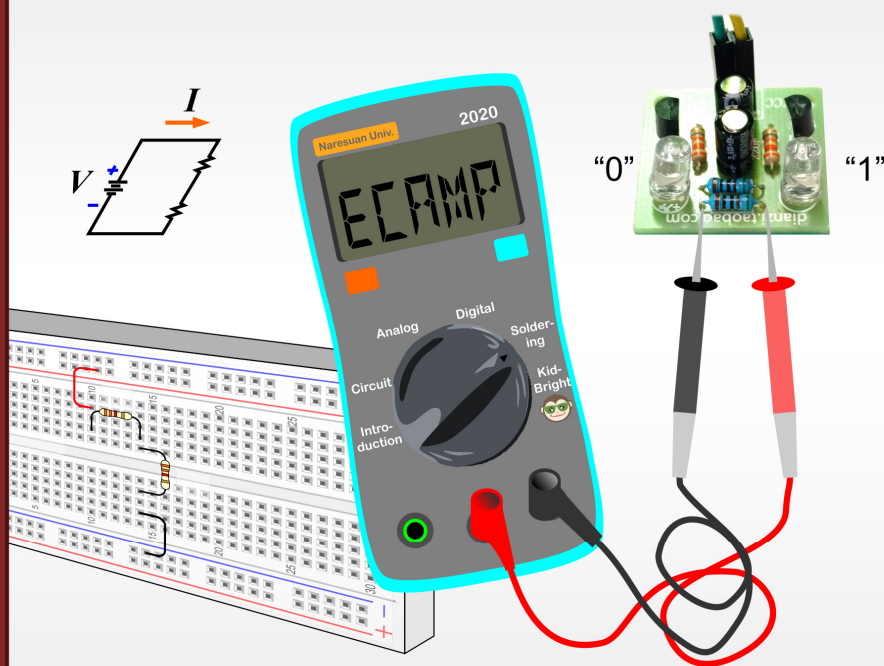


หนังสือประกอบการอบรม โครงการค่ายนักอิเล็กทรอนิกส์รุ่นเยาว์



เปิดโลกอิเล็กทรอนิกส์ ภาคปฏิบัติ



สุวิทย์ กิระวิทยา

สนับสนุนโดย



เปิดโลกอิเล็กทรอนิกส์ ภาคปฏิบัติ

Electronics for Beginners: Part 2 Practice

สนับสนุนการจัดทำโดย

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค),
การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.), คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร และ ชมรมโรบอท ในสังกัดคณะวิศวกรรมศาสตร์



คำนำ

หนังสือเล่มนี้เป็นหนังสือเล่ม 1 ใน 2 เล่มที่จัดทำเพื่อใช้สำหรับศึกษาประกอบการปฏิบัติการตามโครงการค่ายนักอิเล็กทรอนิกส์รุ่นเยาว์ ประจำปี พ.ศ. 2563 หรือ eCamp: Next Gen. 2020 ที่จัดขึ้นที่ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก โดยโครงการนี้เป็นโครงการที่มหาวิทยาลัยนเรศวร ร่วมกับศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค) ในการจัดงานเป็นประจำทุกปี และมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ ผู้เข้าร่วมโครงการได้มีโอกาสพัฒนาความรู้ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อนำมาสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ ได้ด้วยตนเองในอนาคต

หนังสือเล่มนี้แบ่งออกเป็น 5 ปฏิบัติการ ได้แก่ ปฏิบัติการที่ 1 วงจรไฟฟ้าพื้นฐาน ได้แก่ การแนะนำแหล่งจ่ายไฟและมัลติมิเตอร์ วงจรไฟฟ้าพื้นฐาน ได้แก่ วงจรตัวต้านทาน วงจรอนุกรมและวงจรขนาน ปฏิบัติการที่ 2 นำเสนอเกี่ยวกับ การใช้อุปกรณ์และการต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์ประเภทแอนะล็อก ซึ่งได้แก่ วงจรเซนเซอร์ วงจรไดโอด วงจรทรานซิสเตอร์ และวงจรออปแอมป์ สำหรับปฏิบัติการที่ 3 จะเป็นการนำเสนอปฏิบัติการด้านวงจรดิจิทัลและลอจิกเกต ปฏิบัติการที่ 4 เป็นการปฏิบัติการสร้างวงจรบนแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยการบัดกรี และปฏิบัติการที่สุดท้ายเป็นการศึกษาการเขียนโปรแกรมควบคุมบอร์ด KidBright เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ร่วมกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ได้

ในการจัดเตรียมเอกสารนี้ ผู้แต่ง/ผู้เรียบเรียงคาดหวังว่าเนื้อหาที่นำเสนอจะเหมาะกับพื้นฐานความรู้ของผู้เข้าร่วมอบรม และก็หวังเป็นอย่างยิ่งว่า ผู้เข้าร่วมอบรมนี้ จะสามารถนำความรู้จากตำราเล่มนี้ไปใช้ประโยชน์ต่อไป

สุวิทย์ ภิระวิทยา
9 กุมภาพันธ์ 2563
จังหวัดพิษณุโลก

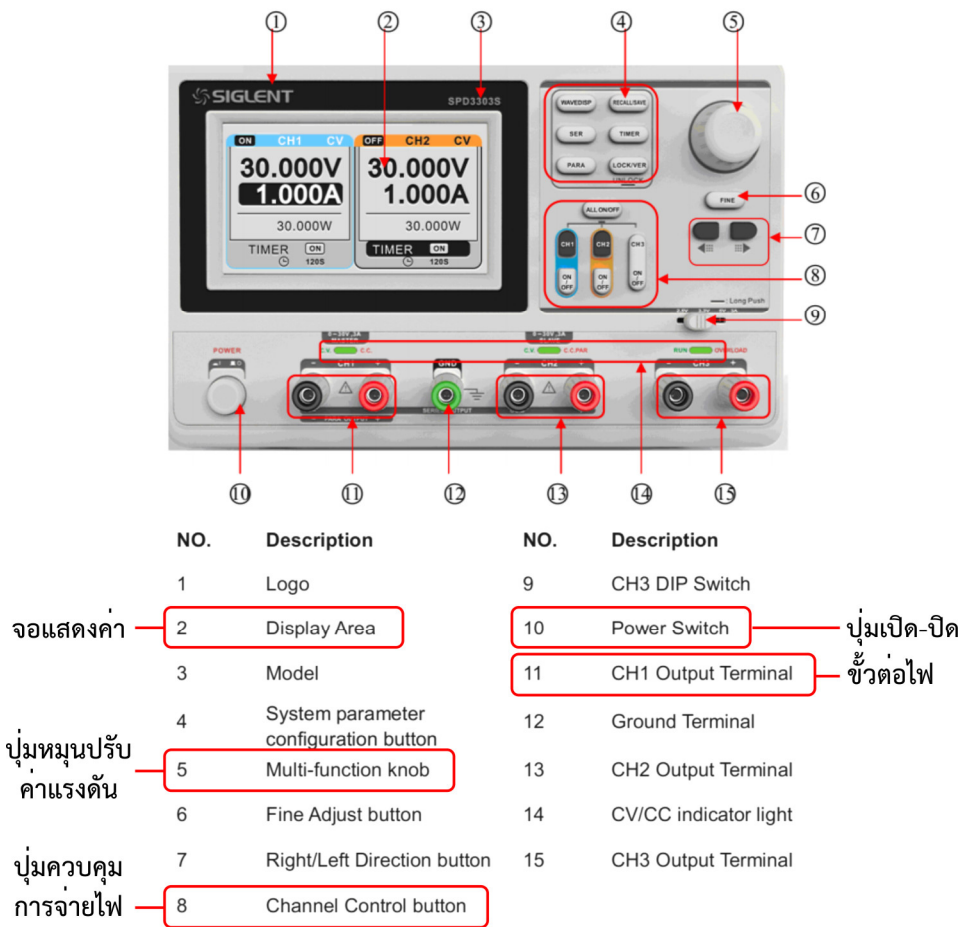
สารบัญ

	หน้า
ปฏิบัติการที่ 1 วงจรไฟฟ้าพื้นฐาน	1
1.1 แหล่งจ่ายไฟตรงและมัลติมิเตอร์	1
1.2 ตัวต้านทานและกฎของโอห์ม	5
1.3 วงจรอนุกรมและวงจรขนาน	9
ปฏิบัติการที่ 2 อุปกรณ์และวงจรแอนะล็อก	13
2.1 วงจรเซนเซอร์	13
2.2 ไดโอดและแอลอีดี	16
2.3 วงจรสวิตช์ด้วยทรานซิสเตอร์	19
2.4 วงจรบัฟเฟอร์ด้วยออปแอมป์	21
ปฏิบัติการที่ 3 วงจรดิจิทัลและลอจิกเกต	25
3.1 สวิตช์และการรับค่าดิจิทัล	25
3.2 ลอจิกเกตพื้นฐาน	29
3.3 วงจรมัลติเพลกเซอร์	32
ปฏิบัติการที่ 4 การสร้างวงจรบนแผ่นวงจรพิมพ์	35
4.1 เทคนิคการบัดกรี	35
4.2 การติดตั้งอุปกรณ์ลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ 1	38
4.3 การติดตั้งอุปกรณ์ลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ 2	41
ปฏิบัติการที่ 5 การใช้บอร์ด KidBright กับงานด้านอิเล็กทรอนิกส์	45
5.1 แนะนำ KidBright และ KidBright IDE	45
5.2 การรับค่าจากปุ่มกดและเซนเซอร์	48
5.3 การเชื่อมต่อ KidBright กับวงจรภายนอก	51
บรรณานุกรม	58

ปฏิบัติการที่ 1 วงจรไฟฟ้าพื้นฐาน

การทดลองที่ 1.1 แหล่งจ่ายไฟตรงและมัลติมิเตอร์

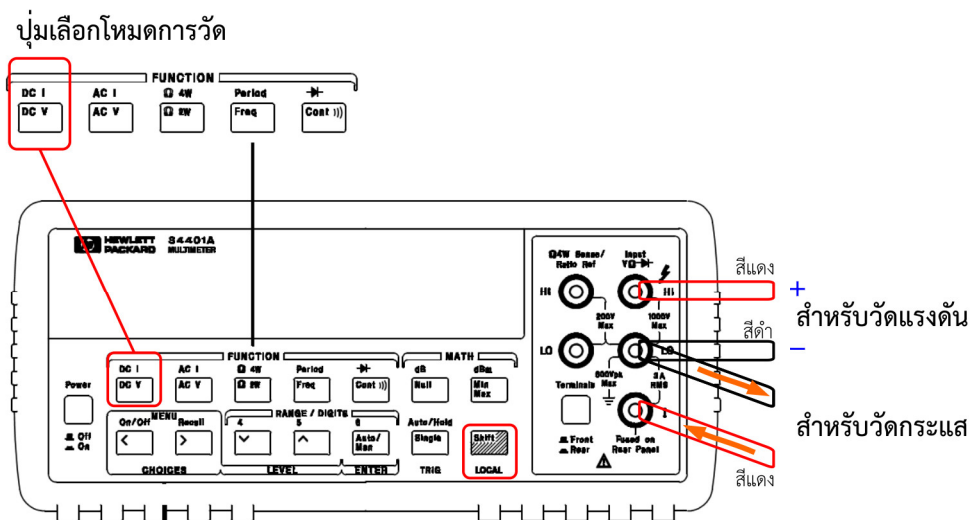
แหล่งจ่ายไฟตรง (DC Power Supply) ที่ใช้ในการทดลองนี้ ผลิตจากบริษัท SIGLENT รุ่น SPD 3303C รูปด้านหน้าของแหล่งจ่ายไฟตรงนี้ พร้อมทั้งหน้าที่ของส่วนต่าง ๆ บนแผงด้านหน้า แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 หน้าเครื่องแหล่งจ่ายไฟตรง (ภาพจาก SPD3000 Series User Manual)

มัลติมิเตอร์ (Multimeter) เป็นเครื่องมือวัดพื้นฐานทางไฟฟ้า ที่สามารถทำหน้าที่วัดปริมาณทางไฟฟ้าต่าง ๆ ได้ โดยปริมาณทางไฟฟ้าหลัก ๆ ที่วัด คือ ค่าแรงดัน และค่ากระแส ทั้งแบบไฟตรง และ ไฟสลับ นอกจากนี้ เรายังอาจนำไปวัด ค่าความต้านทาน ค่าความถี่ ค่าความจุไฟฟ้า ได้อีกด้วย ในการทดลอง เราจะใช้มัลติมิเตอร์ที่ผลิตจากบริษัท Hewlett Packard รุ่น HP 34401A รูปด้านหน้าของมัลติมิเตอร์นี้ แสดงดังรูปที่ 2 การวัดแรงดัน และ กระแส ของมัลติมิเตอร์ที่แสดงอยู่ในรูปที่ 2 นี้ จะใช้ขั้วต่อคนละคู่ (ดูรูป) โดยเราจะต้องเลือกโหมดการวัดที่เหมาะสม และต้องใช้ปุ่ม SHIFT ช่วยในการเลือกโหมดการวัดค่ากระแส นอกจากมัลติมิเตอร์ชนิดตั้งโต๊ะ เราอาจใช้ มัลติมิเตอร์ชนิดชนิดพกพา (Agilent U1232A) ในการทดลองด้วย

นอกจากแหล่งจ่ายไฟตรงและมัลติมิเตอร์ที่จะศึกษาการใช้งานในการทดลองนี้ ผู้ทดลองจะต้องทราบวิธีการใช้โปรโตบอร์ดและสายไฟเพื่อเชื่อมต่อวงจรอีกด้วย โดยรายละเอียดของอุปกรณ์เหล่านี้สามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากหนังสืออีกเล่มหนึ่งที่แจกจ่ายในการอบรมนี้



รูปที่ 2 หน้าเครื่องแหล่งจ่ายไฟตรง (ภาพจาก HP34401A User's Guide)

การทดลอง

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการใช้งานเบื้องต้นของแหล่งจ่ายไฟตรงและมัลติมิเตอร์

อุปกรณ์

1. แหล่งจ่ายแรงดันไฟตรง (DC Power Supply) 1 เครื่อง
2. มัลติมิเตอร์ชนิดตั้งโต๊ะ 1 เครื่อง
3. มัลติมิเตอร์ชนิดพกพา 1 เครื่อง

ขั้นตอนการทดลอง

1. เปิดสวิตช์แหล่งจ่ายแรงดันไฟตรงและมัลติมิเตอร์ชนิดพกพา
2. ทำการเชื่อมต่อขั้วออกของแหล่งจ่ายแรงดันกับมัลติมิเตอร์ชนิดพกพา ในโหมดการวัดค่าแรงดัน เพื่อวัดและเปรียบเทียบค่าที่อ่านได้ จากมัลติมิเตอร์นี้ และจากที่ตัวแหล่งจ่ายแรงดัน
3. บันทึกผลการวัดลงในตารางที่ 1
4. ทำการทดลองข้อที่ 2 อีกครั้ง โดยเปลี่ยนมาใช้ มัลติมิเตอร์ชนิดตั้งโต๊ะ
5. บันทึกผลการวัดลงในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ตารางบันทึกค่าแรงดัน

ค่าแรงดันที่ ต้องการวัด (โวลต์)	ค่าแรงดันที่อ่านได้จาก แหล่งจ่ายไฟตรง	หน่วย	ค่าแรงดันที่อ่านได้จาก มัลติมิเตอร์ชนิดพกพา	หน่วย
0				
5				
15				
-15				

ตารางที่ 2 ตารางบันทึกค่าแรงดัน

ค่าแรงดันที่ ต้องการวัด (โวลต์)	ค่าแรงดันที่อ่านได้จาก แหล่งจ่ายไฟตรง	หน่วย	ค่าแรงดันที่อ่านได้จาก มัลติมิเตอร์ชนิดตั้งโต๊ะ	หน่วย
0				
5				
15				
-15				

คำถาม: จากผลการวัดในการทดลองนี้ นักเรียนคิดว่านักเรียนควรเชื่อถือค่าที่อ่านได้จาก
อุปกรณ์ใด มากที่สุด ?

- ☐ แหล่งจ่ายไฟตรง
- ☐ มัลติมิเตอร์ชนิดพกพา
- ☐ มัลติมิเตอร์ชนิดตั้งโต๊ะ

การทดลองที่ 1.2 ตัวต้านทานและกฎของโอห์ม

เราใช้ตัวต้านทาน (Resistor) ที่มีค่าความต้านทาน (Resistance) R ในการศึกษา วงจรไฟฟ้าพื้นฐาน

กฎของโอห์ม (Ohm's Law) มีใจความว่า “แรงดัน V ที่ตกคร่อมตัวต้านทาน จะแปรผันตรงกับ กระแส I ที่ไหลผ่านตัวต้านทานนั้น โดยค่าคงที่ของการแปรผัน คือ ค่าความต้านทาน R ” ซึ่งเขียนเป็นสมการได้ว่า

$$V = IR \text{ หรือ } I = V/R \text{ หรือ } R = V/I$$

ตารางรหัสสีของตัวต้านทานชนิด 4 แถบสี

สี	แถบที่ 1 และ 2 (ค่า)	แถบสีที่ 3 (ตัวคูณ)	ค่าคลาดเคลื่อน
ดำ	0	1	-
น้ำตาล	1	10	$\pm 1\%$
แดง	2	100	$\pm 2\%$
ส้ม	3	1000 (k)	-
เหลือง	4	10000	-
เขียว	5	100000	-
น้ำเงิน	6	1000000 (M)	-
ม่วง	7	-	-
เทา	8	-	-
ขาว	9	-	-
ทอง	-	0.1	$\pm 5\%$
เงิน	-	0.01	$\pm 10\%$
ไม่มีสี	-	-	$\pm 20\%$

ตัวอย่าง: เหลือง ม่วง ส้ม ทอง คือ $47000 \Omega = 47 \text{ k}\Omega$ ความคลาดเคลื่อน $\pm 5\%$

การทดลอง

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาเกี่ยวกับตัวต้านทานและกฎของโอห์ม

อุปกรณ์

1. แหล่งจ่ายแรงดันไฟตรง (DC Power Supply) 1 เครื่อง
2. มัลติมิเตอร์ (Multimeter) 1 เครื่อง
3. ตัวต้านทาน ขนาด $1\text{ k}\Omega$ และ $4.7\text{ k}\Omega$ ค่าละ 1 ตัว

ตอนที่ 1 ความต้านทาน

1. จงบันทึกแถบสีของตัวต้านทานแต่ละตัว ลงในตารางที่ 1
2. จงคำนวณค่า ความต้านทาน จากแถบสีที่อ่านได้ แล้วบันทึกลงในตารางที่ 1

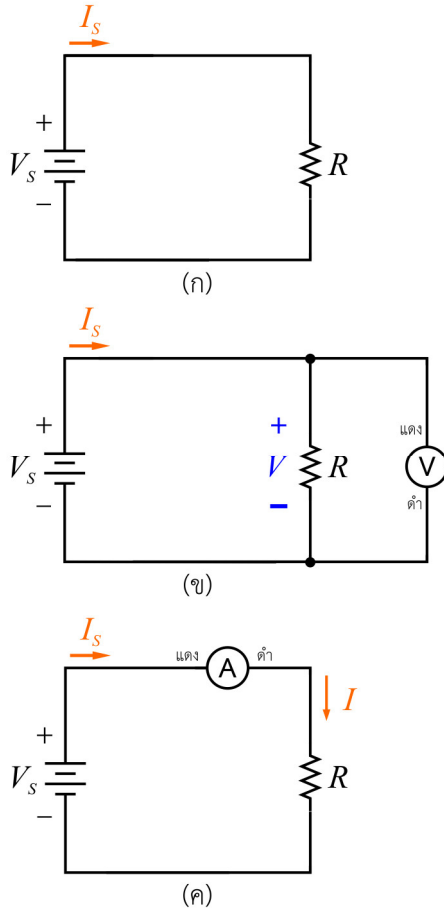
ตารางที่ 1 ตารางบันทึกค่าความต้านทาน

ตัวที่	สี				ค่าที่อ่าน ได้จาก แถบสี	หน่วย	% ความคลาด เคลื่อน
	แถบที่ 1	แถบที่ 2	แถบที่ 3	แถบที่ 4			
1							
2							

ตอนที่ 2 กฎของโอห์ม

1. ต่วงจรตามรูปที่ 1 (ก) โดยใช้ตัวต้านทาน R ขนาด 1 กิโลโอห์ม (นำताल-ด้า-แดง-ทอง = $1\text{ k}\Omega \pm 5\%$)
2. จ่ายแรงดันตามตารางที่ 2 แล้วบันทึกค่าแรงดัน (โดยวัดตามรูปที่ 1 (ข)) และกระแสที่อ่านได้ (โดยวัดตามรูปที่ 1 (ค)) ลงในตารางที่ 2

3. ทำการทดลองในข้อ 2. อีกครั้ง โดยเปลี่ยนตัวต้านทาน R ให้มีขนาด $4.7 \text{ k}\Omega$ แล้วบันทึกค่าแรงดันและกระแสที่อ่านได้ลงในตารางที่ 3
4. คำนวณค่าสัดส่วนระหว่างแรงดันและกระแส (คือค่า V/I) แล้วเติมลงในตารางที่ 2 และตารางที่ 3



รูปที่ 1 (ก) วงจรที่ศึกษาในการทดลองนี้ (ข) วงจรสำหรับวัดค่าแรงดัน
และ (ค) วงจรสำหรับวัดค่ากระแส

ตารางที่ 2 ตารางผลการทดลอง

V_S (V)		0.00	2.00	4.00	6.00	8.00	10.00	12.00
แรงดันที่วัดได้ V (V)								
I (mA)	$R = 1 \text{ k}\Omega$							
	(คำนวณ) V/R ($R = 1 \text{ k}\Omega$)							

ตารางที่ 3 ตารางผลการทดลอง

V_S (V)		0.00	2.00	4.00	6.00	8.00	10.00	12.00
แรงดันที่วัดได้ V (V)								
I (mA)	$R = 4.7 \text{ k}\Omega$							
	(คำนวณ) V/R ($R = 4.7 \text{ k}\Omega$)							

คำถาม: จากผลการทดลองนี้ กฎของโอห์มเป็นจริงหรือไม่ ?

☐ จริง เพราะว่า _____

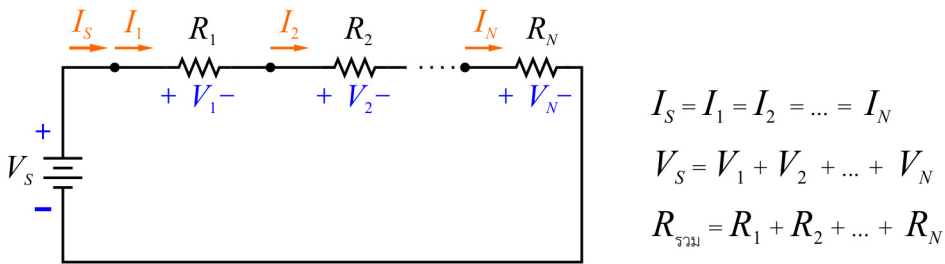
☐ ไม่จริง เพราะว่า _____

☐ ไม่แน่ใจ เพราะว่า _____

การทดลองที่ 1.3 วงจรอนุกรมและวงจรขนาน

วงจรอนุกรม (Series Circuit)

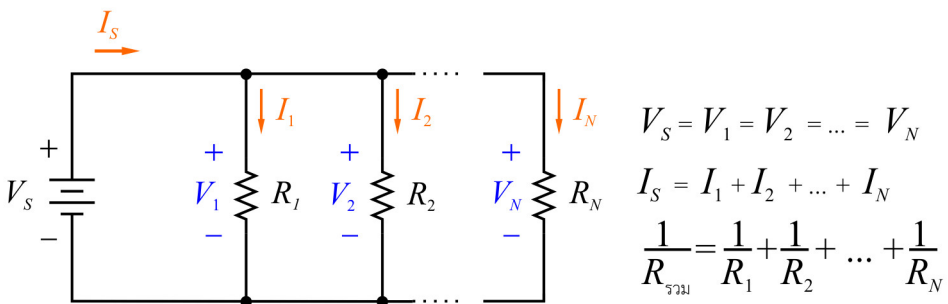
วงจรอนุกรม คือ วงจรที่มีองค์ประกอบ ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป โดยที่มีกระแสไหลผ่านเพียงเส้นทางเดียว



รูปที่ 1 วงจรอนุกรมของตัวต้านทาน N ตัว และสูตรที่เกี่ยวข้อง

วงจรขนาน (Parallel Circuit)

วงจรขนาน คือ วงจรที่มีองค์ประกอบ ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป โดยที่มีค่าแรงดันตกคร่อมองค์ประกอบแต่ละตัวเพียงค่าเดียว



รูปที่ 2 วงจรขนานของตัวต้านทาน N ตัว

การทดลอง

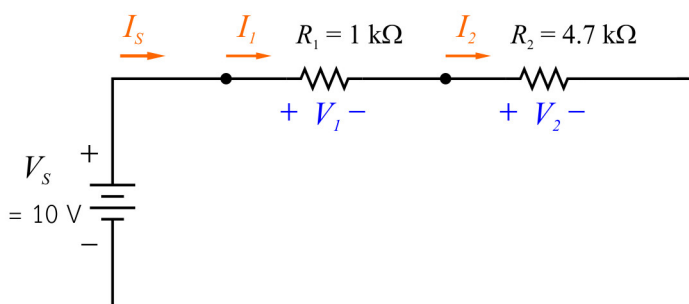
วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษา วงจรอนุกรมและวงจรขนาน

อุปกรณ์

1. แหล่งจ่ายแรงดันไฟตรง (DC Power Supply) 1 เครื่อง
2. มัลติมิเตอร์ (Multimeter) 1 เครื่อง
3. ตัวต้านทาน ขนาด $1\text{ k}\Omega$ และ $4.7\text{ k}\Omega$ ค่าละ 1 ตัว

ตอนที่ 1 วงจรอนุกรม (Series Circuit)

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 3 โดยให้ $V_S = 10\text{ V}$
2. วัดค่าแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน และกระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัว แล้วบันทึกค่าลงในตารางที่ 1
3. คำนวณหาค่าความต้านทานรวม ($R_{รวม}$) แรงดันและกระแส แล้วบันทึกค่าที่คำนวณได้ ลงในตารางที่ 1



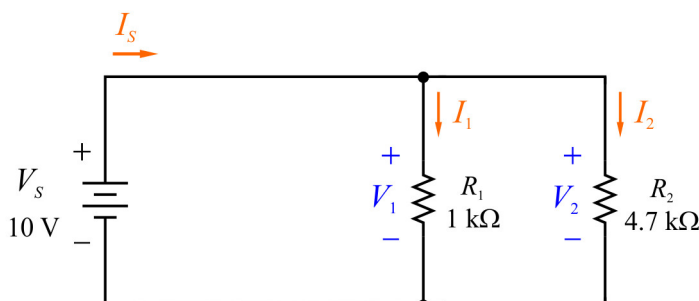
รูปที่ 3 วงจรอนุกรม R 2 ตัว สำหรับการทดลองตอนที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางผลการทดลอง

$V_S = 10\text{ V}$ $R\text{ (k}\Omega\text{)}$	ค่าที่วัดได้		ค่าที่คำนวณได้	
	แรงดัน (V)	กระแส (mA)	แรงดัน (V)	กระแส (mA)
1	$V_1 =$	$I_1 =$	$V_1 =$	$I_1 =$
4.7	$V_2 =$	$I_2 =$	$V_2 =$	$I_2 =$
$R_{รวม} =$	$V_S =$	$I_S =$	$V_S =$	$I_S =$

ตอนที่ 2 วงจรขนาน (Parallel Circuit)

1. ต่อดังตามรูปที่ 4 โดยให้ $V_S = 10\text{ V}$
2. วัดค่าแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน และกระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัว แล้วบันทึกค่าลงในตารางที่ 2
3. คำนวณหาค่าความต้านทานรวม ($R_{รวม}$) แรงดัน และ กระแส แล้วบันทึกค่าที่คำนวณได้ ลงในตารางที่ 2



รูปที่ 4 วงจรขนาน R 2 ตัว สำหรับการทดลองตอนที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางผลการทดลอง

$V_S = 10\text{ V}$ $R\text{ (k}\Omega\text{)}$	ค่าที่วัดได้		ค่าที่คำนวณได้	
	แรงดัน (V)	กระแส (mA)	แรงดัน (V)	กระแส (mA)
1	$V_1 =$	$I_1 =$	$V_1 =$	$I_1 =$
4.7	$V_2 =$	$I_2 =$	$V_2 =$	$I_2 =$
$R_{รวม} =$	$V_S =$	$I_S =$	$V_S =$	$I_S =$

คำถาม: กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวในวงจรขนานมีค่าเท่ากัน ใช่หรือไม่ ?

☐ ใช่

☐ ไม่ใช่

☐ เป็นไปได้ทั้งสองอย่าง

บันทึกเพิ่มเติม

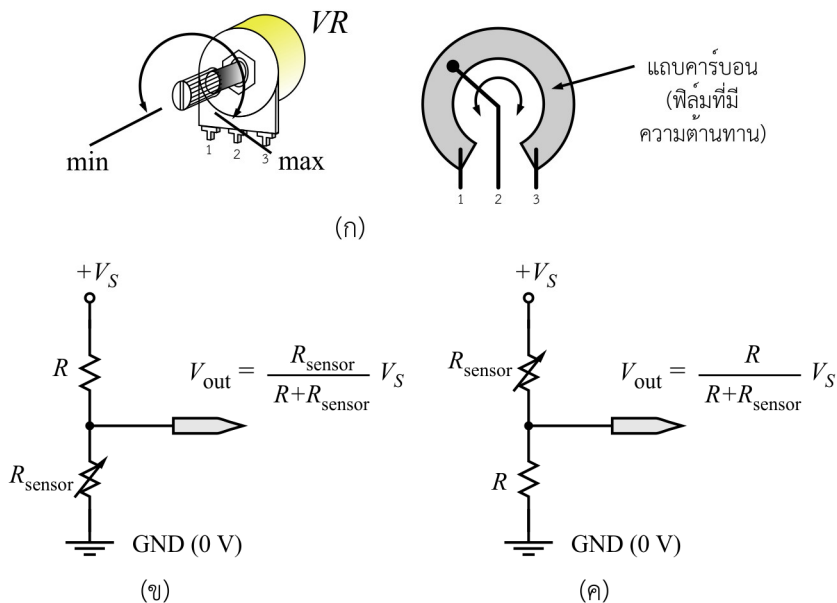
[illegible]

ปฏิบัติการที่ 2 อุปกรณ์และวงจรแอนะล็อก

การทดลองที่ 2.1 วงจรเซนเซอร์

เซนเซอร์ที่ให้ข้อมูลเป็นค่าแอนะล็อก มีหลายชนิด เช่น ตัวต้านทานปรับค่าได้ที่มีมักจะเรียกว่า R โวลุ่ม สามารถนำมาใช้เป็นเซนเซอร์วัดความเอียงได้ (ดูรูปที่ 1 (ก)) ตัวต้านทานแปรค่าตามแสงหรือแอลดีอาร์ จะมีค่าความต้านทานแปรผกผันกับความสว่างของแสงที่มากกระทบ เซนเซอร์วัดแรงกดก็จะมีค่าความต้านทานลดลง เมื่อมีแรงกดมากกระทำ และเซนเซอร์วัดความชื้นดินก็จะมีค่าความต้านทานแปรผกผันกับความชื้นของดิน โดยการใช้งานเซนเซอร์เหล่านี้เรามักจะต้องวงจรแบ่งแรงดัน ดังแสดงในรูปที่ 1 (ข) หรือรูปที่ 1 (ค)

โดยทั่วไปค่า R ที่นำมาต่อ ควรมีค่าระหว่างค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของความต้านทานของเซนเซอร์ (ค่าที่เหมาะสมที่สุดคือ $R = \sqrt{R_{\min} \cdot R_{\max}}$)



รูปที่ 1 (ก) ตัวต้านทานปรับค่าได้ (ข) และ (ค) วงจรแบ่งแรงดัน
สำหรับการอ่านค่าจากเซนเซอร์

การทดลอง

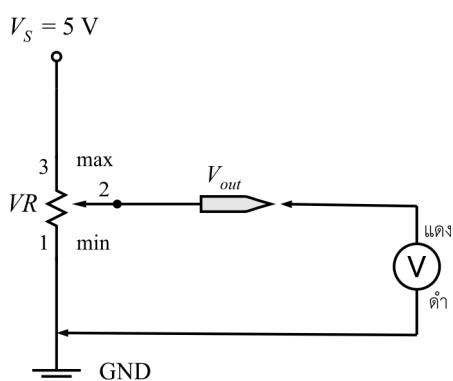
วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการสร้างสัญญาณแอนะล็อกจากเซนเซอร์ด้วยวงจรแบ่งแรงดัน

อุปกรณ์

- | | |
|---|-----------|
| 1. แหล่งจ่ายแรงดันไฟตรง (DC Power Supply) | 1 เครื่อง |
| 2. มัลติมิเตอร์ (Multimeter) | 1 เครื่อง |
| 3. ตัวต้านทานปรับค่าได้ 10 k Ω | 1 ตัว |
| 4. ตัวต้านทาน ขนาด 10 k Ω | 1 ตัว |
| 5. แอลดีอาร์ | 1 ตัว |

ตอนที่ 1 วงจรตัวต้านทานปรับค่าได้

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 2 โดยให้ $V_S = 5\text{ V}$
2. หมุนโวลุ่มไปที่ตำแหน่ง min แล้ววัดค่าแรงดันที่ขา 2 ของตัวต้านทานปรับค่าได้ แล้วบันทึกค่าลงในตารางที่ 1
3. หมุนโวลุ่มไปที่ตำแหน่งตรงกลาง (middle) และ ตำแหน่ง max แล้ววัดค่าแรงดันที่ขา 2 ของตัวต้านทานปรับค่าได้ แล้วบันทึกค่าลงในตารางที่ 1



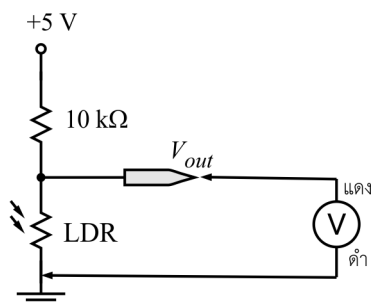
รูปที่ 2 วงจรแบ่งแรงดันด้วยตัวต้านทานปรับค่าได้ตัวเดียว

ตารางที่ 1 ตารางผลการทดลอง

ตำแหน่งโวลุ่ม	ค่าแรงดันที่วัดได้ (V)
Min	
Middle	
Max	

ตอนที่ 2 วงจรเซนเซอร์แอลดีอาร์

- นำแอลดีอาร์มาวัดความต้านทาน ด้วยมัลติมิเตอร์ในโหมดโอห์มมิเตอร์ (Ω) ในสภาวะมืดที่สุด ปกติ และสว่างที่สุด แล้วบันทึกค่าความต้านทานที่อ่านได้ลงในตารางที่ 2
- ต่อวงจรตามรูปที่ 3
- ทำให้แอลดีอาร์ อยู่ในสภาวะมืดที่สุด ปกติ และสว่างที่สุด แล้วบันทึกค่าที่อ่านแรงดันที่วัดได้ลงในตารางที่ 2



รูปที่ 3 วงจรเซนเซอร์แอลดีอาร์

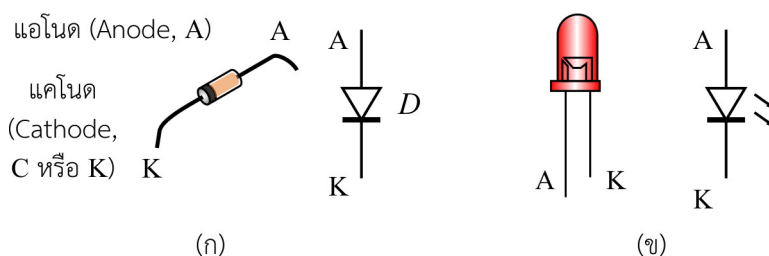
ตารางที่ 2 ตารางผลการทดลอง

การรับแสงของ LDR	ค่าความต้านทาน ($k\Omega$)	ค่าแรงดันที่วัดได้ (V)
มืดที่สุด		
ไฟส่องสว่างปกติ		
สว่างที่สุด		

การทดลองที่ 2.2 ไดโอดและแอลอีดี

ไดโอด (Diode) เป็นสิ่งประดิษฐ์สารกึ่งตัวนำสองขั้ว โดยทั่วไปทำจากซิลิกอน และถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยไดโอดมีคุณสมบัติคือ ยอมให้กระแสไหลผ่านได้ในทิศทางเดียวเท่านั้น ลักษณะทั่วไปของไดโอดแสดงดังรูปที่ 1 (ก)

แอลอีดี (Light Emitting Diode, LED) หรือไดโอดเปล่งแสง มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าคล้ายไดโอดแต่สร้างจากสารกึ่งตัวนำที่สามารถเปล่งแสงได้ โดยแอลอีดีจะเปล่งแสงเมื่อมีการไบแอสไปหน้าและมีกระแสไหลผ่าน ลักษณะทั่วไปของแอลอีดีแสดงดังรูปที่ 1 (ข)



รูปที่ 1 (ก) ไดโอด และ (ข) แอลอีดี

การทดลอง

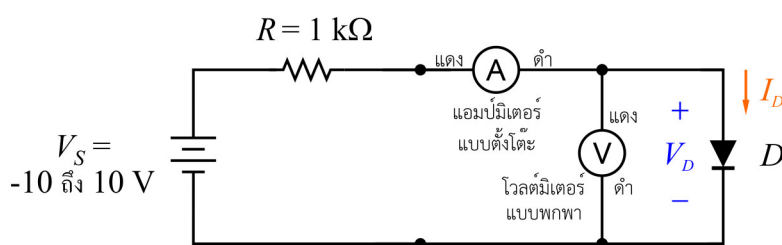
วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาคุณสมบัติพื้นฐานและเงื่อนไขการนำกระแสของไดโอดและแอลอีดี

อุปกรณ์

- | | |
|--|-------------|
| 1. แหล่งจ่ายแรงดันไฟตรง (DC Power Supply) | 1 เครื่อง |
| 2. มัลติมิเตอร์ (Multimeter) | 2 เครื่อง |
| 3. ไดโอดเบอร์ 1N4148 | 1 ตัว |
| 4. แอลอีดี | 1 ตัว |
| 5. ตัวต้านทานขนาด 330Ω , $1\text{ k}\Omega$ | ค่าละ 1 ตัว |

ตอนที่ 1 ลักษณะสมบัติกระแส-แรงดันของไดโอด และ แอลอีดี

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 2 โดยปรับค่าแรงดันแหล่งจ่าย V_S ตามที่กำหนดในตารางที่ 1 แล้ววัดค่าแรงดันที่ตกคร่อมไดโอด V_D และกระแสที่ไหลผ่านไดโอด I_D และ บันทึกลงในตารางที่ 1
2. ต่อวงจรตามรูปที่ 2 อีกครั้ง โดยเปลี่ยนไดโอดในวงจรเป็นแอลอีดี
3. ปรับค่าแรงดันแหล่งจ่าย V_S ตามที่กำหนดในตารางที่ 2 แล้ว วัดค่าแรงดันที่ตกคร่อมแอลอีดี V_D และ กระแสที่ไหลผ่านแอลอีดี I_D และบันทึกลงในตารางที่ 2 สังเกตความสว่างของหลอดแอลอีดี และบันทึกในตารางที่ 2



รูปที่ 2 วงจรสำหรับการทดลองตอนที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางผลการทดลอง (ไดโอด)

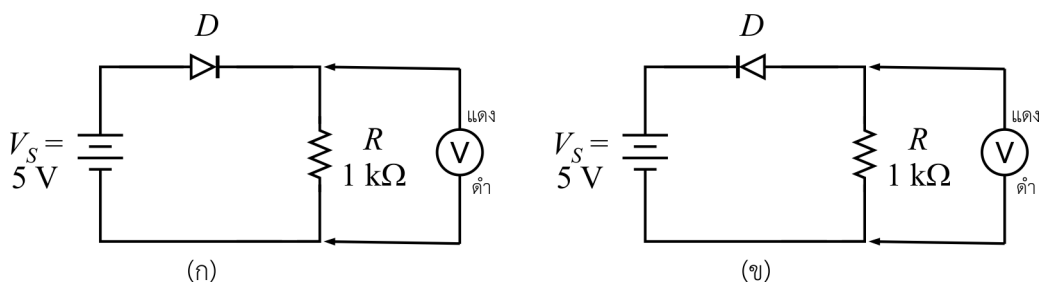
	V_S (V)							
	-10.0	-1.0	0.0	0.5	1.0	2.0	5.0	10.0
I_D (mA)								
V_D (V)								

ตารางที่ 2 ตารางผลการทดลอง (แอลอีดี)

	V_S (V)			
	-10.0	-1.0	1.0	10.0
I_D (mA)				
V_D (V)				
แสง (มืด/สว่าง)				

ตอนที่ 2 การใช้งานไดโอดและแอลอีดี

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 3 (ก) โดยให้ $R = 1\text{ k}\Omega$ และ D คือ ไดโอดเบอร์ 1N4148
2. วัดค่าแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานดังแสดงในรูปที่ 3 และ บันทึกค่าลงในตารางที่ 3
3. ต่อวงจรตามรูปที่ 3 (ข) แล้ววัดค่าแรงดันและบันทึกค่าลงในตารางที่ 3
4. เปลี่ยนไดโอด D เป็นแอลอีดี จากนั้นทำการทดลองขั้นที่ 2 และ 3 โดยสังเกตแสงจากหลอดแอลอีดีและบันทึกผลด้วย
5. เปลี่ยนตัวต้านทาน เป็น $R = 330\ \Omega$ แล้วต่อวงจรตามรูปที่ 3 (ก) และ 3 (ข) แล้วสังเกตความสว่างของหลอดแอลอีดีและบันทึกผลลงในตารางที่ 3 คอลัมน์สุดท้าย



รูปที่ 3 วงจรสำหรับการทดลองตอนที่ 2

ตารางที่ 3 ตารางผลการทดลอง

	แรงดันที่วัดได้ (V)		$R = 1\text{ k}\Omega$	$R = 330\ \Omega$
	$D = 1N4148$	$D = LED$	แสง LED (มีด/สว่าง)	แสง LED (มีด/สว่าง)
วงจรรูปที่ 3 (ก)				
วงจรรูปที่ 3 (ข)				

คำถาม: จากการทดลองนี้ เมื่อลดค่าความต้านทานแล้ว LED จะสว่างมากขึ้นหรือไม่?

☐ สว่างขึ้น

☐ สว่างเท่าเดิม

☐ มีดเหมือนเดิม

☐ ไม่แน่ใจ

การทดลองที่ 2.3 วงจรสวิตช์ด้วยทรานซิสเตอร์

ทรานซิสเตอร์ (Transistor) ถือเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่สำคัญในด้านอิเล็กทรอนิกส์ ทรานซิสเตอร์มี 3 ขา คือ ขาเบส B, ขาคอลเล็กเตอร์ C และ ขาอีมิเตอร์ E ทรานซิสเตอร์สามารถนำมาสร้างเป็นวงจรสวิตช์สัญญาณ และขยายสัญญาณได้ ในเบื้องต้น เราจึงควรศึกษาการใช้งานทรานซิสเตอร์เป็นสวิตช์ เพื่อใช้ในการรับ/ส่งค่ากับวงจรดิจิทัล ในลำดับต่อไป

การทดลอง

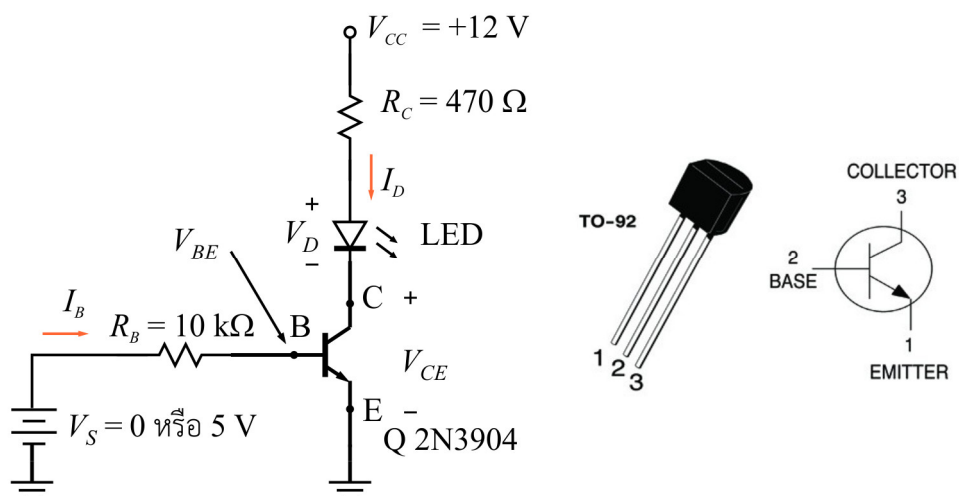
วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการใช้งานเบื้องต้นของทรานซิสเตอร์ในลักษณะสวิตช์

อุปกรณ์

- | | |
|--|-------------|
| 1. แหล่งจ่ายแรงดันไฟตรง (DC Power Supply) | 1 เครื่อง |
| 2. มัลติมิเตอร์ (Multimeter) | 2 เครื่อง |
| 3. แอลอีดี | 1 ตัว |
| 4. ทรานซิสเตอร์ NPN เบอร์ 2N3904 | 1 ตัว |
| 5. ตัวต้านทานขนาด 470 Ω , 10 k Ω | ค่าละ 1 ตัว |

ขั้นตอนการทดลอง

- ต่อวงจรตามรูปที่ 1 โดย $V_S = 0$ V (จะต่อผ่านแหล่งจ่ายไฟ หรือ ต่อลงกราวด์ ก็ได้)
- วัดค่าแรงดันที่ขาเบสเทียบกับขาอีมิเตอร์ V_{BE} แรงดัน V_{CE} ที่ตกคร่อมทรานซิสเตอร์ แรงดันที่ตกคร่อมแอลอีดีและ กระแส I_D ที่ไหลผ่านแอลอีดี บันทึกลงในตารางที่ 1
- ปรับค่าแรงดันแหล่งจ่าย $V_S = 5$ V แล้ว วัดค่าแรงดันที่ขาเบสเทียบกับขาอีมิเตอร์ V_{BE} แรงดัน V_{CE} ที่ตกคร่อมทรานซิสเตอร์ แรงดันที่ตกคร่อมแอลอีดีและ กระแส I_D ที่ไหลผ่านแอลอีดี บันทึกลงในตารางที่ 1



รูปที่ 1 วงจรทรานซิสเตอร์สำหรับการทดลองที่ 2.3

ตารางที่ 1 ตารางผลการทดลอง

	ผลการวัด กรณี	
	$V_S = 0 \text{ V}$	$V_S = 5 \text{ V}$
$V_{BE} \text{ (V)}$		
$V_{CE} \text{ (V)}$		
$V_D \text{ (V)}$		
$I_D \text{ (mA)}$		
แสงจากแอลอีดี (มี/ไม่มี)		

คำถาม: เราสามารถทราบค่ากระแส I_D โดยไม่ต้องวัดกระแส ได้หรือไม่ ?

- ☐ ได้แน่นอน โดยการ _____
- ☐ ไม่ได้
- ☐ ไม่แน่ใจ

การทดลองที่ 2.4 วงจรบัฟเฟอร์ด้วยออปแอมป์

ออปแอมป์เป็นวงจรรวมประเภทรึ่ง โดยออปแอมป์มีประโยชน์อย่างมาก และสามารถนำไปใช้ในวงจรแอนะล็อกได้หลากหลายหน้าที่ ออปแอมป์แต่ละเบอร์จะมีคุณลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกัน ในเบื้องต้น หากเรามีสัญญาณแอนะล็อกและเราต้องการให้คงค่าของสัญญาณไว้ไม่ให้ลดลงเมื่อมีการนำโหลตมาต่อ เราอาจนำออปแอมป์มาต่อเป็นวงจรบัฟเฟอร์เพื่อป้องกันมิให้สัญญาณถูกลดทอนลงได้

การทดลอง

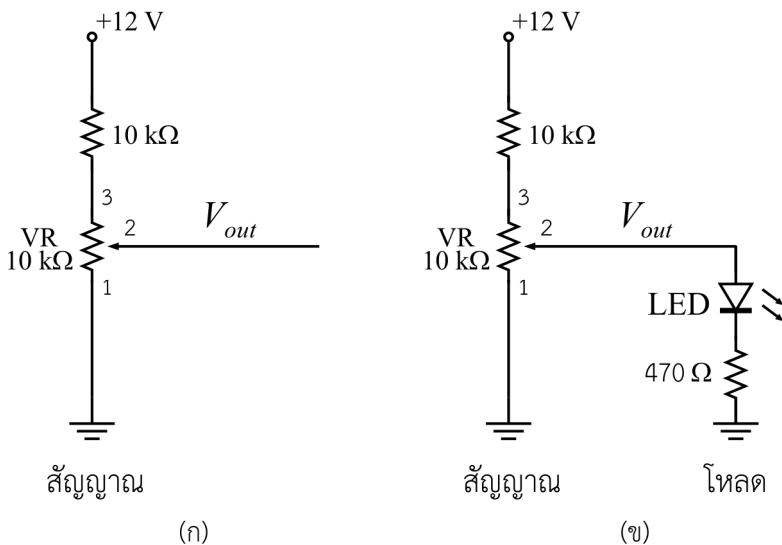
วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการใช้งานเบื้องต้นของออปแอมป์

อุปกรณ์

- | | |
|--|-------------|
| 1. แหล่งจ่ายแรงดันไฟตรง (DC Power Supply) | 1 เครื่อง |
| 2. มัลติมิเตอร์ (Multimeter) | 1 เครื่อง |
| 3. ไอซีออปแอมป์เบอร์ 741 | 1 ตัว |
| 4. แอลอีดี | 1 ตัว |
| 5. ตัวต้านทานปรับค่าได้ 10 k Ω | 1 ตัว |
| 6. ตัวต้านทานขนาด 470 Ω , 10 k Ω | ค่าละ 1 ตัว |

ขั้นตอนการทดลอง

- ต่อวงจรตามรูปที่ 1(ก) แล้วทดลองหมุนตัวต้านทานปรับค่าได้และบันทึกค่าแรงดันสูงสุดและค่าแรงดันต่ำที่สุดที่อ่านได้ ลงในตารางที่ 1
- ต่อวงจรเพิ่มเติมดังแสดงในรูปที่ 1(ข) (เพิ่มแอลอีดีและตัวต้านทาน 470 Ω) แล้วทดลองหมุนตัวต้านทานปรับค่าได้อีกครั้งและบันทึกค่าแรงดันสูงสุดและค่าแรงดันต่ำที่สุดที่อ่านได้ลงในตารางที่ 1 โดยสังเกตความสว่างของหลอดแอลอีดี

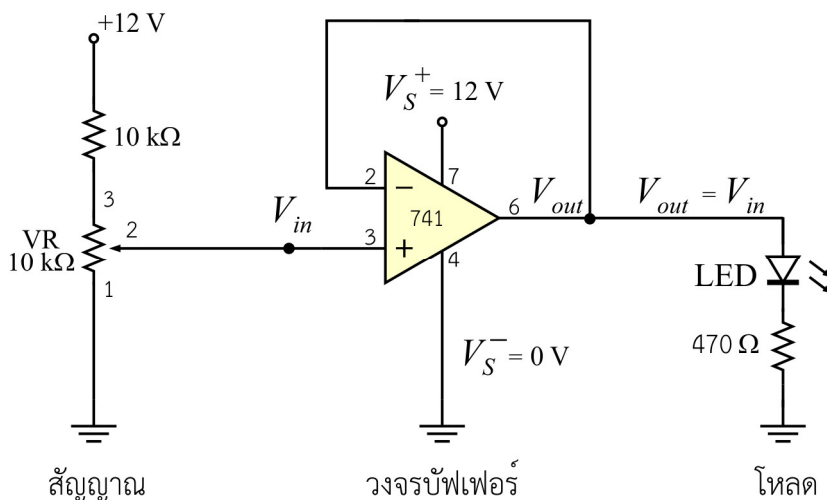


รูปที่ 1 (ก) วงจรจำลองการกำเนิดสัญญาณขณะที่ยังไม่ต่อโหนด
และ (ข) ขณะต่อโหนด LED

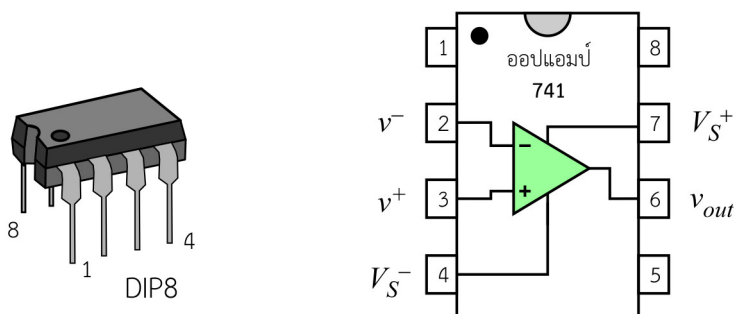
ตารางที่ 1 ตารางผลการทดลอง

	ผลการวัด กรณี		
	ยังไม่มี การต่อ โหนด LED	ต่อโหนด LED + R	ต่อโหนด LED+R และต่อบัฟเฟอร์
แรงดัน V_{out} สูงที่สุด (V)			
แรงดัน V_{out} ต่ำที่สุด (V)			
แสงจากแอลอีดี ขณะแรงดัน V_{out} สูงที่สุด (มีมาก/มีบ้าง/มีน้อย/มีด)	-		

3. ต่อวงจรดังรูปที่ 2 โดยใช้รูปที่ 3 ประกอบ (สังเกตว่าส่วนของสัญญาณและโหลดยังคงเป็นวงจรเดิม) แล้วทดลองหมุนตัวต้านทานปรับค่าได้อีกครั้งและบันทึกค่าแรงดันสูงสุดและค่าแรงดันต่ำที่สุดที่อ่านได้ ลงในตารางที่ 1



รูปที่ 2 วงจรในการทดลองข้อที่ 3



รูปที่ 3 ข้อมูลประกอบการต่อวงจรในรูปที่ 2

คำถาม: ในการทดลองนี้ ไอซีออปแอมป์ที่ใช้มีกี่ขา และเราใช้ทุกขาหรือไม่?

☐ 5 ขา ใช้ครบทุกขา

☐ 6 ขา ใช้ไม่ครบทุกขา

☐ 8 ขา ใช้ไม่ครบทุกขา

☐ 14 ขา ใช้ไม่ครบทุกขา

บันทึกเพิ่มเติม

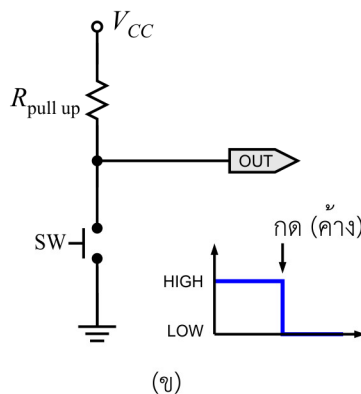
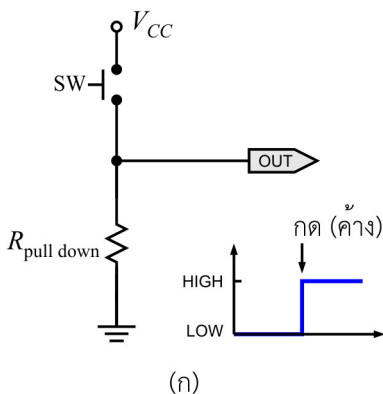
[illegible]

ปฏิบัติการที่ 3 วงจรดิจิทัลและลอจิกเกต

การทดลองที่ 3.1 สวิตช์และการรับค่าดิจิทัล

สวิตช์ (Switch, SW) เป็นอุปกรณ์พื้นฐานในทางไฟฟ้าและยังเป็นอุปกรณ์สำหรับส่งข้อมูลดิจิทัลจากผู้ไปยังวงจร ในเบื้องต้นผู้ใช้งานจะต้องเลือกชนิดของสวิตช์ให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน

การใช้งานสวิตช์ ผู้ใช้งานจะต้องต่อวงจร โดยใช้ตัวต้านทานร่วมด้วย ซึ่งมีได้ 2 รูปแบบ (ดูรูปที่ 1) คือ (1) รูปแบบที่ต่อตัวต้านทานดึงลง ($R_{\text{pull down}}$) ซึ่งจะได้ว่า หากไม่มีการกดสวิตช์ วงจรจะส่งสัญญาณแรงดันไฟฟ้าต่ำ (LOW, “0”) จากกราวด์และ เมื่อกดสวิตช์แล้ว สัญญาณแรงดันไฟฟ้าสูงจะส่งออกไปแทน และ (2) รูปแบบที่ต่อตัวต้านทานดึงขึ้น ($R_{\text{pull up}}$) ซึ่งจะได้ว่า หากไม่มีการกดสวิตช์ วงจรจะจ่ายสัญญาณแรงดันไฟฟ้าสูง (HIGH, “1”) ออกไป เมื่อกดสวิตช์แล้ว สัญญาณกราวด์ (LOW, “0”) จะถูกส่งออกไปแทน



รูปที่ 1 วงจรสวิตช์ที่ต่อ (ก) ตัวต้านทานดึงขึ้น และ (ข) ตัวต้านทานดึงลง

การทดลอง

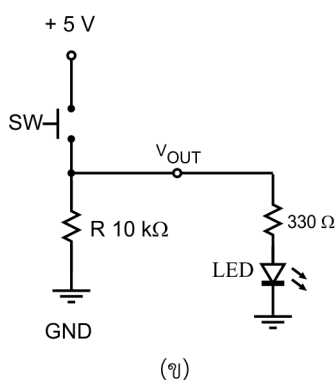
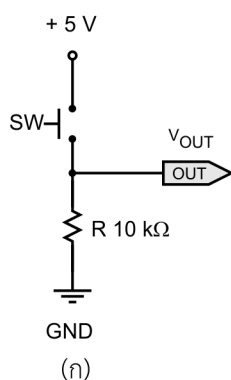
วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการสร้างและคุณสมบัติของวงจรสวิตช์

อุปกรณ์

- | | |
|--|-------------|
| 1. แหล่งจ่ายแรงดันไฟตรง (DC Power Supply) | 1 เครื่อง |
| 2. มัลติมิเตอร์ (Multimeter) | 1 เครื่อง |
| 3. สวิตช์ปุ่มกด | 1 ตัว |
| 4. แอลอีดี | 1 ตัว |
| 5. ตัวต้านทานขนาด $330\ \Omega$, $10\ \text{k}\Omega$ | ค่าละ 1 ตัว |

ตอนที่ 1 วงจรสวิตช์ 1

- ต่อวงจรตามรูปที่ 2 (ก) วัดและบันทึกค่าแรงดัน V_{OUT} ที่อ่านได้ลงในตารางที่ 1
- กดสวิตช์ค้างไว้ แล้วบันทึกค่าแรงดันที่อ่านได้ลงในตารางที่ 1
- ต่อวงจรตามรูปที่ 2 (ข) โดยเพิ่มแอลอีดีจากนั้นลองสังเกตไฟจากแอลอีดีแล้วบันทึกค่าลงในตารางที่ 1



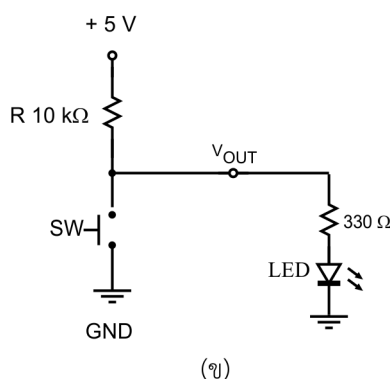
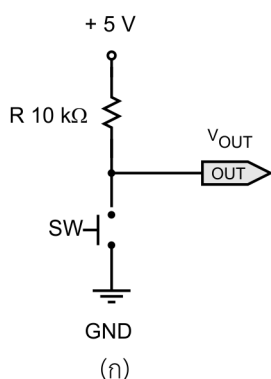
รูปที่ 2 รูปร่างวงจรสำหรับการทดลองตอนที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางผลการทดลองตอนที่ 1

	ผลการวัด กรณี	
	ยังไม่มี การต่อ LED (รูปที่ 2 (ก))	ต่อโหลด LED แล้ว (รูปที่ 2 (ข))
แรงดัน V_{OUT} ขณะที่ ยังไม่กดสวิตช์		
แรงดัน V_{OUT} ขณะที่ กดสวิตช์		
แสงจากแอลอีดี (มีมาก/มีบ้าง/มีน้อย/มืด)	-	

ตอนที่ 2 วงจรสวิตช์ 2

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 3 (ก) วัดและบันทึกค่าแรงดัน V_{OUT} ที่อ่านได้ลงในตารางที่ 2
2. กดสวิตช์ค้างไว้ แล้วบันทึกค่าแรงดันที่อ่านได้ลงในตารางที่ 2
3. ต่อวงจรตามรูปที่ 3 (ข) โดยเพิ่มแอลอีดีจากนั้นลองสังเกตไฟจากแอลอีดีแล้วบันทึกค่าลงในตารางที่ 1



รูปที่ 3 รูปวงจรสำหรับการทดลองตอนที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางผลการทดลองตอนที่ 2

	ผลการวัด กรณี	
	ยังไม่มี การต่อ LED (รูปที่ 3 (ก))	ต่อโหนด LED แล้ว (รูปที่ 3 (ข))
แรงดัน V_{OUT} ขณะที่ยังไม่กดสวิตช์		
แรงดัน V_{OUT} ขณะที่ยังกดสวิตช์		
แสงจากแอลอีดี (มีมาก/มีบ้าง/มีน้อย/มืด)	-	

คำถาม: การต่อวงจรสวิตช์แบบใดที่ทำให้แอลอีดีสว่างขณะยังไม่มี การกดปุ่มกด ?

☐ ต่อสวิตช์กับตัวต้านทานดึงขึ้น

☐ ต่อสวิตช์กับตัวต้านทานดึงลง

☐ ต่อไฟตรงเข้ากับแอลอีดีโดยไม่ใช้ตัวต้านทาน

☐ ไม่มีข้อถูก (แอลอีดีไม่สว่าง)

การทดลองที่ 3.2 ลอจิกเกตพื้นฐาน

ลอจิกเกต (Logic Gate) เป็นไอซีพื้นฐานด้านดิจิทัล ในการพัฒนาวงจรดิจิทัล เราจะต้องเข้าใจการทำงานของเกตต่าง ๆ อย่างถูกต้อง โดยเรามักจะเขียนเป็นตารางค่าความจริงในกรณีที่อินพุตคือระดับสัญญาณต่าง ๆ

การทดลอง

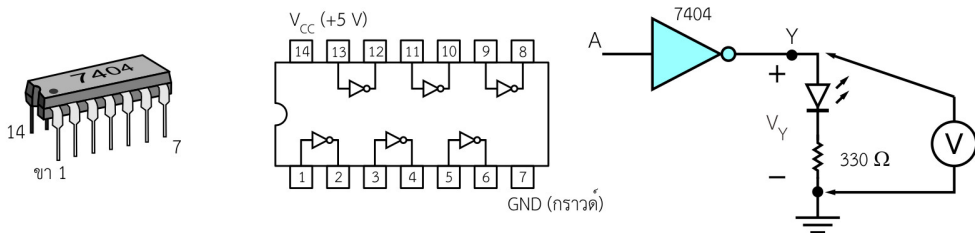
วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการใช้งานเบื้องต้นของไอซี นอตเกต แอนด์เกต และ ออร์เกต

อุปกรณ์

- | | |
|---|---------------|
| 1. แหล่งจ่ายแรงดันไฟตรง (DC Power Supply) | 1 เครื่อง |
| 2. มัลติมิเตอร์ (Multimeter) | 1 เครื่อง |
| 3. แอลอีดี | 1 ตัว |
| 4. ตัวต้านทานขนาด 330Ω | ค่าละ 1 ตัว |
| 5. ไอซีเบอร์ 7404, 7408 และ 7432 | เบอร์ละ 1 ตัว |

ตอนที่ 1 คุณสมบัติของนอตเกต (NOT gate)

ต่อวงจรตามรูปที่ 1 ขวามือ แล้วป้อนลอจิกอินพุตเข้าที่ขาอินพุต A ตามค่าที่แสดงในตาราง แล้วบันทึกผล คือ แรงดันเอาต์พุต V_Y พร้อมทั้งสถานะของแอลอีดี ในตารางที่ 1



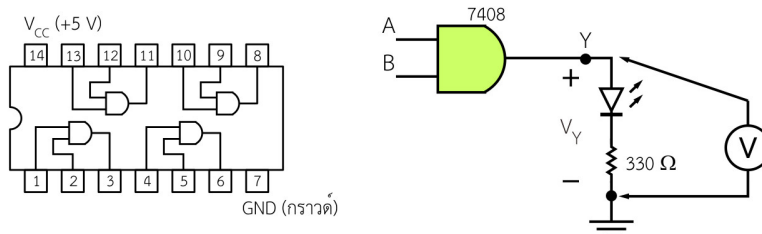
รูปที่ 1 ข้อมูลสำหรับการทดลองตอนที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางผลการทดลอง (NOT gate)

Input		Output		
A		V_Y (V)	LED (on/off)	Logic (0/1)
0 (0 V)				
1 (5 V)				

ตอนที่ 2 คุณสมบัติของแอนดเกต (AND gate)

ต่อวงจรตามรูปที่ 2 (รูปขวามือ) และ ป้อนลอจิกอินพุตเข้าที่ขาอินพุต A และ B ตามค่าที่แสดงในตาราง แล้วบันทึกผล คือ แรงดันเอาต์พุต V_Y พร้อมทั้งสถานะของแอลอีดี ในตารางที่ 2



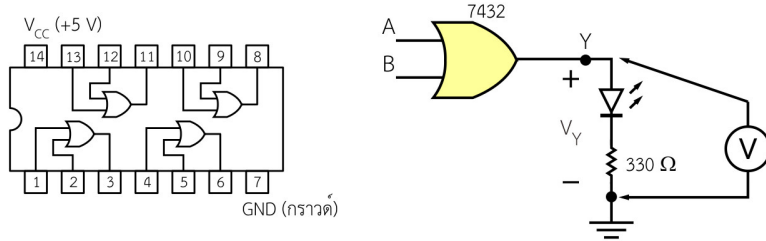
รูปที่ 2 ข้อมูลสำหรับการทดลองตอนที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางผลการทดลอง (AND gate)

Input		Output		
A	B	V_Y (V)	LED (on/off)	Logic (0/1)
0	0			
0	1			
1	0			
1	1			

ตอนที่ 3 คุณสมบัติของออร์เกต (OR gate)

ต่อวงจรตามรูปที่ 3 (รูปขวามือ) และ ป้อนลอจิกอินพุตเข้าที่ขาอินพุต A และ B ตามค่าที่แสดงในตาราง แล้วบันทึกผล คือ แรงดันเอาต์พุต V_Y พร้อมทั้งสถานะของแอลอีดี ในตารางที่ 3



รูปที่ 3 ข้อมูลสำหรับการทดลองตอนที่ 3

ตารางที่ 3 ตารางผลการทดลอง (OR gate)

Input		Output		
A	B	V_Y (V)	LED (on/off)	Logic (0/1)
0	0			
0	1			
1	0			
1	1			

คำถาม: หากเราไม่ต่อสัญญาณเข้าที่ขาของไอซีดิจิทัล (คือปล่อยให้ขา “ลอย”) สัญญาณที่วงจรลอจิกเกตนำไปประมวลผล คือลอจิกใด?

☐ 0

☐ 1

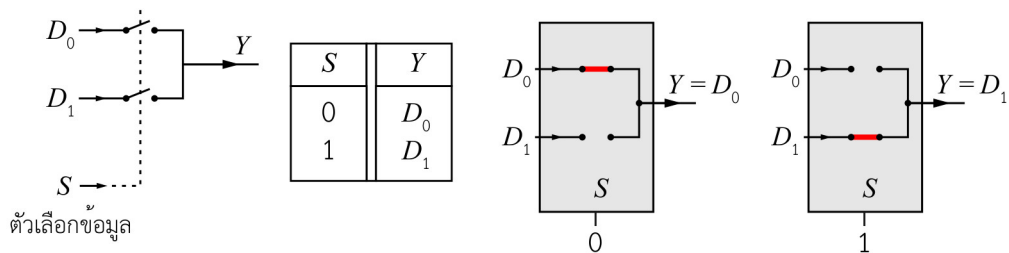
☐ ไม่แน่นอน

☐ ไม่ควรทำเพราะไอซีจะเสียหาย

การทดลองที่ 3.3

วงจรมัลติเพลกเซอร์

วงจรมัลติเพลกเซอร์ (Multiplexer) หรือ มั๊กซ์ (MUX) เป็นวงจรคอมบินേഷันวงจรหนึ่งที่ทำหน้าที่เลือกสัญญาณดิจิทัล ก่อนส่งออกไป โดยลักษณะการทำงานของมัลติเพลกเซอร์เป็นแบบสวิตช์ มัลติเพลกเซอร์ 2-เป็น-1 แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 วงจรมั๊กซ์ 2-เป็น-1

การทดลอง

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการสร้างวงจรมัลติเพลกเซอร์ ด้วยลอจิกเกตพื้นฐาน

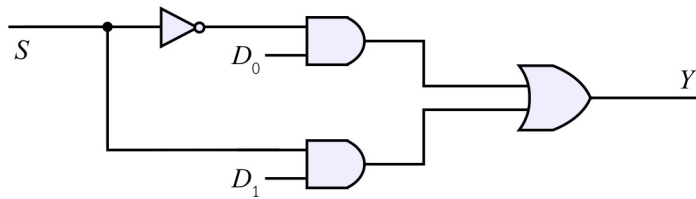
อุปกรณ์

- | | |
|---|---------------|
| 1. แหล่งจ่ายแรงดันไฟตรง (DC Power Supply) | 1 เครื่อง |
| 2. มัลติมิเตอร์ (Multimeter) | 1 เครื่อง |
| 3. แอลอีดี | 1 ตัว |
| 4. ตัวต้านทานขนาด 330 Ω | ค่าละ 1 ตัว |
| 5. ไอซีเบอร์ 7404, 7408 และ 7432 | เบอร์ละ 1 ตัว |

ขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อยังตามรูปที่ 2 และต่อข้อมูลอินพุต 2 บิต (D_0 และ D_1) เข้าที่ลอจิกสวิตช์ 2 ตัว และต่อขาเลือกข้อมูล S เข้าที่ลอจิกสวิตช์ 1 ตัว

2. ป้อนสัญญาณลอจิกสูงหรือต่ำให้กับขาอินพุต D_0 , D_1 และ S ตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 1 และ บันทึกการเปลี่ยนแปลงของเอาต์พุต Y ลงในตารางที่ 1



รูปที่ 1 วงจรมักซ์ 2-เป็น-1

ตารางที่ 1 ตารางผลการทดลอง (2-to-1 MUX)

Input			Output
S	D_1	D_0	Y
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

คำถาม: เมื่อสัญญาณตัวเลือก S เป็น 0 แล้วเอาต์พุต Y จะเหมือนกับสัญญาณอินพุตใด?

☐ 0

☐ 1

☐ D_0

☐ D_1

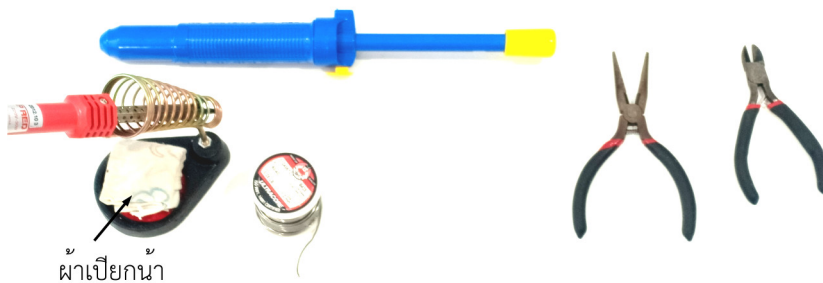
This image shows a full page of white paper with horizontal dashed lines, typical of primary-ruled notebook paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

ปฏิบัติการที่ 4 การสร้างวงจรบนแผ่นวงจรพิมพ์

การทดลองที่ 4.1

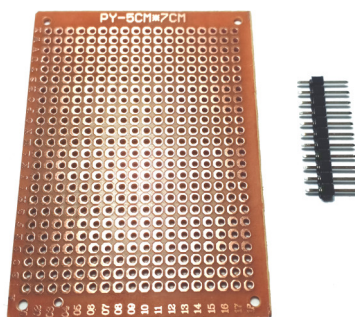
เทคนิคการบัดกรี

การบัดกรี (Soldering) เป็นพื้นฐานที่สำคัญในการสร้างวงจรเพื่อนำไปใช้งานจริง ในการบัดกรี จุดบัดกรีและตะกั่วบัดกรีจะถูกทำให้ร้อนด้วยหัวแร้งบัดกรี (ดูรูปที่ 1) จนกระทั่งตะกั่วบัดกรีหลอมละลาย ($180-190^{\circ}\text{C}$) และให้โลหะสองส่วนเกิดการเชื่อมต่อกัน การเชื่อมต่อกันทางไฟฟ้าและการยึดติดทางกล เป็นคุณสมบัติที่สำคัญของจุดบัดกรี



รูปที่ 1 หัวแร้งในที่วางหัวแร้ง ตะกั่วบัดกรี ที่ตุตตะกั่ว คีมปากจิกจางและคีมตัด

แผ่นวงจรพิมพ์อ่อนประเภทประสังค์ (รูปที่ 2) สามารถนำมาใช้สร้างวงจรแล้วนำไปใช้งานจริง ได้โดยการวางอุปกรณ์และการบัดกรีที่เหมาะสม



รูปที่ 2 แผ่นวงจรพิมพ์อ่อนประเภทประสังค์แบบจุดไข่ปลาและจัมเปอร์สำหรับฝึกบัดกรี

การทดลอง

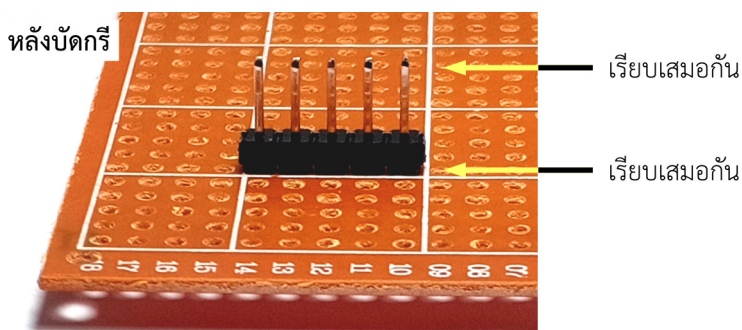
วัตถุประสงค์ เพื่อสร้างทักษะในการใช้อุปกรณ์บัดกรีและการบัดกรี

อุปกรณ์

- | | |
|--|----------------|
| 1. หัวแร้งบัดกรี ที่วางหัวแร้ง และตะกั่วบัดกรี | 1 ชุด |
| 2. คีมปากจิ้งจก คีมตัด และคัตเตอร์ | 1 ชุด |
| 3. มัลติมิเตอร์ และที่ดูดตะกั่ว | อย่างละ 1 ชิ้น |
| 4. แผ่นวงจรพิมพ์อเนกประสงค์ | 1 แผ่น |
| 5. จัมเปอร์ 40 พิน/แถว | 2 แถว |
| 6. บอร์ด KidBright | 1 บอร์ด |

ตอนที่ 1 การบัดกรีเบื้องต้น

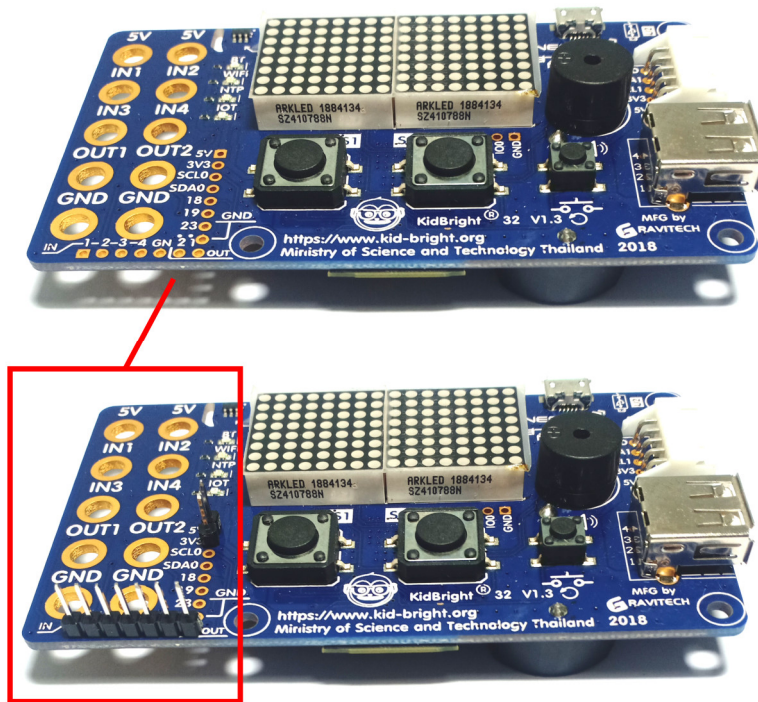
1. เสียบปลั๊กและรอให้หัวแร้งบัดกรีร้อน
2. เช็ดทำความสะอาดหัวแร้งด้วยผ้าชุบน้ำเปียกหมาด ๆ (อย่างระมัดระวังและด้วยความรวดเร็ว)
3. ทำการฝึกบัดกรีจัมเปอร์ลงบนแผ่นวงจรพิมพ์อเนกประสงค์ (คนละ 10 พิน) โดยพยายามกำหนดให้ปริมาณตะกั่วเหมาะสม (ใช้ที่ดูดตะกั่วเอาตะกั่วออก หากเห็นว่าจำเป็น)
4. ตรวจสอบดูว่าจุดบัดกรีแน่นและจัมเปอร์และวางเรียงตัวกันดี (รูปที่ 3)
5. ตรวจสอบการเชื่อมต่อกันทางไฟฟ้าของจัมเปอร์ด้านบนและจุดบัดกรีด้านล่าง
6. ทดสอบการบัดกรีเอาจัมเปอร์ออก โดยใช้ที่ดูดตะกั่ว



รูปที่ 3 ตัวอย่างภาพด้านบนของแผ่นวงจรพิมพ์ หลังบัดกรีจัมเปอร์แล้ว

ตอนที่ 2 การบัดกรีหัวต่อสำหรับบอร์ด KidBright

1. นำจัมเปอร์ 40 พินมาตัดเป็นชุดละ 7 ตัว และ 2 ตัว อย่างละ 1 ชุด
2. เสียบจัมเปอร์ลงบนบอร์ด KidBright ที่ขา “5V 3V3” (ตามแนวตั้งดังในรูปที่ 4) แล้วบัดกรี
3. เสียบจัมเปอร์ลงบนบอร์ด KidBright ที่ขา “1-2-2-3 GN 2 1” (7 ขาติดกันตามแนวนอน) แล้วบัดกรี
4. ตรวจสอบการเชื่อมต่อกันทางไฟฟ้าของแต่ละขา (พิน) หากมีการเชื่อมต่อข้ามพินกันขอให้แก้ไขการบัดกรี (ทุกขาบนบอร์ดจะต้องไม่เชื่อมถึงกัน)



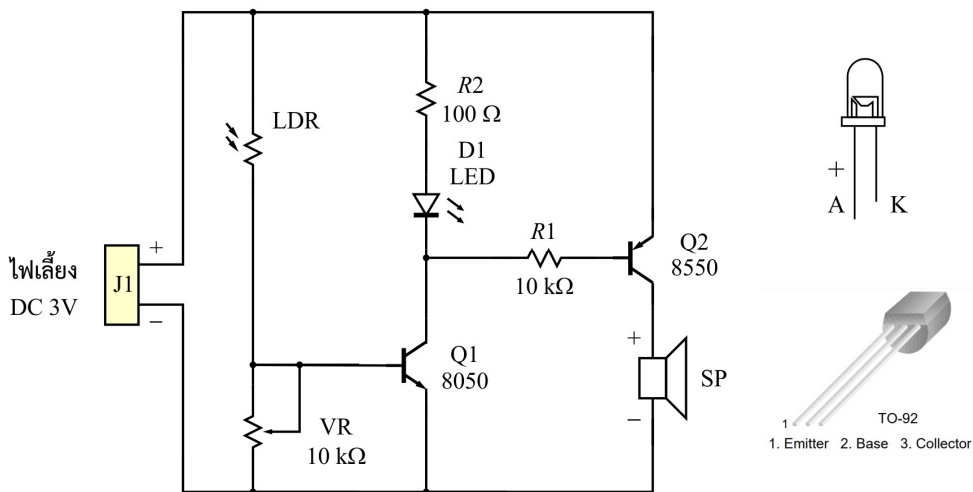
รูปที่ 4 ตัวอย่างภาพบอร์ด KidBright ก่อนและหลังบัดกรีจัมเปอร์ลงบนบอร์ด

คำถาม: ที่แต่ละจุดที่เราบัดกรี เราควรบัดกรีกี่ครั้ง จึงจะได้ผลลัพธ์ที่ดี?

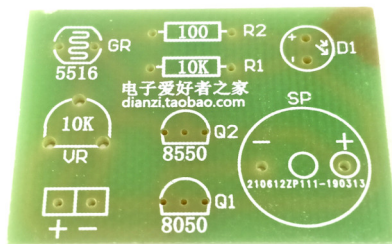
- | | |
|--|--|
| ☐ 1 ครั้ง | ☐ 2 ครั้ง |
| ☐ มากกว่า 2 ครั้ง | ☐ กี่ครั้งก็ได้ |

การทดลองที่ 4.2 การติดตั้งอุปกรณ์ลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ 1

วงจรหรีไฟแอลอีดีพร้อมเสียงที่ควบคุมด้วยความสว่าง เป็นวงจรแอนะล็อกที่ใช้ เซนเซอร์แอลดีอาร์ควบคุมการจ่ายกระแสของทรานซิสเตอร์ไปยังแอลอีดีและลำโพงบัสเซอร์ (รูปที่ 1) วงจรนี้เป็นวงจรพื้นฐานวงจรหนึ่งสำหรับใช้ศึกษาการต่อวงจรเซนเซอร์และการบัดกรี แผ่นวงจรพิมพ์สำเร็จรูปสำหรับวงจรนี้ แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 1 วงจรหรีไฟแอลอีดีพร้อมเสียงที่ควบคุมด้วยความสว่าง



รูปที่ 2 แผ่นวงจรพิมพ์สำเร็จรูปของวงจรหรีไฟแอลอีดีพร้อมเสียงที่ควบคุมด้วยความสว่าง

การทดลอง

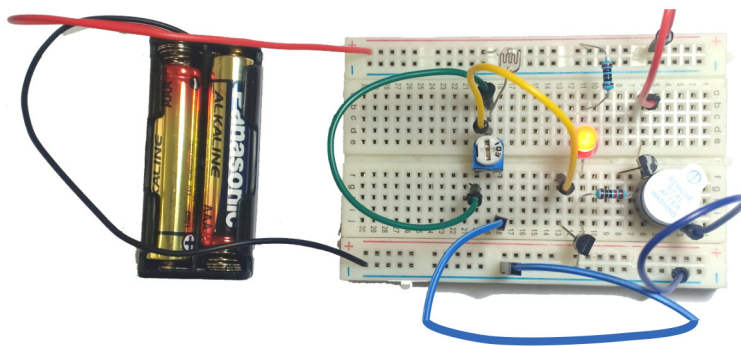
วัตถุประสงค์ เพื่อทดลองสร้างวงจรบนแผ่นวงจรพิมพ์

อุปกรณ์

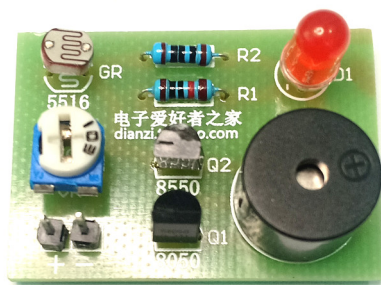
1. หัวแร้งบัดกรี ที่วางหัวแร้ง และตะกั่วบัดกรี 1 ชุด
2. คีมปากจิ้งจก คีมตัด และคัตเตอร์ 1 ชุด
3. มัลติมิเตอร์ และที่ดูตะกั่ว อย่างละ 1 ชิ้น
4. แผ่นวงจรพิมพ์สำเร็จรูปของวงจรไฟแอลอีดีพร้อมเสียงที่ควบคุมด้วย
ความสว่างพร้อมอุปกรณ์ 1 ชุด
5. โปรโตบอร์ดและสายไฟ 1 ชุด
6. ถังถ่าน AAA 2 ถัง พร้อมถ่าน 1 ชุด

ขั้นตอนการทดลอง

1. ทดลองสร้างวงจรบนโปรโตบอร์ด หากนักเรียนต่อวงจรได้ถูกต้อง เมื่อจ่ายไฟแล้วจะเห็นว่าไฟแอลอีดีหรือตามแสงที่ส่องลงบนแอลดีอาร์และมีเสียงจากลำโพง (รูปที่ 3) โดยเราอาจต้องปรับตัวต้านทานปรับค่าได้ให้เหมาะสม ให้บันทึกวิธีได้ด้วยกล่องบนโทรศัพท์มือถือ
2. นำอุปกรณ์มาบัดกรีลงบนแผ่นวงจรพิมพ์สำเร็จรูป (ดังในรูปที่ 4) โดยควรบัดกรีอุปกรณ์ที่อยู่ต่ำ (เช่นตัวต้านทาน) ก่อน และควรระวังมิให้ตัวอุปกรณ์ร้อนเกินไปในขณะบัดกรี



รูปที่ 3 ตัวอย่างภาพวงจรหรือไฟที่ต่อลงโปรโตบอร์ด



รูปที่ 4 ตัวอย่างภาพวงจรหรือไฟบนแผ่นวงจรพิมพ์หลังบัดกรีเสร็จแล้ว

ที่ว่างสำหรับติดภาพถ่ายแผ่นวงจรพิมพ์ที่บัดกรีแล้ว

คำถาม: สถานะของไฟแอลอีดีในวงจรบนโปรโตบอร์ดของกลุ่มของนักเรียนเป็นอย่างไร ในการทดสอบครั้งแรก? ขอให้ตอบตามความเป็นจริง

☐ ไม่ติดเลย

☐ ติดตลอดเวลา

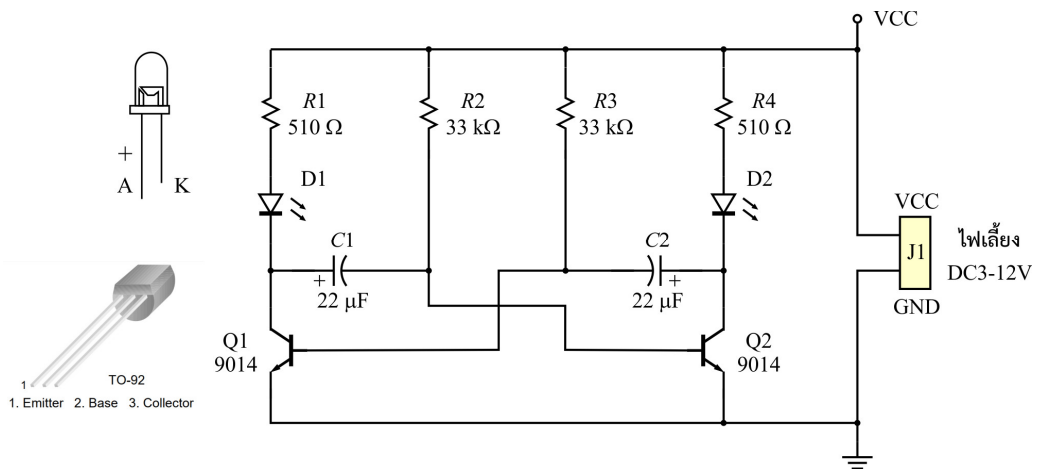
☐ ติดเมื่อมีแสงมาก

☐ ติดเมื่อมีด

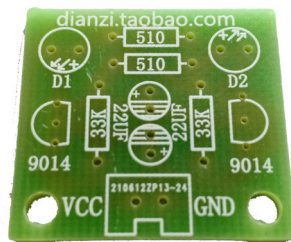
นักเรียนคิดว่า เป็นเพราะเหตุใด? _____

การทดลองที่ 4.3 การติดตั้งอุปกรณ์ลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ 2

วงจรไฟแอลอีดีกระพริบ 2 ดวง (รูปที่ 1) เป็นวงจรพื้นฐานวงจรหนึ่งสำหรับใช้ศึกษาการต่อวงจรและการบัดกรี โดยหากมีการต่อวงจรผิดพลาดหรือมีข้อบกพร่องในการบัดกรี ไฟแอลอีดีนี้จะไม่กระพริบ แผ่นวงจรพิมพ์สำเร็จรูป สำหรับวงจรนี้ แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 1 วงจรไฟแอลอีดีกระพริบ 2 ดวง



รูปที่ 2 แผ่นวงจรพิมพ์สำเร็จรูปของวงจรไฟแอลอีดีกระพริบ 2 ดวง

การทดลอง

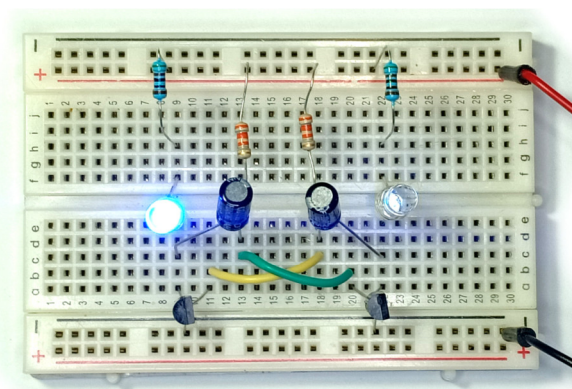
วัตถุประสงค์ เพื่อทดลองสร้างวงจรบนแผ่นวงจรพิมพ์

อุปกรณ์

1. หัวแร้งบัดกรี ที่วางหัวแร้ง และตะกั่วบัดกรี 1 ชุด
2. คีมปากจิ้งจก คีมตัด และคัตเตอร์ 1 ชุด
3. มัลติมิเตอร์ และที่ดูดตะกั่ว อย่างละ 1 ชิ้น
4. แผ่นวงจรพิมพ์สำเร็จรูปของวงจรไฟแอลอีดีกระพริบ 2 ดวง พร้อมอุปกรณ์
5. โปรโตบอร์ดและสายไฟ 1 ชุด
6. ถังถ่าน AAA 2 ก้อน พร้อมถ่าน 1 ชุด

ขั้นตอนการทดลอง

1. ทดลองสร้างวงจรบนโปรโตบอร์ด หากนักเรียนต่อวงจรได้ถูกต้อง เมื่อจ่ายไฟแล้วจะเห็นว่าไฟแอลอีดีกระพริบ (รูปที่ 3) ให้บันทึกวิธีโอด้วยกล้องบนโทรศัพท์มือถือ
2. นำอุปกรณ์มาบัดกรีลงบนแผ่นวงจรพิมพ์สำเร็จรูป (ดังในรูปที่ 4) โดยควรบัดกรีอุปกรณ์ที่อยู่ต่ำ (เช่น ตัวต้านทาน) ก่อน และควรระวังมิให้ตัวอุปกรณ์ร้อนเกินไปในขณะบัดกรี



รูปที่ 3 ตัวอย่างภาพวงจรไฟกระพริบที่ต่อลงโปรโตบอร์ด



รูปที่ 4 ตัวอย่างภาพวงจรไฟกระพริบบนแผ่นวงจรพิมพ์หลังบัดกรีเสร็จแล้ว

ที่ว่างสำหรับติดภาพถ่ายแผ่นวงจรพิมพ์ที่บัดกรีแล้ว

คำถาม: สถานะของไฟแอลอีดีในวงจรบนโปรโตบอร์ดของกลุ่มของนักเรียนเป็นอย่างไร ในการทดสอบครั้งแรก? ขอให้ตอบตามความเป็นจริง

☐ ดับทั้งสองดวง

☐ ติดหนึ่งดวง

☐ ติดทั้งสองดวง

☐ กระพริบ

นักเรียนคิดว่า เป็นเพราะเหตุใด? _____

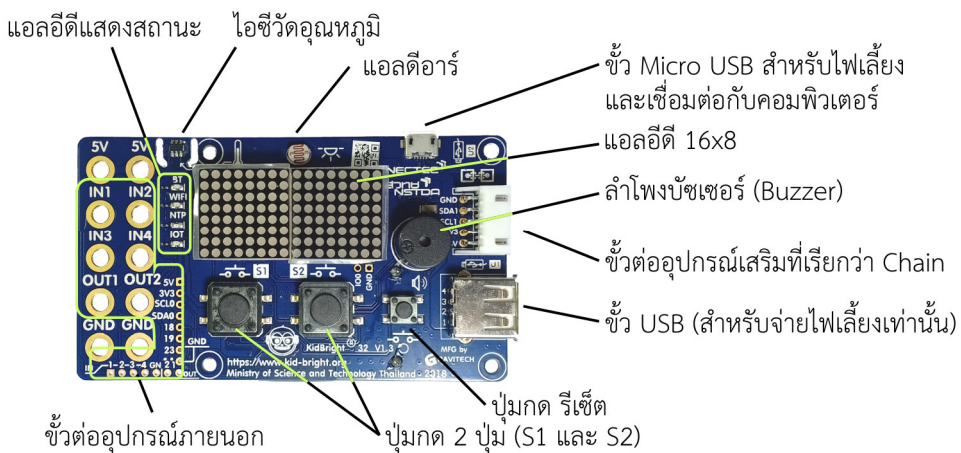
[illegible]

ปฏิบัติการที่ 5 การใช้บอร์ด KidBright กับ งานด้านอิเล็กทรอนิกส์

การทดลองที่ 5.1

แนะนำ KidBright และ KidBright IDE

บอร์ดสมองกลฝังตัว KidBright V 1.3 (รูปที่ 1) เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สร้างขึ้นเพื่อที่ทำหน้าที่ประมวลผลและส่งสัญญาณในรูปแบบต่าง ๆ และออกแบบมาเพื่อการเรียนรู้ในการใช้งานบอร์ด KidBright นี้ เราจะต้องทำการเขียนโปรแกรมควบคุมและสั่งการ โดยโปรแกรมที่ใช้มีลักษณะเป็นบล็อก คือ ใช้การลากวาง ในการเขียนโปรแกรมมีรายละเอียดการติดตั้งและใช้งานเบื้องต้น แสดงในการทดลองนี้



รูปที่ 1 บอร์ด KidBright V 1.3

การทดลอง

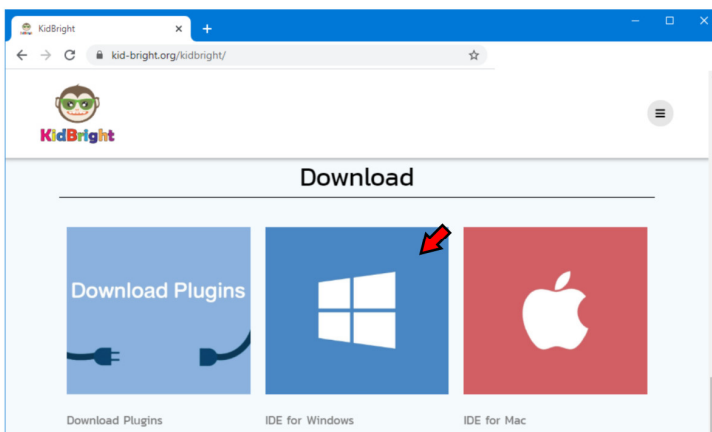
วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการเชื่อมต่อบอร์ด KidBright กับคอมพิวเตอร์และแสดงผล

อุปกรณ์

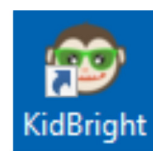
1. เครื่องคอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการ Windows 1 เครื่อง
2. บอร์ด KidBright 1 บอร์ด
3. สายต่อ USB 1 เส้น

ขั้นตอนการทดลอง

1. ติดตั้งโปรแกรม KidBright IDE (ดาวน์โหลดได้ที่ www.kid-bright.org จากรูปที่ 2 (ก)
2. เมื่อติดตั้งโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ไอคอน KidBright IDE จะแสดงบนเดสก์ท็อป จากรูปที่ 2 (ข) แล้วทำการเปิดโปรแกรม
3. ลากบล็อกในหมวดพื้นฐานออกมาเขียนเป็นโปรแกรกดังแสดงในรูปที่ 3
4. ทำการสร้างและแฟลชโปรแกรมไปยังบอร์ด KidBright ด้วยปุ่ม 



(ก)



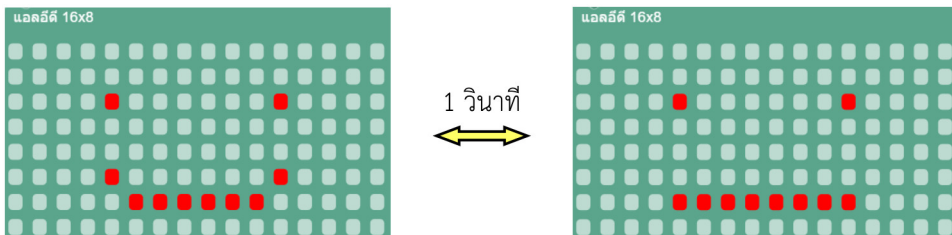
(ข)

รูปที่ 2 (ก) หน้าต่างสำหรับเข้าไปดาวน์โหลดโปรแกรม KidBright IDE
และ (ข) ไอคอน KidBright IDE



รูปที่ 3 โค้ดโปรแกรมสำหรับการทดสอบ KidBright

5. ทำการทดลองสร้างภาพเคลื่อนไหวบนแอลอีดีขนาด 16x8 ด้วยตนเอง โดยการเขียนโค้ด ตัวอย่างรูปแสดงในรูปที่ 4 โดยใช้คำสั่ง หน่วยเวลา ในการแสดงผลแต่ละภาพ ทดสอบแล้ว บันทึกวิดีโอ



รูปที่ 4 ตัวอย่างรูปเคลื่อนไหวอย่างง่าย (2 รูป)

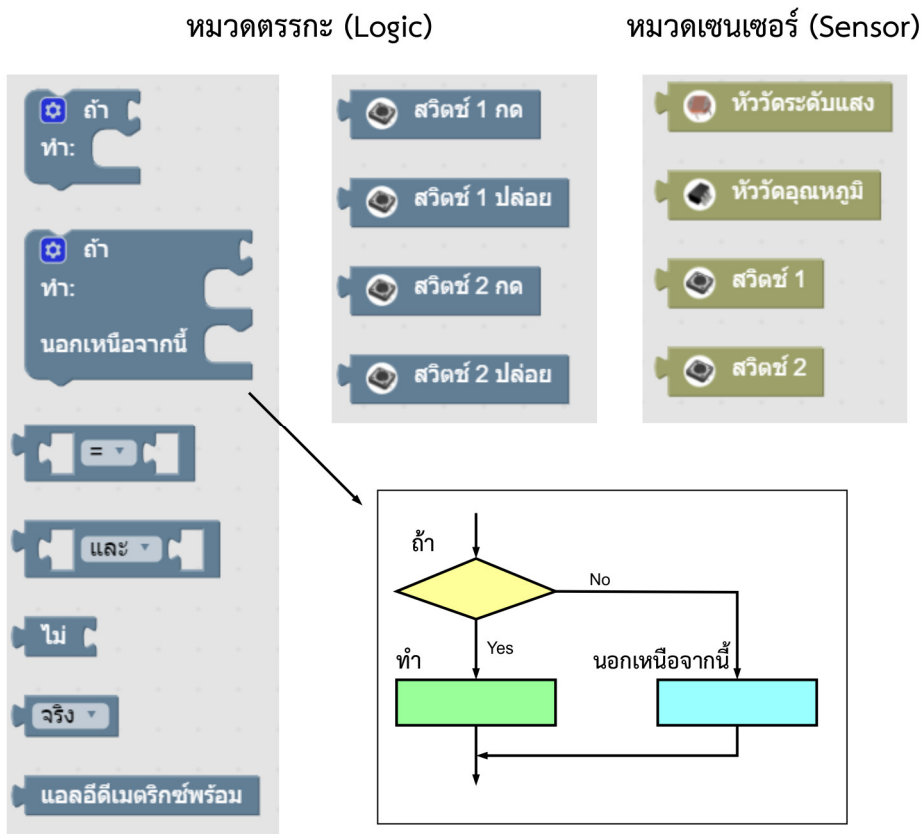
6. ทำการทดลองเก็บและแสดงค่าตัวแปร โดยใช้บล็อกในหมวดคณิตศาสตร์ โดยขอให้ลอง ศึกษาด้วยตนเอง เช่น กำหนดให้ x เป็น 63 แล้วแสดงค่า x บนจอแอลอีดีอาเรย์

คำถาม: นักเรียนคิดว่าบล็อกใดใช้ยากที่สุด (คือไม่น่าจะได้นำมาใช้) ในบล็อกหมวดพื้นฐาน (Basic) ?

คำตอบ: _____ (อาจตอบว่า ‘ไม่มี’ ก็ได้)

การทดลองที่ 5.2 การรับค่าจากปุ่มกดและเซนเซอร์

บนบอร์ด KidBright มีปุ่มกด 2 ปุ่ม คือ S1 และ S2 และนอกจากนี้ ยังมีเซนเซอร์ที่รับค่าแสงสว่าง (แอลดีอาร์) และไอซีวัดอุณหภูมิ LM73 ผู้ใช้สามารถเรียกใช้ (คือเรียกรับค่า) จากอุปกรณ์เหล่านี้ได้โดยใช้คำสั่งที่เกี่ยวข้องในบล็อกคำสั่งในหมวดตรรกะ (Logic) และหมวดเซนเซอร์ (Sensor) ดังรูปที่ 1 นอกจากนี้คำสั่งที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจก็ยังอยู่ในบล็อกคำสั่งหมวดตรรกะด้วย (ดูรูปที่ 1 คอลัมน์ซ้ายมือ)



รูปที่ 1 คำสั่งในหมวดตรรกะ (Logic) และเซนเซอร์ (Sensor) และตัวอย่างผังงาน (Flowchart) ของบล็อกคำสั่ง ถ้า ... ทำ:... นอกจากนี้ ...

การทดลอง

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการใช้เซนเซอร์บอร์ด KidBright

อุปกรณ์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการ Windows 1 เครื่อง
2. บอร์ด KidBright 1 บอร์ด
3. สายต่อ USB 1 เส้น

ขั้นตอนการทดลอง

1. ทำการสร้างโปรแกรมเพื่อตรวจสอบการรับค่าจากปุ่มกด S1 และ S2 โดยโค้ดอาจมีลักษณะดังรูปที่ 2
2. ทำการแฟลชโค้ดและตรวจสอบการทำงาน บันทึกผลด้วยการบันทึกวิดีโอ



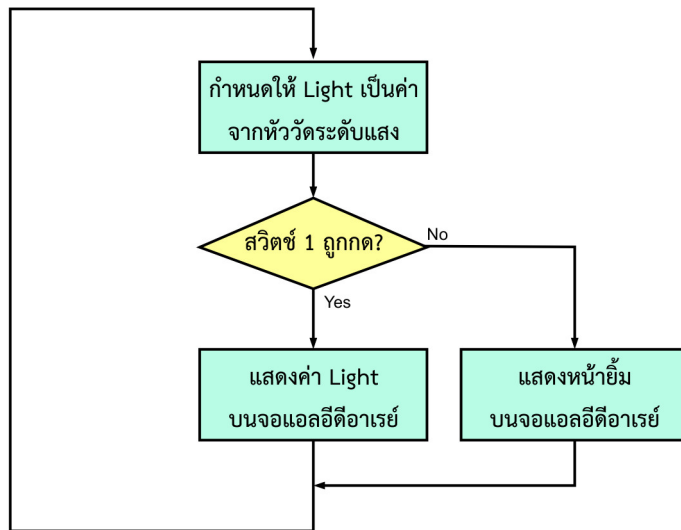
รูปที่ 2 โค้ดโปรแกรมสำหรับการรับค่าจากปุ่มกดบนบอร์ด KidBright

3. ทำการสร้างโปรแกรมเพื่อตรวจสอบการรับค่าจากเซนเซอร์วัดแสงสว่างและเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ โดยโค้ดอาจมีลักษณะดังรูปที่ 3
4. ทำการแฟลชโค้ดและตรวจสอบการทำงาน บันทึกผลด้วยการบันทึกวิดีโอ



รูปที่ 3 โค้ดโปรแกรมสำหรับการทดสอบ KidBright

5. ทำการทดลองสร้างโปรแกรมตามผังงานในรูปที่ 4



รูปที่ 4 ผังงานสำหรับการทดลองขั้นที่ 5

คำถาม: นักเรียนคิดว่าการกำหนดค่าให้ตัวแปร Light ในผังงานรูปที่ 4 เป็นสิ่งจำเป็นหรือไม่ ?

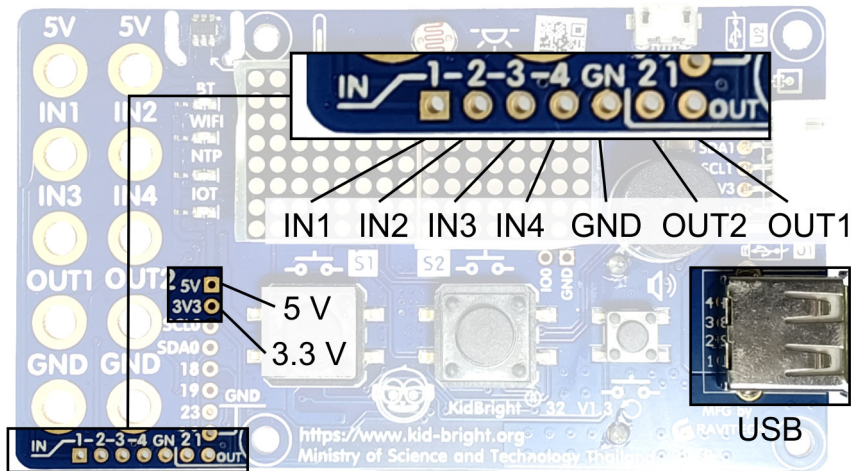
☐ จำเป็น

☐ ไม่จำเป็น

☐ ไม่แน่ใจ

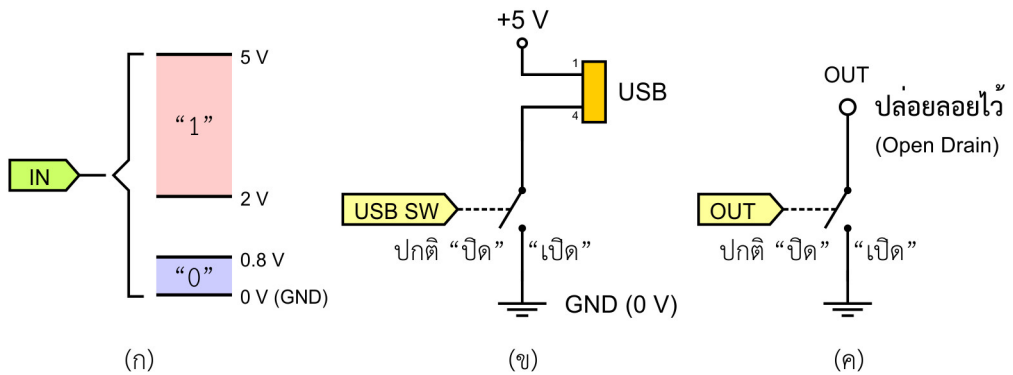
การทดลองที่ 5.3 การเชื่อมต่อ KidBright กับวงจรภายนอก

บอร์ด KidBright สามารถส่งค่าออกไปภายนอกได้หลายวิธี โดยวิธีพื้นฐานคือการใช้พอร์ต USB ด้านขวาของบอร์ด (ดูรูปที่ 1) ซึ่งจะส่งเพียงกำลังไฟฟ้า (แรงดันไฟตรง +5 V) ออกไป และไม่มีการเชื่อมต่อสัญญาณใด ๆ ผ่านพอร์ตนี้ สำหรับการเชื่อมต่อในระดับวงจรนั้น เราสามารถใช้ขั้วต่อจัมเปอร์ที่ ซึ่งทำการบัดกรีแล้วในการทดลองที่ 4.1 ในการนำสัญญาณเข้า (IN) และออก (OUT) (ดูรูปที่ 1) ในการต่อทุกครั้งเราจะต้องต่อกราวด์ (GND) ของวงจรต่าง ๆ ร่วมกัน และเราอาจใช้ไฟเลี้ยง จากบอร์ด KidBright ซึ่งมี 2 ระดับ คือ 5 V หรือ 3.3 V (ที่กำกับเขียนว่า 5V และ 3V3 บนบอร์ด) โดยในการทดลองนี้จะเป็นการศึกษาการใช้งานการเชื่อมต่อเหล่านี้

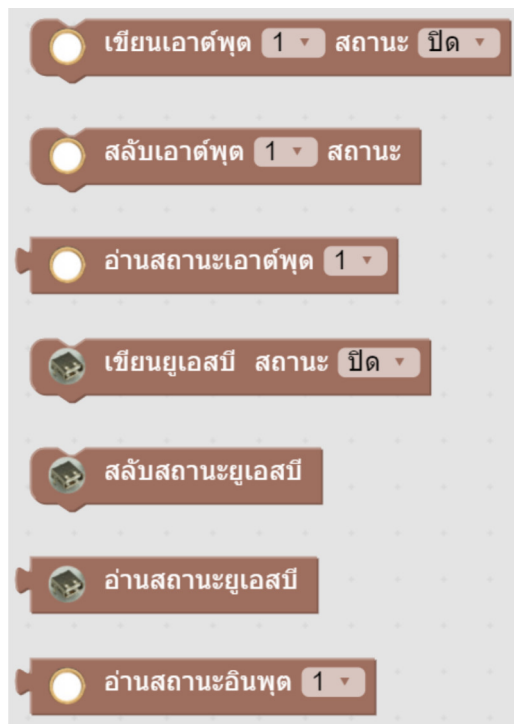


รูปที่ 1 บอร์ด KidBright ที่เน้นจุดเชื่อมต่อกับวงจรภายนอก

รายละเอียดการเชื่อมต่อภายในบอร์ด KidBright และ ระดับสัญญาณ แสดงเป็นลักษณะวงจรอย่างง่ายในรูปที่ 2 โดยในการใช้โปรแกรมนั้น เราจะต้องเขียนโค้ดควบคุม ซึ่งโค้ดเหล่านี้รวบรวมอยู่ในชุดบล็อกคำสั่งไอโอ (I/O) ดังรูปที่ 3



รูปที่ 2 (ก) ระดับสัญญาณสำหรับอินพุต (ข) วงจรอย่างง่ายที่อธิบายการควบคุมพอร์ต USB และ (ค) วงจรอย่างง่ายที่อธิบายการควบคุมสวิตช์



รูปที่ 3 บล็อกคำสั่งไอโอ สำหรับควบคุมการส่งสัญญาณออกจากบอร์ด KidBright

การทดลอง

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการเชื่อมต่อบอร์ด KidBright กับวงจรภายนอก

อุปกรณ์

- | | |
|---|-----------|
| 1. เครื่องคอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการ Windows | 1 เครื่อง |
| 2. บอร์ด KidBright | 1 บอร์ด |
| 3. สายต่อ USB | 1 เส้น |
| 4. ไฟแอลอีดี USB | 1 ชิ้น |
| 5. โมดูลปุ่มกด | 1 โมดูล |
| 6. แอลอีดีและตัวต้านทาน 220 Ω | 1 ชุด |

ตอนที่ 1 การควบคุมอุปกรณ์ผ่านพอร์ต USB

- เสียบไฟแอลอีดี USB เข้ากับพอร์ต USB ของบอร์ด KidBright
- ทำการสร้างโปรแกรมเพื่อควบคุมพอร์ต USB ดังรูปที่ 4
- ทำการแฟลชโค้ดและตรวจสอบการทำงาน (ไฟแอลอีดีจะติด)

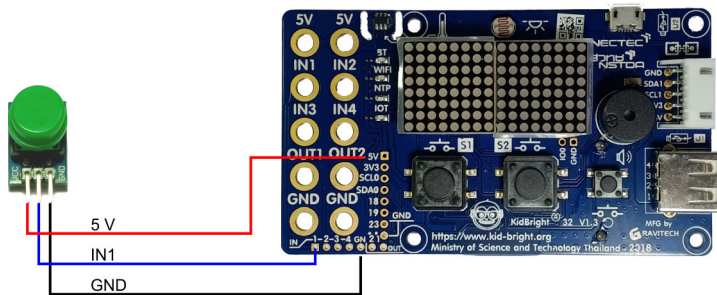


รูปที่ 4 โค้ดโปรแกรมสำหรับการทดสอบการเปิดพอร์ต USB ของบอร์ด KidBright

- ทำการสร้างโปรแกรมเพื่อตรวจสอบการรับค่าจากเซนเซอร์วัดแสงสว่าง โดยหากเซนเซอร์อ่านค่าแสงได้น้อยกว่า 30 แล้ว จะสั่งให้ไฟแอลอีดีติด
- ทำการแฟลชโค้ดและตรวจสอบการทำงาน แล้วบันทึกวีดีโอ

ตอนที่ 2 การรับค่าเข้าสู่บอร์ด KidBright

1. เชื่อมต่อโมดูลสวิตช์กับบอร์ด KidBright ดังรูปที่ 5
2. ทำการสร้างโปรแกรมเพื่ออ่านค่าจากสวิตช์แล้วแสดงผลบนแอลอีดีอาเรย์ ดังรูปที่ 6
3. ทำการแฟลชโค้ดและตรวจสอบการทำงาน โดยการกดปุ่มแล้วสังเกตแอลอีดีอาเรย์
4. ทดสอบอินพุตอื่น ๆ (IN2, IN3, IN4)



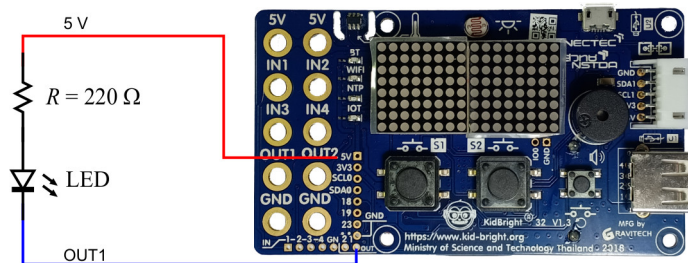
รูปที่ 5 การเชื่อมต่อโมดูลสวิตช์กับบอร์ด KidBright



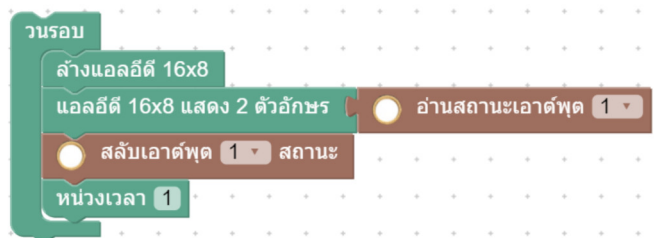
รูปที่ 6 โค้ดโปรแกรมสำหรับการรับค่าจากพอร์ต IN1 ของบอร์ด KidBright

ตอนที่ 3 การส่งค่าออกจากบอร์ด KidBright

1. เชื่อมต่อแอลอีดีกับบอร์ด KidBright ดังรูปที่ 7
2. ทำการสร้างโปรแกรมเพื่อส่งค่าไปควบคุมแอลอีดีนี้และแสดงผลบนแอลอีดีอาเรย์ด้วย ดังรูปที่ 8
3. ทำการแฟลชโค้ดและตรวจสอบการทำงาน โดยการสังเกตที่แอลอีดี



รูปที่ 7 การเชื่อมต่อโมดูลสวิตช์กับบอร์ด KidBright

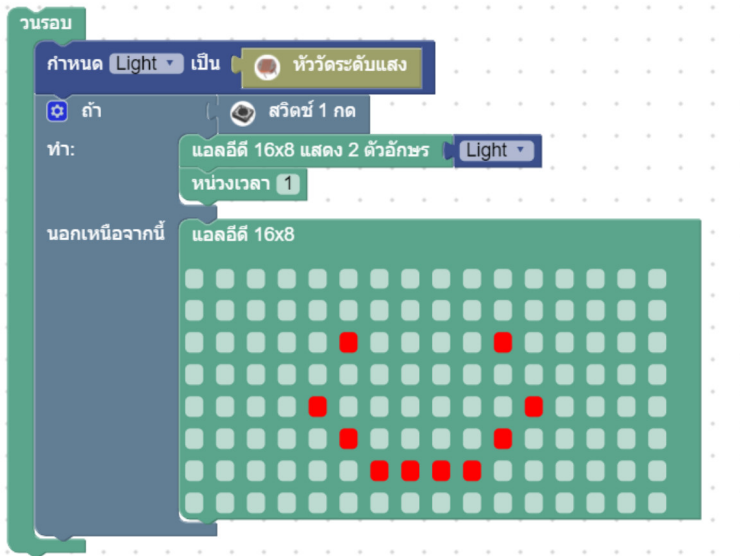


รูปที่ 8 โค้ดโปรแกรมสำหรับการรับส่งค่าจากพอร์ต OUT1 ของบอร์ด KidBright

คำถาม: ในการทดลองสุดท้าย ขณะที่ส่งเอาต์พุตเป็น “0” ออกไป เราจะสังเกตเห็นว่าแอลอีดีมีสถานะอย่างไร?

- ☐ ไฟดับ ☐ ไฟกระพริบ
- ☐ ไฟติด ☐ ไฟหรี่ ๆ

เฉลย โค้ดการทดลองที่ 5.2 (ข้อ 5)



เฉลย โค้ดการทดลองที่ 5.3 (ตอนที่ 1)



บันทึกเพิ่มเติม

This image shows a single page of white paper with horizontal blue ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, leaving small margins at the top and bottom. There are no vertical margin lines or other markings on the page.

บรรณานุกรม

1. สุวิทย์ กิระวิทยา และคณะ, *การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์และเซนเซอร์ในการสร้างนวัตกรรม*, ISBN 978-616-485-757-5, พ.ศ. 2562
ดาวน์โหลดได้ที่ <https://www.bridge2inventor.com>
2. สุวิทย์ กิระวิทยา, *อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น*, ISBN: 978-616-348-529-8, พ.ศ. 2557
ดาวน์โหลดได้ที่ <http://www.ecpe.nu.ac.th/suwit/book.html>
3. สนุก Kids สนุก Code กับ KidBright: Student Handbook, พิมพ์ครั้งที่1 สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2561
ดาวน์โหลดได้ที่ <https://www.kid-bright.org>

อิเล็กทรอนิกส์ (Electronics) เป็นองค์ความรู้หรือศาสตร์แขนงหนึ่ง que พัฒนามาจากศาสตร์ด้านไฟฟ้า ปัจจุบันอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นสิ่งที่เราพบเห็นได้ทั่วไป สำหรับการเริ่มต้นการศึกษาด้านอิเล็กทรอนิกส์เพื่อสร้างสิ่งประดิษฐ์นั้น เราสามารถเรียนรู้ได้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่มีอยู่มากมาย และสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยในเบื้องต้น เราจำเป็นต้องมีความเข้าใจพื้นฐานด้านวงจรไฟฟ้าเพื่อนำมาอธิบายการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เราสนใจ ดังนั้นเราจึงควรให้ความสนใจหลักการทำงานของอุปกรณ์ก่อน แล้วจึงค่อยมาพิจารณาในรายละเอียดของการทำงานในแต่ละส่วน หนังสือเล่มนี้จะเน้นพื้นฐานที่จำเป็นในการศึกษาด้านอิเล็กทรอนิกส์ด้วยตนเอง เหมาะสำหรับนักเรียน นิสิตและนักศึกษาที่ต้องการนำความรู้ด้านอิเล็กทรอนิกส์นี้ไปต่อยอดในการสร้างสิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรมต่อไป

หนังสือเล่มนี้เป็นหนังสือประกอบการปฏิบัติการที่แบ่งออกเป็น 5 ปฏิบัติการ ได้แก่ ปฏิบัติการที่ 1 ซึ่งเป็นการปฏิบัติการ การต่อวงจรตัวต้านทานพื้นฐาน เพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับการวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้า ปฏิบัติการที่ 2 เป็นการปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับการต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ ไดโอด ทรานซิสเตอร์ และออปแอมป์ เป็นองค์ประกอบหลัก เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจการทำงานของอุปกรณ์เหล่านี้ ปฏิบัติการที่ 3 เป็นการปฏิบัติการเกี่ยวกับ วงจรดิจิทัลและลอจิกเกต เพื่อเป็นพื้นฐานในการนำไปต่อยอดเกี่ยวกับการทำงานของระบบดิจิทัล ปฏิบัติการที่ 4 เป็นการปฏิบัติการสร้างวงจรบนแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยการบัดกรี และปฏิบัติการสุดท้ายเป็นการศึกษาการเขียนโปรแกรมควบคุมบอร์ด KidBright เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ร่วมกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ได้