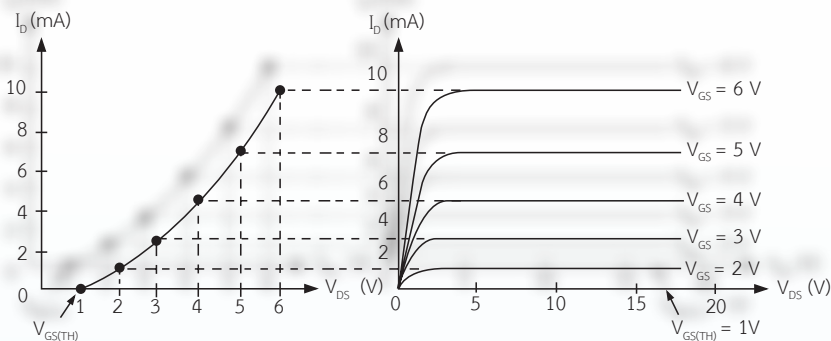
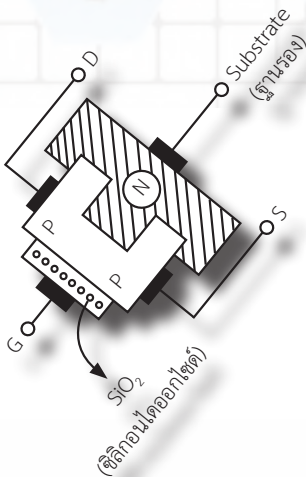
118

บทนำ	120
บล็อกไดอะแกรมของวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกกับดิจิทัล	120
วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลอย่างง่าย	121
วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลแบบแฟลช	125
วงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณแอนะล็อกอย่างง่าย	127
วงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณแอนะล็อกชนิดไบนารีเวต	130
วงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณแอนะล็อกชนิดทิวอาร์แลดเดอร์	130
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะบทที่ 6	132
ใบงานการทดลองที่ 6.1 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล	137
ใบงานการทดลองที่ 6.2 วงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณแอนะล็อกชนิดไบนารีเวต	138
ใบงานการทดลองที่ 6.3 วงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณแอนะล็อกชนิดทิวอาร์แลดเดอร์	139

บทที่ 7 เพาเวอร์เซมิคอนดักเตอร์

140

บทนำ	142
ทรานซิสเตอร์ดาร์ลิ่งตัน	142
มอสเฟต	146
ดีพลีชันมอสเฟต	146
เอ็นฮานซ์เมนต์มอสเฟต	149
ไอจีบีที	152
วงจรใช้งานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลัง	155
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะบทที่ 7	159
ใบงานการทดลองที่ 7.1 วงจรหรีทลอดไฟฟ้าโดยใช้มอสเฟต	163
ใบงานการทดลองที่ 7.2 วงจรใช้งานไอจีบีที	165
ใบงานการทดลองที่ 7.3 วงจรใช้งานของทรานซิสเตอร์ดาร์ลิ่งตัน	166





บทที่ 8 การประยุกต์ใช้งานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในภาคอุตสาหกรรม 167

ระบบควบคุมอัตโนมัติเบื้องต้น 169

องค์ประกอบและวงจรพื้นฐานของโซลิตสเตตรีเลย์ 169

วงจรตรวจจับอุณหภูมิ 173

วงจรพัฒนาระบายอากาศอัตโนมัติ 175

วงจรตรวจจับความมืด 177

วงจรทดสอบความต่อเนื่อง 178

วงจรเปิด – ปิดไฟกลางคืนอัตโนมัติ 220 V 179

วงจรตรวจสอบความสั่นสะเทือน 180

แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะบทที่ 8 182

ใบงานการทดลองที่ 8.1 วงจรใช้งานของโซลิตสเตตรีเลย์ชนิดหน่วงเวลา 187

ใบงานการทดลองที่ 8.2 วงจรพัฒนาระบายอากาศอัตโนมัติ 188

ใบงานการทดลองที่ 8.3 วงจรตรวจจับความมืด 189

ใบงานการทดลองที่ 8.4 วงจรทดสอบความต่อเนื่อง 190

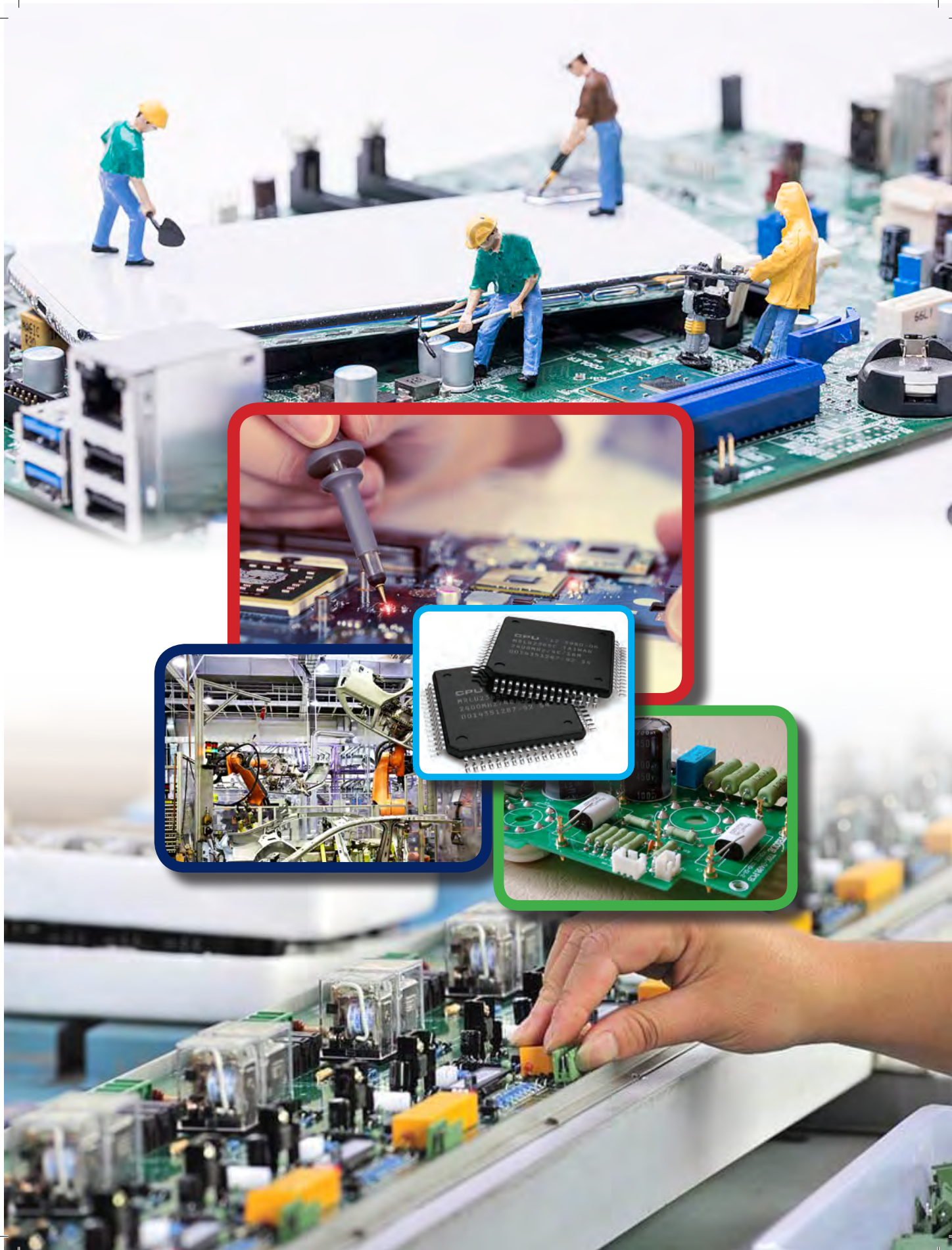
ใบงานการทดลองที่ 8.5 วงจรตรวจสอบความสั่นสะเทือน 191

คำถามเพื่อการทบทวน 192

คำศัพท์ 196

บรรณานุกรม 200





บทที่

1

อุปกรณ์ เซนเซอร์



แนวคิด

อุปกรณ์เซนเซอร์ (Sensor) หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตรวจจับสัญญาณไฟฟ้า แสง คลื่นไฟ ความร้อน เป็นต้น อุปกรณ์เซนเซอร์ดังกล่าว ทำให้เกิดงานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมขึ้น เช่น กล้องแอบถ่าย เครื่องดักฟังทางโทรศัพท์ เป็นต้น



สาระการเรียนรู้

1. บทนำ
2. ตัวต้านทานไวแสง
3. เทอร์มิสเตอร์
4. โฟโตไดโอด
5. โฟโตทรานซิสเตอร์
6. โฟโตทรานซิสเตอร์ดาร์ลิงตัน
7. อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง



สมรรถนะประจำบท

1. ออกแบบและทดสอบวงจรตรวจสอบสภาพของเครื่องส่งรีโมตคอนโทรล ที่ควบคุมอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้า



จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายอุปกรณ์เซนเซอร์
2. ทดสอบการทำงานของตัวต้านทานไวแสงและเทอร์มิสเตอร์
3. ตรวจสอบสภาพของอุปกรณ์โฟโตไดโอด โฟโตทรานซิสเตอร์ และโฟโตทรานซิสเตอร์ดาร์ลิงตัน
4. ออกแบบและทดสอบอุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงที่อยู่ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อควบคุมการทำงานของหลอดไฟฟ้า



บทที่

1

อุปกรณ์ เซนเซอร์



บทนำ

อุปกรณ์เซนเซอร์ (Senser Devices) ทำหน้าที่ตรวจจับสัญญาณไฟฟ้า แสง คว้นไฟและความร้อน เป็นต้น อุปกรณ์สามารถตรวจจับสัญญาณต่าง ๆ ได้ ระบบของวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ก็จะแสดงผลในรูปแบบของแสงหรือเสียง เพื่อเตือนให้ผู้ใช้ทราบว่ามีการเกิดเหตุการณ์หรือสิ่งผิดปกติเกิดขึ้น ซึ่งอุปกรณ์ตรวจจับได้แก่ เครื่องป้องกันผู้บุกรุกหรือโจรผู้ร้าย เครื่องดักฟังทางโทรศัพท์ กล้องแอบถ่าย กล้องไร้สาย เป็นต้น

อุปกรณ์ตรวจจับที่นำเสนอนี้ ได้แก่ ตัวต้านทานไวแสง ไดโอดทำงานด้วยแสง ทรานซิสเตอร์ทำงานด้วยแสง อุปกรณ์เชื่อมต่อผ่านแสง เป็นต้น ซึ่งอุปกรณ์ตรวจจับการบุกรุกโดยใช้ลำแสงนี้ จะทำหน้าที่ตรวจจับการบุกรุกของบุคคลทั้งในส่วนพื้นที่นอกบ้าน และในบ้านโดยใช้แสงตรวจสอบระบบ ดังนั้นเมื่อผู้บุกรุกเดินตัดผ่านลำแสง ระบบจะส่งสัญญาณไปยังกล่องควบคุมหลัก เพื่อเตือนภัยให้ผู้ใช้รับทราบต่อไป



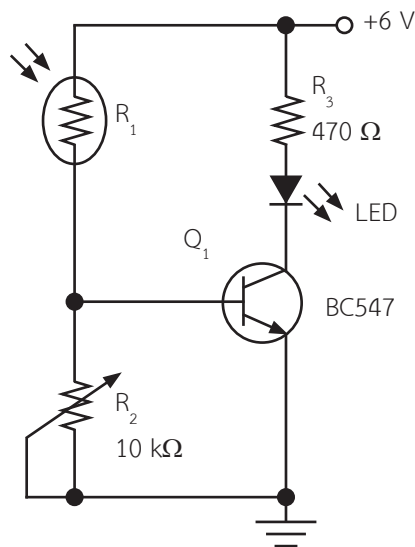
ตัวต้านทานไวแสง

ตัวต้านทานไวแสง (Light Dependent Resistor, LDR) เรียกย่อว่า **แอลดีอาร์** ถ้ามีแสงมาตกกระทบบนแอลดีอาร์ จะทำให้ค่าความต้านทานของแอลดีอาร์ลดลง ในทำนองตรงกันข้าม ถ้าไม่มีแสงตกกระทบบนแอลดีอาร์ ส่งผลให้ค่าความต้านทานของแอลดีอาร์มีค่าสูงขึ้น ซึ่งสัญลักษณ์ตัวต้านทานไวแสง แสดงดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 สัญลักษณ์แอลดีอาร์

วงจรใช้งานของแอลดีอาร์เป็นการตรวจจับแสงอัตโนมัติ (Automatic Light Detector) แสดงดังรูปที่ 1.2 มีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 1.2 วงจรตรวจจับแสงอัตโนมัติ

1. ตัวต้านทาน R_1 คือ แอลดีอาร์ ทำหน้าที่ตรวจจับแสง ส่วน R_2 คือ ตัวต้านทานปรับค่าได้ ทำหน้าที่ไบแอสให้กับทรานซิสเตอร์ Q_1 ได้ทำงานอย่างเหมาะสม กล่าวคือ ถ้าปรับ R_2 ให้มีค่าความต้านทานต่ำลง จะทำให้ทรานซิสเตอร์ Q_1 นำกระแสไฟฟ้าได้น้อยลง แต่ถ้าปรับ R_2 ให้มีค่าความต้านทานที่สูงขึ้น จะทำให้ทรานซิสเตอร์ Q_1 นำกระแสไฟฟ้าได้มากขึ้น และตัวต้านทาน R_3 กับไดโอดเปล่งแสง LED ทำหน้าที่เป็นหน่วยแสดงผลให้กับระบบ

2. เมื่อตัวต้านทาน R_1 ไม่ได้รับแสง จะทำให้ R_1 มีค่าความต้านทานที่สูงขึ้น และแรงดันไฟฟ้าที่เบสของทรานซิสเตอร์ Q_1 มีค่าลดลง Q_1 จึงหยุดนำกระแสไฟฟ้า ลักษณะเช่นนี้ส่งผลให้ LED ดับ

3. เมื่อตัวต้านทาน R_1 ได้รับแสงมาตกกระทบ จะทำให้ R_1 มีค่าความต้านทานที่ลดลง ส่งผลให้ทรานซิสเตอร์ Q_1 นำกระแสไฟฟ้า ทำให้หลอด LED สว่าง หมายความว่า ถ้าระบบของวงจรนี้ได้รับแสงมาตกกระทบ จะทำให้ไดโอดเปล่งแสง LED สามารถส่องสว่างได้



เทอร์มิสเตอร์

เทอร์มิสเตอร์ (Thermistor) คือ อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่มีค่าความต้านทานเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ ซึ่งสัญลักษณ์ของเทอร์มิสเตอร์ แสดงดังรูปที่ 1.3

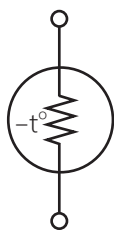


รูปที่ 1.3 สัญลักษณ์เทอร์มิสเตอร์ทั่วไป

เทอร์มิสเตอร์ที่ใช้งานในปัจจุบันมี 2 ชนิดคือ

1. ชนิด NTC (Negative Temperature Coefficient, NTC) คือ ค่าความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์ที่เปลี่ยนแปลงแล้วเป็นส่วนกลับกับอุณหภูมิ หมายความว่า ถ้ามีอุณหภูมิสูงขึ้นมาตกกระทบเทอร์มิสเตอร์ชนิด NTC จะทำให้ค่าความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์ชนิด NTC มีค่าลดลง ในทำนองตรงกันข้าม ถ้ามีอุณหภูมิที่ลดลงมาตกกระทบ NTC จะทำให้ค่าความต้านทานของ NTC มีค่าสูงขึ้น

2. ชนิด PTC (Positive Temperature Coefficient, PTC) คือ ค่าความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์ที่เปลี่ยนแปลงแล้วแปรผันตรงกับอุณหภูมิ หมายความว่า ถ้ามีอุณหภูมิสูงขึ้นมาตกกระทบเทอร์มิสเตอร์ชนิด PTC จะทำให้ค่าความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์ชนิด PTC มีค่าสูงขึ้น ในทำนองเดียวกัน ถ้ามีอุณหภูมิที่ลดลงมาตกกระทบ PTC จะทำให้ค่าความต้านทานของ PTC มีค่าลดลงด้วย ซึ่งรูปที่ 1.4 แสดงสัญลักษณ์เทอร์มิสเตอร์ชนิด NTC กับ PTC



(ก) NTC



(ข) PTC



รูปที่ 1.4 สัญลักษณ์เทอร์มิสเตอร์ NTC กับ PTC



โฟโตไดโอด

โฟโตไดโอด (Photo Diode) คือ ไดโอดทำงานด้วยแสงย่านอินฟราเรด เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่มีขาใช้งาน 2 ขา คือ แอโนด (Anode, A) กับแคโทด (Cathode, K) ซึ่งรูปที่ 1.5 แสดงสัญลักษณ์โฟโตไดโอด



รูปที่ 1.5 สัญลักษณ์โฟโตไดโอด

โฟโตไดโอดจะทำงานต่อเมื่อมีแสงสว่างมาตกกระทบ กล่าวคือ เมื่อมีแสงมาตกกระทบจะทำให้ค่าความต้านทานโฟโตไดโอดลดต่ำลง แต่ถ้าไม่มีแสงหรือโฟโตไดโอดอยู่ในที่มืด จะทำให้ค่าความต้านทานโฟโตไดโอดสูงขึ้น

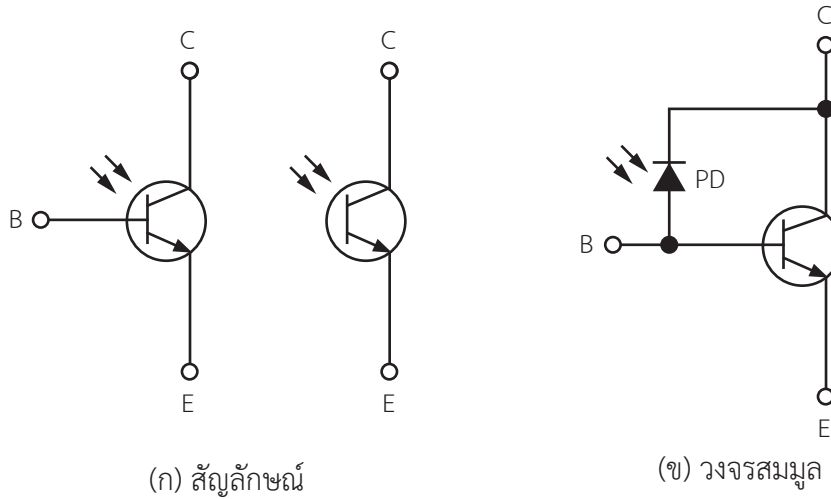
ในการนำโฟโตไดโอดไปใช้งานจะต้องต่อไบแอสกลับ กล่าวคือ ขาแอโนดต้องได้รับแรงดันไฟฟ้าลบ ส่วนขาแคโทดได้รับแรงดันไฟฟ้าบวก

การทำงานของโฟโตไดโอดเป็นเชิงเส้น (Linear) มากกว่าตัวต้านทานไวแสง เนื่องจากโฟโตไดโอดมีอิมพีแดนซ์ (Impedance) สูงและใช้กำลังไฟฟ้าต่ำ สามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับแสงได้เร็วมาก สามารถนำไปใช้งานได้หลากหลาย อาทิ ในวงจรควบคุมระยะไกล (Remote Control) วงจรแจ้งสัญญาณเตือนภัยใช้แสงย่านอินฟราเรด (Infrared Light) เป็นต้น ซึ่งแสงในย่านอินฟราเรด คือ แสงที่มนุษย์มองไม่เห็น



โฟโตทรานซิสเตอร์

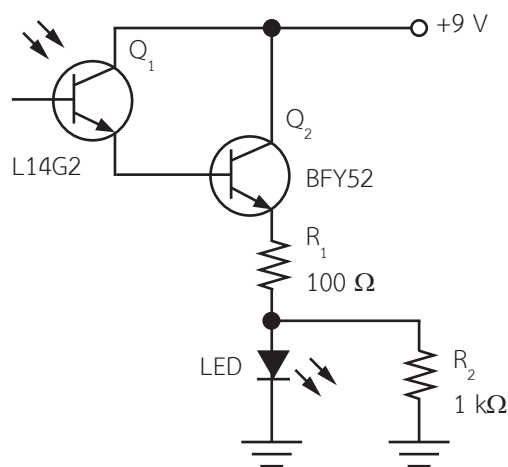
โฟโตทรานซิสเตอร์ (Photo Transistor) คือ ทรานซิสเตอร์ทำงานด้วยแสงย่านอินฟราเรด เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่มีความไวต่อแสงสูงมาก โฟโตทรานซิสเตอร์ประกอบด้วย การนำโฟโตไดโอดเข้ามาไว้ในตัวเดียวกัน เพื่อกำหนดการไบแอสให้กับขาเบสของทรานซิสเตอร์ มีขาใช้งาน 3 ขา ได้แก่ เบส (Base, B) คอลเลกเตอร์ (Collector, C) และอิมิตเตอร์ (Emitter, E) แสดงสัญลักษณ์ดังรูปที่ 1.6



รูปที่ 1.6 สัญลักษณ์และวงจรสมมูลโฟโตทรานซิสเตอร์

การนำโฟโตทรานซิสเตอร์ไปใช้งานจริง มีเพียง 2 ขาเท่านั้น กล่าวคือ ขาคอลเล็กเตอร์จะได้รับแรงดันไบแอสกลับ (ศักย์ไฟฟ้าบวกสูงสุด) ส่วนขาอิมิตเตอร์จะได้รับแรงดันไบแอสตรง (ศักย์ไฟฟ้าลบ)

เมื่อมีแสงมาตกกระทบบที่โฟโตทรานซิสเตอร์ ทำให้ค่าความต้านทานระหว่างขาคอลเล็กเตอร์กับขาอิมิตเตอร์ของโฟโตทรานซิสเตอร์มีค่าลดลง ถ้านำโฟโตทรานซิสเตอร์มาไว้ในที่มืด (ไม่มีแสงตกกระทบบ) จะทำให้ค่าความต้านทานระหว่างขาคอลเล็กเตอร์กับขาอิมิตเตอร์มีค่าสูงขึ้น



รูปที่ 1.7 วงจรใช้งานโฟโตทรานซิสเตอร์

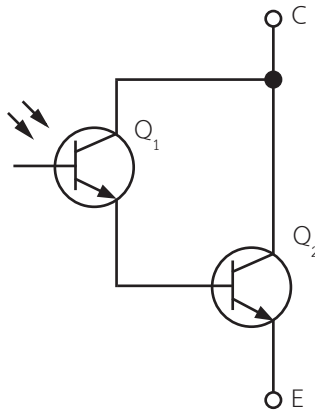
วงจรใช้งานโฟโตทรานซิสเตอร์ แสดงดังรูปที่ 1.7 ซึ่งเป็นวงจรทดสอบเครื่องส่งรีโมตคอนโทรล อธิบายรายละเอียดดังนี้

1. เมื่อมีแสงย่านอินฟราเรดจากเครื่องส่งรีโมตคอนโทรลมาตกกระทบบที่โฟโตทรานซิสเตอร์ Q_1 ทำให้ Q_1 นำกระแสไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าคอลเล็กเตอร์เอาต์พุตของ Q_1 ป้อนเป็นกระแสไฟฟ้าไบแอสเบสอินพุตให้กับทรานซิสเตอร์ Q_2 ทำให้ Q_2 นำกระแสไฟฟ้า ส่งผลให้ไดโอดเปล่งแสง LED สว่าง
2. เมื่อไม่มีแสงย่านอินฟราเรดหรือทรานซิสเตอร์ Q_1 อยู่ในที่มืด จะทำให้ค่าความต้านทานระหว่างคอลเล็กเตอร์กับอิมิตเตอร์ของ Q_1 มีค่าสูงขึ้น Q_1 จึงไม่สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าไปให้กับทรานซิสเตอร์ Q_2 ได้ ทั้ง Q_1 และ Q_2 จึงหยุดนำกระแสไฟฟ้า ส่งผลให้ไดโอดเปล่งแสง LED ดับ



โฟโตทรานซิสเตอร์ดาร์ลิ่งตัน

โฟโตทรานซิสเตอร์ดาร์ลิ่งตัน (Photo Darlington Transistor) คือ โฟโตทรานซิสเตอร์ชนิดหนึ่ง มีอัตราขยายกระแสไฟฟ้าสูงตามคุณสมบัติของดาร์ลิ่งตัน ซึ่งอัตราขยายกระแสไฟฟ้ารวมทั้งหมด มีค่าเท่ากับ ผลคูณของอัตราขยายกระแสไฟฟ้าของทรานซิสเตอร์แต่ละตัว ซึ่งสัญลักษณ์โฟโตทรานซิสเตอร์ดาร์ลิ่งตัน แสดงดังรูปที่ 1.8



รูปที่ 1.8 โฟโตทรานซิสเตอร์ดาร์ลิ่งตัน



อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง

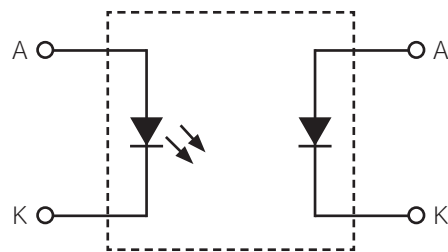
โดยทั่วไปนิยมเรียกว่า **ออปโตคัปเปิลอร์ (Optocoupler)** เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อผ่านทางแสง ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นแสงย่านอินฟราเรด โครงสร้างภายในมี 2 ส่วน คือ แหล่งกำเนิดแสงและตัวรับแสง ทั้งสองส่วนนี้จะแยกจากกัน โดยมีฉนวนโปร่งใสคั่นกลาง การแยกจากกันจะช่วยลดปัญหาการรบกวนของสัญญาณไฟฟ้า และไม่สามารถสลับหน้าที่กันได้ระหว่างแหล่งกำเนิดแสงกับตัวรับแสง

1. แหล่งกำเนิดแสง ถือเป็นภาคอินพุต ส่วนมากจะใช้ไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรด (Infrared Light Emitting Diode) ที่ทำจากสารแกลเลียม อาร์เซไนด์ (Gallium Arsenide ; GaAs)

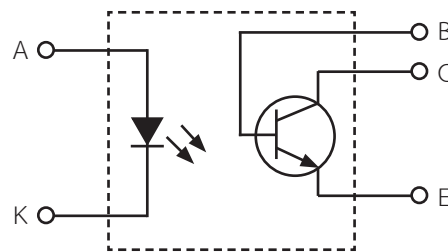
2. ตัวรับแสง ถือเป็นภาคเอาต์พุต มีหลายชนิดด้วยกัน เช่น โฟโตไดโอด โฟโตทรานซิสเตอร์ โฟโตไทรแอก เป็นต้น

จากโครงสร้างภายในดังกล่าวจึงเรียก**ออปโตคัปเปิลอร์** (รูปที่ 1.9) ตามส่วนที่เป็นเอาต์พุต คือ ออปโตไดโอด ออปโตทรานซิสเตอร์ ออปโตไทรแอก ออปโตดาร์ลิ่งตัน ออปโตเอสซีอาร์ เป็นต้น อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงที่ผลิตขึ้นในปัจจุบันจะอยู่ในรูปของไอซี (Integrated Circuit, IC) ขนาด 6 ขา สามารถเลือกใช้ตามต้องการ เช่น

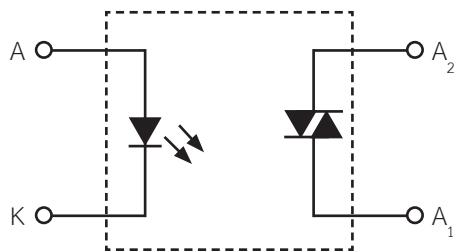
- เบอร์ 4N25, 4N26, 4N27 และ 4N28 เอาต์พุตเป็นโฟโตทรานซิสเตอร์
- เบอร์ 4N32 และ 4N33 เอาต์พุตเป็นโฟโตดาร์ลิ่งตัน



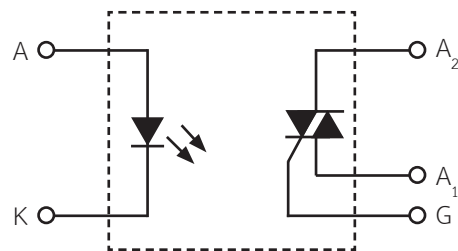
(ก) ออปโตไดโอด



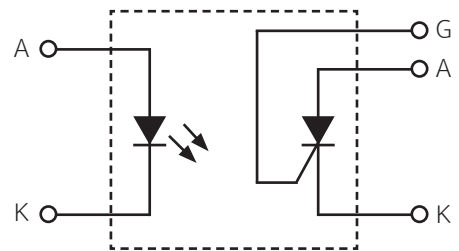
(ข) ออปโตทรานซิสเตอร์



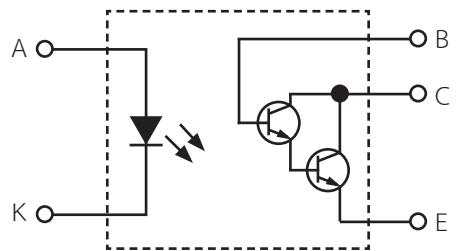
(ค) ออปโตไทรแอก



(ง) ออปโตไทรแอก



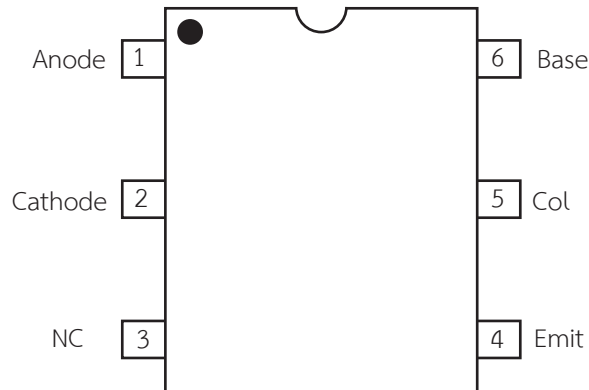
(จ) ออปโตเอสซีอาร์



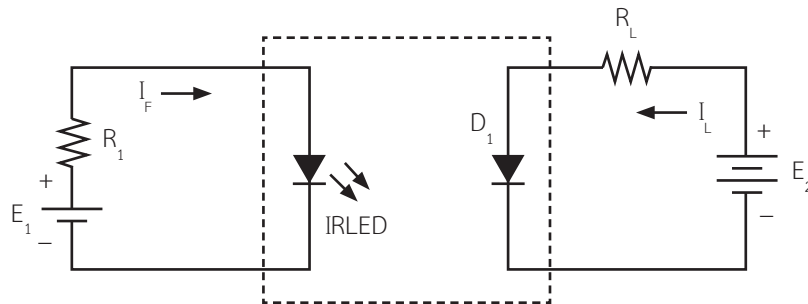
(ฉ) ออปโตดาร์ลิ่งตันทรานซิสเตอร์



รูปที่ 1.9 สัญลักษณ์อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงชนิดต่าง ๆ



รูปที่ 1.10 แสดงขาไอซีออปโตทรานซิสเตอร์เบอร์ 4N25 ถึง 4N28



รูปที่ 1.11 วงจรใช้งานเบื้องต้นของออปโตไดโอด

พิจารณารูปที่ 1.11 แสดงวงจรใช้งานเบื้องต้นของออปโตไดโอด เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไบแอสตรง I_F ไหลผ่านไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรด (Infrared Light Emitting Diode, IRLED) ทำให้ IRLED ส่งแสงไปยังตัวรับแสงที่เป็นไดโอด (รวมกันเรียกว่า **ออปโตไดโอด**) ทำให้ไดโอดเป็นสวิตช์ต่อวงจร ส่งผลให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านโหลด (I_L) ได้ง่าย ดังนั้น ถ้าโหลดเป็นหลอดไฟก็จะทำให้หลอดไฟสว่างได้



บทที่ 1

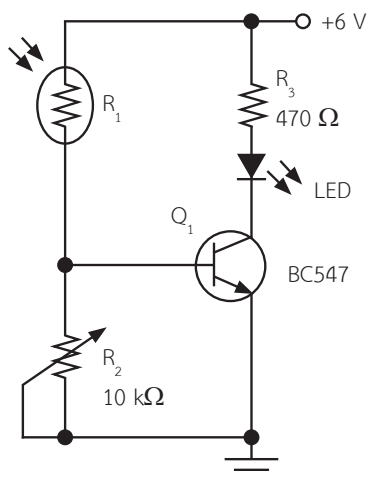
1

แบบทดสอบ และกิจกรรมการฝึกทักษะ



ตอนที่ 1 จงเลือกคำตอบข้อที่ถูกต้องที่สุด

1. ลักษณะเด่นของตัวต้านทานไวแสงคือข้อใด
 - ก. ค่าความต้านทานจะสูงขึ้นเมื่ออยู่บนพื้นที่แดดจัด
 - ข. ค่าความต้านทานจะต่ำเมื่อมีแสงตกกระทบ
 - ค. ค่าความต้านทานจะต่ำเมื่อไม่มีแสงตกกระทบ
 - ง. ค่าความต้านทานจะต่ำหรือสูงขึ้นจะไม่เกี่ยวข้องกับแสง
2. จากรูปที่ 1.12 เมื่อแอลดีอาร์ได้รับแสง เหตุผลข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง
 - ก. หลอดแอลอีดีดับ
 - ข. หลอดแอลอีดีสว่าง
 - ค. ทรานซิสเตอร์ Q_1 นำกระแสไฟฟ้า
 - ง. มีกระแสไฟฟ้าผ่าน R_3



รูปที่ 1.12 ภาพประกอบคำถามข้อ 2