เอกสารหลักฐานอ้างอิง เล่มที่ 3

รายงานผลการศึกษาและสร้างแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน ในรายวิชา วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน รหัสวิชา 2105 -2104 สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ประเภทช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์

ธัญญ์พิชชา ท้วมทับ
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์
วิทยาลัยเทคนิคอุตรดิตถ์
สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ

รายงานผลการศึกษาและสร้างแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน
ในรายวิชา วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน รหัสวิชา 2105 -2104
สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ประเภทช่างอุตสาหกรรม
สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์

ธัญญ์พิชชา ท้วมทับ
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์
วิทยาลัยเทคนิคอุตรดิตถ์
สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการใช้นี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือและคำแนะนำจากหลายท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ได้แก่ อาจารย์สุรพงษ์ พิมพ์อาจเอี่ยม อาจารย์กิตติ กุตนันท์ อาจารย์สมเกียรติ เกตุวงศ์ อาจารย์สมทรง สุทธิประภา และนายประจิม มูลแสน ช่วยตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือและให้คำแนะนำด้านเอกสารประกอบการสอนภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ อาจารย์สมชาย พานิชสิติ ช่วยตรวจสอบการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดฝึก ฯ และอาจารย์สกุณี จันทลักษมี ช่วยตรวจสอบด้านสำนวนภาษา ตลอดถึงท่านผู้อำนวยการนายสุวัฒน์ชัย ศรีสุพัฒนากุล ที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยให้คำปรึกษา แนะนำ เอาใจใส่ตรวจสอบผลงานทางวิชาการ ได้แสดงความคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ในการพัฒนาผลงานทางวิชาการจนมีรูปแบบและความถูกต้องตามหลักวิชาการแม้บางครั้ง ท่านต้องตอบแบบสอบถามและแสดงความคิดเห็นกับข้อมูลที่มีปริมาณมากก็ตาม พร้อมทั้งให้การสนับสนุนในการทำผลงานทางวิชาการ ผู้รายงานขอขอบพระคุณทุกท่าน ขอขอบคุณคณะครู สถานศึกษาต่าง ๆ ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาที่ผู้รายงานได้ส่งเผยแพร่ ทดลองใช้ พร้อมทั้งยังกรุณาตอบแบบสอบถาม และแสดงความคิดเห็นที่มีต่อแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน สำหรับใช้ในรายวิชา วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน รหัสวิชา 2105 -2104 เป็นอย่างสูง ในการนำมาปรับปรุงและพัฒนาต่อไป และที่ลืมไม่ได้ คือ ผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 ห้อง 1 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคอุตรดิตถ์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ที่ได้ให้ความร่วมมือทดลองใช้ชุดฝึกฯ และตอบสนองเป็นอย่างดี ถึงแม้บางครั้งจะถูกผู้รายงานสอนอย่างเข้มงวด เพื่อให้การเรียนการสอนเป็นไปตามกรอบเวลาที่กำหนด จึงขอขอบคุณลูกศิษย์ทุกคนมา ณ ที่นี้ด้วย

ผู้วิจัยได้รับความรู้มากมายจากการจัดทำผลงานวิชาการในครั้งนี้ ทั้งในด้านเอกสารประกอบการเรียนภาคทฤษฎี - ภาคปฏิบัติ สื่อการสอน แบบฝึกหัด และแบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน ผู้รายงานหวังว่าแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งานนี้ คงมีประโยชน์และมีคุณค่าทางวิชาการในรายวิชา วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน รหัสวิชา 2105 -2104 นี้ต่อไป อีกทั้งหวังว่าผลงานวิชาการนี้ คงเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอน ต่อการพัฒนาการศึกษาให้ดียิ่งขึ้นไป

ธัญญ์พิชชา ท้วมทับ
วิทยาลัยเทคนิคอุตรดิตถ์

ชื่อเรื่อง การศึกษาและสร้างแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน ในรายวิชา วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน รหัสวิชา 2105 -2104 สำหรับผู้เรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคอุตรดิตถ์

ผู้วิจัย นางสาวธัญญ์พิชชา ท้วมทับ

แผนกวิชา อิเล็กทรอนิกส์

ปีการศึกษา 2558

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน สำหรับใช้ในรายวิชาไอซีและการประยุกต์ใช้งาน รหัสวิชา 2105 -2104 2) เปรียบเทียบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ทดลองต่อวงจรด้วยแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีเทียบกับผู้เรียนที่ทดลองเรียนด้วยการต่อวงจรบนแผงโพรโทบอร์ด และ 3) เพื่อหาความพึงพอใจจากผู้เรียนที่มีต่อการทดลองใช้แผงชุดฝึกการทดลอง จากนั้นนำไปใช้จัดการเรียนการสอนกับกลุ่มตัวอย่าง โดยวิธีเลือกแบบเจาะจง ได้แก่ ระดับ ปวช.2 ห้อง 1 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคอุตรดิตถ์ จำนวน 20 คน

ผลการวิจัย พบว่า การสร้างแผงชุดการทดลองวงจรไอซีฯ ได้จำนวน 5 ชุด 11 แผงการทดลอง เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ทดลองต่อวงจรด้วยแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซี จำนวน 11 แผงการทดลอง ๆ ละ 10 คะแนน เทียบกับผู้เรียนที่ทดลองเรียนด้วยการต่อวงจรบนแผงโพรโทบอร์ด ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนจะเห็นได้ว่า มีความแตกต่าง 31 คะแนน ซึ่งผู้เรียนที่ทดลองใช้แผงชุดฝึกฯ มีผลคะแนนเพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 28.18 และการหาความพึงพอใจจากผู้เรียนที่มีต่อการทดลองใช้แผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน จำนวน 20 คน พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อการทดลองใช้แผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 4.55) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$ = 0.24)

คำสำคัญ แผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซี และการประยุกต์ใช้งาน

Title	Study and build a set of practice boards, experiments, circuits and applications. In the course of IC Circuit and Applications, course code 2105 -2104 for 2nd year vocational certificate students in Electronics Technician Uttaradit Technical College.
Researcher	Ms. Thanyapitcha Tuamtab
Department	Electronics
Year	2558

Abstract

The purpose of this research is 1) to create a training board for experiments, circuits, ICs and applications. Used for use in IC courses and applications. Course code 2105 -2104. 2) To compare the learning achievement of the learner who experimented with the circuit with the IC circuit experiment training board compared with the learners who experimented by connecting the circuit on the protocol board. And 3) to find satisfaction from learners with the experiments using the experimental panels. It was then used to organize teaching and learning with the sample group by a specific selection method, namely Vocational Level 2, Room 1, Electronics Technician Department Uttaradit Technical College, 20 students.

The results of the research were found that the learning achievement was compared with 5 sets of 11 IC circuit experimental training boards, each of which was 10 points each by conducting experiments on the circuit on the proto board. When comparing the score difference, it can be seen that there is a 31 point difference which the learners have increased scores. Representing 28.18 percent And finding satisfaction from learners Department of Electronics Technician to use the panel, training set, experiment, IC circuit and application. By 20 students, the majority of the students were satisfied with the experiment boards, the IC circuit experiments, and their applications. Were at the highest level, with mean ($\overline{X}$ = 4.55) standard deviation (*S.D.* = 0.24).

Keywords : IC Circuit Training Kit And applications

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ข
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	ค
สารบัญ	ง
สารบัญภาพ	ฉ
สารบัญตาราง	ฏ
บทที่ 1 บทนำ	
ความเป็นมาของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
ขอบเขตของการวิจัย	2
สมมติฐานการศึกษา	3
นิยามศัพท์เฉพาะ	3
ผลที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	5
การสร้างชุดฝึกประกอบการเรียนการสอน	8
ใบงานการทดลอง	10
การสร้างเครื่องมือในการวัดและประเมินผล	12
การประเมินคุณภาพชุดทดลอง	13
ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งานในวงจร	15
- ไอซีตั้งเวลา	15
- ไอซีออปแอมป์	19
- ไอซีดิจิตอล	24
- ไอซีเร็กกูเลเตอร์	34
- ไอซีกำเนิดสัญญาณเสียง	39
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	41
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
บล็อกไดอะแกรมของแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน	43
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	44
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	44
ขั้นตอนการออกแบบวงจรและสร้างแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซี ฯ	44
การเก็บรวบรวมข้อมูล	60
สถิติการหาค่าความพึงพอใจจากผู้เรียน	60

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	
การศึกษาและสร้างแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน	62
การเปรียบเทียบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ทดลองต่อวงจรด้วยแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีเทียบกับผู้เรียนที่ทดลองเรียนด้วยการต่อวงจรบนแผงโพรโทบอร์ด	63
การหาความพึงพอใจจากผู้เรียนที่มีต่อการใช้แผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน	64
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	
สรุปผล	66
อภิปรายผล	66
ข้อเสนอแนะ	68
บรรณานุกรม	69
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก. ขั้นตอนการออกแบบโครงสร้างและวงจร	74
ภาคผนวก ข. รายการอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับทำแผงชุดฝึกการทดลอง	81
ภาคผนวก ค. แบบประเมินหาประสิทธิภาพและประเมินหาความพึงพอใจของผู้เรียน	82
ภาคผนวก ง. ใบงานการทดลอง	85
ภาคผนวก จ. เฉลยใบงานการทดลอง	145
ประวัติผู้วิจัย	184

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 โครงสร้างภายในของไอซีเวลาหรือไอซีไทเมอร์ และการจัดตำแหน่งขา 15
2.2 สัญลักษณ์ของไอซีเวลา หรือไอซีไทเมอร์ 16
2.3 รูปร่างของจริงไอซีเวลาหรือไอซี 555 16
2.4 การนำวงจรไอซีเวลา 555 ไปต่อใช้งานแบบวงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ 17
2.5 การต่อใช้งานวงจรอะสเตเบิลด้วยไอซีเวลา 555 โดยเลือกเอาต์พุตต่อเข้ากับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) 2 ตัว 18
2.6 โครงสร้างภายในของไอซีออปแอมป์ 20
2.7 สัญลักษณ์ของไอซีออปแอมป์ 20
2.8 รูปร่างของจริงของไอซีออปแอมป์ 21
2.9 การต่อไฟเลี้ยงบวกและลบให้ไอซีออปแอมป์ 21
2.10 วงจรเปิด-ปิดหลอดไฟอย่างง่าย ๆ ด้วยไอซี เบอร์ LM741 22
2.11 โครงสร้างไอซี CA3130 23
2.12 วงจรเปิด-ปิดหลอดไฟอย่างง่าย ๆ ด้วยไอซีออปแอมป์ เบอร์ CA3130 23
2.13 บล็อกไดอะแกรมหลักการแปลงสัญญาณ 2 to 4 Decoder 24
2.14 บล็อกไดอะแกรมแปลงสัญญาณรหัสเลขไบนารี่ (BCD – 8421 code) เป็นเลขฐานสิบ 25
2.15 บล็อกไดอะแกรมการจัดขาของวงจรถอดรหัส BCD –8421 เป็นเลขฐานสิบด้วยไอซีเบอร์ 7447 26
2.16 บล็อกไดอะแกรมการจัดขาของวงจรถอดรหัส BCD–8421 เป็นเลขฐานสิบด้วยไอซีเบอร์ 7448 26
2.17 วงจรใช้งานถอดรหัสด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS47/74LS48 ในวงจร 27
2.18 บล็อกไดอะแกรมการจัดขา และเทียบเคียงรูปร่างจริงของไอซีเบอร์ 7490 28
2.19 การใช้ไอซี เบอร์ 74LS90 เป็นวงจรนับเลขตั้งแต่ 0 - 9 ในหลักหน่วย หรือนับเลข 1 หลัก 29
2.20 การใช้งานวงจรขับและแสดงผลเป็นวงจรนับด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS90 ในวงจร 30
2.21 แสดงรูปร่างภายนอกของตัวแสดงผลแบบไดโอดเปล่งแสงแบบเจ็ดส่วน (LED 7 Segment) 31
2.22 โครงสร้างภายในของไดโอดเปล่งแสงแบบเจ็ดส่วน (LED 7 Segment) 32
2.23 ลักษณะการต่อใช้งานให้กับขาอินพุตของ 7 Segment ชนิดแอโนดร่วม 32
2.24 วงจรใช้งานตัวแสดงผลด้วย 7 segment ในวงจร 33
2.25 สัญลักษณ์และรูปร่างจริงของไอซีเร็กกูเลเตอร์ 34

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

2.26 รูปแบบวิธีการนำไอซี 78XX และ 79XX ไปต่อใช้งานเบื้องต้น 35
2.27 วิธีการต่อใช้งานตัวทรานซิสเตอร์มาต่อเพิ่มเพื่อช่วยขยายกระแสให้กับโหลดเพิ่มขึ้น 36
2.28 วงจรรักษาระดับแรงดันแบบค่าคงที่ไฟบวกด้วยไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ 78XX และ เพิ่มทรานซิสเตอร์เพื่อขยายกระแสให้กับโหลด 36
2.29 สัญลักษณ์และรูปร่างเทียบเคียงจริงของไอซีเร็กกูเลเตอร์แบบปรับค่าได้ เบอร์ LM 317 37
2.30 การต่อใช้งานวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบปรับค่าได้ 0 - 30 V ด้วย ไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ LM317 38
2.31 สัญลักษณ์และรูปร่างของจริงตัวไอซี เบอร์ UM66 39
2.32 วิธีการสังเกตดูเบอร์ไอซี UM66T 40
2.33 วงจรตรวจจับแสง กำเนิดสัญญาณเสียงเพลงด้วยไอซี เบอร์ UM66T 40
3.1 บล็อกไดอะแกรมของแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน 43
3.2 วงจรไอซีตั้งเวลา 555 (โมโนสเตเบิล) 44
3.3 วงจรไอซีตั้งเวลา 555 (อะสเตเบิล) 45
3.4 วงจรเปรียบเทียบแรงดันไอซีออปแอมป์ (เบอร์ 741) 45
3.5 วงจรไอซีออปแอมป์ (เบอร์ CA3130) 46
3.6 วงจรไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS47/74LS48 46
3.7 วงจรดิจิตอลนับ เบอร์ 74LS90 47
3.8 วงจรไอซีดิจิตอล (7-Segment) 47
3.9 วงจรแหล่งจ่ายไฟคงที่(เบอร์ LM78XX) 48
3.10 วงจรแหล่งจ่ายไฟตรงปรับค่าได้ (เบอร์ LM317) 48
3.11 วงจรไอซีกำเนิดสัญญาณเสียง เบอร์ UM66T 49
3.12 วงจรไอซีกำเนิดสัญญาณเสียง เบอร์ UM3561 49
3.13 ลายวงจรไอซีตั้งเวลา 555 (โมโนสเตเบิล) 50
3.14 ลายวงจรไอซีตั้งเวลา 555 (อะสเตเบิล) 50
3.15 ลายวงจรเปรียบเทียบแรงดันไอซีออปแอมป์ (เบอร์ 741) 51
3.16 ลายวงจรไอซีออปแอมป์ (เบอร์ CA3130) 51
3.17 ลายวงจรไอซีดิจิตอล เบอร์74LS47/74LS48 52
3.18 ลายวงจรดิจิตอลนับ (เบอร์ 74LS90) 52
3.19 ลายวงจรไอซีดิจิตอล 7-Segment 53
3.20 ลายวงจรแหล่งจ่ายไฟคงที่ (เบอร์ LM78XX) 53
3.21 ลายวงจรแหล่งจ่ายไฟตรงปรับค่าได้ (เบอร์ LM317) 54

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.22 ลายวงจรไอซีกำเนิดสัญญาณเสียง(เบอร์ UM66T) 54
3.23 ลายวงจรไอซีกำเนิดสัญญาณเสียง (เบอร์ UM3561) 55
3.24 ขั้นตอนการกัดแผ่นวงจรพิมพ์หรือแผ่นปริ้นท์ 55
3.25 อุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดทำแผงการทดลอง 56
3.26 แผงการทดลองใช้ทดสอบวงจรไอซีตั้งเวลา (โมโนสเตเบิล) 56
3.27 แผงการทดลองใช้ทดสอบวงจรไอซีตั้งเวลา (อะสเตเบิล) 57
3.28 แผงการทดลองใช้ทดสอบวงจรไอซีออปแอมป์ (เบอร์ 741) 57
3.29 แผงการทดลองใช้ทดสอบวงจรไอซีออปแอมป์ (เบอร์ CA3010) 57
3.30 แผงการทดลองใช้ทดสอบวงจรไอซีดิจิตอล (เบอร์ 74LS47/74LS78) 58
3.31 แผงการทดลองใช้ทดสอบวงจรไอซีดิจิตอล (เบอร์ 74LS90) 58
3.32 แผงการทดลองใช้ทดสอบวงจรไอซีดิจิตอล (7 Segment) 58
3.33 แผงการทดลองใช้ทดสอบวงจรไอซีเร็กกูเลเตอร์ (เบอร์ 78XX) 59
3.34 แผงการทดลองใช้ทดสอบวงจรไอซีเร็กกูเลเตอร์ (เบอร์ LM317) 59
3.35 แผงการทดลองใช้ทดสอบวงจรไอซีกำเนิดสัญญาณเสียง (เบอร์ UM66T) 59
3.36 แผงการทดลองใช้ทดสอบวงจรไอซีกำเนิดสัญญาณเสียง (เบอร์ UM3561) 60

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 สามารถเขียนตารางความจริงของการแปลงสัญญาณ 2 to 4 Decoder 24
2.2 ตารางความจริงของรหัสเลขไบนารี่ (BCD – 8421 code) เป็นเลขฐานสิบ 25
2.3 ตารางความจริงของรหัสเลขไบนารี่ (BCD – 8421 code) เป็นเลขฐานสิบ แสดงผลด้วย LED จำนวน 7 ตัว โดยใช้ไอซี เบอร์ 7448 27
2.4 การแสดงผลวงจรนับเลขไบนารี่ด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS90 31
4.1 การเปรียบเทียบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ทดลองต่อวงจรด้วยแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีเทียบกับผู้เรียนที่ทดลองเรียนด้วยการต่อวงจรบนแผงโพรโทบอร์ด 63
4.2 การประเมินหาความพึงพอใจที่มีต่อการทดลองใช้แผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน 64

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาของปัญหา

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ประเภทช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ในแผนการเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนใหญ่มีทั้งทฤษฎีและปฏิบัติอยู่ในรายวิชาเดียวกัน ดังเช่น รายวิชาไอซีและการประยุกต์ใช้งาน รหัสวิชา 2105 -2104 ซึ่งครูผู้สอนมีการจัดการเรียนการสอนภาคทฤษฎีให้กับผู้เรียนที่ผ่านมาส่วนใหญ่เป็นการสอนแบบบรรยายและการสอนแบบถามตอบ และใช้สื่อการเรียนการสอนเป็นแบบรูปภาพวงจรการต่อใช้งานด้วยตัวไอซีต่าง ๆ เป็นภาพประกอบการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากวงจรนำตัวไอซีต่าง ๆ ที่ต้องเรียนรู้นั้นสามารถนำไปต่อใช้งานได้หลากหลายวงจร จึงทำให้ครูเน้นจัดการเรียนการสอนด้วยรูปภาพประกอบเป็นวงจรการนำไปใช้งานแบบต่าง ๆ มาสอนให้กับผู้เรียน เพราะเห็นว่าน่าจะทำให้ผู้เรียนรู้จักและเข้าใจการนำไอซีต่าง ๆ ไปใช้งานในวงจรได้ แต่พบว่าผู้เรียนยังไม่ค่อยเข้าใจการทำงานของวงจรดีเท่าที่ควร และยังมองเห็นว่าวงจรดูยุ่งยาก ส่วนภาคปฏิบัติที่ผ่านมาครูผู้สอนใช้วิธีการให้ผู้เรียนเป็นแบบการต่อวงจรประยุกต์ใช้งานไอซีลงบนแผงบนโพรโทบอร์ด เพราะคิดว่าจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจการทำงานวงจรและต่อวงจรใช้งานจริงด้วยตนเองได้ แต่พบว่า ผู้เรียนยังมองวงจรไม่ค่อยเข้าใจจึงทำให้ผู้เรียนลงมือต่อวงจรได้ไม่ถูกต้อง จึงทำให้วงจรไม่ทำงานจะนำเครื่องมือวัดมาทดสอบวงจรเพื่อหาค่าแรงดันไฟฟ้า และกระแสที่ไหลผ่านในวงจรไม่ได้ จะทำการทดสอบวัดได้ก็ต้องทำความเข้าใจ และใช้เวลาในการต่อวงจรจนกว่าจะทำงานได้ก็ทำให้เสียเวลามาก และในการลงมือต่อวงจรด้วยตนเองผู้เรียนจะต้องสงสัยเวลาในการจัดหาตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ที่จะต้องใช้ต่อในวงจรให้มีค่าตรงตามวงจรที่กำหนดไว้หรือมีค่าใกล้เคียงก็ทำให้เสียเวลาในการลงมือต่อวงจรเพิ่มขึ้นไปอีก

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดสร้างแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน สำหรับใช้ในรายวิชา วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน รหัสวิชา 2105 -2104 โดยมีทั้งหมด จำนวน 5 ชุด 11 แผงการทดลอง และใบงานการทดลอง พร้อมเฉลยใบงาน ได้แก่ ชุดการทดลองไอซีกำเนิดสัญญาณเสียง ชุดการทดลองไอซีดิจิตอล ชุดการทดลองไอซีเร็กกูเลเตอร์ ชุดการทดลองไอซีตั้งเวลาและชุดการทดลองไอซีออปแอมป์

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อสร้างแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน สำหรับใช้ในรายวิชาไอซีและการประยุกต์ใช้งาน รหัสวิชา 2105 -2104

2.2 เพื่อเปรียบเทียบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ทดลองต่อวงจรด้วยแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีเทียบกับผู้เรียนที่ทดลองเรียนด้วยการต่อวงจรบนแผงโพรโทบอร์ด

2.3 เพื่อหาความพึงพอใจจากผู้เรียนที่มีต่อการทดลองใช้แผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน

3. ขอบเขตของการวิจัย

3.1 ขอบเขตประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

- ประชากร ได้แก่ ผู้เรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคอุตรดิตถ์

- กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้เรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 ห้อง 1 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคอุตรดิตถ์ จำนวน 20 คน

3.2 ขอบเขตของงานวิจัย

แผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน สำหรับใช้ประกอบการสอนในรายวิชา วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน รหัสวิชา 2105 -2104 จำนวน 5 ชุดการทดลอง แต่ละชุดการทดลองจะประกอบด้วย แผงชุดฝึกการทดลองและใบงานการทดลอง พร้อมเฉลยใบงาน รวมกันทั้งหมด 11 แผงการทดลอง ดังนี้

ชุดที่ 1 เรื่อง การใช้งานวงจรไอซีตั้งเวลา จำนวน 2 แผงการทดลอง ได้แก่

- แผงการทดลองที่ 1 เรื่อง การทดสอบวงจรโมโนสเตเบิลด้วยไอซีตั้งเวลา เบอร์ 555
- แผงการทดลองที่ 2 เรื่อง การทดสอบวงจรอะสเตเบิลด้วยไอซีตั้งเวลา เบอร์ 555

ชุดที่ 2 เรื่อง การใช้งานวงจรไอซีออปแอมป์ จำนวน 2 แผงการทดลอง ได้แก่

- แผงการทดลองที่ 3 เรื่อง การทดสอบวงจรเปรียบเทียบแรงดันด้วยไอซีออปแอมป์ เบอร์ 741
- แผงการทดลองที่ 4 เรื่อง การทดสอบวงจรเปรียบเทียบแรงดันด้วยไอซีออปแอมป์ เบอร์ CA3130

ชุดที่ 3 เรื่อง การใช้งานวงจรไอซีดิจิตอล จำนวน 3 แผงการทดลอง ได้แก่

- แผงการทดลองที่ 5 เรื่อง การทดสอบวงจรถอดรหัสด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS47/74LS48
- แผงการทดลองที่ 6 เรื่อง การทดสอบวงจรนับด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS90
- แผงการทดลองที่ 7 เรื่อง การทดสอบวงจรแสดงผลด้วย 7 Segment

ชุดที่ 4 เรื่อง การใช้งานวงจรไอซีเร็กกูเลเตอร์ จำนวน 2 แผงการทดลอง ได้แก่

- แผงการทดลองที่ 8 เรื่อง การทดสอบวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงคงที่ด้วยไอซีเร็กูเลเตอร์ LM78xx
- แผงการทดลองที่ 9 เรื่อง การทดสอบวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ด้วยไอซีเร็กูเลเตอร์ LM317

ชุดที่ 5 เรื่อง การใช้งานวงจรไอซีกำเนิดสัญญาณเสียง จำนวน 2 แผงการทดลอง ได้แก่

- แผงการทดลองที่ 10 เรื่อง การทดสอบวงจรกำเนิดสัญญาณเสียงด้วยไอซีกำเนิดสัญญาณ เบอร์ UM66T
- แผงการทดลองที่ 11 เรื่อง การทดสอบวงจรกำเนิดสัญญาณเสียงด้วยไอซีกำเนิดสัญญาณ เบอร์ UM3561

4. สมมติฐานการศึกษา

ผู้เรียนทำการทดลองด้วยแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งานจะสามารถทำคะแนนได้สูงขึ้น

5. นิยามศัพท์เฉพาะ

5.1 ชุดฝึกการทดลองวงจรไอซี หมายถึง แผงชุดการทดลองวงจรไอซีที่แบ่งเป็น 5 เรื่อง ดังนี้ 1) ไอซีตั้งเวลา (เบอร์ 555) 2) ไอซีออปแอมป์ (เบอร์ 741 และเบอร์ CA3130) 3) ไอซีดิจิตอล (เบอร์ 74LS47/74LS48 , 7 Segment และเบอร์ 74LS90) 4) ไอซีเร็กกูเลเตอร์ LM78xx และ LM317) และ 5) ไอซีกำเนิดสัญญาณเสียง สำหรับไว้ให้ผู้เรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ใช้ฝึกทดลองต่อวงจรประยุกต์ใช้งานไอซีต่าง ๆ และวัดทดสอบหาค่าแรงดันไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้าไหลผ่านในวงจร ในรายวิชาวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน

5.2 แผงการทดลอง หมายถึง เป็นแผงต่อวงจรประยุกต์ใช้งานไอซีต่าง ๆ ที่ไว้ใช้กับชุดการทดลองที่มีจำนวน 5 เรื่อง หรือ 5 ชุดการทดลอง แต่ละการทดลองจะมีแผงการทดลอง และใบงานการทดลอง รวมกันทั้งหมด 11 แผงการทดลอง ดังนี้

5.2.1 ชุดที่ 1 เรื่อง การใช้งานวงจรไอซีตั้งเวลา จำนวน 2 แผงการทดลอง ได้แก่

- แผงการทดลองที่ 1 เรื่อง การทดสอบวงจรโมโนสเตเบิลด้วยไอซีตั้งเวลา เบอร์ 555
- แผงการทดลองที่ 2 เรื่อง การทดสอบวงจรอะสเตเบิลด้วยไอซีตั้งเวลา เบอร์ 555

5.2.2 ชุดที่ 2 เรื่อง การใช้งานวงจรไอซีออปแอมป์ จำนวน 2 แผงการทดลอง ได้แก่

- แผงการทดลองที่ 3 เรื่อง การทดสอบวงจรเปรียบเทียบแรงดันด้วยไอซีออปแอมป์ เบอร์ 741
- แผงการทดลองที่ 4 เรื่อง การทดสอบวงจรเปรียบเทียบแรงดันด้วยไอซีออปแอมป์ เบอร์ CA3130

5.2.3 ชุดที่ 3 เรื่อง การใช้งานวงจรไอซีดิจิตอล จำนวน 3 แผงการทดลอง ได้แก่

- แผงการทดลองที่ 5 เรื่อง การทดสอบวงจรถอดรหัสด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS47/74LS48
- แผงการทดลองที่ 6 เรื่อง การทดสอบวงจรนับด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS90
- แผงการทดลองที่ 7 เรื่อง การทดสอบวงจรแสดงผลด้วย 7 Segment

5.2.4 ชุดที่ 4 เรื่อง การใช้งานวงจรไอซีเร็กกูเลเตอร์ จำนวน 2 แผงการทดลอง ได้แก่

- แผงการทดลองที่ 8 เรื่อง การทดสอบวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงคงที่ด้วยไอซีเร็กกูเลเตอร์ LM78xx
- แผงการทดลองที่ 9 เรื่อง การทดสอบวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ด้วยไอซีเร็กกูเลเตอร์ LM317

5.2.5 ชุดที่ 5 เรื่อง การใช้งานวงจรไอซีกำเนิดสัญญาณเสียง จำนวน 2 แผงการทดลอง ได้แก่

- แผงการทดลองที่ 10 เรื่อง การทดสอบวงจรกำเนิดสัญญาณเสียงด้วยไอซีกำเนิดสัญญาณ เบอร์ UM66T
- แผงการทดลองที่ 11 เรื่อง การทดสอบวงจรกำเนิดสัญญาณเสียงด้วยไอซีกำเนิดสัญญาณ เบอร์ UM3561

6. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

6.1 ได้แผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน จำนวน 5 ชุด 11 แผงการทดลอง พร้อมใบงานการทดลอง สำหรับไว้ใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนภาคปฏิบัติให้กับผู้เรียนในรายวิชาวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน รหัสวิชา 2105 -2104

6.2 ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเพิ่มมากขึ้น

6.3 ทำให้ผู้เรียนสามารถนำวงจรไอซีที่ทดลองไปต่อประยุกต์ใช้งานได้จริง

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการศึกษาหาคุณภาพของแผงการทดลอง สำหรับนำมาจัดสร้างแผงชุดฝึกการทดลอง เพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน และใช้พัฒนาความสามารถให้กับผู้เรียน ในวิชาวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน รหัสวิชา 2105 -2104 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2556 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ โดยมีรายละเอียดการนำเสนอและลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556
2. การสร้างชุดฝึกประกอบการเรียนการสอน
3. ใบงานการทดลอง
4. การสร้างเครื่องมือในการวัดและประเมินผล
5. การประเมินคุณภาพชุดการทดลอง
6. ข้อมูลเกี่ยวกับไอซีและวงจรประยุกต์ใช้งาน
   - 6.1 ไอซีตั้งเวลา
   - 6.2 ไอซีออปแอมป์
   - 6.3 ไอซีดิจิตอล
   - 6.4 ไอซีเร็กกูเลเตอร์
   - 6.5 ไอซีกำเนิดสัญญาณเสียง
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 เป็นหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นให้สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 พระราชบัญญัติการอาชีวศึกษา พ.ศ. 2551 และความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเพื่อผลิตกำลังคนระดับฝีมือที่มีสมรรถนะวิชาชีพมีคุณธรรมจริยธรรมและจรรยาบรรณวิชาชีพ สามารถนำไปใช้ในการประกอบอาชีพได้ตรงตามความต้องการของตลาดแรงงานในลักษณะผู้ปฏิบัติหรือประกอบอาชีพอิสระได้ สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติและแผนการศึกษาแห่งชาติ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกระบบและวิธีการเรียนได้อย่างเหมาะสมตามศักยภาพตามความสนใจและโอกาสของตน ส่งเสริมให้มีการประสานความร่วมมือ เพื่อจัดการศึกษาและพัฒนาหลักสูตรร่วมกันระหว่างสถาบัน สถานศึกษา หน่วยงานสถานประกอบการและองค์กรต่าง ๆ ทั้งในระดับชุมชน ระดับท้องถิ่นและระดับชาติ

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2556 : 2) ได้กล่าวว่า รายละเอียดของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ไว้ดังนี้

1.1 หลักการของหลักสูตร

1) เป็นหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพหลังมัธยมศึกษาตอนต้น หรือเทียบเท่าด้านวิชาชีพที่สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติและประชาคมอาเซียน เพื่อผลิตและพัฒนากำลังคนระดับฝีมือให้มีสมรรถนะมีคุณธรรมจริยธรรม และจรรยาบรรณวิชาชีพ สามารถประกอบอาชีพได้ตรงตามความต้องการของสถานประกอบการและการประกอบอาชีพอิสระ

2) เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้เลือกเรียนได้อย่างกว้างขวางเน้นสมรรถนะเฉพาะด้านด้วยการปฏิบัติจริง สามารถเลือกวิธีการเรียนตามศักยภาพและโอกาสของผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเทียบโอนผลการเรียน สะสมการเรียนเทียบความรู้และประสบการณ์จากแหล่งวิทยาการสถานประกอบการและสถานประกอบการอิสระ

3) เป็นหลักสูตรที่สนับสนุนการประสานความร่วมมือในการจัดการศึกษาร่วมกันระหว่างหน่วยงานและองค์กรที่เกี่ยวข้อง ทั้งภาครัฐและเอกชน

4) เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้สถานศึกษา สถานประกอบการ ชุมชนและท้องถิ่น มีส่วนร่วมในการพัฒนาหลักสูตรให้ตรงตามความต้องการและสอดคล้องกับสภาพยุทธศาสตร์ของภูมิภาค เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ

1.2 จุดหมายของหลักสูตร

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาได้พัฒนาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพพุทธศักราช 2556 ให้มีความสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ แผนการศึกษาแห่งชาติ และรองรับการเข้าสู่ประชาคมอาเซียนเน้นการประกอบอาชีพอิสระมีความยืดหยุ่นเปิดโอกาสให้สถานศึกษาสามารถปรับให้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ของประเทศและตามความต้องการของสถานประกอบการหลักสูตรดังกล่าวมีจุดมุ่งหมายหลายประการดังนี้ (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2556 : 2)

1) เพื่อให้มีความรู้ ทักษะและประสบการณ์ในงานอาชีพสอดคล้องกับมาตรฐานวิชาชีพสามารถเลือกนำความรู้ ทักษะและประสบการณ์ในงานอาชีพไปปฏิบัติงานอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพเลือกวิถีการดำรงชีวิต การประกอบอาชีพได้อย่างเหมาะสมกับตน สร้างสรรค์ความเจริญต่อชุมชน ท้องถิ่นและประเทศชาติ

2) เพื่อให้เป็นผู้มีปัญญา มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ใฝ่เรียนรู้ เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตและประกอบอาชีพ สามารถสร้างอาชีพ มีทักษะในการจัดการและพัฒนาอาชีพให้ก้าวหน้าอยู่เสมอ

3) เพื่อมีเจตคติที่ดีต่ออาชีพ มีความมั่นใจ และภาคภูมิในวิชาชีพที่เรียน รักงาน รักหน่วยงาน สามารถทำงานเป็นหมู่คณะได้ดี โดยมีความเคารพในสิทธิและหน้าที่ของตน และผู้อื่น

4) เพื่อให้เป็นผู้มีพฤติกรรมทางสังคมที่ดีงามทั้งในการทำงานการอยู่ร่วมกัน การต่อต้านความรุนแรงและสารเสพติด มีความรับผิดชอบต่อครอบครัว หน่วยงาน ท้องถิ่น ประเทศชาติ อุทิศตนเพื่อสังคมเข้าใจและเห็นคุณค่าของศิลปวัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่น มีจิตสำนึกด้านปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง รู้จักใช้และอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสร้างสิ่งแวดล้อมที่ดี

5) เพื่อให้มีบุคลิกที่ดี มีมนุษย์สัมพันธ์ มีคุณธรรม จริยธรรม และวินัยในตนเอง มีสุขภาพอนามัยที่สมบูรณ์ทั้งร่างกายและจิตใจ เหมาะสมกับงานอาชีพ

6) เพื่อให้มีตระหนักและมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาเศรษฐกิจ สังคม การเมืองของประเทศและของโลก มีความรักชาติ สำนึกในความเป็นไทย เสียสละเพื่อส่วนรวม ดำรงรักษาไว้ซึ่งความมั่นคงของชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ และการปกครองระบบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์เป็นประมุข

1.3 รายละเอียดรายวิชา วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน รหัสวิชา 2105 – 2104

ผู้รายงานได้ดำเนินการจัดสร้างและพัฒนาชุดการเรียนรู้รายวิชา วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน รหัสวิชา 2105 – 2104 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2556 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคอุตรดิตถ์ ซึ่งผู้รายงานเป็นครูผู้สอนรายวิชาดังกล่าว ได้สังเกตเห็นว่าผู้เรียนขาดความเข้าใจ และมีข้อบกพร่องต่อการคิด วิเคราะห์ และยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับการนำวงจรไอซีสำเร็จรูปแบบต่าง ๆ ไปต่อประยุกต์ใช้งานจริงได้หลากหลายรูปแบบ ผู้รายงานจึงคิดจัดสร้างแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน รหัสวิชา 2105 – 2104 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยดำเนินการจัดการเรียนการสอนด้วยแผงชุดฝึกการทดลองให้กับผู้เรียนในช่วงวันเวลาตามตารางการจัดการเรียนการสอน ใช้เวลาเรียนทั้งหมด 72 ชั่วโมง 2 หน่วยกิต มีรายละเอียดดังนี้

1.3.1 จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1) เข้าใจการทำงานของไอซีชนิดต่าง ๆ
2) มีทักษะการต่อประกอบวงจรไอซี ทดสอบการทำงาน และประยุกต์ใช้งาน
3) มีกิจนิสัยในการแสวงหาความรู้เพิ่มเติม การทำงานด้วยความประณีต รอบคอบและปลอดภัย

1.3.2 สมรรถนะรายวิชา

1) แสดงความรู้เกี่ยวกับวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน
2) ประกอบและทดสอบวงจรไอซี
3) ประยุกต์ใช้งานวงจรไอซี

1.3.3 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติงานเกี่ยวกับคุณลักษณะสมบัติพื้นฐานไอซีออปแอมป์ การทำงานของออปแอมป์ในวงจร Inverting/Non Inverting Amplifier , Summing Amplifier , Comparator Amplifier , Differential Amplifier , Integrating Amplifier และอื่น ๆ การประยุกต์ใช้ไอซีสำเร็จรูปในงาน Digital , Multivibrator , Flip – Flop , วงจรแสดงผลและวงจรขับ (Display/Driver) , Timer, Regulator , Function Generator , Phase locked loop กำเนิดสัญญาณเสียงดนตรี และอื่น ๆ

1.3.4 กำหนดระยะเวลาศึกษา

ให้เวลาในการทดลองใช้แผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งานให้กับผู้เรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 ห้อง 1 จำนวน 20 คน ในช่วงวันเวลาตามตารางการจัดการเรียนการสอน และช่วงเวลาหลังเลิกเรียนกับช่วงเวลาที่ผู้เรียนมีชั่วโมงว่าง

2. การสร้างชุดฝึกประกอบการเรียนการสอน

2.1 ความสำคัญของชุดฝึก

สุวิทย์ มูลคำ (2550 : 53) ได้กล่าวไว้ว่า หลังจากผู้เรียนเรียนจบเนื้อหาในช่วงหนึ่ง ๆ ก็สามารถฝึกฝนให้เกิดความรู้ความเข้าใจรวมทั้งเกิดความชำนาญในเรื่องนั้น ๆ อย่างกว้างขวางมากขึ้น ดังนั้นชุดฝึกจึงมีความสำคัญต่อผู้เรียนไม่น้อย ในการที่จะช่วยเสริมทักษะให้กับผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้และเข้าใจได้เร็วขึ้น ชัดเจนขึ้น กว้างขวางขึ้น ทำให้การสอนของครูและการเรียนของนักเรียนประสบผลสำเร็จ

2.2 ประโยชน์ของชุดฝึก

ชุดฝึกมีประโยชน์มากมาย สรุปได้ดังนี้

1) ให้เข้าใจบทเรียนได้ดีขึ้น เพราะเป็นเครื่องอำนวยประโยชน์ ในการเรียนรู้
2) ทำให้ครูทราบความเข้าใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียน
3) ทำให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นและสามารถประเมินตนเองได้
4) ฝึกให้เด็กทำงานตามลำพัง โดยมีความรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย
5) ช่วยลดภาระของครู
6) ช่วยให้นักเรียนฝึกฝนได้อย่างเต็มที่
7) ช่วยพัฒนาตามความแตกต่างระหว่างบุคคล
8) ช่วยเสริมให้ทักษะคงทน ซึ่งมีลักษณะการฝึกเพื่อช่วยให้เกิดผลดังกล่าวนั้น ได้แก่
   8.1) ฝึกทันทีหลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้ในเรื่องนั้นๆ
   8.2) ฝึกซ้ำหลาย ๆ ครั้ง
   8.3) เน้นเฉพาะในเรื่องที่ผิด
9) เป็นเครื่องมือวัดผลการเรียนหลังจบบทเรียนในแต่ละครั้ง
10) ใช้เป็นแนวทางเพื่อทบทวนตัวเอง
11) ช่วยให้ครูมองเห็นจุดเด่นหรือปัญหาต่างๆ ของนักเรียนได้ชัดเจน
12) ประหยัดค่าใช้จ่ายแรงงานและเวลาของครู

2.3 จิตวิทยาการเรียนรู้กับการสร้างชุดฝึก

สุวิทย์ มูลคำ (2550 : 55) ได้กล่าวไว้ว่า การศึกษาในเรื่องจิตวิทยาการเรียนรู้ เป็นสิ่งที่ผู้สร้างชุดฝึกมิควรละเลย เพราะการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ต้องขึ้นอยู่กับปรากฏการณ์ของจิต และพฤติกรรมที่ตอบสนองนานาประการโดยอาศัยกระบวนการที่เหมาะสมและเป็นวิธีที่ดีที่สุด การศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้จากข้อมูลที่นักจิตวิทยาได้ทำการค้นพบและทดลองไว้แล้ว สำหรับการสร้างชุดฝึกในส่วนที่มีความสัมพันธ์กันมีดังนี้

1) ทฤษฎีการลองผิดลองถูกของธอร์นไดค์ได้สรุปเป็นกฎเกณฑ์การเรียนรู้ได้3 ประการ คือ

1.1) กฎความพร้อม หมายถึง การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อบุคคลพร้อมที่จะกระทำ

1.2) กฎผลที่ได้รับ หมายถึง การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเพราะบุคคลกระทำซ้ำ และยิ่งทำมากความชำนาญจะเกิดขึ้นได้ง่าย

1.3) กฎการฝึกหัด หมายถึง การฝึกหัดให้บุคคลทำกิจกรรมต่าง ๆ นั้น ผู้ฝึกจะต้องควบคุมและจัดสภาพการให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของตนเอง บุคคลจะถูกกำหนดลักษณะพฤติกรรมที่แสดงออก

สรุป : ผู้สร้างชุดฝึกจึงจะต้องกำหนดกิจกรรมตลอดจนคำสั่งต่าง ๆ ในชุดฝึกให้ผู้ฝึกได้แสดงพฤติกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ผู้สร้างต้องการ

2) ทฤษฎีพฤติกรรมนิยมของสกินเนอร์ ซึ่งมีความเชื่อว่า สามารถควบคุมบุคคลให้ทำตามความประสงค์หรือแนวทางที่กำหนดได้ โดยไม่ต้องคำนึงถึงความรู้สึกทางด้านจิตใจของบุคคลผู้นั้นว่าจะรู้สึกนึกคิดอย่างไร เขาจึงได้ทดลอง และสรุปได้ว่าบุคคลสามารถเรียนรู้ได้ด้วยการกระทำโดยมีการเสริมแรงเป็นตัวการ เมื่อบุคคลตอบสนองการเร้าของสิ่งเร้าควบคู่กันในช่วงเวลาที่เหมาะสม สิ่งเร้านั้นจะรักษาระดับหรือเพิ่มการตอบสนองให้เข็มขึ้น

3) วิธีการสอนของกาเย่ ซึ่งมีความเห็นว่า การเรียนรู้มีลำดับขั้น และผู้เรียนจะต้องเรียนเนื้อหาที่ง่ายไปหายาก การสร้างชุดฝึก จึงควรคำนึงการฝึกตามลำดับขั้นจากง่ายไปหายาก

4) แนวคิดของบลูม ซึ่งกล่าวถึง ธรรมชาติของผู้เรียนแต่ละคนว่ามีความแตกต่างกันผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาในหน่วยย่อยต่างๆ ได้โดยใช้เวลาเรียนที่แตกต่างกัน

สรุป : การสร้างชุดฝึกจึงต้องมีการกำหนดเงื่อนไขที่จะช่วยให้ผู้เรียนทุกคนสามารถผ่านลำดับขั้นตอนทุกหน่วยการเรียนได้ถ้านักเรียนได้เรียนตามอัตราเรียนของตนก็จะทำให้นักเรียนประสบความสำเร็จ

2.4 ลักษณะของชุดฝึกที่ดี

วรสุดา บุญยไวโรจน์ (2536 : 37) ได้กล่าวไว้ว่า ชุดฝึกเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะช่วยเสริมทักษะให้กับผู้เรียน การสร้างชุดฝึกให้มีประสิทธิภาพ จึงจำเป็นจะต้องศึกษาองค์ประกอบและลักษณะของชุดฝึกเพื่อเลือกใช้ให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน ได้กล่าวแนะนำให้ผู้สร้างชุดฝึกไว้ดังนี้

1) ชุดฝึกที่ดีควรมีความชัดเจนทั้งคำสั่งและวิธีทำ เหมาะสมกับผู้ใช้

2) ชุดฝึกที่ดีควรมีความหมายต่อผู้เรียน และตรงตามจุดมุ่งหมายของการฝึก ลงทุนน้อย ใช้ได้นานและทันสมัยอยู่เสมอ

3) ชุดฝึกที่ดีควรแยกฝึกเป็นเรื่อง ๆ แต่ละเรื่องไม่ควรยาวเกินไปเพื่อไม่ให้เกิดความเบื่อหน่ายในการทำ และเพื่อฝึกทักษะใดทักษะหนึ่งจนเกิดความชำนาญ

4) ชุดฝึกที่ดีควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้ศึกษาด้วยตนเอง จะทำให้นักเรียนเข้าใจในเรื่องนั้น ๆ มากยิ่งขึ้น และจะรู้จักนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง

5) ชุดฝึกที่ดีควรตอบสนอง ความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกันในหลาย ๆ ด้าน เช่น ความต้องการ ความสนใจ ความพร้อม ระดับสติปัญญาและประสบการณ์ ฉะนั้นชุดฝึกควรมีทุกระดับทั้ง ง่าย ปานกลาง จนถึงระดับยาก เพื่อให้นักเรียนทุกคนประสบความสำเร็จในการทำชุดฝึก

6) ชุดฝึกที่ดีควรสามารถเร้าความสนใจของนักเรียนได้ทุกเรื่อง สรุปได้ว่า ลักษณะของชุดฝึกที่ดี จึงควรคำนึงถึงหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง ความครอบคลุมจุดประสงค์ ความสอดคล้องกับเนื้อหา รูปชุดน่าสนใจ และคำสั่งชัดเจน

2.5 ส่วนประกอบของชุดฝึก

2.5.1 คู่มือการใช้ชุดฝึก เป็นเอกสารสำคัญประกอบการใช้ชุดฝึกว่าใช้เพื่ออะไร และมีวิธีการใช้อย่างไร เช่น ใช้ฝึกท้ายบทเรียน ใช้เป็นการบ้าน หรือใช้สอนซ่อมเสริม ควรประกอบด้วย

1) รายละเอียดของชุดฝึก เช่น ชุดฝึกมีทั้งหมดกี่ชุดอะไรบ้าง

2) สิ่งที่ครูหรือนักเรียนต้องเตรียมล่วงหน้าก่อนเรียน

3) จุดประสงค์ในการใช้ชุดฝึก

4) ขั้นตอนในการใช้ บอกข้อตามลำดับการใช้ และอาจเขียนในรูปชุดการสอน หรือแผนการสอนจะชัดเจนยิ่งขึ้น

5) เฉลยชุดฝึกในแต่ละชุด

2.5.2 ชุดฝึกเป็นสื่อที่สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนฝึกทักษะ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ถาวร ควรมีองค์ประกอบดังนี้

1) ชื่อชุดฝึกในแต่ละชุดย่อย

2) จุดประสงค์

3) คำสั่ง

4) ตัวอย่าง

3. ใบงานการทดลอง

ใบงานการทดลอง (Laboratory Sheet หรือ Lab Sheet) หมายถึง เอกสารที่ใช้เป็นคำสั่งให้ปฏิบัติงาน หรือเป็นคำแนะนำสำหรับผู้เรียน ให้สามารถดำเนินการปฏิบัติการทดลองได้ ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ใบงานการทดลองนั้นไม่มีขนาด และขอบเขตของเนื้อหาที่จำกัดแน่นอน ใบงานการทดลองหนึ่งอาจมีขนาดเล็กที่มีความยาวไม่ถึงหนึ่งหน้ากระดาษ หรืออาจเป็นใบงานการทดลองขนาดใหญ่ที่มีความยาวมากกว่า 10 หน้าขึ้นไปก็มี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสาระเนื้อหาที่ทำการทดลอง พฤติกรรมที่ต้องการพัฒนาและข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นต้องให้กับผู้เรียนในการปฏิบัติงานทดลอง

องค์ประกอบของใบงานการทดลอง ใบงานการทดลอง อาจมีรูปแบบที่แตกต่างกันไป ตามแบบแผนของสถาบันแต่ละแห่ง แต่ไม่ว่ารูปแบบจะเป็นอย่างไร ใบงานการทดลอง (Lab Sheet) ควรจะประกอบด้วยข้อมูล ต่อไปนี้

1) วัตถุประสงค์ของการทดลอง จะต้องกำหนดให้ครอบคลุมความสามารถ ตามพิสัย (Domains) ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งประกอบด้วยวัตถุประสงค์ทั่วไปและวัตถุประสงค์จำเพาะที่สนับสนุนการทดลองแต่ละเรื่องนั้น โดยไม่ให้มีวัตถุประสงค์ทั่วไปมากนัก อาจจะมีได้ตั้งแต่ 1 ถึง 3 วัตถุประสงค์ ซึ่งภายใต้วัตถุประสงค์ทั่วไปนั้น จะมีวัตถุประสงค์จำเพาะซึ่งเป็นรายละเอียดคลอบคลุมวัตถุประสงค์ทั่วไปทั้งหมด

2) ความจำเป็น และขอบเขตของการทดลอง (Needs and Scope of the Experiment) เป็นข้อมูลที่แสดงเหตุผล และประโยชน์ของการทดลอง ซึ่งจะทำให้ผู้ปฏิบัติเกิดความกระตือรือร้น สามารถเตรียมตัวล่วงหน้าได้อย่างถูกต้อง

3) การวางแผน (Planning and Organizing) เป็นข้อมูลและแนวคิด สำหรับการดำเนินงานให้แก่ผู้เรียนข้อมูลเหล่านี้ได้แก่ เรื่องของวงจรที่ทำการทดลอง หรือเครื่องมืออุปกรณ์ และวัสดุที่ใช้การ

ทดลอง ปัญหาและอุปสรรคที่มักจะเกิดขึ้นเสมอ

4) ข้อมูลพื้นฐาน สำหรับการทดลอง (Background Information) คือ ข้อมูลที่ช่วยให้ผู้เรียนได้อาศัยหลักในการวางแผนดำเนินงาน และเป็นข้อมูลที่ช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสำรวจและปรับปรุงตัวเองในสิ่งที่ขาดหายไป เพื่อที่จะได้เตรียมตัวหาข้อมูลหรือพัฒนาความรู้ให้พร้อมก่อนที่จะลงมือทำการทดลอง ซึ่งข้อมูลดังกล่าวได้แก่

4.1) ความรู้เกี่ยวกับเครื่องมืออุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในการทดลอง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะพิเศษของเครื่องมือ อุปกรณ์ ข้อควรระวัง หรือปัญหาที่มักจะเกิดขึ้นเสมอ

4.2) ความรู้ที่ควรมีก่อนเรียน (Entry Behavior) เป็นการระบุว่าผู้ที่จะปฏิบัติงานที่กำหนดได้นั้น จะต้องมีความรู้ความสามารถ หรือมีประสบการณ์อย่างใดมาก่อน ทั้งนี้เพื่อป้องกันอันตรายหรือความเสียหาย ที่อาจจะเกิดขึ้นกับสิ่งของหรือผู้ปฏิบัติงานได้

4.3) ความรู้ในเนื้อหาวิชา เป็นข้อมูลในลักษณะของการสรุปประเด็นสำคัญ และชี้ประเด็นของปัญหาทางทฤษฎี ในเชิงวิเคราะห์ให้เห็นจุดสำคัญที่จะทำการทดลอง

4.4) ข้อมูลสำหรับดำเนินการ (Procedural Information) เป็นข้อมูลที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถดำเนินงานตามขั้นตอนที่เหมาะสมหรือตามที่กำหนดให้ในงานแต่ละเรื่องได้ลักษณะของงาน นี้ควรเป็นขั้นของการลงมือปฏิบัติจริง ตั้งแต่การวางแผนการปฏิบัติจริงๆจากการร่างแบบของงานการกำหนดวงจร และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง จนกระทั่งถึงวิธีการเก็บข้อมูลที่ได้

5) ข้อมูลสำหรับการประเมินผล (Assessment Information) หมายถึง ข้อมูลที่ใช้ในการตรวจสอบความรู้ความสามารถ และเข้าใจในเรื่องที่เรียนได้ปฏิบัติงานการตรวจสอบในเรื่องนี้ข้อมูลที่เป็นคำถามในใบงานทดลองนั้น

พิสิฐ และธีรพล (2529) ได้กล่าวไว้ว่า ขั้นตอนการสร้างใบงานการทดลอง มีดังนี้

1) การวิเคราะห์เนื้อหาที่จะสร้างใบงาน การศึกษารายละเอียดของเนื้อหาในการทดลองเกี่ยวกับเรื่องใดก็ตาม ผู้สร้างใบงานทดลองควรทราบรายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหาเป็นอย่างดี และเขียนออกมาเป็นภาษาเขียน จะทำให้ผู้สร้างเห็นความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอด (Concept) และหลักการ (Principle) ภายในเนื้อหาเหล่านั้นได้เป็นอย่างดี และมองเห็นขั้นตอนของการทดลองที่ควรจะเป็นได้อย่างชัดเจน จนสามารถกำหนดจุดสำคัญของการสอน (Teaching Point) ที่เหมาะสมได้

2) การตั้งชื่อใบงาน การตั้งชื่อเรื่องของใบงานการทดลอง จะกระทำหลังจากวิเคราะห์เนื้อหาแล้ว ซึ่งจะได้ประเด็นสำคัญของเนื้อหาที่เหมาะสมต่อการทดลอง ควรตั้งชื่อเรื่องที่มองเห็นภาพพจน์ของงานการทดลอง และมีลักษณะท้าทายหรือชวนให้ศึกษา

3) การวิเคราะห์ความสามารถในการปฏิบัติงานย่อย การดำเนินงานขั้นนี้ทำเพื่อหาข้อมูลสำหรับเขียนใบงานตามรูปแบบของใบงานแบบให้ข้อมูลในการทดลอง (Conventional Format) ทำให้ได้มาซึ่งองค์ประกอบของใบงานการทดลอง และที่มาขององค์ประกอบของใบงานการทดลอง

4) การกำหนดวัตถุประสงค์ของการทดลอง การกำหนดวัตถุประสงค์ของการทดลองกระทำหลังจากวิเคราะห์ความสามารถในการปฏิบัติงานแล้ว ซึ่งจะได้ความรู้ และทักษะที่ใช้ในการทำงานว่ามีอะไรบ้างจึงจะทำให้ผู้เรียนบรรลุผลตามเป้าหมายในการทำงานนั้น ความรู้และทักษะจะนำไปใช้ในการเขียนใบงานได้ 2 กรณี คือ ความรู้ และทักษะที่ใช้ในการทำงาน นำไปกำหนดเป็นความรู้ และความสามารถก่อนเรียน ความรู้และทักษะที่จะได้รับจากการทำงานนำไปกำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่หวังจะ

ให้ผู้เรียนได้รับ

5) เขียนใบงานการทดลอง ข้อมูลที่ใช้สำหรับเขียนใบงานการทดลอง จะได้มาจากใบวิเคราะห์เนื้อหา ใบวิเคราะห์ความสามารถในการปฏิบัติงาน และใบวิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอนเอกสารต่าง ๆ เหล่านี้ จะให้ข้อมูลเพื่อเขียนองค์ประกอบของใบงานแบบให้ข้อมูลในการทดลอง ซึ่งมีแนวทางการเขียนดังนี้

5.1) ชื่อเรื่อง แสดงถึงขอบเขตของการปฏิบัติการทดลองนั้น

5.2) วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แสดงถึงสิ่งที่คาดหวังให้เกิดแก่ผู้เรียน หลังจากการปฏิบัติการทดลองนั้นสิ้นสุดลง

5.3) เนื้อหา แสดงถึงภาพรวมของเรื่องที่ต้องการศึกษา คือ อะไร ทำงานได้อย่างไร และมีองค์ประกอบที่สำคัญอะไรบ้าง

5.4) ความรู้ที่ควรมีก่อนเรียน แสดงถึง ผู้ที่จะปฏิบัติงานที่กำหนดได้นั้น จะต้องมีความรู้ความสามารถอย่างใดมาก่อน จึงจะปฏิบัติงานนั้นได้ ทั้งนี้เพื่อป้องกันอันตราย หรือความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับสิ่งของหรือผู้ปฏิบัติงานได้

5.5) ชนิดและจำนวนวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ วงจรการทดลอง แสดงถึงลักษณะงานของการทดลองนั้น

5.6) ข้อควรระวัง แสดงถึงสิ่งที่ต้องระมัดระวังเพื่อป้องกันความเสียหายของอุปกรณ์เครื่องมือ และอันตรายต่อผู้ปฏิบัติการทดลอง

5.7) ลำดับขั้นตอนปฏิบัติการทดลอง แสดงถึงข้อมูลที่ได้แต่ละขั้นตอนของการดำเนินงานที่เป็นจริง ตามที่ได้จากการวิเคราะห์ความสามารถจากการปฏิบัติงาน

5.8) ตารางบันทึกข้อมูลการทดลอง แสดงถึงข้อมูลที่ได้แต่ละขั้นตอนของการทดลองที่ต้องบันทึกลงในแบบฟอร์ม เพื่อนำผลไปสรุปต่อไป

5.9) สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง แสดงถึงข้อสรุปที่ได้จากการทดลองนั้นและการวิจารณ์ผลการทดลองที่ได้ ว่าสัมพันธ์กับทฤษฎีหรือไม่ ได้ค้นพบอะไรจากการทดลองนั้น

5.10) คำถาม เป็นคำถามในเรื่องเกี่ยวกับงานที่ได้ปฏิบัติการทดลอง โดยเฉพาะเรื่อง ของเหตุผลในการปฏิบัติการทดลองแต่ละขั้นตอนเป็นการทดสอบความรู้ และความเข้าใจในการปฏิบัติการทดลอง

6) การสร้างอุปกรณ์ทดลอง

7) การทดลองเบื้องต้น

8) การสร้างคู่มืองานการทดลอง

4. การสร้างเครื่องมือในการวัดและประเมินผล

การตรวจสอบความรู้ของผู้เรียนที่ได้รับจากการเรียนการสอนแบบทดลองเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการประเมินผล โดยภาพรวมของการวิจัย ซึ่งมีความต้องการแบบทดสอบหรือเครื่องมือวัดผลที่ดี ความถูกต้อง และน่าเชื่อถือมากที่สุด

สุมาลี จันทร์ชลอ (2542 : 298) ได้กล่าวไว้ว่า การวัดและประเมินผล (Measurement and Evaluation) เป็นกระบวนการต่อเนื่องจากการเรียนการสอน แต่ต้องมีความสัมพันธ์ และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และกับการเรียนการสอน กล่าวคือ การวัดผลต้องวัดจากวัตถุประสงค์การเรียน และวัด

ในสิ่งที่ผู้สอนได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผลจากการวัดจะให้ข้อมูลแก่ผู้สอน และบุคคลที่เกี่ยวข้อง เพื่อการปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมการเรียนการสอน และเพื่อให้ทราบว่าผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์เพียงใด ในขณะเดียวกันวัตถุประสงค์ และกิจกรรมการเรียนการสอนก็เป็นสิ่งกำหนดรูปแบบของการวัดให้เหมาะสมด้วย

สุมาลี จันทร์ชลอ (2542) ได้กล่าวไว้ว่า การสร้างแบบทดสอบให้มีคุณภาพว่า ผู้สอนต้องเข้าใจจุดประสงค์ และเนื้อหาที่จะวัด ต้องรู้ถึงกระบวนการคิดในการปฏิบัติ รู้ระดับความสามารถของผู้เรียน ความสามารถในการอ่าน และการใช้ศัพท์ของผู้เรียน รู้จักลักษณะเด่นและข้อบกพร่องของแบบทดสอบแต่ละชนิดเพื่อนำไปใช้ให้เหมาะสม ซึ่งมีข้อควรพิจารณาดังต่อไปนี้

1) ข้อสอบควรใช้ประเมินจุดประสงค์ที่สำคัญของการสอน ที่สามารถสอบวัดได้โดยใช้แบบทดสอบที่เป็นข้อเขียน

2) ข้อสอบควรสะท้อนให้เห็นทั้งวัตถุประสงค์ที่เป็นเนื้อหา และจุดประสงค์ที่เป็นกระบวนการสำคัญที่เน้นในหลักสูตร

3) ข้อสอบควรสะท้อนให้เห็นถึงจุดประสงค์ในการวัด เช่น วัดประเมินความแตกต่างระหว่างบุคคล หรือวัดเพื่อแยกแยะผู้ที่ได้เรียนรู้

4) ข้อสอบควรมีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้อ่าน และมีความยาวที่พอเหมาะ

จากความสำคัญของการวัดและประเมินผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้ศึกษาหลักการที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังนี้ ระดับของจุดประสงค์ของการศึกษาตาม Taxonomy ของบลูม (Bloom’s Taxonomy) จุดประสงค์ของการสอนแบ่งเป็น 3 โดเมนหลัก ได้แก่

1) ด้านความรู้ ความคิด (Cognitive Domain) เป็นจุดประสงค์ที่เกี่ยวกับการระลึก หรือนึกถึงสิ่งที่เรียนไปแล้วได้ และพัฒนาความสามารถทางเชาว์ปัญญา และทักษะต่าง ๆ

2) ด้านความรู้สึก (Affective Domain) เป็นจุดประสงค์เกี่ยวกับความสนใจ ทัศนคติ ค่านิยม และพัฒนาการของความซาบซึ้ง

3) ด้านทักษะการปฏิบัติ (Psychomotor Domain) เป็นจุดประสงค์ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวร่างกาย หรือการปฏิบัติทักษะต่าง ๆ

สรุป : งานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้ชุดฝึกอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นสื่อประกอบการสอนแบบทดลองซึ่งเชื่อว่าจะมีส่วนช่วยในการเสริมความรู้ การเรียนภาคทฤษฎีในชั้นเรียน ทำให้ผู้เรียนมีระดับความสามารถทางด้านความรู้ความคิดดียิ่งขึ้น จึงได้ให้ความสำคัญสำหรับวัตถุประสงค์ทางด้านดังกล่าวเป็นหลัก

5. การประเมินคุณภาพชุดทดลอง

กิดานันท์ (2543 : 106) ได้กล่าวไว้ว่า การใช้สื่อการสอนอย่างเหมาะสมและเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ ดังนั้นจึงควรต้องมีการประเมินการใช้สื่อการสอนตามขั้นตอนดังนี้

1) ประเมินการวางแบบการใช้สื่อ เพื่อดูว่าสิ่งต่าง ๆ ที่วางไว้สามารถดำเนินการไว้สามารถดำเนินตามแผนหรือไม่ หรือเป็นเพียงตามหลักทางทฤษฎีแต่ไม่สามารถปฏิบัติได้จริงจึงต้องเก็บรวบรวมข้อมูลไว้ เพื่อการแก้ไขปรับปรุงในการวางแผนครั้งต่อไป

2) การประเมินกระบวนการการใช้สื่อเพื่อดูว่าการใช้สื่อในแต่ละขั้นตอนประสบปัญหาหรืออุปสรรคอย่างไรบ้าง มีสาเหตุมาจากอะไรและมีการเตรียมการป้องกันไว้หรือไม่

3) ประเมินผลที่ได้จาการใช้สื่อ เป็นผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนโดยตรง เมื่อเรียนแล้วผู้เรียนสามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้หรือไม่ และผลที่ได้นั้นเป็นไปตามเกณฑ์

5.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

มาสโลว์ (Maslow. 1970 : 69 - 80) ได้กล่าวไว้ว่า ทฤษฎีลำดับขั้นของความต้องการ (Needs Hierarchy Theory) โดยตั้งอยู่บนสมมุติฐานเกี่ยวกับพฤติกรรมของมนุษย์ดังนี้

1) ความต้องการทางกาย (The Physiological Needs) เป็นความต้องการเบื้องต้นเพื่อความอยู่รอดของชีวิต เช่น ความต้องการอาหาร น้ำ อากาศ เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค ที่อยู่อาศัย ความต้องการทางเพศ

2) ความต้องการความปลอดภัย (Safety Needs) เป็นความรู้สึกที่ต้องการความมั่นคงปลอดภัยในปัจจุบันและอนาคต ซึ่งรวมถึงความเจริญก้าวหน้าและความอบอุ่นใจ

3) ความต้องการทางสังคม (Social or Belonging Needs) ได้แก่ ความต้องการเข้าร่วม และได้รับการยอมรับในสังคม ความเป็นมิตรและความรักจากเพื่อน

4) ความต้องการที่จะได้รับการยกย่องหรือมีชื่อเสียง (The Esteem Needs) เป็นความต้องการระดับสูง ได้แก่ ความต้องการอยากเด่นในสังคมรวมถึงความสำเร็จ ความรู้ความสามารถ ความเป็นอิสระและเสรีภาพ และการเป็นที่ยอมรับนับถือของคนทั้งหลาย

5) ความต้องการที่จะได้รับความสำเร็จในชีวิต (Self Actualization) เป็นความต้องการระดับสูงสุดของมนุษย์ ส่วนมากเป็นเรื่องการอยากเป็นอยากได้ ตามความคิดของตนเอง แต่ไม่สามารถแสวงหาได้

จากแนวคิดดังกล่าวข้างต้น เมื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ผลตอบแทนหรือรางวัล เป็นผลทางด้านความรู้สึกของผู้เรียนหรือผลตอบแทนภายในที่เกิดขึ้น อันเป็นผลให้เกิดความภาคภูมิใจ ความมั่นใจในตนเอง ตลอดจนได้รับการยกย่องชมเชยจากครูผู้สอน พ่อแม่ผู้ปกครอง หรือแม้การได้รับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับที่น่าพอใจซึ่งเป็นการตอบแทนจากภายนอก

5.2 การวัดความพึงพอใจ

เนื่องจากความพึงพอใจ เป็นทัศนคติในทางบวกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง การวัดว่าบุคคลมีความรู้สึกพึงพอใจหรือไม่พึงพอใจ จึงความจำเป็นที่จะต้องสร้างเครื่องมือที่ช่วยในการวัดทัศนคตินั้น ซึ่งนักวิชาการหลายคนได้กล่าวถึงการวัดความพึงพอใจไว้สรุปได้ดังนี้

ถวิล ธาราโรจน์ (2520 : 77 - 86) ได้กล่าวไว้ว่า การวัดความพึงพอใจไว้ว่าในการวัดความรู้สึกหรือการวัดทัศนคตินั้นจะวัดออกมาในลักษณะของทิศทาง (Direction) ซึ่งมีอยู่ 2 ทิศทางคือ ทางบวกหรือทางลบ ทางบวก หมายถึง การประมาณค่าความรู้สึกไปในทางที่ดี ชอบ หรือพอใจส่วนทางลบจะเป็นการประเมินค่าความรู้สึกไปในทางที่ไม่ดี ไม่ชอบ หรือ ไม่พอใจ และการวัดในลักษณะปริมาณ (Magnitude) ซึ่งเป็นความเข้มข้น ความรุนแรง หรือระดับทัศนะคติไปในทิศทางที่พึงประสงค์ หรือไม่พึงประสงค์นั่นเอง ซึ่งวิธีการวัดมีหลายวิธี เช่น วิธีการสังเกต วิธีการสัมภาษณ์วิธีการใช้แบบสอบถาม ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) วิธีการสังเกต เป็นวิธีการใช้ตรวจสอบบุคคลอื่นโดยการเฝ้ามองและจดบันทึกอย่างมีแบบแผน วิธีนี้เป็นวิธีการศึกษาที่เก่าแก่ และยังเป็นที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายจนถึงปัจจุบัน แต่ก็เหมาะสมกับการศึกษาเป็นรายกรณีเท่านั้น

2) วิธีการสัมภาษณ์ เป็นวิธีการที่ผู้วิจัยจะต้องออกไปสอบถามโดยการพูดคุยกับบุคคลนั้น ๆ โดยมีการเตรียมแผนงานล่วงหน้า เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริงมากที่สุด

3) วิธีการใช้แบบสอบถาม วิธีนี้เป็นการใช้แบบสอบถามที่มีข้อคำอธิบายไว้อย่างเรียบร้อย เพื่อให้ผู้ตอบทุกคนตอบมาเป็นแบบแผนเดียวกัน มักใช้ในกรณีที่ต้องการข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวนมาก ๆ วิธีนี้นับเป็นวิธีที่นิยมใช้ในปัจจุบันวิธีหนึ่ง คือ มาตราส่วนลิเคิร์ท (Likert Scales) ประกอบด้วยข้อความที่แสดงทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้าอย่างใดอย่างหนึ่ง แล้วมีคำตอบที่แสดงถึงระดับความรู้สึก 5 คำตอบ เช่น มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด

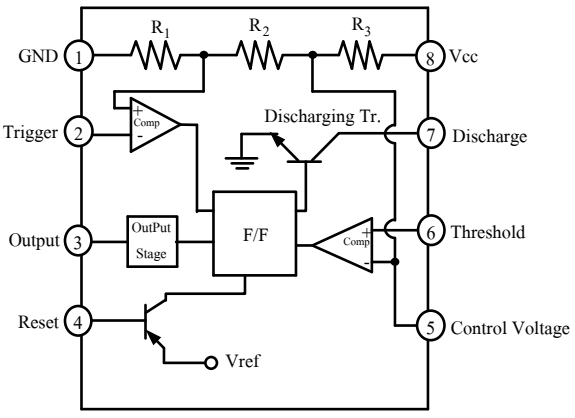
6. ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งานในวงจร

6.1 ไอซีตั้งเวลา

ไอซีเวลาหรือไอซีไทเมอร์ หรือเรียกว่า ไอซี 555 เป็นวงจรรวม (Integrated Circuit) ชนิดหนึ่งที่ใช้สำหรับควบคุมสัญญาณเวลาหรือใช้เป็นตัวจับเวลา (Timer) ทำหน้าที่ กำเนิดสัญญาณพัลส์ตามชั่วโมงเวลาที่ออกแบบหรือกำหนดไว้ โดยสามารถกำหนดได้ด้วยตัวอุปกรณ์เพิ่มเติมจากภายนอก ก็คือ การนำตัวต้านทานมาต่ออนุกรมร่วมกับตัวคาปาซิเตอร์ เป็นวงจรหน่วงเวลา RC Circuit และไอซีตั้งเวลา 555 สามารถนำไปใช้เป็นวงจรตั้งเวลาที่มีความเที่ยงตรงค่อนข้างสูง ซึ่งในการนำไปต่อใช้งานไอซีเวลา มีวิธีการต่อใช้งาน และสามารถกำเนิดสัญญาณได้อยู่ 2 แบบ คือ แบบโมโนสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ (Monostable Multivibrator) และแบบอะสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ (Astable Multivibrator)

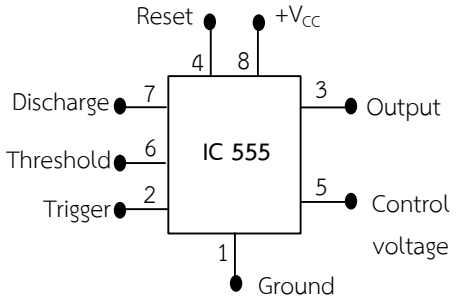
6.1.1 ข้อมูลเกี่ยวกับไอซีเวลาหรือไอซีไทเมอร์

- **โครงสร้างภายในของไอซีเวลา 555** แสดงดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างภายในของไอซีเวลาหรือไอซีไทเมอร์ และการจัดตำแหน่งขา
ที่มา : [Online], http://www.electronics-project-design.com/images/TimerFig1.gif, [2558].

- **สัญลักษณ์ของไอซีเวลาหรือไอซีไทเมอร์** แสดงดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 สัญลักษณ์ของไอซีเวลา หรือไอซีไทเมอร์

- **รูปร่างตัวจริงและเบอร์ของไอซีเวลาหรือไอซีไทเมอร์** แสดงดังภาพที่ 2.3

ก) บอกขาของไอซีเวลา 555 ข) รูปร่างจริงของไอซีเวลา 555

ภาพที่ 2.3 รูปร่างของจริงไอซีเวลาหรือไอซี 555

ที่มา : [Online], https://www.eleccircuit.com/555-timer-audio-alarm-circuits/, [2558].

6.1.2 หน้าที่ของไอซีเวลาหรือไอซีไทเมอร์ในวงจร

ทำหน้าที่ กำเนิดสัญญาณพัลส์ตามเวลาที่ออกแบบไว้ โดยสามารถกำหนดได้ด้วยตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกนำมาต่อเพิ่มเติมให้กับตัวไอซีเวลาหรือไอซี 555 ก็คือ ตัวต้านทานต่ออนุกรมกับตัวเก็บประจุ และยังสามารถที่จะนำไปสร้างเป็นวงจรได้หลายวงจรมาก เช่น การนำไปสร้างสัญญาณรูปคลื่นสัญญาณในแบบต่าง ๆ เช่น สัญญาณพัลส์ สัญญาณสี่เหลี่ยม และสัญญาณสามเหลี่ยม เป็นต้น หรือจะนำไปสร้างเป็นวงจรตั้งเวลาก็ทำได้เช่นกัน

6.1.3 คุณสมบัติการทำงานทางไฟฟ้าและตำแหน่งขาของไอซีเวลา เบอร์ 555

คุณสมบัติการทำงานของไอซีเวลาหรือไอซี 555 แต่ละขาสามารถศึกษาได้จากโครงสร้างวงจรภายในของไอซีเวลา แสดงดังภาพที่ 2.1 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) **ขา 1 กราวด์ (Ground)** ต้องการแหล่งจ่ายไฟตรงที่มีศักย์ลบมีค่า 0 V

2) **ขา 2 ทริกเกอร์ (Trigger)** เป็นขาที่มีความไวหรือแรงดันที่มีค่า (1/3) ของ + Vcc และจะเกิดการจุดชนวนของอินพุต ทำให้เอาต์พุตเปลี่ยนจากระดับต่ำเป็นระดับสูง โดยทั่วไปความกว้างของพัลส์ที่จะมาจุดชนวนอินพุตได้นั้น ต้องมีค่าเวลามากกว่า 1 μs ขึ้นไป หลังจากจุดชนวนอินพุตแล้ว ทำให้เกิดการหน่วงเวลาของสัญญาณหลายไมโครวินาที ซึ่งจะทำให้ได้ค่าความกว้างต่ำสุดมีค่า 10 μs ขนาดของแรงดันที่เหมาะในการจุดชนวนนี้ มีค่าระหว่าง + Vcc และกราวด์ สำหรับกระแสจุดชนวนที่ต้องการนั้นมีค่า 500 mA

3) **ขา 3 เอาต์พุต (Output)** แรงดันเอาต์พุตที่เกิดขึ้น สำหรับเอาต์พุตระดับสูงมีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า +Vcc ประมาณ 1.7 V สำหรับเอาต์พุตระดับต่ำนั้น จะขึ้นอยู่กับแล่งจ่ายไฟที่ป้อน เช่น ที่ +Vcc = 5 V เอาต์พุต ระดับต่ำจะมีค่าประมาณ 0.25 V ที่ 5 mA และที่ +Vcc = 15 V เอาต์พุตระดับต่ำจะมีค่าประมาณ 2 V ที่ 100 mA

4) **ขา 4 รีเซต (Reset)** เมื่อต้องการให้เอาต์พุตอยู่ในระดับต่ำ ต้องป้อนศักย์ไฟฟ้าที่ขานี้ประมาณ 0.7 V โดยกระแสซิงก์มีค่า 0.1 mA ค่าของเวลาประวิงในการทำให้เอาต์พุตเปลี่ยนเป็นระดับต่ำมีค่า 0.5 s ซึ่งค่านี้เป็นค่าเป็นค่าต่ำสุดของความกว้างของพัลส์ที่จะมาควบคุมขานี้ ในกรณีที่ไม่ต้องการใช้ขานี้ก็ควรต่อเข้ากับ +VCC

5) **ขา 5 กระแสซิงก์** ที่เข้ามาขานี้สามารถรับได้ใกล้เคียงกับเอาต์พุต ดังนั้นค่าแรงดันที่มีค่า (2/3) ของ +VCC ซึ่งเป็นแรงดันระดับสูงที่ใช้ในการเปรียบเทียบ ปกติในการทำงานขานี้จะไม่ถูกใช้ แต่ควรใช้ตัวเก็บประจุค่า 0.01 µF ต่อลงกราวด์เพื่อไม่ให้ถูกรบกวนจากสัญญาณรบกวนขณะทำงาน

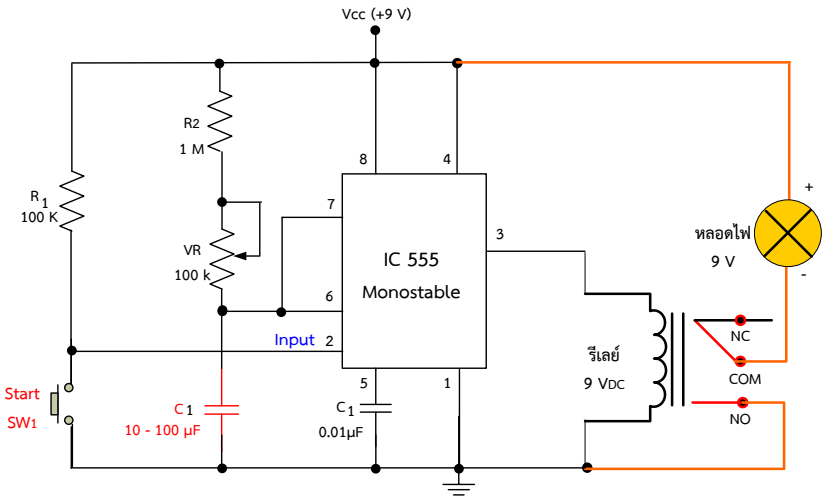
6) **ขา 6 เทรสโฮล (Threshold)** ถ้าศักย์ไฟฟ้าที่ขานี้สูงถึง 2/3 ของ + Vcc จะเป็นระดับที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลง คือจะทำให้สภาวะเอาต์พุตเปลี่ยนแปลงจากระดับสูง และระดับต่ำ

7) **ขา 7 ดิสชาร์จ (Discharge)** ขานี้ต่อกับขา C ของทรานซิสเตอร์ซึ่งอยู่ภายในตัวไอซี โดยขา E ต่อลงกราวด์ ทรานซิสเตอร์นี้ จะทำหน้าที่ กำหนดเวลาของระดับเอาต์พุต ถ้าเอาต์พุตอยู่ในระดับต่ำ ทรานซิสเตอร์นี้จะมีความต้านทานต่ำในขณะที่ทรานซิสเตอร์มีความต้านทานต่ำตัวเก็บประจุจะสามารถคายประจุผ่านทรานซิสเตอร์นี้ได้

8) **ขา 8 ไฟเลี้ยง (+Vcc)** ต้องการแหล่งจ่ายไฟตรงที่มีศักย์บวกมีค่าอยู่ระหว่าง 5 V ถึง 15 V แม้ว่าจะทำงานในช่วงแรงดันที่ต่างกัน แต่ละช่วงของเวลาทำงานที่เปลี่ยนไปยังคงมีค่าน้อยมาก คือ ร้อยละ 0.1 ต่อการเปลี่ยนแปลงแรงดัน 1 V

6.1.4 การต่อวงจรประยุกต์ใช้งานไอซีเวลา 555 แบบวงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์

ตัวอย่าง การนำวงจรไอซีเวลา 555 ไปต่อใช้งานแบบวงจรโมโนสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์สำหรับใช้ทดลองภาคปฏิบัติ แสดงดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 การนำวงจรไอซีเวลา 555 ไปต่อใช้งานแบบวงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์

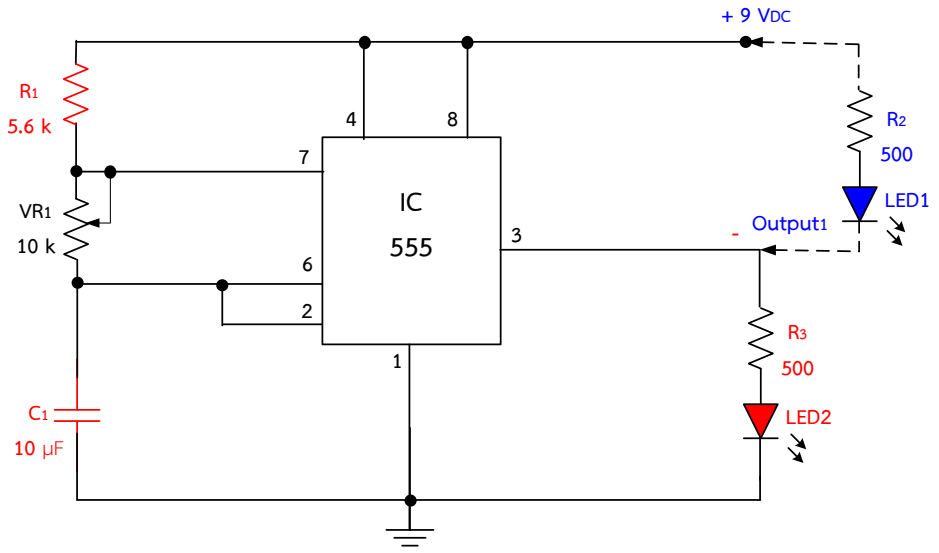
อธิบายหลักการทำงานของวงจร คือ

ในสภาวะช่วงที่ 1 เมื่อยังไม่กดสวิตช์ SW_1 สภาวะเปิดวงจร จะทำให้มีกระแสไหลไปทริกเกอร์ หรือจ่ายให้ขา 2 ของไอซี จึงทำให้ภายในไอซีทำงานในสภาวะนี้ อาจจะทำให้มีสัญญาณออกเอาต์พุตที่ขา 3 ของไอซีเป็นสภาวะ “1” ก่อน ทำให้ขดลวดรีเลย์ทำงานมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลงกราวด์ ทำให้หน้าสัมผัสรีเลย์ สภาวะ COM ที่ต่ออยู่กับ NC สับหน้าสัมผัสย้ายไปสับหน้าสัมผัสต่อเข้ากับ NO แทน จึงทำให้ตัวแสดงผลหรือโหลดหลอดไฟ “ติดสว่าง”

ในสภาวะช่วงที่ 2 เมื่อกดสวิตช์ SW_1 ในสภาวะปิดวงจร ก็จะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านสวิตช์ SW_1 ลงกราวด์ ทำให้ไม่มีกระแสไปทริกเกอร์จ่ายให้ขา 2 ของไอซี จึงทำให้ภายในไอซีไม่สามารถทำงานได้ จึงทำให้มีสัญญาณออกเอาต์พุตที่ขา 3 เปลี่ยนสภาวะจาก “1” ค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสภาวะ “0” ตามเวลาที่กำหนดด้วย VR_1 มีค่า 1MΩ และ C_t มีค่า 10 μF ทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าไปจ่ายให้กับขดลวดรีเลย์ส่งผลให้หน้าสัมผัสกับมาที่ NC ดังเดิม จึงทำให้โหลดหลอดไฟ แสดงผล “ดับ” และเมื่อต้องการให้หลอดไฟกลับมา ติดสว่างอีกครั้งก็ให้ทำการกดสวิตช์ SW_1 อยู่ในสภาวะเปิดวงจรตามเดิม

6.1.5 การต่อวงจรประยุกต์ใช้งานไอซีเวลา 555 แบบวงจรอะสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์

ตัวอย่าง การต่อใช้งานวงจรอะสเตเบิลด้วยไอซีเวลา 555 โดยเลือกเอาต์พุตต่อเข้ากับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) 2 ตัว สำหรับใช้ทดลองภาคปฏิบัติ แสดงดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 การต่อใช้งานวงจรอะสเตเบิลด้วยไอซีเวลา 555 โดยเลือกเอาต์พุตต่อเข้ากับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) 2 ตัว

อธิบายหลักการทำงานของวงจร

เป็นการนำไอซีเวลา 555 มาต่อลักษณะวงจรอะสเตเบิลสามารถกำเนิดสัญญาณพัลส์ที่มีสัญญาณความถี่ออกมาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งความถี่ที่เกิดขึ้นได้จากการทำงานของช่วงคาบเวลาที่ได้จากตัว R_1 , VR_1 และ C_1 จากโครงสร้างของไอซีเวลา 555 จะพบว่าขา 4 ซึ่งเป็นขารีเซตจะควบคุมการทำงานของ

ไอซีเวลา 555 ถ้าขา 4 ต่อเข้ากับไฟเลี้ยง 9V ตัวไอซีจะทำงานทำให้เกิดสัญญาณที่เอาต์พุตเป็นลอจิก “1” ออกก่อน แต่ถ้าหากขา 4 ต่อลงกราวด์ ไอซีจะไม่ทำงาน ส่วนขา 3 จะเป็นขาเอาต์พุต ซึ่งจะต่อกับ LED_1 และ LED_2 โดยมีลักษณะการทำงาน ดังนี้

ช่วงคาบเวลาที่ 1 เป็นการต่อวงจรแบบจ่ายกระแสออกขาเอาต์พุตของไอซี 555 ให้เกิดสัญญาณพัลส์ออกเป็นลอจิก “1” ออกมาก่อน จึงมีกระแสไฟไหลออกมาขับหลอดไฟ LED_2 ไฟสีแดง ทำให้หลอด LED_2 สว่างตามคาบเวลาที่กำหนด ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้กระแสประมาณ 18 mA ถึง 20 mA สว่างจนกระทั้งเมื่อเอาต์พุตอยู่ในสถานะลอจิกต่ำ หรือลอจิกเป็น “0” หลอด LED_2 จะดับ

และในช่วงเวลาเดียวกัน จะเป็นการต่อวงจรแบบจมกระแส ซึ่งในช่วงเวลาเดียวกันนี้มีสัญญาณพัลส์ออกที่ขาเอาต์พุตของไอซี 555 เป็นลอจิก “1” ออกมาก่อน จึงส่งผลให้หลอด LED_1 ไฟสีน้ำเงินจะยังดับอยู่ก่อน ตามคาบเวลาที่กำหนด

ส่วนช่วงคาบเวลาที่ 2 เมื่อครบตามคาบเวลาที่กำหนดจะทำให้สัญญาณพัลส์ที่ออกเอาต์พุตของไอซี 555 จากลอจิก “1” เปลี่ยนไปอยู่ในสถานะลอจิกต่ำ หรือลอจิก “0” ทำให้เกิดสัญญาณพัลส์ที่ออกที่ขาเอาต์พุตเป็นลอจิก “0” ตามมา ส่งผลให้หลอด LED_1 จากติดสว่างเปลี่ยนเป็นดับลง และหลอด LED_2 ติดสว่างแทน ในการทำงานของวงจรจะสังเกตพบว่า LED_1 และ LED_2 จะติดสว่างสลับกันหรือมีลักษณะหลอดกระพริบเป็นจังหวะ ในการกระพริบของ LED ทั้ง 2 ตัวนั้นจะขึ้นอยู่กับค่าของตัว R_1 , VR_1 และ C_1 ที่ค่อยทำหน้าที่ กำหนดคาบเวลาการเกิดสัญญาณพัลส์ให้มีความถี่ของสัญญาณกว้างหรือแคบ หรือเรียกว่า การเกิดสัญญาณเร็วหรือช้า ก็จะส่งผลให้ LED ทั้ง 2 ตัว เกิดการกระพริบช้า หรือกระพริบเร็วได้

หมายเหตุ ส่วนในโครงงานที่ต้องการกระแสเอาต์พุตออกใช้งานให้มีค่าสูงเพิ่มขึ้นดังเช่น การขับมอเตอร์ขนาดใหญ่ อาจจะต้องใช้ทรานซิสเตอร์นำมาต่อเพิ่มจากขาเอาต์พุตของไอซีเวลา 555 หรืออาจจะต่อทรานซิสเตอร์เป็นลักษณะแบบวงจรดาร์ลิงตัน (Darlington) ก็ได้ เพื่อให้สามารถใช้กระแสเพียงเล็กน้อยจากไอซี 555 มาขับมอเตอร์ให้ทำงานได้

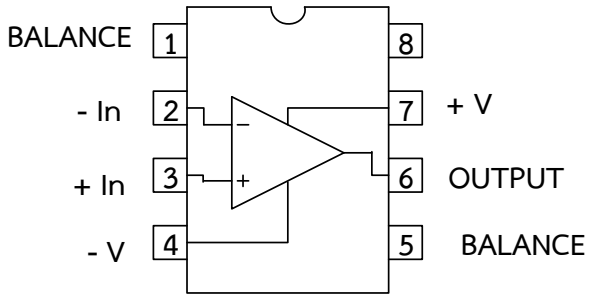
6.2 ไอซีออปแอมป์

ออปแอมป์ (Op - Amp) เป็นชื่อย่อสำหรับเรียก วงจรขยายที่มาจาก Operating Amplifier คือ อุปกรณ์ที่มีอินพุตเป็นการขยายแบบดิฟเฟอเรนเชียลและมีเอาต์พุตเดียวเป็นวงจรขยายแบบต่อตรง (Direct Couled Amplifier) ที่มีอัตราการขยายสูงมากใช้การป้อนกลับแบบลบไปควบคุมลักษณะการทำงาน ทำให้ผลการทำงานของวงจรไม่ขึ้นกับพารามิเตอร์ภายในของไอซีออปแอมป์

6.2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับไอซีออปแอมป์

- โครงสร้างภายในของไอซีออปแอมป์

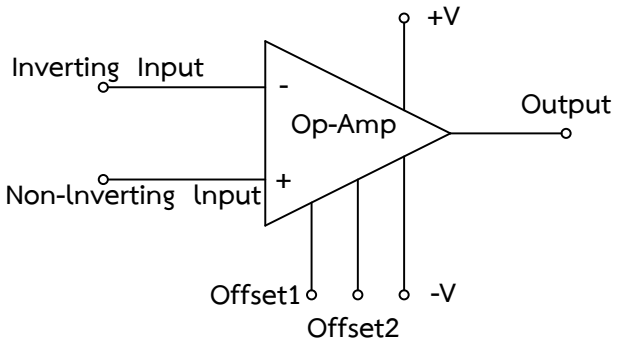
ภายในประกอบด้วย วงจรขยายที่ต่ออนุกรมกัน ภาคที่หนึ่ง คือ วงจรขยายดิฟเฟอเรนเชียลด้านทางเข้า และภาคที่สอง คือ วงจรขยายดิฟเฟอเรนเชียล วงจรเลื่อนระดับ และวงจรขยายกำลังด้านทางออก การจ่ายแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับตัว**ไอซีออปแอมป์** ทำงานต้องจ่ายแรงดันแบบ 3 ขั้ว คือ บวก ลบ และกราวด์ แสดงดังในภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 โครงสร้างภายในของไอซีออปแอมป์
ที่มา : [Online], http://www.standrews.ac.uk/~www_pa/Scots_Guide/datasheets/Opamps/741.html, [2558].

- **สัญลักษณ์ของไอซีออปแอมป์**

มีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมมีขาสำหรับต่ออุปกรณ์ภายนอก รูปสามเหลี่ยม แสดงถึงการขยาย และทิศทางการไหลของสัญญาณ แสดงดังในภาพที่ 2.7

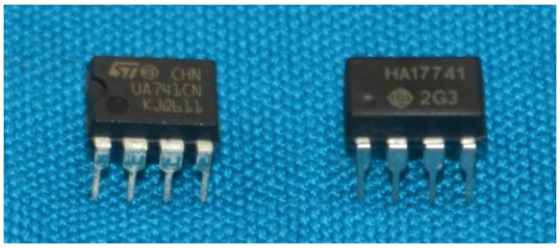


ภาพที่ 2.7 สัญลักษณ์ของไอซีออปแอมป์
ที่มา : [Online], http://wara.com/article-869.html, [2558].

จากภาพที่ 2.7 แสดงขาอินพุตแบบไม่กลับเฟสหรือไม่กลับขั้ว (Non – Inverting Input) และขาอินพุตแบบกลับเฟสหรือกลับขั้ว (Inverting Input) และขาเอาต์พุตของไอซีออปแอมป์จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ Input 2 ขา และ Output 1 ขา

- **รูปร่างของไอซีออปแอมป์**

ออปแอมป์สร้างขึ้นบนแผ่นชิปที่มีขนาดเล็กมาก ดังนั้นผู้ผลิตจึงต้องทำการบรรจุชิปนี้ลงในตัวถัง หรือที่เรียกว่า เพกเกจ (Package)ซึ่งอาจจะเป็นพลาสติก เซรามิก แก้ว หรือโลหะก็ได้ ลักษณะตัวถังที่พบอยู่เสมอๆ มีอยู่ 2 แบบ คือ ตัวถังแบบโลหะกลม (TO - 5) ซึ่งอาจจะมีแบบ 8 ขา , 10 ขา หรือแบบ 12 ขาก็ได้ และตัวถังแบบดิป (DIP) มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีขาตั้งแต่ 8 ขาขึ้นไป จนถึง 64 ขา รูปร่างของจริงของไอซีออปแอม์ป แสดงดังในภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 รูปร่างของจริงของไอซีออปแอมป์
ที่มา : ธัญญ์พิชชา ท้วมทับ, [2558].

6.2.2 หน้าที่ของไอซีออปแอมป์ในวงจร

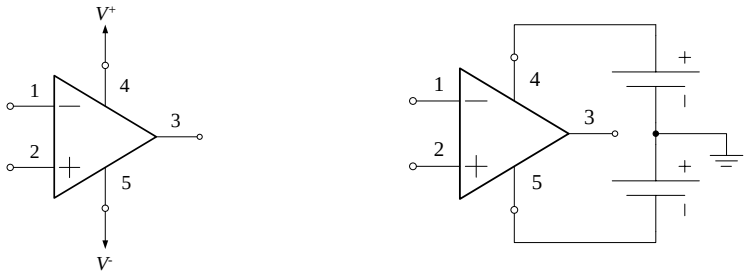
Operational Amplifier (IC Op - A_{mp}) หรือเรียกว่า ไอซีออปแอมป์ คือ **ไอซี**ที่ถูกสร้างขึ้นมาใช้งานในวงจรขยาย สามารถใช้อัตราขยายสูงมากและตัว**ไอซีออปแอมป์**มีคุณภาพและประสิทธิภาพสูง ทำให้**ไอซีออปแอมป์**เป็นที่นิยมนำไปใช้ในวงจรต่าง ๆ ดังนี้ Amplifier , Integrator , Differentiator , Voltage follower , Oscillator และ Mathematical circuit ฯลฯ

6.2.3 คุณสมบัติการทำงานทางไฟฟ้าและตำแหน่งขาของไอซีออปแอมป์

ไอซีออปแอมป์สามารถทำงานได้กับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC) และแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (AC) รูปแบบการจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับตัวไอซีออปแอมป์ แสดงดังในภาพที่ 2.9

การบอกขาของไอซีออปแอมป์ สามารถบอกคุณสมบัติการทำงานของขาไอซีออปแอมป์แต่ละขาได้ดังนี้

1) ขา +V หรือขา 7 และขา –V หรือขา 4 มีไว้สำหรับจ่ายไฟเลี้ยงให้กับไอซีออปแอมป์ ซึ่งปกติแล้วจะต้องจ่ายไฟเลี้ยงทั้งสองขา ยกตัวอย่างเช่น +V เท่ากับ +9V และ -V เท่ากับ –9V และกราวด์เท่ากับ 0V เป็นต้น



ภาพที่ 2.9 การต่อไฟเลี้ยงบวกและลบให้ไอซีออปแอมป์

2) ขา Offset1 หรือขา 1 และ Offset2 หรือขา 5 มีไว้สำหรับ ใช้ต่ออุปกรณ์เพื่อที่จะเป็นการป้องกันการเกิดออสซิสเลตของไอซีออปแอมป์

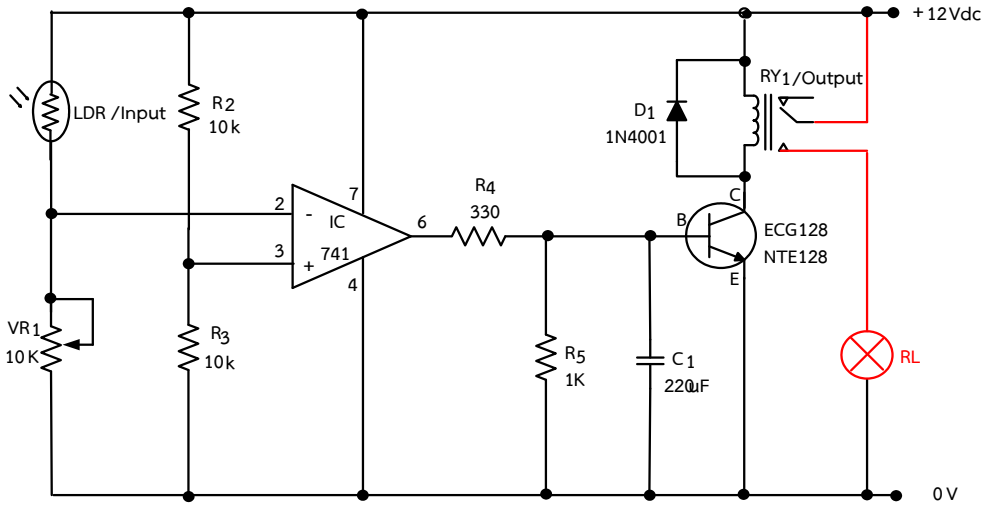
3) ขา Output หรือขา 6 มีไว้สำหรับเป็นขาสัญญาณออก ซึ่งโดยปกติแล้วค่าแรงดันเอาต์พุตที่ขานี้ จะมีค่าสูงสุดไม่เกินค่าแรงดันไฟเลี้ยงที่จ่ายให้กับไอซีออปแอมป์

4) ขา Inverting Input หรือขา 2 หรือที่เราเรียกว่า ขาอินพุตแบบกลับเฟส มีไว้สำหรับเป็นขาอินพุตขาหนึ่งของไอซีออปแอมป์ ซึ่งถ้าทำการป้อนสัญญาณเข้าไปที่ขานี้แล้วทำการต่อขาอินพุตอีกขาหนึ่ง ที่เรียกว่าขา Non - Inverting Input นั้นแล้วต่อลงกราวด์ ก็จะได้สัญญาณเอาต์พุตที่ออกมามีสัญญาณที่ต่างเฟสกันกับสัญญาณอินพุตเป็นมุม 180 องศา

5) ขา Non - Inverting Input หรือขา 3 หรือที่เราเรียกว่า ขาอินพุตแบบไม่กลับเฟส มีไว้สำหรับเป็นขาอินพุตขาหนึ่งของไอซีออปแอมป์ ซึ่งถ้าทำการป้อนสัญญาณเข้าไปที่ขานี้ แล้วทำการต่อขาอินพุตอีกขาหนึ่งที่เรียกว่าขา Inverting Input นั้นแล้วต่อลงกราวด์ ก็จะได้สัญญาณเอาต์พุตที่ออกมามีสัญญาณที่อินเฟสกับสัญญาณอินพุต

6.2.4 วงจรการต่อประยุกต์ใช้งานไอซีออปแอมป์ เบอร์ 741 ในวงจร

ตัวอย่าง วงจรเปิด-ปิดหลอดไฟอย่างง่าย ๆ ด้วยไอซี เบอร์ LM741 สำหรับใช้ทดลองภาคปฏิบัติ แสดงดังในภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 วงจรเปิด-ปิดหลอดไฟอย่างง่าย ๆ ด้วยไอซี เบอร์ LM741

อธิบายหลักการทำงานของวงจร

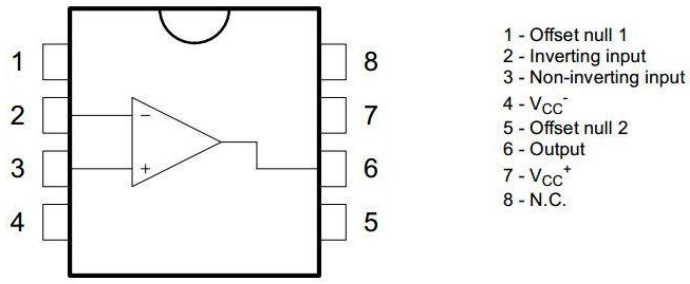
กำหนดให้วงจรทำงานโดยใช้อินพุต (Input) เป็น LDR ในการทำงานเมื่อ LDR ได้รับแสงจะทำให้มีค่าความต้านทานน้อย จึงทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปเข้าที่ขา 2 ของไอซีออปแอมป์มีสภาวะเป็นลอจิก 1 มีค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ขา 2 มีค่ามากกว่าค่าแรงดันอ้างอิงที่ขา 3 ของไอซีออปแอมป์ โดยมีค่าแรงดันอ้างอิงอยู่ประมาณ 6 V เมื่อเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าที่ขา 2 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าแรงดันที่ขา 3 ทำให้ไอซีออปแอมป์ที่ขา 2 มีวงจรภายในเป็นวงจรกลับเฟสสัญญาณหรือกลับขั้ว ส่งผลทำให้ไม่มีแรงดันไฟฟ้าออกเอาต์พุตที่ขา 6 ทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าไปที่ขา B ของทรานซิสเตอร์ ทำให้ทรานซิสเตอร์ไม่ทำงาน ขดลวดรีเลย์ไม่มีกระแสไหลผ่าน จึงทำให้รีเลย์ไม่ทำงาน หน้าสัมผัสขา COM ของรีเลย์ยังอยู่ต่ออยู่กับขา NC ดังเดิม ทำให้หลอดไฟดับ

และเมื่อ LDR ไม่ได้รับแสงจะทำให้ LDR มีความต้านทานมาก ทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน LDR ได้ ส่งผลทำให้ไม่มีแรงดันไปตกคร่อมที่ขา 2 ของไอซีเป็นสภาวะลอจิก 0 วงจรภายในเป็น

วงจรกลับเฟสสัญญาณ ส่งผลทำให้มีแรงดันไฟฟ้าออกเอาต์พุตที่ขา 6 มีกระแสไฟฟ้าไหลไปยังขา B ของทรานซิสเตอร์ ทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานขดลวดรีเลย์มีกระแสไหลผ่านครบวงจร จึงทำให้หน้าสัมผัสขา COM ของรีเลย์เปลี่ยนไปต่อกับขา NO ทำให้หลอดไฟสว่าง

6.2.5 ข้อมูลเกี่ยวกับไอซีออปแอมป์ เบอร์ CA3130

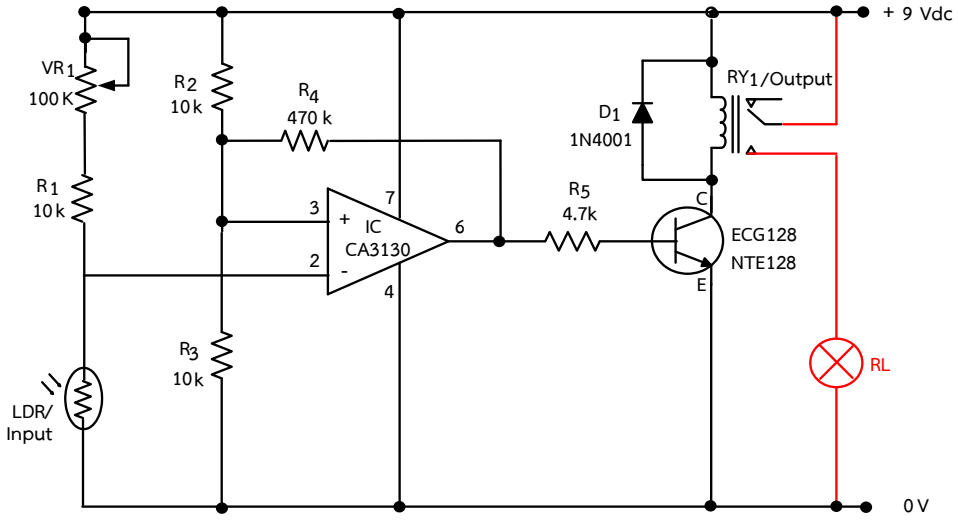
- **โครงสร้างของไอซีออปแอมป์ เบอร์ CA3130** แสดงดังในภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.11 โครงสร้างไอซี CA3130

6.2.6 วงจรการต่อประยุกต์ใช้งานไอซีออปแอมป์ เบอร์ CA3130 ในวงจร

ตัวอย่าง วงจรเปิด-ปิดหลอดไฟอย่างง่าย ๆ ด้วยไอซีออปแอมป์ เบอร์ CA3130 สำหรับใช้ทดลองภาคปฏิบัติ แสดงดังในภาพที่ 2.12



ภาพที่ 2.12 วงจรเปิด-ปิดหลอดไฟอย่างง่าย ๆ ด้วยไอซีออปแอมป์ เบอร์ CA3130

อธิบายหลักการทำงานของวงจร

กำหนดให้วงจรทำงานโดยใช้อินพุต (Input) เป็น LDR ในการทำงานเมื่อ LDR ได้รับแสงทำให้มีค่าความต้านทานน้อย จึงทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไป LDR ลงกราวด์ทำให้ไม่มีแรงดันไป

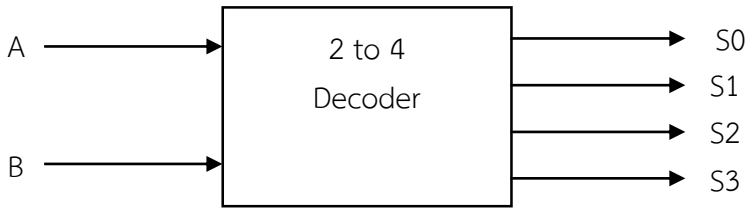
ตกคร่อมที่ขา 2 ของไอซีต่ำลง เกิดมีสภาวะเป็นลอจิก 0 ทำให้วงจร Inverting ภายในทำงานเป็นแบบกลับเฟสสัญญาณ ส่งผลทำให้มีแรงดันไฟฟ้าออกเอาต์พุตที่ขา 6 ทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลไปยังขา B ของทรานซิสเตอร์ ทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงาน ขดลวดรีเลย์มีกระแสไหลผ่านครบวงจร จึงทำให้รีเลย์ทำงาน หน้าสัมผัสขา COM ของรีเลย์เปลี่ยนไปต่อกับขา NO ทำให้หลอดไฟสว่าง

และเมื่อ LDR ไม่ได้รับแสงจะทำให้ LDR มีความต้านทานมาก ทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน LDR ไปลงกราวด์ได้ จึงทำให้เกิดมีแรงดันไปตกคร่อมที่ขา 2 ของไอซีสูงขึ้น แต่ต้องมีค่าแรงดันมากกว่าค่าแรงดันอ้างอิงที่ขา 3 ของไอซีออปแอมป์ โดยมีค่าแรงดันอ้างอิงอยู่ประมาณ 4.5 V เมื่อเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าที่ขา 2 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าแรงดันที่ขา 3 เป็นสภาวะลอจิก 1 ทำให้วงจร Inverting ภายในทำงานเป็นแบบกลับเฟสสัญญาณ ส่งผลทำให้ไม่มีแรงดันไฟฟ้าออกเอาต์พุตที่ขา 6 และไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลไปยังขา B ของทรานซิสเตอร์ได้ ทำให้ทรานซิสเตอร์ไม่ทำงาน ขดลวดรีเลย์จึงไม่มีกระแสไหลผ่าน ทำให้หน้าสัมผัสขา COM ของรีเลย์ยังต่ออยู่ที่ขา NC ดังเดิม ทำให้หลอดไฟดับ มีค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ขา 2

6.3 ไอซีดิจิตอล

6.3.1 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS47/74LS48

ไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS47/74LS48 เป็นไอซีที่มีวงจรภายใน ทำหน้าที่ เป็นวงจรถอดรหัส (Decoder Circuit) หมายถึง วงจรเปลี่ยนข้อมูลอินพุตที่เป็นเลขฐานสอง จำนวน N หรือเปลี่ยนสัญญาณทางลอจิกของเลขฐานสองหรือรหัสเลขไบนารี่ (Binary) แปลงเปลี่ยนไปเป็นเอาต์พุตเลขฐานสิบ หรือเปลี่ยนให้เป็นเลขฐานอื่นตามต้องการของวงจร บล็อกไดอะแกรมหลักการแปลงสัญญาณ 2 to 4 Decoder แสดงดังในภาพที่ 2.13

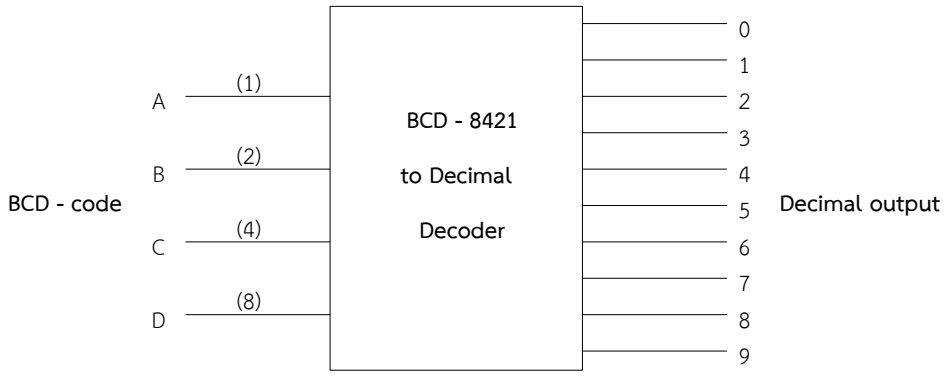


ภาพที่ 2.13 บล็อกไดอะแกรมหลักการแปลงสัญญาณ 2 to 4 Decoder

ตารางที่ 2.1 สามารถเขียนตารางความจริงของการแปลงสัญญาณ 2 to 4 Decoder ได้ดังนี้

Input		Output			
A	B	S0	S1	S2	S3
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	0	1

- ลักษณะวงจรถอดรหัสจากเลขไบนารี่ (BCD – 8421 code) เป็นเลขฐานสิบ แสดงดังภาพที่ 2.14



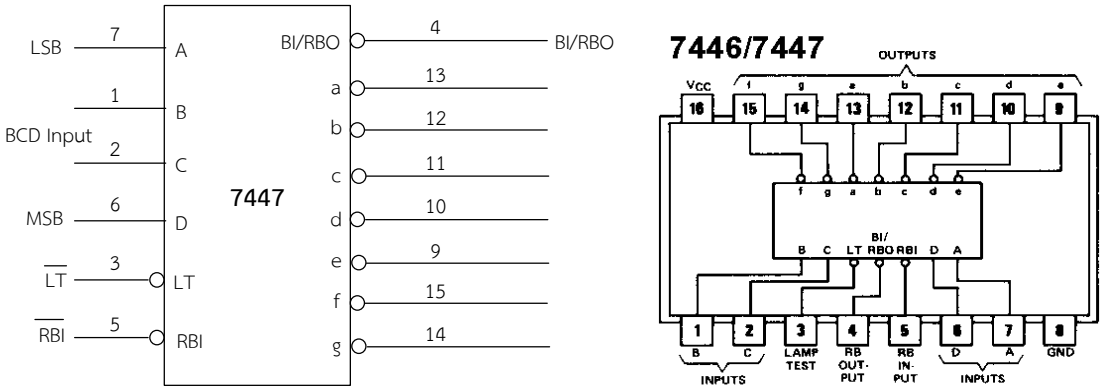
ภาพที่ 2.14 บล็อกไดอะแกรมแปลงสัญญาณรหัสเลขไบนารี่ (BCD – 8421 code) เป็นเลขฐานสิบ

ตารางที่ 2.2 ตารางความจริงของรหัสเลขไบนารี่ (BCD – 8421 code) เป็นเลขฐานสิบ

ไบนารี่ (BCD – 8421)				ฐานสิบ (Decimal Number)									
D	C	B	A	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

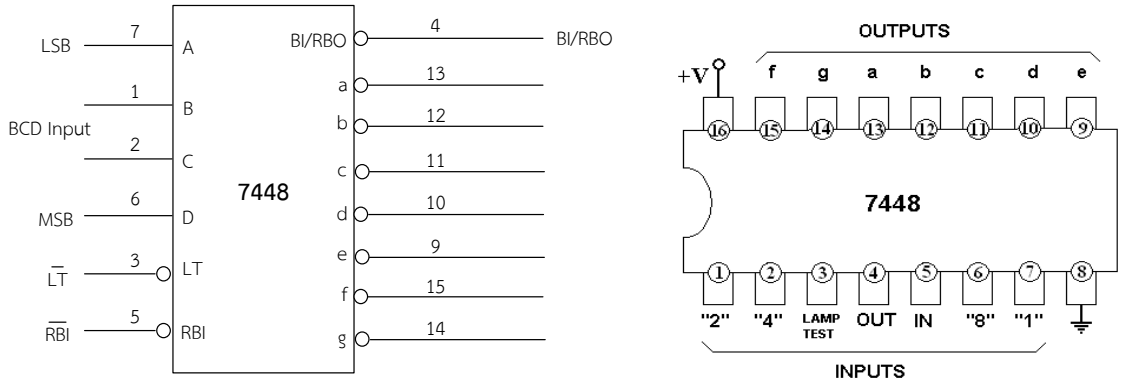
- ไอซีดิจิตอลสำเร็จรูปเป็นวงจรถอดรหัส

คือ ไอซีเบอร์ 7447/7448 (BCD – to – Seven Segment Decoder/Driver) เป็นไอซีที่ทำหน้าที่ แปลงรหัสไปนารี BCD 8421 ที่เป็นข้อมูลอินพุตให้เป็นรหัสที่ใช้แสดงผลเป็นตัวเลขที่ LED 7 Segment ชนิดแอโนดร่วม ใช้ไอซีเบอร์ 7447 และถ้าเป็นชนิดแคโถดร่วม ก็ใช้ไอซีเบอร์ 7448 การจัดขาของไอซี 7447 แสดงดังในภาพที่ 2.15 และไอซี 7448 แสดงดังในภาพที่ 2.16



ภาพที่ 2.15 บล็อกไดอะแกรมการจัดขาของวงจรถอดรหัส BCD –8421 เป็นเลขฐานสิบ ด้วยไอซีเบอร์ 7447

ที่มา : [Online], http://digitalm6.blogspot.com/2012/09/blog-post_3310.html และ https://www.physics.mcmaster.ca/PHYS4DB3/Lab/ics/7447.gif, [2558].



ภาพที่ 2.16 บล็อกไดอะแกรมการจัดขาของวงจรถอดรหัส BCD–8421 เป็นเลขฐานสิบ ด้วยไอซีเบอร์ 7448

ที่มา : [Online], http://digitalm6.blogspot.com/2012/09/blog-post_3310.html และ http://makeyourownchip.tripod.com/7448.html, [2558].

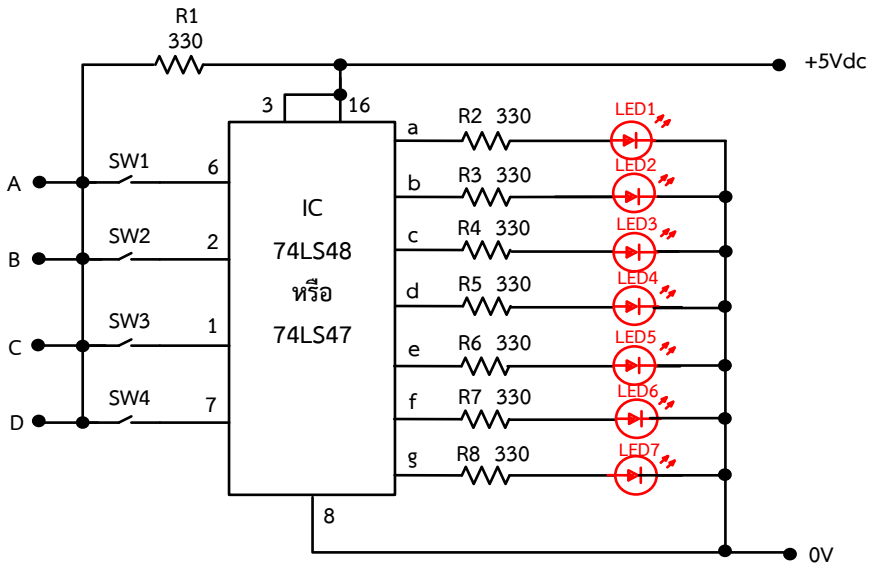
6.3.2 การต่อประยุกต์ใช้งานวงจรถอดรหัสด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS47/74LS48 ในวงจร

ตัวอย่าง วงจรใช้งานถอดรหัสด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS47/74LS48 ในวงจรสำหรับใช้ทดลองภาคปฏิบัติ

อธิบายหลักการทำงานของวงจร

จากวงจรภาพที่ 2.17เป็นการทดสอบการทำงานของไอซี เบอร์ 74LS47/74LS48 โดยกำหนดให้มีสวิตช์ SW_1 – SW_4 เป็นสวิตช์สำหรับควบคุมสัญญาณเข้าขาอินพุตของไอซี ให้มีสภาวะการทำงานเป็นลอจิก 1 เมื่อกดสวิตช์ ON และเป็นลอจิก 0 เมื่อไม่กดสวิตช์หรือสวิตช์ OFF ส่วนสัญญาณ

ทางด้านขาออกเอาต์พุตของไอซีทั้ง 7 เอาต์พุตนั้น ได้ต่อกับตัวแสดงผล LED จำนวน 7 ตัว ดังตัวอย่างในวงจรภาพที่ 2.17 กรณีเลือกใช้ไอซี เบอร์ 74LS48 จะเป็นการต่อใช้งานร่วมกับ LED จำนวน 7 ตัว แบบคอมมอนแคโถดร่วม กำหนดให้ขาออกเอาต์พุตของไอซี เบอร์ 74LS48 ต้องต่อเข้ากับขาแอโนดของตัวแสดงผล LED ทั้ง 7 ตัว มาต่อใช้งาน เพื่อไอซีทำหน้าที่ เป็นวงจรถอดรหัสเลขไบนารี่เปลี่ยนเป็นรหัสเลขฐานสิบ เมื่อป้อนสัญญาณอินพุตไบนารี่ 4 บิต ตามตารางที่ 2.3 โดยป้อนเข้าที่ละจังหวะให้กับขาอินพุตของไอซี เบอร์ 74LS48 ไอซีทำหน้าที่ ถอดรหัสเลขไบนารี่เพื่อเปลี่ยนเป็นเลขฐานสิบออกขาเอาต์พุตไปแสดงผลที่ตัว LED 1 - 7 ตามค่ารหัสเลขฐานสิบ ยกตัวอย่างเช่น กำหนดให้โยกสวิตช์ A , B และ C เป็นลกจิก 1 และโยกสวิตช์ D เป็นลกจิก 0 ป้อนเข้าขาอินพุตของไอซี เบอร์ 74LS48 ไอซีจะถอดรหัสเลขไบนารี่ออกขาเอาต์พุตเป็นลอจิก 1 ออกไปแสดงผลเป็นเลขฐานสิบ คือ เลข 7 หรือลอจิก 1ที่ออกจากเอาต์พุตของขาไอซีนี้ จ่ายเข้าไปยังขาแอโนดของตัว LED_1 , LED_2 และ LED_3 ติดสว่าง ส่วนตัว LED_4 , LED_5 , LED_6 และ LED_7 ดับ เป็นต้น แสดงดังในภาพที่ 2.17



ภาพที่ 2.17 วงจรใช้งานถอดรหัสด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS47/74LS48 ในวงจร

ตารางที่ 2.3 ตารางความจริงของรหัสเลขไบนารี่ (BCD – 8421 code) เป็นเลขฐานสิบ แสดงผลด้วย LED จำนวน 7 ตัว โดยใช้ไอซี เบอร์ 7448

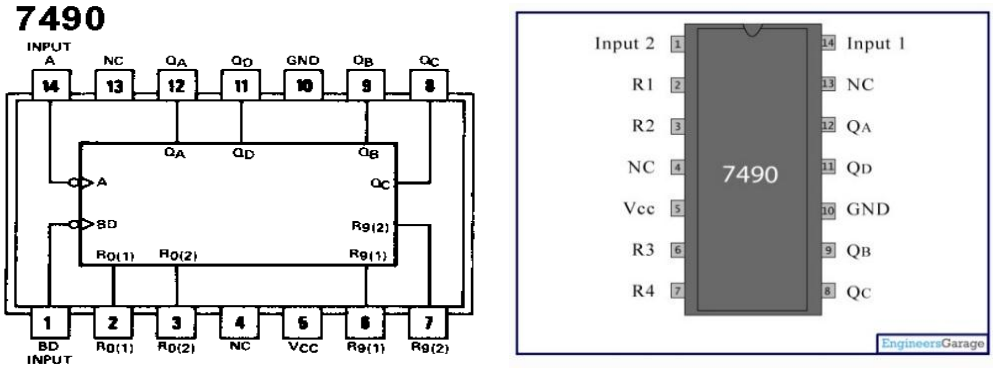
ไบนารี่ (BCD – 8421)				ฐานสิบ (Decimal Number)						
				a	b	c	d	e	f	g
D	C	B	A	LED_1	LED_2	LED_3	LED_4	LED_5	LED_6	LED_7
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ไบนารี่ (BCD – 8421)				ฐานสิบ (Decimal Number)						
				a	b	c	d	e	f	g
D	C	B	A	LED_1	LED_2	LED_3	LED_4	LED_5	LED_6	LED_7
0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1

6.3.2 ข้อมูลเกี่ยวกับไอซีดิจิตอล TTL เบอร์ 7490

วงจรขับและวงจรแสดงผลในวงจรนับ (Counter) ด้วยไอซีดิจิตอล TTL เบอร์ 7490 เป็นไอซีดิจิตอล ตระกูล TTL เบอร์ 74LS90 หรือเป็นไอซีตัวนับไบนารีที่ผ่านลำดับไบนารีและตัวนับไบนารีหรือวงจรนับ BCD ทำตามลำดับของเลขฐานสิบ และนับโดยใช้หมายเลข BCD ตั้งแต่ 0000 ถึง 1001 แล้วกลับไปที่ 0000 และทำซ้ำวงจรนับดังกล่าวต้องมีไอซี 74LS90 อย่างน้อยสี่ Flip Flops นอกจากนี้ยังได้เห็นว่าสัญญาณออก BCD สามารถแสดงได้โดยใช้หลอดไฟ LED จำนวน 4 ดวง หรือจอแสดงผลดิจิตอล แต่เพื่อแสดงตัวเลขแต่ละตัวตั้งแต่ 0 ถึง 9 จะต้องมีวงจรถอดรหัส ซึ่งแปลเลขฐานสองให้เป็นระดับตรรกะหรือเลขฐานสิบวงจรถอดรหัสจอแสดงผลสามารถสร้างได้จากองค์ประกอบตรรกะแบบผสมและมีวงจรรวมจำนวนมากในตลาด เพื่อใช้ทำหน้าที่นี้ เช่น BCD 74LS47 ตัวถอดรหัส/ตัวประมวลผล 7 Segment ดังนั้นด้วยการรวมตัวกันของ BCD จึงสามารถสร้างวงจรนับ BCD จำนวน 4 ตัว เพื่อให้สามารถแสดงผลได้สูงสุด 9999 ตัว ไอซีวงจรนับ 74LS90 เป็นวงจรนับที่มีความยืดหยุ่นสูง และสามารถใช้เป็นตัวแบ่งความถี่ หรือแบ่งเป็นจำนวนเต็มได้ตั้งแต่ 2 ถึง 9 โดยให้ป้อนเอาต์พุตที่เหมาะสมกลับไปยังรีเซ็ตและตั้งค่าอินพุตของไอซี การจัดขาของไอซี เบอร์ 74LS90 แสดงดังในภาพที่ 2.18



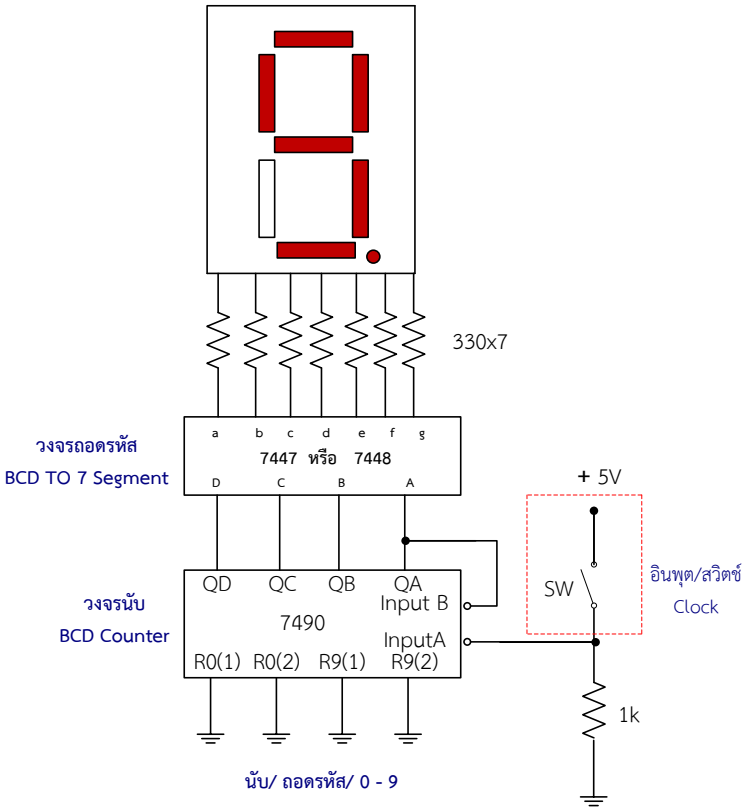
ก) บล็อกไดอะแกรมการจัดขา ข) เทียบเคียงรูปร่างจริงของไอซี

ภาพที่ 2.18 บล็อกไดอะแกรมการจัดขา และเทียบเคียงรูปร่างจริงของไอซีเบอร์ 7490

ที่มา : [Online], http://www.alessioviti.com/lcdprojects/datasheet/7490.gif และ https://www.engineersgarage.com/electronic-components/74ls90-ic-datasheet, [2558].

- ลักษณะการใช้งานไอซี 7490 คือ สามารถนับ 0 - 9 วนในโหมดตามธรรมชาติของไอซี ไอซีนับสัญญาณพัลส์เข้าและการส่งสัญญาณออกที่ได้รับเป็นเลขฐานสอง 4 บิตผ่านหมุด Q_A, Q_B, Q_C และ Q_D เอาต์พุตไบนารีถูกรีเซ็ตเป็น 0000 ที่สัญญาณทุกตัวที่ 10 และนับเริ่มจาก 0 อีกครั้ง เมื่อรีเซ็ตเอาต์พุตไปที่ 0000 ชิปสามารถนับจำนวนสูงสุดอื่น ๆ และกลับไปที่ 0 โดยการเปลี่ยนโหมดของ 7490 โหมดเหล่านี้ จะกำหนดโดยการเปลี่ยนการเชื่อมต่อของหมุดรีเซ็ต R_1 - R_4 ตัวอย่างเช่น ถ้าทั้ง R_1 และ R_2 มีค่าสูงหรือ R_3 & R_4 มีพื้นดินแล้วตัวไอซีจะรีเซ็ต Q_A, Q_B, Q_C และ Q_D เป็น 0 ถ้ารีเซ็ต R_3 & R_4 จะสูงแล้วนับต่อ Q_A, Q_B, Q_C และ Q_D ไป 1001 ในกรณีที่ต้องการนับเลขให้มีค่าสูงขึ้น หรือการนับเลข 2 หลัก เป็นต้นไป ก็สามารถสร้างขึ้นได้ โดยการเพิ่มการเชื่อมต่อตัวไอซี 7490 เพิ่มอีก 1 ชุด ของวงจรรวม ตัวอย่างเช่น ถ้านับเลข 2 หลัก ด้วยไอซี 7490 ให้ทำการเชื่อมต่อในลักษณะที่ให้ใช้อินพุตตัวที่ 2 ของไอซีตัวหนึ่งจะกลายเป็นเอาต์พุตของไอซีตัวที่สอง เมื่อได้รับสัญญาณในการนับครั้งที่สิบนับทุกครั้ง และจะรีเซ็ตที่นับทุกครั้ง ดังนั้นระบบนี้สามารถนับได้ตั้งแต่ 0 ถึง 99 และให้ผลลัพธ์ BCD ที่สอดคล้องกัน

ตัวอย่างที่ 1 จงออกแบบวงจรนับ 0 ถึง 9 หรือวงจรนับเลข 1 หลัก โดยใช้ไอซี เบอร์ 74LS90 แสดงดังในภาพที่ 2.19

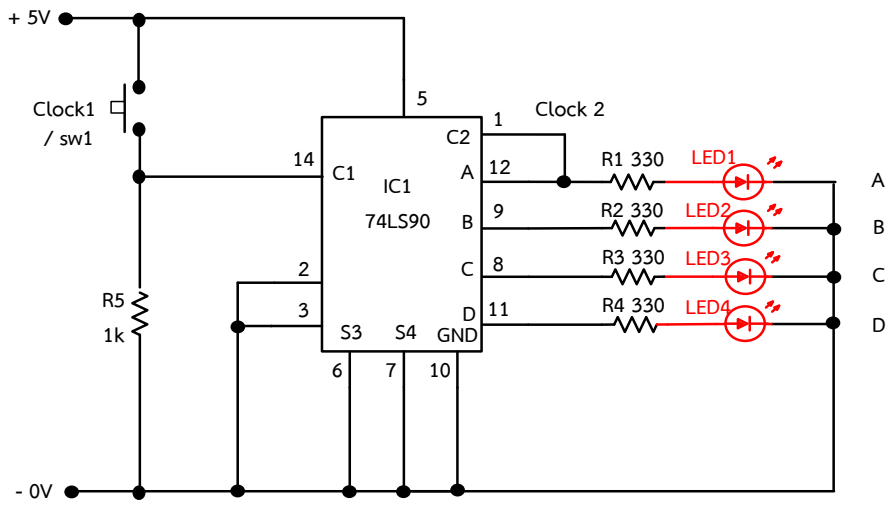


ภาพที่ 2.19 การใช้ไอซี เบอร์ 74LS90 เป็นวงจรนับเลขตั้งแต่ 0 - 9 ในหลักหน่วย หรือนับเลข 1 หลัก
ที่มา : [Online], https://www.electronics-tutorials.ws/counter/bcd-counter-circuit.html, [2558].

ลักษณะการทำงานของวงจรเป็นไอซีเคาน์เตอร์ง่าย ๆ คือ สามารถนับ 0 - 9 วนในโหมดตามธรรมชาติของไอซี ไอซีนับสัญญาณพัลส์เข้าและการส่งสัญญาณออกที่ได้รับเป็นเลขฐานสอง 4 บิตผ่านหมุด Q_A , Q_B , Q_C และ Q_D เอาต์พุตไบนารีถูกรีเซ็ตเป็น 0000 ที่ชีพจรทุกตัวที่ 10 และนับเริ่มจาก 0 อีกครั้ง

6.3.3 การต่อวงจรประยุกต์ใช้งานวงจรขับและวงจรแสดงผลในวงจรนับ (Counter) ด้วยไอซีดิจิตอล

ตัวอย่างที่ 2 การใช้งานวงจรขับและแสดงผลเป็นวงจรนับด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS90 ในวงจร สำหรับใช้ทดลองภาคปฏิบัติ แสดงดังในภาพที่ 2.20



ภาพที่ 2.20 การใช้งานวงจรขับและแสดงผลเป็นวงจรนับด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS90 ในวงจร

อธิบายหลักการทำงานของวงจร

เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้วงจรกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านเข้าที่ขา 5 ของไอซี เบอร์ 7490 โดยให้ขา 14 เป็นขาอินพุตที่ต้องรอสัญญาณนาฬิกาหรือสัญญาณพัลส์ป้อนเข้ามาให้ตัวไอซี การใช้งานเมื่อกดสวิตช์ปุ่มกด SW_1 สักพักแล้วปล่อย ก็จะเปรียบเสมือนเป็นการป้อนสัญญาณพัลส์หรือสัญญาณ Clock เข้าไปยังอินพุตขา 14 ของไอซี ส่งผลทำให้ไอซี 7490 ทำหน้าที่ นับสัญญาณลูกที่ 1 แล้วเปลี่ยนเป็นเลขไบนารี่ หรือ BCD ออกที่ขาเอาต์พุตของไอซี Q_A, Q_B, Q_C และ Q_D โดยเริ่มจากสัญญาณเป็น 0000 เมื่อมีการป้อนสัญญาณพัลส์เข้ามา 1 ลูก จะทำให้สัญญาณเลขไบนารี่ที่ออกจากไอซี 7490 เปลี่ยนเป็น 0001 เป็นลักษณะการนับใหม่ด้วยจำนวนพัลส์ MOD-10 ถ้าต้องการแสดงลำดับการนับโดยใช้การแสดงผล 7 segment เอาต์พุต BCD จะต้องได้รับการถอดรหัสอย่างเหมาะสมก่อนจึงจะสามารถแสดงการนับได้ ตัวนับ BCD เป็นตัวนับไบนารีที่นับตั้งแต่ 0000 ถึง 1001 จากนั้นจะรีเซ็ตเนื่องจากมีความสามารถในการล้างฟลิปฟล็อปทั้งหมดหลังจากการนับที่ 9 หากเราเชื่อมต่อสวิตช์ปุ่มกด (SW_1) กับอินพุตนาฬิกา Clock ทุกครั้งที่ปล่อยสวิตช์ปุ่มกดตัวนับจะนับทีละหนึ่ง ถ้าเราเชื่อมต่อไดโอดเปล่งแสง (LED_{1-4}) เข้ากับขั้วเอาต์พุตของไอซี Q_A, Q_B, Q_C และ Q_D ผลการทำงานก็จะทำให้ LED_{1-4} แต่ละตัวทำงานติดสว่างได้ตามตารางที่ 2.4

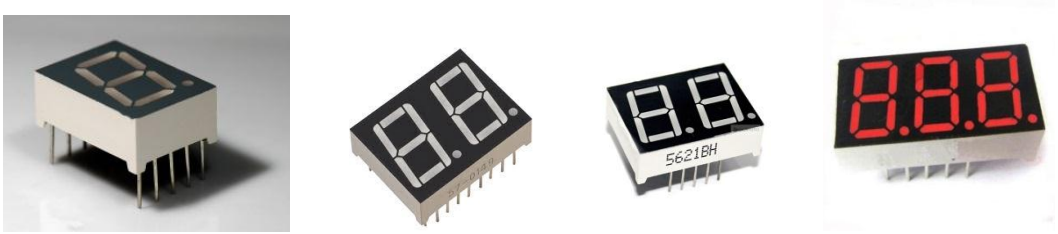
ตารางที่ 2.4 การแสดงผลวงจรนับเลขไบนารี่ด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS90

สภาวะการกดหรือโยกสวิตช์ (ป้อนสัญญาณ Clock)	**เอาต์พุตแสดงผลเลขไบนารี่**			
	Q_A	Q_B	Q_C	Q_D
(เริ่มต้น) 0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	0	0	0	0

6.3.4 ข้อมูลเกี่ยวกับ LED 7 Segment

- วงจรแสดงผล (Display) ด้วย LED 7 Segment

การแสดงผลในระบบการทำงานดิจิตอล มีไว้สำหรับเป็นตัวแสดงผลการทำงานเอาต์พุต ส่วนใหญ่จะแสดงผลเป็นไดโอดเปล่งแสง (LED) หรือใช้ตัวแสดงผลเป็นแบบไดโอดเปล่งแสงเจ็ดส่วน (LED 7 Segment) ซึ่งสามารถแสดงผลเป็นตัวเลขได้ตั้งแต่เลข 0 – 9 รูปร่างภายนอกของไดโอดเปล่งแสงเจ็ดส่วน (LED 7 Segment) แสดงดังภาพที่ 2.21

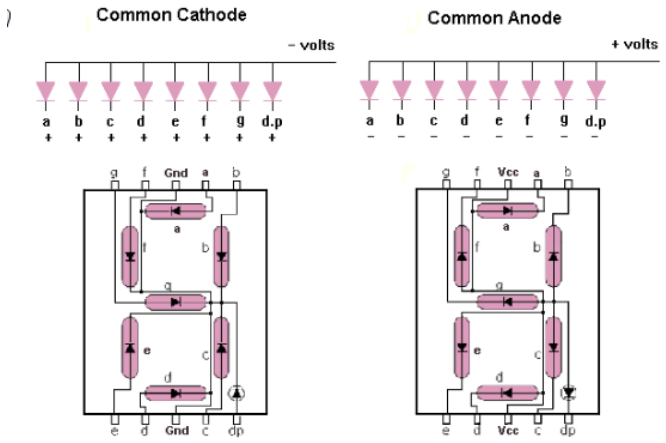


ภาพที่ 2.21 แสดงรูปร่างภายนอกของตัวแสดงผลแบบไดโอดเปล่งแสงแบบเจ็ดส่วน (LED 7 Segment)
ที่มา : [Online], https://en.wikipedia.org/wiki/Seven-segment_display
https://www.lelong.com.my/3-digit-7-segment-display-common-anode-0-36-inch-red-stelectronics-173264704-2019-01-Sale-P.htm, [2558].

ตัวแสดงผลแบบไดโอดเปล่งแสงแบบเจ็ด (LED 7 Segment) สามารถแบ่งการนำไปต่อใช้งานออกเป็น 2 ประเภท คือ

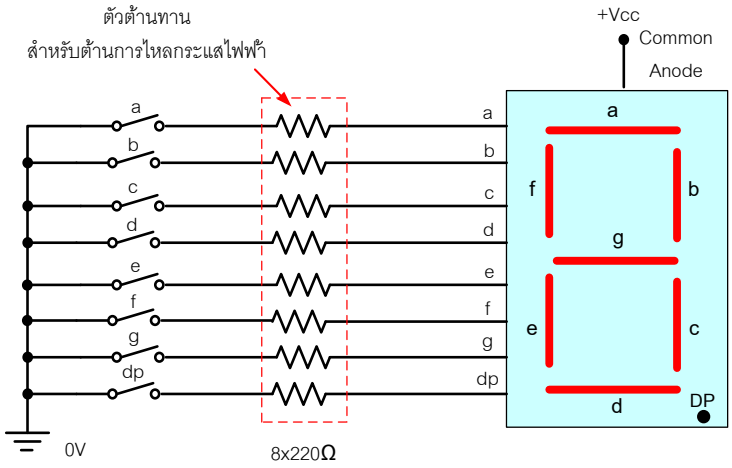
1) แบบแคโถดร่วม (Common Cathode)
2) แบบแอโนดร่วม (Common Anode)

ซึ่งมีโครงสร้างภายใน แสดงดังภาพที่ 2.22



ก) แบบแคโถดร่วม ข) แบบแอโนดร่วม

ภาพที่ 2.22 โครงสร้างภายในของไดโอดเปล่งแสงแบบเจ็ดส่วน (LED 7 Segment)
ที่มา : [Online], http://www.micro-digital.net/8051-to-7-segment-display-interfacing/, [2558].



ภาพที่ 2.23 ลักษณะการต่อใช้งานให้กับขาอินพุตของ 7 Segment ชนิดแอโนดร่วม (Common Anode)

ลักษณะการทำงานของวงจร ส่วนต่างๆ ของหน้าจอของ 7 Segment ชนิดแอโนดร่วมนี้จะสว่างโดยใช้สวิตช์ ถ้าสวิตช์ปิดกระแสจะไหลผ่าน “เป็นบวก หรือ 1” เข้าขาแอโนดของ LED จะมีตัวต้านทานคอยจำกัดกระแสเชื่อมต่อกับขาแอโนดไหลผ่านไดโอดไปยังสวิตช์ตัวที่ปิดจึงทำให้กระแสไหลผ่านตัวไดโอดไปยังที่ปิดสวิตช์จนครบวงจร

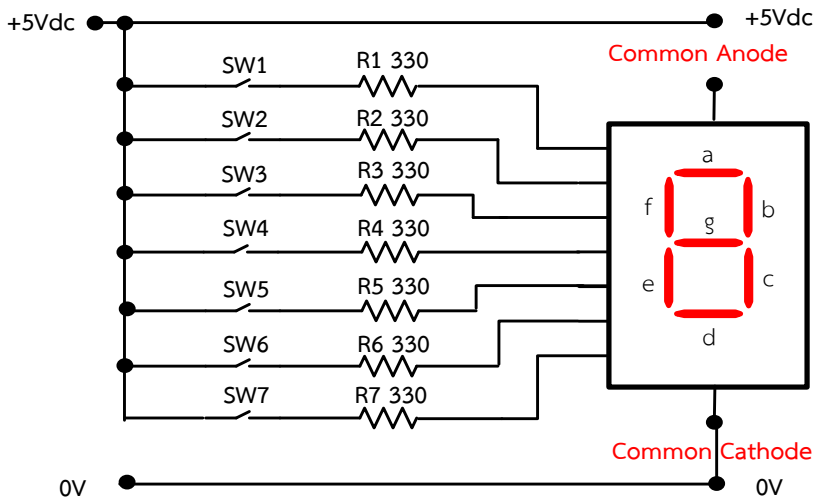
- **คุณสมบัติของ 7 Segment**

1) แสดงตัวเลขสูงขนาดมาตรฐาน 0.56 นิ้ว (14.22 มม.)
2) อ่านง่ายด้วยไฟ LED สีเหลืองอ่อนบนพื้นหลังสีเข้ม
3) จุดทศนิยม – ขวากับกลุ่มอื่นเพื่อแสดงค่าสกุลเงิน หรือจุดลอยตัว
4) การกำหนดค่าแคโทดธรรมดา
5) Breadboard - Friendly 0.1" พินเว้นวรรค
6) แรงดันไฟฟ้าไปข้างหน้าหรือไบแอสตรง 2 V
7) กระแสไฟฟ้าสูงสุด 20 mA ต่อเนื่อง / 60 mA ต่อเซ็กเมนต์
8) ช่วงอุณหภูมิทำงาน : - 4 ถึง + 185 ° F (- 20 ถึง + 85 ° C)

หมายเหตุ : สี LED และรูปแบบ / สีของเคสอาจแตกต่างกันไป เอกสารข้อมูลที่ระบุด้านล่างเป็นตัวแทนของ แต่ไม่จำเป็นต้องเหมือนกับส่วนที่จัดหามาในปัจจุบัน

6.3.5 การต่อประยุกต์ใช้งานวงจรแสดงผลด้วย 7 segment ในวงจร

ตัวอย่าง วงจรใช้งานตัวแสดงผลด้วย 7 segment ในวงจร สำหรับใช้ทดลองภาคปฏิบัติ แสดงดังในภาพที่ 2.24



ภาพที่ 2.24 วงจรใช้งานตัวแสดงผลด้วย 7 segment ในวงจร

อธิบายหลักการทำงานของวงจร

เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้วงจรกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านเข้ารอที่สวิตช์ SW_1-SW_7 เมื่อทำการกดหรือโยกสวิตช์ให้อยู่ในสภาวะลอจิก 1 หรือ ON จะมีกระแสจะไหลผ่านสวิตช์ และไหลผ่านตัวต้านทาน R_1 - R_7 ไปเข้าขาอินพุตของตัว 7 Segment ซึ่งในภาพวงจรที่ 7.4 เลือกใช้ 7 Segment แบบแคโถดร่วม หรือ แบบ Common Cathode ทำหน้าที่ แสดงผลเป็นตัวเลขฐานสิบ หรือเลข 0 – 9 ได้ ตามการกดเลือกสวิตช์ให้อยู่ในสภาวะลอจิก 1 หรือ ON ยกตัวอย่างเช่น เมื่อกดหรือโยกสวิตช์ SW_1 – SW_6 และ SW_7 ไม่กดหรือให้อยู่ในสภาวะลอจิก 0 หรือ OFF ก็จะทำให้มีกระแสไหลผ่านสวิตช์ และไหลผ่านตัวต้านทาน R_1

– R_6 ไปเข้าขาอินพุตของตัว 7 Segment ทำให้ตัว LED a , b , c , d , e และ f ติดสว่าง และแสดงผลเป็นตัวเลขฐานสิบ คือเลข 0

6.4 ไอซีเร็กกูเลเตอร์

ไอซีเร็กกูเลเตอร์ (Regulator) หรือไอซีรักษาแรงดัน หรือไอซีแรงดันอ้างอิง ทำหน้าที่ ควบคุมแรงดัน หรือรักษาระดับแรงดันที่ป้อนออกเอาต์พุตให้มีระดับแรงดันคงที่ตลอดเวลา ตามค่าระดับแรงดันที่กำหนดไว้ภายใน

6.4.1 ข้อมูลเกี่ยวกับไอซีเร็กกูเลเตอร์หรือไอซีรักษาแรงดันแบบค่าคงที่ด้วยไอซี เบอร์ 78XX

ไอซีเร็กกูเลเตอร์แบบค่าคงที่ ที่ใช้งานในปัจจุบันมีหลายลักษณะรูปร่างขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิตแตกต่างกันจะใช้รหัสเบอร์แตกต่างกัน เช่น 7805, 7806, 7809 และ 7812 เป็นต้น สัญลักษณ์ และรูปร่างเทียบเคียงจริงของไอซีเร็กกูเลเตอร์ หรือไอซีรักษาแรงดันแบบค่าคงที่ แสดงดังในภาพที่ 2.25

ข้อสังเกตวิธีการดู ไอซีเร็กกูเลเตอร์ หรือไอซีรักษาแรงดันแบบค่าคงที่ เบอร์ 78XX คือ

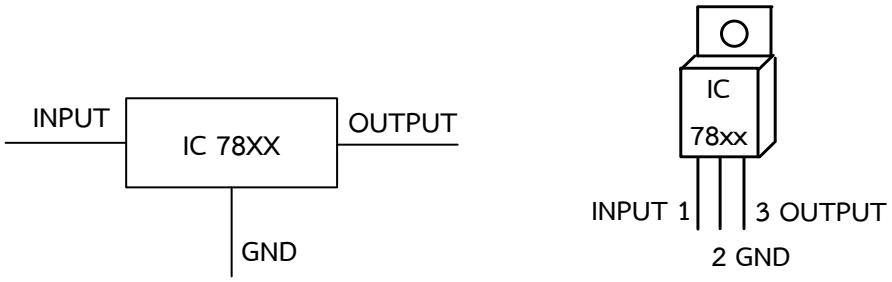
กรณี ไอซีเบอร์ 78XX สังเกต 78 หมายถึง มีแรงดันไฟฟ้าออกเอาต์พุตเป็น บวก

ส่วน XX หมายถึง การรักษาระดับแรงดันคงที่เท่าไร

เช่น ไอซีเบอร์ 7809 = แรงดันออกเอาต์พุตคงที่ + 9 V

ไอซีเบอร์ 7815 = แรงดันออกเอาต์พุตคงที่ + 15 V เป็นต้น

- สัญลักษณ์ของไอซีเร็กกูเลเตอร์ หรือไอซีรักษาแรงดัน



ก) สัญลักษณ์ไอซี 78XX ข) รูปร่างเทียบเคียงของจริง

ภาพที่ 2.25 สัญลักษณ์และรูปร่างจริงของไอซีเร็กกูเลเตอร์

จากรูปที่ 2.25 เป็นสัญลักษณ์ของไอซีเร็กกูเลเตอร์ หรือไอซีรักษาแรงดันแบบค่าคงที่ ไอซี 78XX มีขาต่อใช้งาน 3 ขา ประกอบด้วยขา อินพุต (INPUT) กราวด์ (GND) และเอาต์พุต (OUTPUT)

- **หน้าที่ของไอซีเร็กกูเลเตอร์หรือไอซีรักษาแรงดันในวงจร**

ไอซีเร็กกูเลเตอร์ ทำหน้าที่ รักษาแรงดันไฟตรงแบบคงที่ หรือรักษาแรงดันที่เอาต์พุตของแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้คงที่ไม่ว่าโหลดจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร แรงดันที่ออกเอาต์พุตจะรักษาระดับแรงดันออกเอาต์พุตคงที่เท่ากับค่าแรงดันภายในวงจรกำหนดเสมอ

- **คุณสมบัติการทำงานทางไฟฟ้าของไอซีเร็กกูเลเตอร์แบบค่าคงที่**

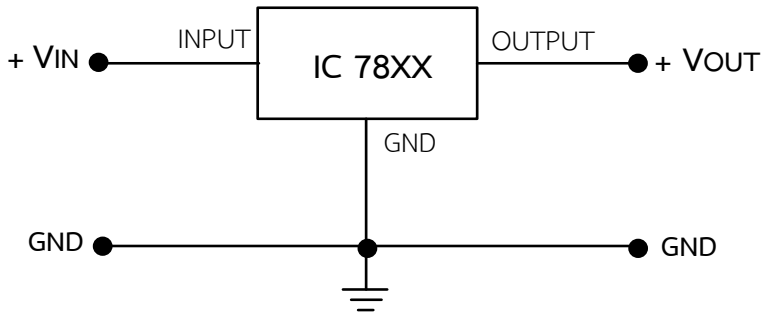
ไอซีเร็กกูเลเตอร์ หรือไอซีรักษาแรงดัน 78XX มีขานำไปต่อใช้งาน 3 ขา โดยมีตำแหน่งขาไปต่อใช้งานของไอซี 78XX จะกำหนดไว้ใช้งานตามรายละเอียดแสดงดังข้อมูลเกี่ยวกับไอซี เบอร์ 78 XX โดยทั่วไปมีดังนี้

1) แรงดันเอาต์พุต (Output) ให้แรงดันตามสเป็คแต่ละเบอร์ค่าความผิดพลาดไม่เกิน +0.3 V
2) เอาต์พุตรีซีสเตอร์มีค่าประมาณ 30 MΩ
3) เสถียรภาพ 1.75 mV / V
4) จ่ายกระแสได้ 2 A
5) มีวงจรป้องกันลัดวงจรของโหลด
6) จ่ายแรงดันไฟบวกได้ตามค่ากำหนดไว้ภายในตามที่ XX กรณีเป็นไอซี 78XX จะจ่ายแรงดันไฟบวกได้ เช่น 7809 เป็นไอซีที่จ่ายแรงดันไฟบวกคงที่ได้ตามค่าที่ XX กำหนดไว้ คือ รักษาแรงดันไฟบวกได้คงที่ 9 V เป็นต้น

6.4.2 การต่อวงจรประยุกต์ใช้งานไอซีเร็กกูเลเตอร์ในวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง

- **การนำไอซีเร็กกูเลเตอร์ไปต่อใช้งาน**

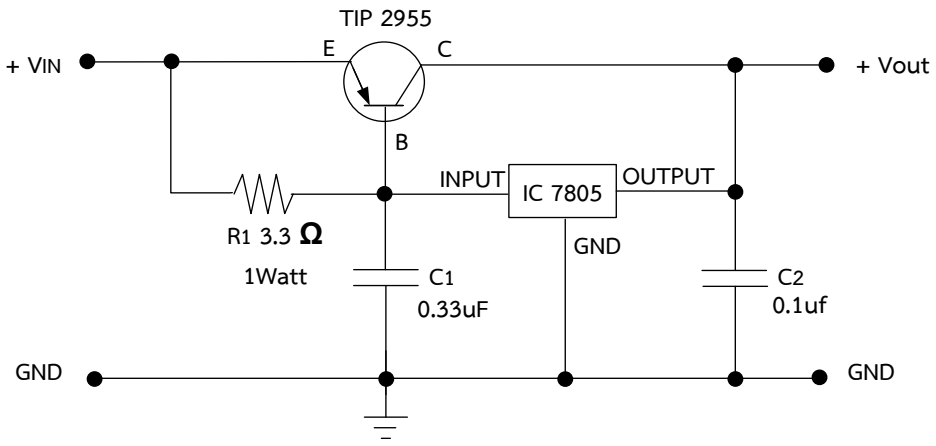
ส่วนใหญ่เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าค่าใดค่าหนึ่งเข้าที่ขาอินพุตของไอซี แต่แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้นี้จะต้องมีค่ามากกว่าค่าวงจรควบคุมแรงดันภายในของไอซีอย่างน้อยต้อง 1 – 3 V ของค่าที่กำหนดภายในมากับตัวไอซี เมื่อนำไปใช้งานมักจะนำไปใช้อยู่ในวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงคงที่ ลักษณะการนำไอซี 78XX ไปต่อใช้งานเบื้องต้นในวงจร แสดงดังในภาพที่ 2.26



ภาพที่ 2.26 รูปแบบวิธีการนำไอซี 78XX และ 79XX ไปต่อใช้งานเบื้องต้น

- **การนำทรานซิสเตอร์ต่อเพิ่มในวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงด้วยไอซีเร็กกูเลเตอร์**

ลักษณะการนำทรานซิสเตอร์ต่อเพิ่มในวงจร เพื่อช่วยทำหน้าที่ เพิ่มกระแสไฟฟ้าหรือขยายกระแสออกเอาต์พุตไปใช้งานให้กับโหลดมีเพิ่มขึ้น โดยมีวิธีการต่อใช้งาน แสดงดังในภาพที่ 2.27

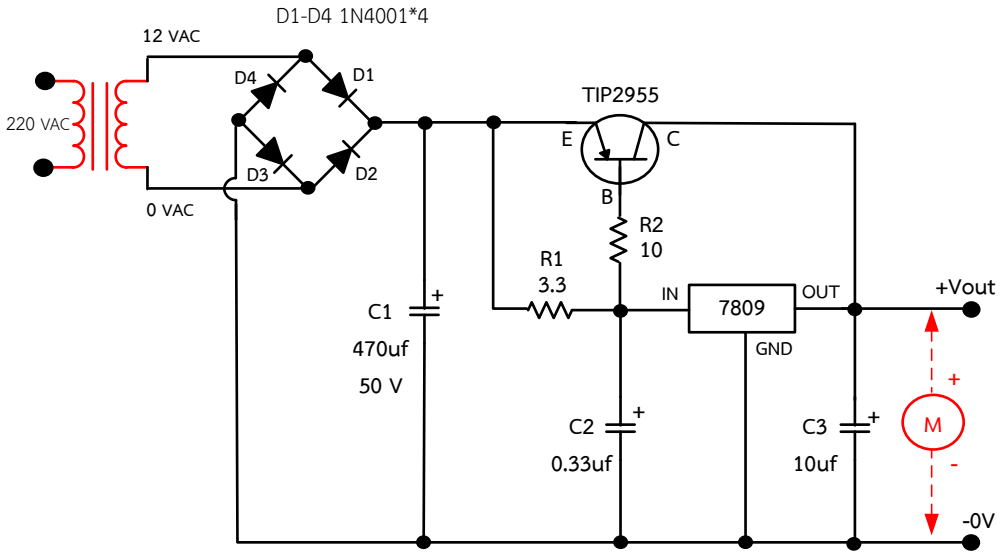


ภาพที่ 2.27 วิธีการต่อใช้งานตัวทรานซิสเตอร์มาต่อเพิ่มเพื่อช่วยขยายกระแสให้กับโหลดเพิ่มขึ้น

ลักษณะการทำงานของวงจร เป็นตัวอย่างการเลือกใช้ไอซีเบอร์ 78XX เป็นไอซีเบอร์ 7805 การต่อใช้งานไอซีเร็กกูเลเตอร์แบบค่าคงที่ไฟบวก ไอซีเบอร์ 7805 จะต้องนำมาต่ออนุกรมกับวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง หรือวงจรจ่ายแรงดันไฟฟ้า สามารถควบคุมและรักษาระดับแรงดันได้ดีคงที่ไฟบวก 5 V โดยปกติไอซีเบอร์ 7805 จ่ายกระแสสูงสุดได้ไม่เกิน 1A แต่สามารถเพิ่มกระแสให้สูงขึ้นได้โดยใช้ทรานซิสเตอร์ PNP 2955 โดยการนำตัวทรานซิสเตอร์มาต่อใช้งานเพิ่มในวงจรดังภาพที่ 2.27 เพื่อช่วยขยายกระแสให้กับไอซีแล้วทำให้มีกระแสจ่ายไปใช้งานที่โหลดเพิ่มขึ้น และมีเสถียรภาพกับอุณหภูมิได้ดี

6.4.3 การต่อใช้งานไอซีเร็กกูเลเตอร์ หรือไอซีรักษาแรงดันแบบค่าคงที่ (ไอซี 78XX)

ตัวอย่าง วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงคงที่ด้วยไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ 78XX และการต่อเพิ่มทรานซิสเตอร์เพื่อขยายกระแสให้กับโหลด สำหรับใช้ทดลองภาคปฏิบัติ แสดงดังในภาพที่ 2.28



ภาพที่ 2.28 วงจรรักษาระดับแรงดันแบบค่าคงที่ไฟบวกด้วยไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ 78XX และเพิ่มทรานซิสเตอร์เพื่อขยายกระแสให้กับโหลด

อธิบายหลักการทำงานของวงจร

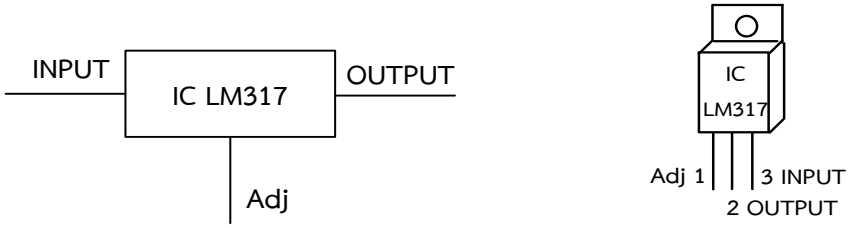
ไอซีเร็กกูเลเตอร์ตระกูล MC7809 ทำหน้าที่ เป็นอุปกรณ์รักษาแรงดันแบบคงที่ไฟบวก โดยมีค่ารักษาแรงดันออกเอาต์พุตไฟบวกคงที่ ขนาด + 9 V การทำงานของวงจร คือ เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V_{AC} เข้าขดลวดขาเข้าของหม้อแปลงไฟฟ้า ทำให้หม้อแปลงไฟฟ้าลดแรงดันไฟฟ้าออกที่ขดลวดขาออกของหม้อแปลงไฟฟ้า 12 V_{AC} จ่ายแรงดันเข้าไปยังวงจรไดโอดบริดจ์เร็กติไฟเออร์ ซึ่งไดโอดบริดจ์ จะคอยทำหน้าที่ เรียงกระแสไฟฟ้าแบบเต็มคลื่นไฟบวกหรือทำหน้าที่ แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเปลี่ยนเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงไฟบวก ส่งไปยังตัวเก็บประจุ C_1 เพื่อทำหน้าที่เก็บประจุไฟฟ้าเพื่อกรองแรงดันหรือกรองกระแสไฟตรงให้เรียบยิ่งขึ้น ก็จะคายประจุไฟฟ้าที่เรียบขึ้นนี้จ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังขา C ของทรานซิสเตอร์ เบอร์ 2955 และกระแสอีกส่วนหนึ่งไปจ่ายไปยังตัวต้านทาน R_1 เพื่อจ่ายกระแสเข้าไปยังขาอินพุตของไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ 7809 และกระแสไฟฟ้าอีกส่วนแบ่งจ่ายไปยังขา B ของทรานซิสเตอร์ เพื่อให้ทรานซิสเตอร์ช่วย ทำหน้าที่ ขยายกระแสไปเพิ่มร่วมกับกระแสไฟฟ้าที่จะออกจากขาเอาต์พุตของไอซีเร็กกูเลเตอร์ ส่งผลทำให้มีกระแสไฟฟ้าจ่ายออกไปใช้งานให้กับโหลดมีเพิ่มมากขึ้น ในวงจรใช้โหลดเป็นมอเตอร์ไฟตรง

6.4.4 ข้อมูลเกี่ยวกับไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ LM317

ไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ LM317 เป็นไอซีรักษาแรงดันแบบปรับค่าได้ จะแตกต่างจากไอซีเร็กกูเลเตอร์แบบค่าคงที่ตรงขากลางของไอซีจะไม่เหมือนกัน คือ ขา 2 ของไอซีเร็กกูเลเตอร์แบบค่าคงที่ขากลางจะเป็นขากราวด์ (GND) แต่สำหรับไอซีเร็กกูเลเตอร์แบบปรับค่าได้ ขากลางของสัญลักษณ์ไอซีที่ขา 2 จะเป็นขามีไว้สำหรับปรับค่าได้ (ADJUSTABLE หรือ Adj) การใช้งานไอซีเร็กกูเลเตอร์ต้องนำตัวต้านทาน R_1 และ R_2 มาต่ออนุกรมกับขาเอาต์พุตเป็นวงจรแบ่งแรงดันก่อนต่อลงกราวด์ของไอซีที่มีไว้สำหรับเป็นวงจรป้อนกลับ หรือมีการควบคุมแรงดันที่ได้จากการตกคร่อมที่ตัว R_2 เทียบกราวด์ ป้อนกลับแรงดันไปยังขา 2 ของไอซีอีกรอบหนึ่งก่อนออกเอาต์พุตไปใช้งานได้

และไอซีเบอร์ LM 317 เป็นไอซีเร็กกูเลเตอร์แบบปรับค่าได้ที่นิยมนำมาใช้งาน เพราะเป็นไอซีรักษาแรงดันตามที่กำหนด หรือตามที่ต้องการได้ ซึ่งจะสามารถจ่ายแรงดันออกเอาต์พุตใช้งานได้ตั้งแต่ 1.25 – 37 V จึงเหมาะที่จะนำมาสร้างเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้หรือวงจรพาวเวอร์ซัพพลาย โดยการใช้งานของไอซี เบอร์ LM317 นี้ จะมีกระแสไม่เกิน 1.5 A สัญลักษณ์ รูปร่างเทียบเคียงของจริง และการสังเกตขาไอซีของ**ไอซีเร็กกูเลเตอร์** แสดงดังในภาพที่ 2.29

ข้อสังเกตวิธีการดู ไอซีเร็กกูเลเตอร์ หรือไอซีรักษาแรงดันแบบปรับค่าได้ เบอร์ LM31 คือ



ก) สัญลักษณ์ไอซี LM 317 ข) รูปร่างเทียบเคียงของจริง

ภาพที่ 2.29 สัญลักษณ์และรูปร่างเทียบเคียงจริงของไอซีเร็กกูเลเตอร์แบบปรับค่าได้ เบอร์ LM 317

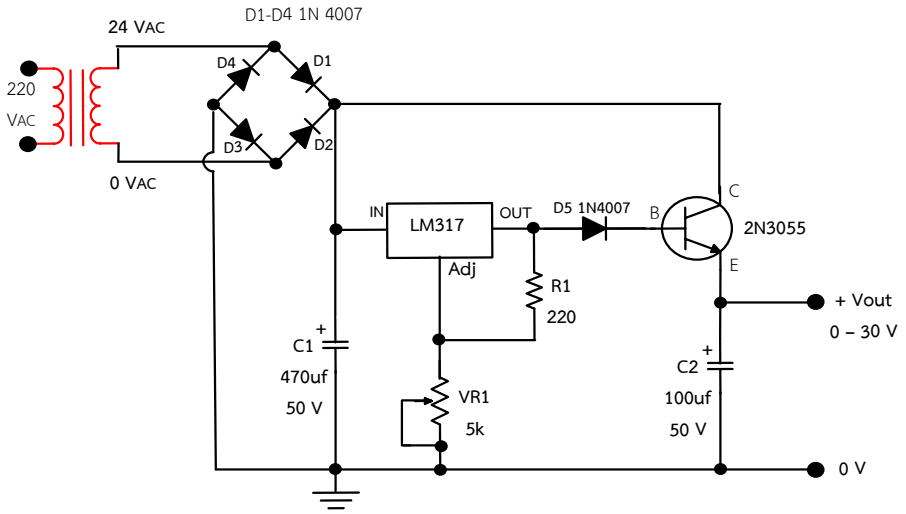
เช่น ไอซีเบอร์ LM317 หมายถึง ที่สามารถควบคุม หรือรักษาแรงดันออกเอาต์พุต ใช้งานได้ตั้งแต่ 1.25 – 37 V ไฟบวก และมีกระแสไม่เกิน 1.5 A

- หน้าที่ของไอซีเร็กกูเลเตอร์ หรือไอซีรักษาแรงดันแบบปรับค่าได้ในวงจร

ไอซีเร็กกูเลเตอร์ หรือไอซีรักษาแรงดัน ทำหน้าที่ รักษาแรงดันที่ออกทางเอาต์พุตของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้รักษาระดับแรงดันให้ปรับค่าได้ ตั้งแต่ 1.25 - 37 V นิยมใช้ไอซี เบอร์ LM317

6.4.5 วงจรการต่อใช้งานไอซีเร็กกูเลเตอร์ หรือไอซีรักษาแรงดันแบบปรับค่าได้

ตัวอย่าง การต่อใช้งานวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบปรับค่าได้ 0 - 30 V ด้วยไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ LM317 สำหรับใช้ทดลองปฏิบัติ แสดงดังในภาพที่ 2.30



ภาพที่ 2.30 การต่อใช้งานวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบปรับค่าได้ 0 - 30 V ด้วยไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ LM317

อธิบายหลักการทำงานของวงจร

วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบปรับค่าได้ 0 - 30 V ทนกระแสสูงสุดได้ 3 แอมป์ นี้ เป็นวงจรแหล่งจ่ายไฟที่ออกแบบง่าย วงจรดูแล้วไม่ยุ่งยาก เริ่มจากจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เข้าหม้อแปลงไฟฟ้าเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับ (AC : Alternating Current) ค่าสูงทำการแปลงค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้ลดต่ำลงเป็น 24 V แล้วส่งไปยังวงจรเรียงกระแส (Rectifier) แบบบริดจ์ด้วยไดโอด 4 ตัว ทำการแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเปลี่ยนให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC : Direct Current) และผ่านเข้าวงจรกรองกระแสหรือ Filter ด้วยตัวคาปาซิเตอร์ชนิดอิเล็กทรอไลน์ C_1 เพื่อกรองสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงให้เรียบยิ่งขึ้น ซึ่งจะมีผลทำให้ระดับแรงดันเพิ่มขึ้นอีก 1.414 เท่า เนื่องจากเป็นต่อวงจรเรียงกระแสแบบฟูลเวฟ (Full wave rectifier) จะได้ค่าแรงดันประมาณ 24×1.414 = 33.9 V แล้วตัวเก็บประจุก็จะคายประจุไฟฟ้าจ่ายเข้าไปยังตัวไอซีรักษาระดับแรงดัน เบอร์ 317 มีแรงดันออกขาเอาต์พุต แล้วมีการป้อนกลับผ่านด้วยตัวต้านทาน R_1 ค่า 220 Ω ไปยัง VR_1 ค่า 5 kΩ ทำหน้าที่เป็นวงจรแบ่งแรงดัน แล้วนำแรงดันที่ตกคร่อมได้จาก VR_1 ป้อนกลับเข้าไปยังขา Adj ของไอซี เพื่อเป็นตัวกำหนดระดับแรงดันออกจากขาเอาต์พุตของไอซีออกใช้งานมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าแรงดันที่ตกคร่อมตัว VR_1 และมีกระแสไฟฟ้าไหล

ออกเอาต์พุตมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าแรงดันเอาต์พุตที่ออก ยกตัวอย่างเช่น มีค่าแรงดันออกเอาต์พุตมาก ก็จะส่งผลให้มีกระแสไหลออกเอาต์พุตออกไปใช้งานมากตาม โดยการหาค่าแรงดันเอาต์พุตสามารถหาได้จากสูตร $Vo = 1.25\ V\ (1 + VR_1/ R_1) + (Iadj \times R_2)$ จากการคายประจุของตัวเก็บประจุ C_1 จะมีกระแสอีกส่วนหนึ่งไหลไปยังขา C ของทรานซิสเตอร์กำลัง เบอร์ 2N3055 ในข้อมูล Data Sheet ระบุค่ากระแส I_C ไว้ที่ 15 A จึงทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานได้ดี เพราะกระแสเอาต์พุตที่ 3A การไบอัสทรานซิสเตอร์ที่ขา C ต่อเข้ากับไฟกระแสตรงที่ขาอินพุตของไอซี และขา B ต่อเข้ากับขาเอาต์พุตของไอซี LM317 ซึ่งเป็นตัวไบอัสแรงดัน V_{BE} ให้กับทรานซิสเตอร์ แรงดันไบอัสที่เปลี่ยนไปส่งผลทำให้ค่าแรงดันเอาต์พุตที่ขา E ของทรานซิสเตอร์เปลี่ยนไปด้วย ส่วนกระแสก็ขึ้นอยู่กับการกินกระแสของโหลดที่นำมาต่อใช้งาน ส่วนไดโอด D_5 จะเป็นตัวเสริมในการปรับแต่งแรงดันเอาต์พุต ซึ่งปกติเอาต์พุตของไอซี LM317 จะมีค่าแรงดันต่ำสุด 1.25 V และเมื่อนำไดโอด D_5 มาต่อเพิ่มจะทำให้แรงดันออกเอาต์พุตใช้งานจริงจะมีค่าลดลง เนื่องจากมีแรงดันไปตกคร่อมที่ D_5 อยู่ประมาณ 0.7 V และยังผ่านไปตกคร่อมที่ขา B กับ E อีกประมาณ 0.7 V จึงทำให้มีแรงดันออกใช้งานต่ำสุดประมาณ 0 V ส่วน C_2 ค่า 100 μF จะคอยทำหน้าที่เป็นตัวกรองกระแส (Filter) ทำให้ได้กระแสไฟตรงที่ได้เรียบมากขึ้น ในการปรับแต่งค่าแรงดันสามารถทำได้โดยการปรับหมุนค่าความต้านทาน VR_1 ก็จะส่งผลให้สามารถปรับได้ค่าแรงดันเอาต์พุตออกไปใช้งานได้ประมาณ 0 - 30 V

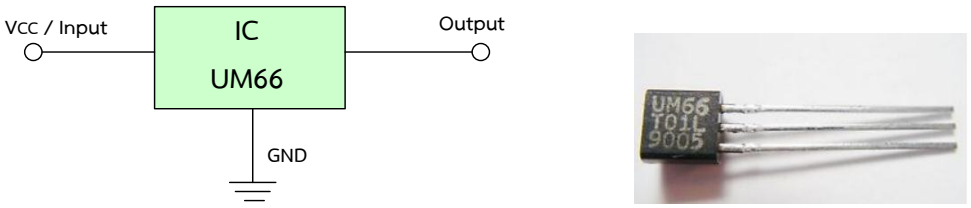
6.5 ไอซีกำเนิดสัญญาณเสียง

ไอซีกำเนิดสัญญาณเสียงดนตรี หรือเรียกว่า “ไอซีเมโลดี้” ที่นิยมนำมาต่อใช้งานและศึกษาเรียนรู้สำหรับในหน่ายการเรียนนี้คือไอซีกำเนิดสัญญาณเสียงดนตรีไอซีเบอร์ UM66 และไอซีกำเนิดเสียงดนตรีเบอร์ 3561 เพราะเป็นไอซีที่ใช้งานง่ายไม่ซับซ้อนยุ่งยาก

6.5.1 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับไอซีกำเนิดสัญญาณเสียงด้วยไอซีเบอร์ UM66

- **สัญลักษณ์ และรูปร่างตัวจริงของไอซีกำเนิดสัญญาณเสียง**

สัญลักษณ์และรูปร่างของจริงตัวไอซี เบอร์ UM66 แสดงดังภาพที่ 2.31 (ก) และ (ข)



ก) สัญลักษณ์ของไอซี เบอร์ UM66 ข) รูปร่างของจริงตัวไอซี เบอร์ UM66

ภาพที่ 2.31 สัญลักษณ์และรูปร่างของจริงตัวไอซี เบอร์ UM66

ที่มา : [Online], https://www.engineersgarage.com/electronic-components/um66-ic, https://www.ebay.co.uk/itm/Sound-Melody-IC-um66t-19s-For-Elise-BO33-/401544531867, [2558].

จากภาพที่ 2.31 ไอซีเบอร์ UM66 เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีขาใช้งาน 3 ขาประกอบด้วย ขาอินพุต หรือขาแหล่งจ่ายไฟตรงหรือ V_{CC} , ขากราวด์หรือ GND และขาเอาต์พุตหรือ Output

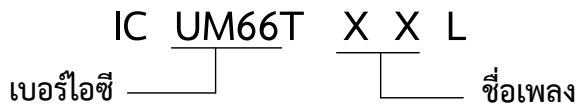
- หน้าที่ของไอซีกำเนิดสัญญาณเสียงดนตรี

ไอซี เบอร์ UM66 เป็นไอซีกำเนิดสัญญาณเสียงดนตรี นิยมใช้ทำหน้าที่ กำเนิดสัญญาณเสียงดนตรี หรือกำเนิดสัญญาไฟฟ้า สำหรับใช้ในการโทรหากระดิ่งโทรศัพท์ ของเล่นเด็ก กระดิ่งในบ้านระบบรักษาความปลอดภัยภายในบ้าน และไว้เป็นสัญญาณเสียงป้องกันขโมย ฯลฯ

6.5.2 คุณสมบัติพื้นฐานทางไฟฟ้าและตำแหน่งขาของไอซีกำเนิดสัญญาณเสียงดนตรีด้วยไอซี เบอร์ UM66

เป็นไอซีแบบ 3 ขา คือ ขาอินพุตหรือ V_{CC} , ขากราวด์หรือ GND และเอาต์พุตหรือ Output มีลักษณะรูปร่างเหมือนตัวทรานซิสเตอร์ การนำไปใช้งาน คือ เมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้าที่สามารถจ่ายให้กับไอซีอยู่ในช่วง 1.5 V - 4.5 V เหล่านี้เป็นไอซีประเภท CMOS และมีการใช้พลังงานเพียงเล็กน้อย เครื่องกำเนิดไฟฟ้า Melody หรือกำเนิดสัญญาณเสียงดนตรี จะรีเซ็ตเมื่อเปิดเครื่องและทำนองจะเริ่มต้นจากบันทึกแรก

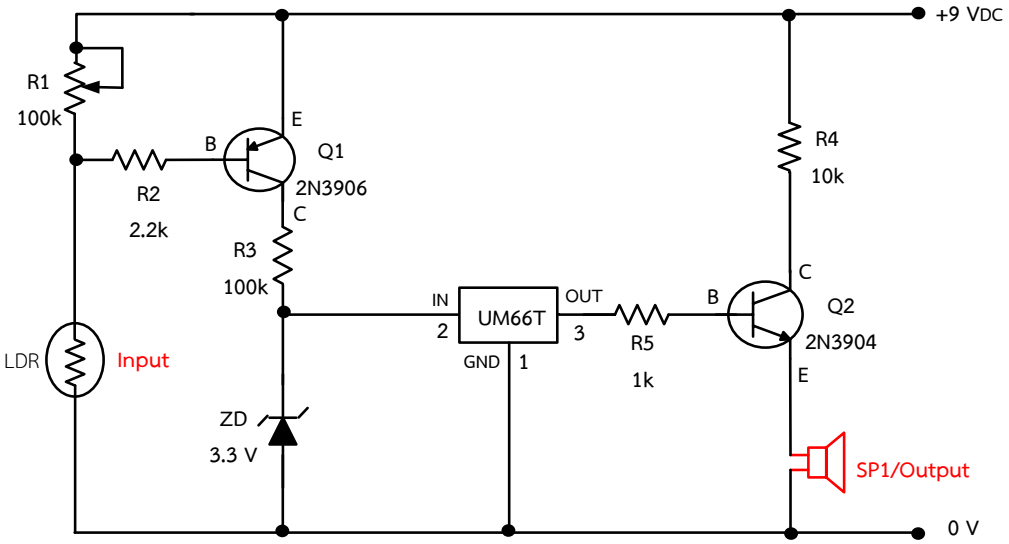
ข้อควรระวัง สำหรับการสังเกตก่อนนำไปใช้งาน ให้สังเกตจากการดูเบอร์ที่ติดกับตัวไอซี ซึ่งไอซี เบอร์ UM66T จะมีรูปร่างลักษณะดูคล้ายกับทรานซิสเตอร์ วิธีการสังเกตดูเบอร์ไอซี เบอร์ UM66 แสดงดังในภาพที่ 2.32



ภาพที่ 2.32 วิธีการสังเกตดูเบอร์ไอซี UM66T

6.5.3 การต่อวงจรประยุกต์ใช้งานไอซีกำเนิดสัญญาณเสียงดนตรีด้วยไอซีเบอร์ UM66

ตัวอย่าง วงจรตรวจจับแสง กำเนิดสัญญาณเสียงเพลงด้วยไอซี เบอร์ UM66T สำหรับใช้ทดลองปฏิบัติ แสดงดังในภาพที่ 2.33



ภาพที่ 2.33 วงจรตรวจจับแสง กำเนิดสัญญาณเสียงเพลงด้วยไอซี เบอร์ UM66T

อธิบายหลักการทำงานของวงจร

การทำงาน คือ เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 9 V_{DC} เข้าไปในวงจรจะเกิดมีกระแสจะไหลไปผ่าน R_4 แล้วรออยู่ที่ขา C ของทรานซิสเตอร์ Q_2 ชนิด NPN และกระแสอีกส่วนหนึ่งไหลไปยังรอที่ขา E ของทรานซิสเตอร์ Q_1 ชนิด PNP กระแสอีกส่วนจะไหลผ่าน R_1 ไปรอที่ขา LDR เมื่อ LDR สภาวะแรกได้รับแสง LDR จะมีค่าความต้านทานต่ำลง ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน LDR ลงกราวด์ได้ ทำให้เกิดมีศักดิ์ไฟฟ้าลบไปที่ขา B ทรานซิสเตอร์ Q_1 ชนิด PNP เกิดความต้านทานภายในต่ำลงทำให้กระแสไฟฟ้าที่ขา E สามารถไหลผ่านไปยังขา C ของทรานซิสเตอร์ Q_1 ทำงานได้ และมีกระแสไหลจากขาคอลเล็กเตอร์ผ่านตัวต้านทาน R_3 ไปยังตัวซีเนอร์ไดโอดครบวงจร ทำให้ซีเนอร์ไดโอดเกิดแรงดันตกคร่อมประมาณ 3.3 V แบ่งแรงดันไฟฟ้าจ่ายไปเข้าขาอินพุตของไอซี UM66T ทำให้ไอซี ทำหน้าที่ กำเนิดสัญญาณเสียงดนตรีออกขาเอาต์พุตของไอซีส่งสัญญาณไปยังขา B ของทรานซิสเตอร์ Q_2 เพื่อทำหน้าที่ขยายสัญญาณเสียงให้สูงขึ้น ส่งผลทำให้ทรานซิสเตอร์ Q_2 นำกระแสไหลผ่านทรานซิสเตอร์ขยายสัญญาณเสียงไปยังลำโพง ทำให้ลำโพงแปลงสัญญาณไฟฟ้าเป็นสัญญาณเสียงจนเกิดมีเสียงดังตามเพลงที่กำหนดไว้ในตัวไอซี UM66T

และเมื่อ LDR ไม่ได้รับแสง ทำให้ LDR มีค่าความต้านทานสูงขึ้น ทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน LDR ได้ ส่งผลให้เกิดมีศักดิ์ไฟฟ้าบวกที่ขา B ทรานซิสเตอร์ Q_1 ทำให้ความต้านทานภายในสูงขึ้นกระแสไฟฟ้าที่ขา E ไม่มีไหลไปยังขา C ของทรานซิสเตอร์ Q_1 ส่งผลทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลไปยังตัวต้านทาน R_3 และตัวซีเนอร์ไดโอดได้ ทำให้ไม่มีแรงดันไฟฟ้าไปจ่ายให้กับขาอินพุตของไอซี UM66 ส่งผลทำให้ไอซี UM66T ไม่กำเนิดสัญญาณเสียงดนตรีออกขาเอาต์พุตของไอซี จึงทำให้ไม่มีสัญญาณส่งไปให้ขา B ของทรานซิสเตอร์ Q_2 จึงทำให้ทรานซิสเตอร์ Q_2 ไม่นำกระแส และไม่มีสัญญาณเสียงส่งไปให้กับลำโพงเพื่อแปลงสัญญาณไฟฟ้าเป็นสัญญาณเสียงได้ ส่งผลทำให้ลำโพงไม่มีสัญญาณเสียงเพลงดังออกมาได้

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและพัฒนาสื่อประเภทแผงชุดฝึกการทดลอง และใบงานประกอบการทดลอง เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนในวิชาวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน ผู้รายงานสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้ คือ

สมนึก ลากระโทก (2555) โครงการเรื่อง ชุดฝึกระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์ จากการทดลองและทดสอบทำให้ผู้เข้าร่วมเกิดความเข้าใจและเรียนรู้หลักการทำงานของวงจรระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์ช่วยสร้างความสามัคคีในหมู่คณะและใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนในรายวิชางานไฟฟ้าในรถยนต์ ทำให้สามารถนำความรู้ที่ได้เรียนมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ที่สุดและให้ผู้ที่สนใจได้ศึกษาและเข้าใจหลักการทำงานได้ รวมถึงการใช้เพื่อประกอบการเรียนการสอนในรายวิชางานไฟฟ้าในรถยนต์และอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์ โดยรวมกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียน นักศึกษาและครูอาจารย์แผนกช่างยนต์มีความพึงพอใจต่อชุดฝึกสาธิตระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์ในระดับมาก เฉลี่ย 4.250 และในแต่ละด้าน พบว่า มีความพึงพอใจในระดับมากเช่นเดียวกันโดยแบบประเมินความพึงพอใจมีค่าความเชื่อมั่น 0.717

เปรมชัย คงตัน วิสุทธิ์สุนทรกนกพงศ และพีระวุฒิ สุวรรณจันทร (2555, น.131-137) ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร AVR ATMEGA 32 AVR ATMEGA 32 Laboratory Set ผลจากการวิจัย พบวา ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร AVR ATMEGA 32 ที่สรางขึ้น มีคุณภาพดานบอรดทดลอง อยูในระดับดีมาก มีคาเฉลี่ยรวมเทากับ 4.64 คาสวนเบี่ยงเบนมาตรฐานเทากับ 0.47 และดานใบงานอยูในระดับดี มีคาเฉลี่ย รวมเทากับ 4.50 ค่าสวนเบี่ยงเบนมาตรฐานเทากับ 0.51 และมีประสิทธิภาพ 80.92/82.46 เปนไปตามเกณฑ 80/80 ที่กำหนดไว และเปนไปตามสมมติฐานการวิจัย

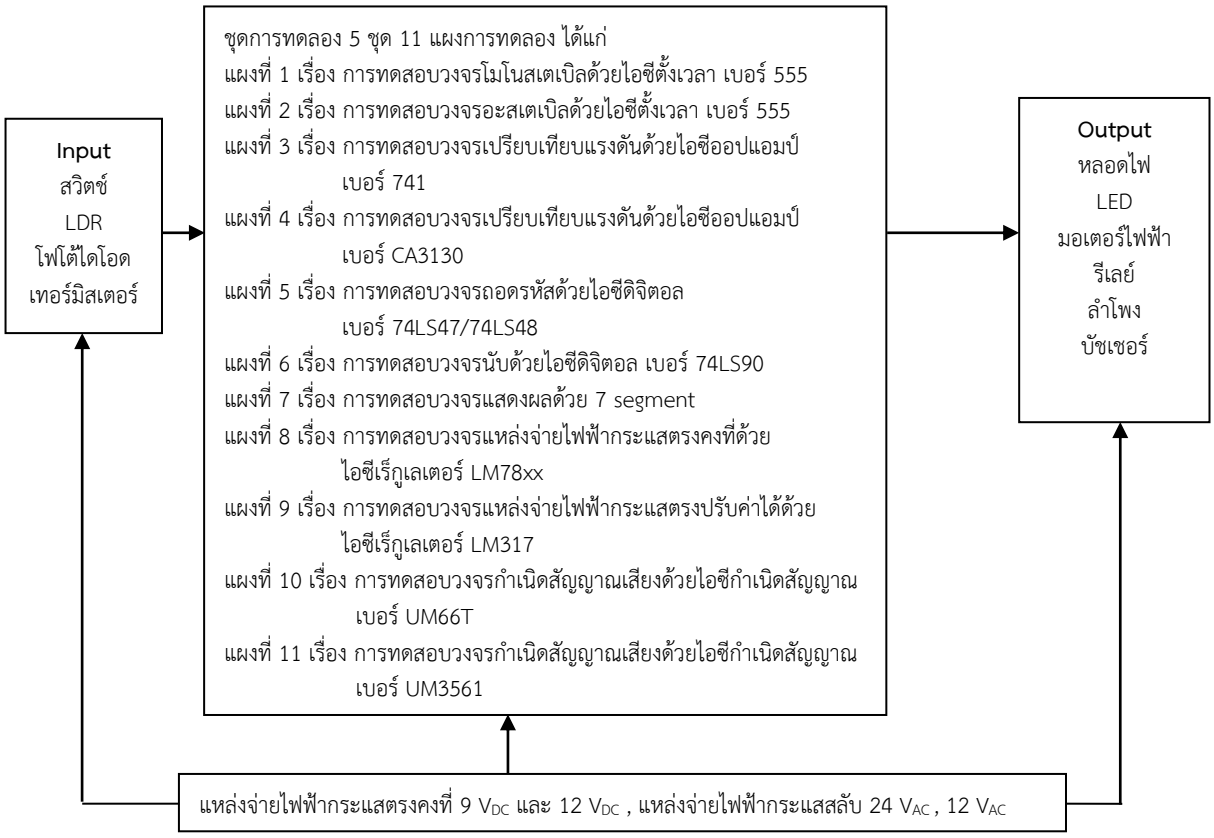
สุริโยทัย สุปัญญาพงศ์ และอรรถพล เข็มแดง (2552, น.9-17) **การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองเพื่อเสริมทักษะวิชาปฏิบัติ วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ** ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดทดลองเพื่อเสริมทักษะวิชาปฏิบัติวงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.81/82.25 ซึ่ง สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 แสดงว่าชุดทดลองเพื่อเสริมทักษะเหมาะสมกับการนำไปใช้ในการเสริมทักษะในวิชาปฏิบัติวงจรไฟฟ้ากระแสสลับได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการสร้างแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน สำหรับใช้ในรายวิชา วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน รหัสวิชา 2105 -2104 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยได้มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. บล็อกไดอะแกรมของแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. ขั้นตอนการออกแบบและสร้างแผงชุดฝึกวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. สถิติการหาค่าความพึงพอใจจากผู้เรียน

1. บล็อกไดอะแกรมของแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน



ภาพที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ ผู้เรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคอุตรดิตถ์

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้เรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 ห้อง 1 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคอุตรดิตถ์ จำนวน 20 คน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แผงชุดฝึกการทดลอง จำนวน 11 แผงการทดลอง

3.2 ใบงานการทดลอง พร้อมเฉลย จำนวน 11 ใบงาน

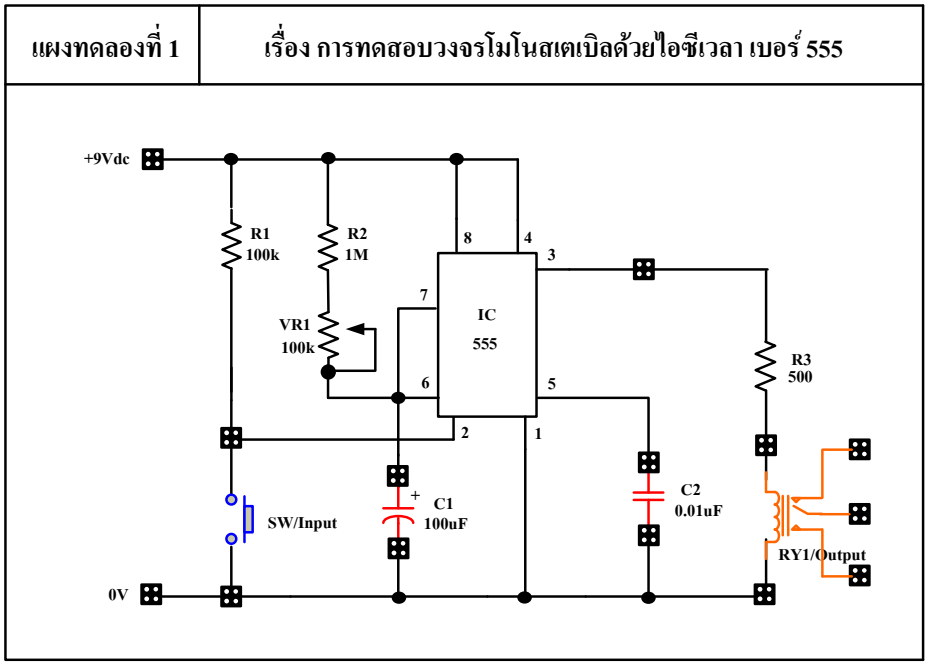
3.3 แบบประเมินความพึงพอใจจากผู้เรียนที่มีต่อการทดลองใช้แผงชุดฝึกการทดลอง

4. ขั้นตอนการออกแบบวงจรและสร้างแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน

4.1 ศึกษาค้นคว้าการจัดสร้างแผงชุดฝึกสำหรับใช้ในการทดลอง จากนั้นได้ศึกษาค้นคว้าหาวงจรและวงจรไอซีประยุกต์ใช้งาน สามารถนำตัวอินพุทมาต่อประยุกต์ใช้งานร่วมกันกับตัวไอซีได้ ผู้รายงานจึงทดลองใช้ วงจรนี้ได้ผลวงจรใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้มี 5 เรื่อง ประกอบด้วย 11 แผงการทดลอง ตัวอย่างแผงชุดฝึกการทดลอง แสดงดังภาพที่ 3.2 - 3.23 ตามลำดับ และมีขั้นตอนการจัดสร้าง ดังนี้

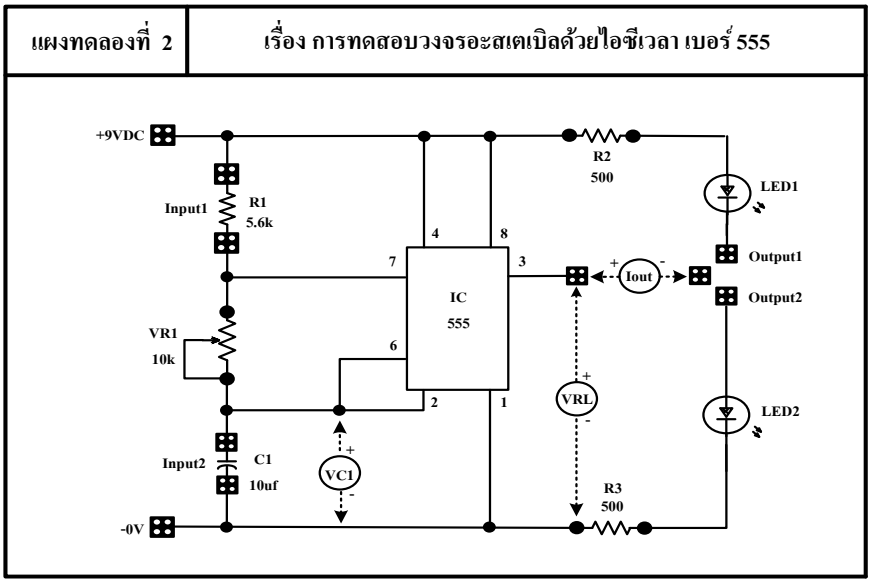
4.1.1 ชุดการทดลองที่ 1 เรื่อง การใช้งานวงจรไอซีตั้งเวลา 555 จำนวน 2 แผงการทดลอง

- ศึกษาหลักการทำงานของวงจรไอซีตั้งเวลา 555 (วงจรโมโนสเตเบิล)
- แผงการทดลองที่ 1 เรื่อง การทดสอบวงจรโมโนสเตเบิลด้วยไอซีตั้งเวลา เบอร์ 555



ภาพที่ 3.2 วงจรไอซีตั้งเวลา 555 (โมโนสเตเบิล)

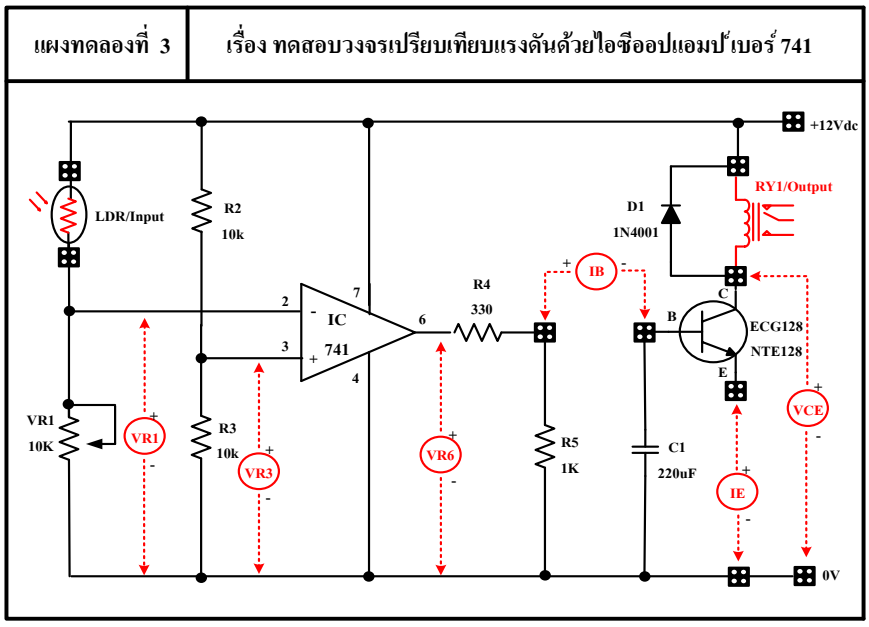
- ศึกษาหลักการทำงานของวงจรไอซีตั้งเวลา 555 (วงจรอะสเตเบิล)
- แผงการทดลองที่ 2 เรื่อง การทดสอบวงจรอะสเตเบิลด้วยไอซีตั้งเวลา เบอร์ 555



ภาพที่ 3.3 วงจรไอซีตั้งเวลา 555 (อะสเตเบิล)

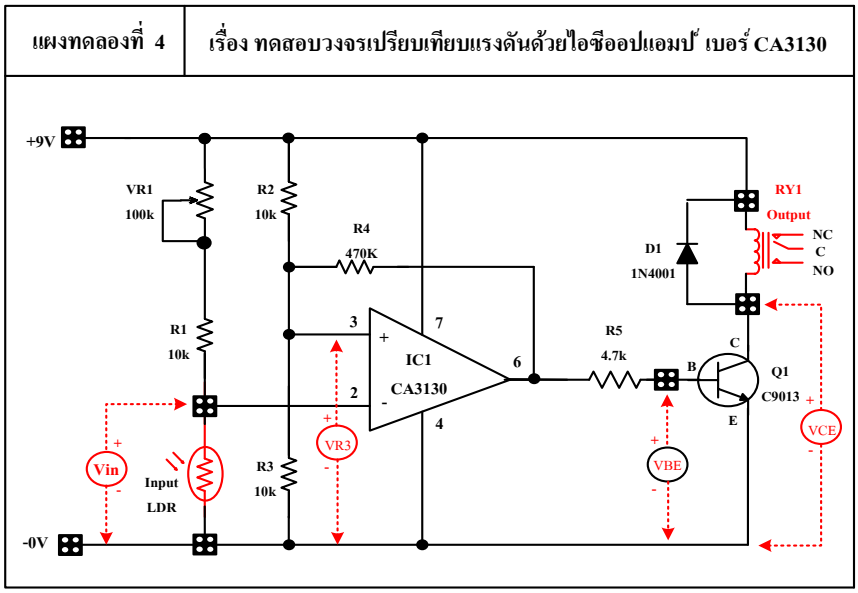
4.1.2 ชุดการทดลองที่ 2 เรื่อง การใช้งานวงจรไอซีออปแอมป์ จำนวน 2 แผงการทดลอง

- ศึกษาหลักการทำงานของวงจรเปรียบเทียบแรงดันด้วยไอซีออปแอมป์ เบอร์ 741
- แผงการทดลองที่ 3 เรื่อง การทดสอบวงจรเปรียบเทียบแรงดันด้วยไอซีออปแอมป์ เบอร์ 741



ภาพที่ 3.4 วงจรเปรียบเทียบแรงดันไอซีออปแอมป์ (เบอร์ 741)

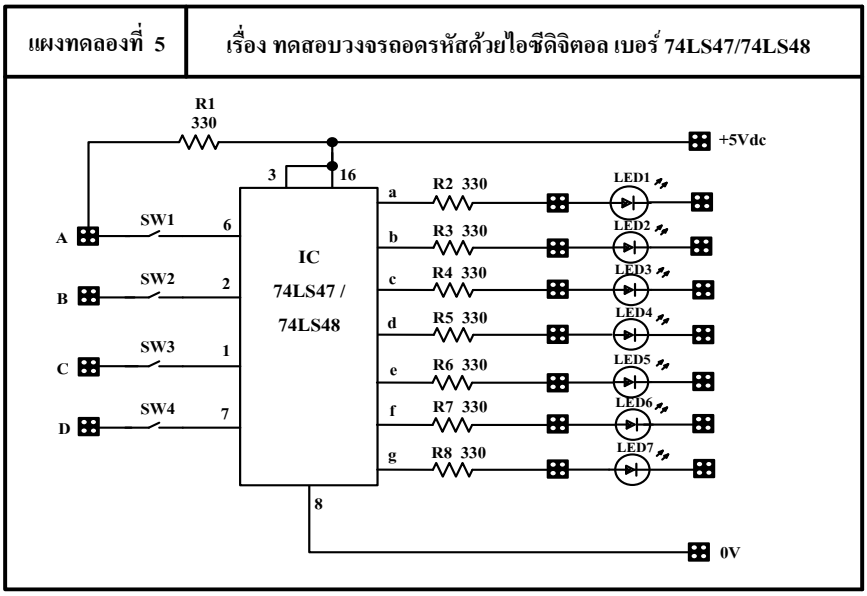
- ศึกษาหลักการทำงานของวงจรเปรียบเทียบแรงดันด้วยไอซีออปแอมป์เบอร์ CA3130
- แผงการทดลองที่ 4 เรื่อง การทดสอบวงจรเปรียบเทียบแรงดันด้วยไอซีออปแอมป์ เบอร์ CA3130



ภาพที่ 3.5 วงจรไอซีออปแอมป์ (เบอร์ CA3130)

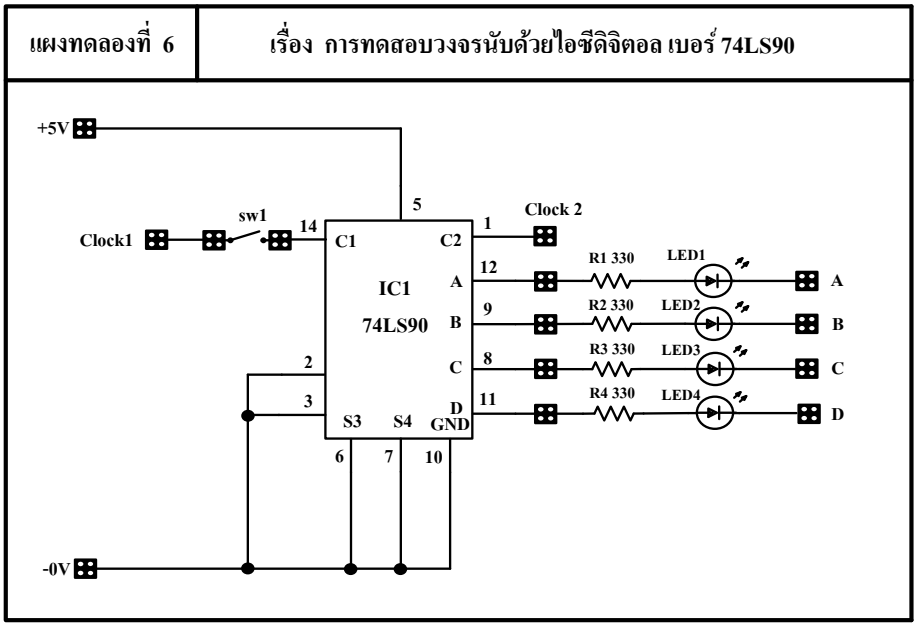
4.1.3 ชุดการทดลองที่ 3 เรื่อง การใช้งานวงจรไอซีดิจิตอล จำนวน 3 แผงการทดลอง ได้แก่

- ศึกษาหลักการทำงานของวงจรถอดรหัสด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS47/74LS48
- แผงการทดลองที่ 5 เรื่อง การทดสอบวงจรถอดรหัสด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS47/74LS48



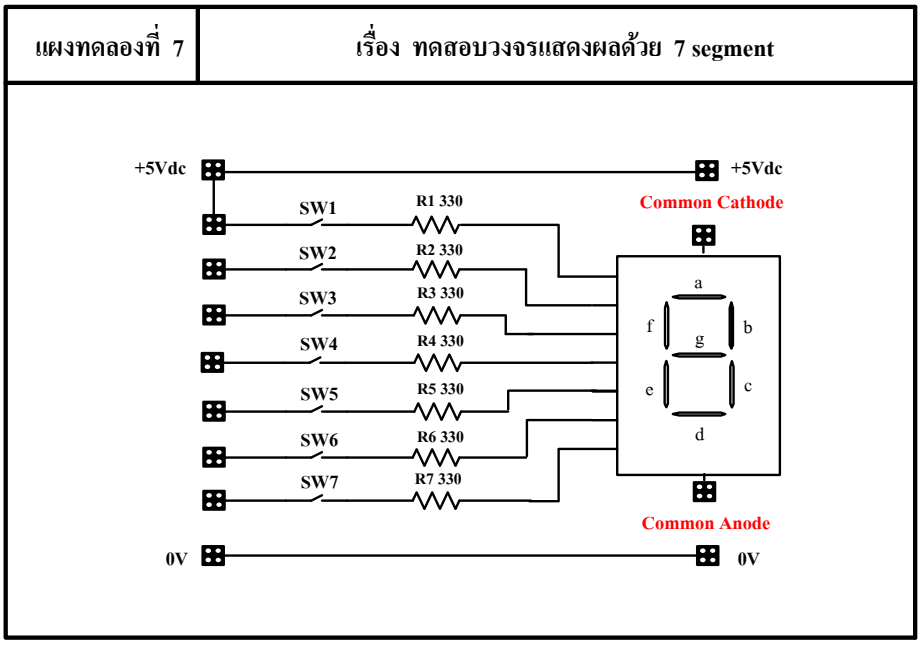
ภาพที่ 3.6 วงจรไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS47/74LS48

- ศึกษาหลักการทำงานของวงจรนับด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS90
- แผงการทดลองที่ 6 เรื่อง การทดสอบวงจรนับด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS90



ภาพที่ 3.7 วงจรดิจิตอลนับ เบอร์ 74LS90

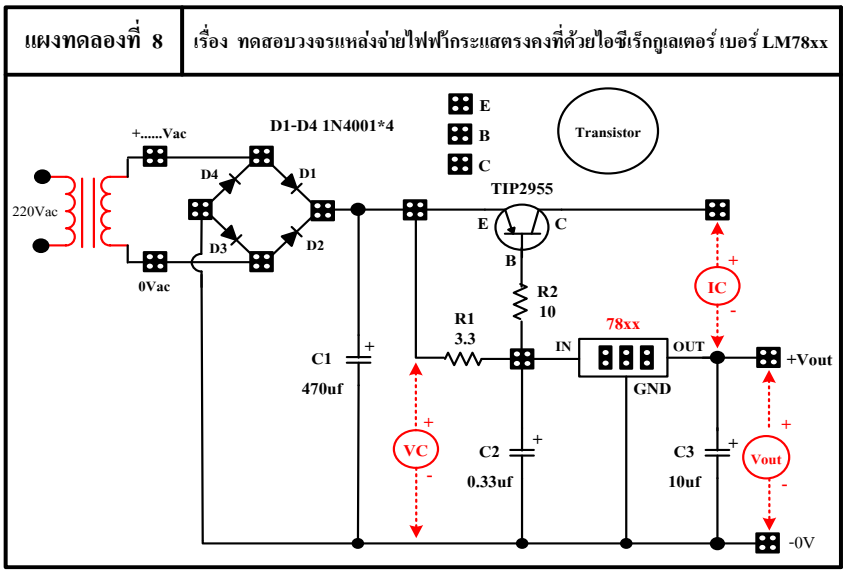
- ศึกษาหลักการทำงานของวงจรแสดงผลด้วย 7 Segment
- แผงการทดลองที่ 7 เรื่อง การทดสอบวงจรแสดงผลด้วย 7 Segment



ภาพที่ 3.8 วงจรไอซีดิจิตอล (7-Segment)

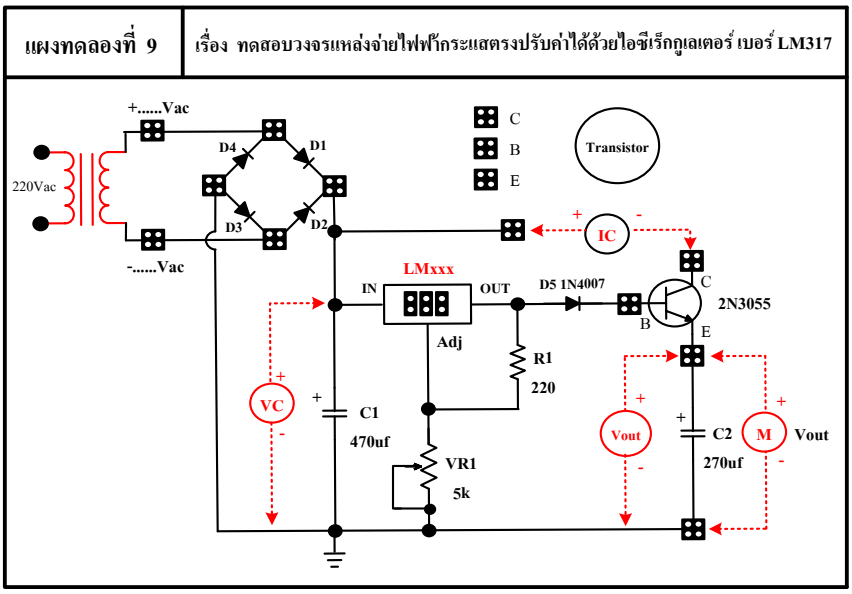
4.1.4 ชุดการทดลองที่ 4 เรื่อง การใช้งานวงจรไอซีเร็กกูเลเตอร์ จำนวน 2 แผงการทดลอง

- ศึกษาหลักการทำงานของวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงคงที่ด้วยไอซีเร็กกูเลเตอร์ LM78xx
- แผงการทดลองที่ 8 เรื่อง การทดสอบวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงคงที่ด้วยไอซีเร็กกูเลเตอร์ LM78xx



ภาพที่ 3.9 วงจรแหล่งจ่ายไฟคงที่(เบอร์ LM78XX)

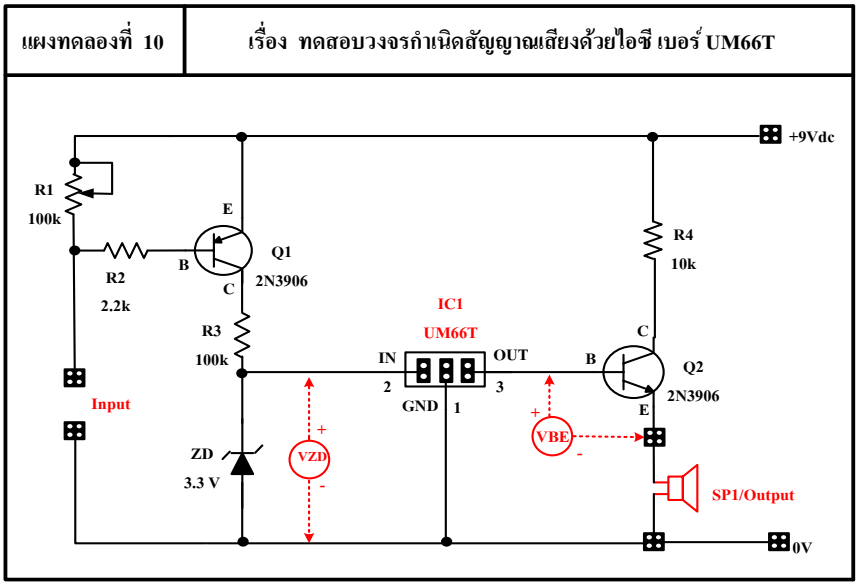
- ศึกษาหลักการทำงานของวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ด้วยไอซีฯ LM317
- แผงการทดลองที่ 9 เรื่อง การทดสอบวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ด้วยไอซีเร็กกูเลเตอร์ LM317



ภาพที่ 3.10 วงจรแหล่งจ่ายไฟตรงปรับค่าได้ (เบอร์ LM317)

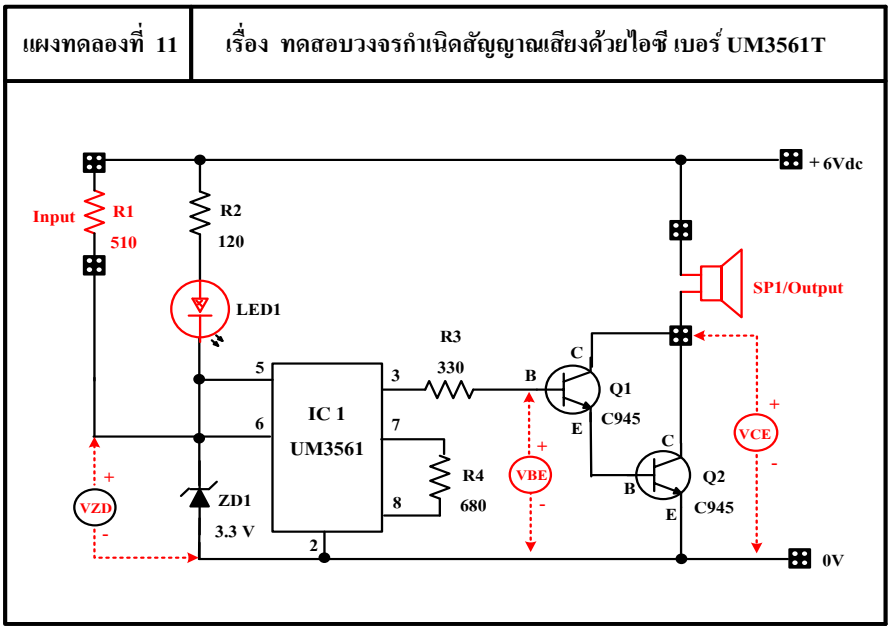
4.1.5 ชุดการทดลองที่ 5 เรื่อง การใช้งานวงจรไอซีกำเนิดสัญญาณเสียง จำนวน 2 แผงการทดลอง

- ศึกษาหลักการทำงานของวงจรกำเนิดสัญญาณเสียงด้วยไอซีกำเนิดสัญญาณ UM66T
- แผงการทดลองที่ 10 เรื่อง การทดสอบวงจรกำเนิดสัญญาณเสียงด้วยไอซีกำเนิดสัญญาณเบอร์ UM66T



ภาพที่ 3.11 วงจรไอซีกำเนิดสัญญาณเสียง เบอร์ UM66T

- ศึกษาหลักการทำงานของวงจรกำเนิดสัญญาณเสียงด้วยไอซีกำเนิดสัญญาณUM3561
- แผงการทดลองที่ 11 เรื่อง การทดสอบวงจรกำเนิดสัญญาณเสียงด้วยไอซีกำเนิดสัญญาณ เบอร์ UM3561

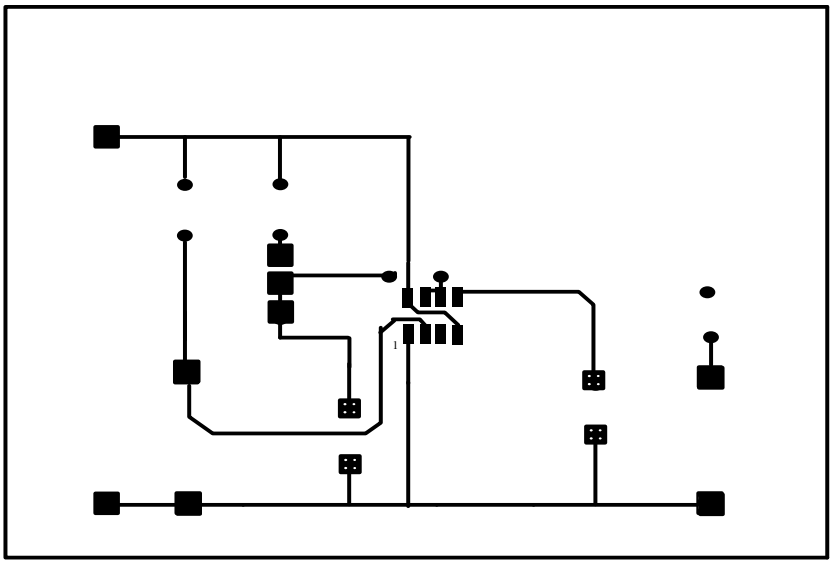


ภาพที่ 3.12 วงจรไอซีกำเนิดสัญญาณเสียง เบอร์ UM3561

4.2 ออกแบบลายวงจรพิมพ์หรือลายแผ่นปริ้นท์ หลังจากผู้รายงานได้ศึกษาวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน ผู้รายงานนำวงจรที่ศึกษาค้นคว้ามาออกแบบลายวงจรโดยใช้โปรแกรม Proteus มีทั้งหมด 5 ชุดการเรียน ประกอบด้วย 11 ลายวงจรพิมพ์ ดังนี้

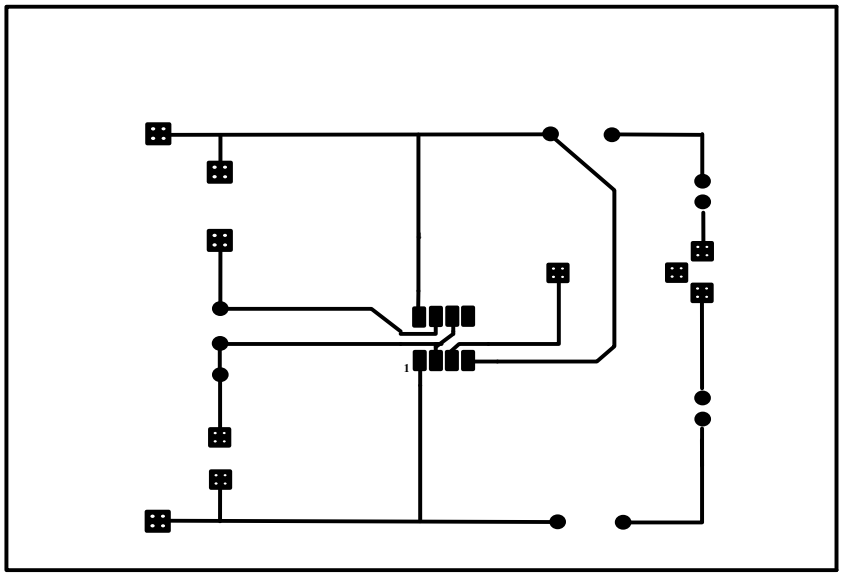
4.2.1 ชุดการทดลองที่ 1 เรื่อง การใช้งานวงจรไอซีตั้งเวลา 555 จำนวน 2 แผงการทดลอง

- ลายวงจรพิมพ์แผงการทดลองที่ 1 เรื่อง การทดสอบวงจรโมโนสเตเบิลด้วยไอซีตั้งเวลา เบอร์ 555



ภาพที่ 3.13 ลายวงจรไอซีตั้งเวลา 555 (โมโนสเตเบิล)

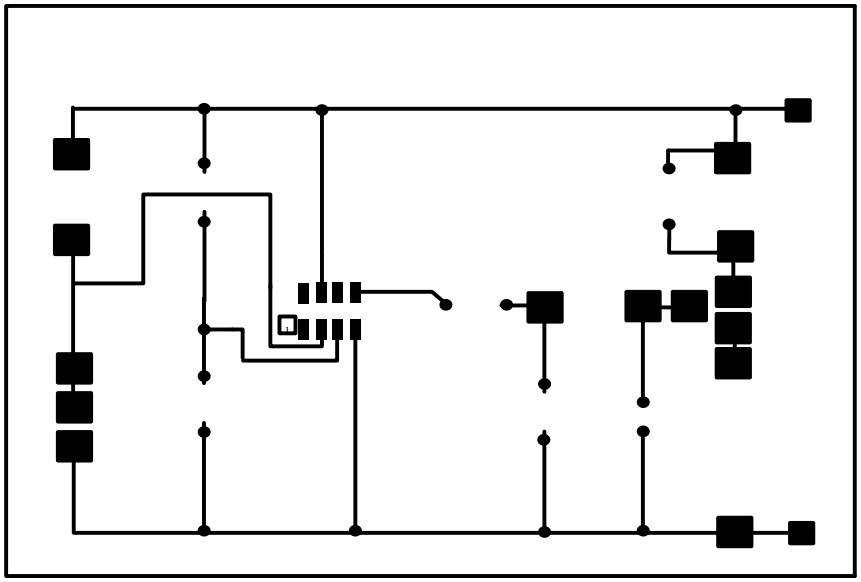
- ลายวงจรพิมพ์แผงการทดลองที่ 2 เรื่อง การทดสอบวงจรอะสเตเบิลด้วยไอซีตั้งเวลา เบอร์ 555



ภาพที่ 3.14 ลายวงจรไอซีตั้งเวลา 555 (อะสเตเบิล)

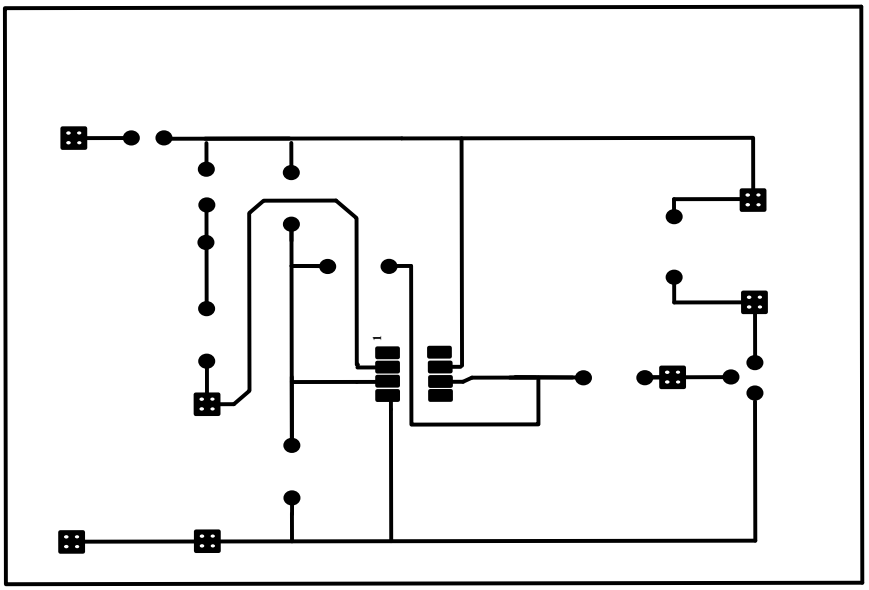
4.2.2 ชุดการทดลองที่ 2 เรื่อง การใช้งานวงจรไอซีออปแอมป์ จำนวน 2 แผงการทดลอง

- ลายวงจรพิมพ์แผงการทดลองที่ 3 เรื่อง การทดสอบวงจรเปรียบเทียบแรงดันด้วยไอซีออปแอมป์ เบอร์ 741



ภาพที่ 3.15 ลายวงจรเปรียบเทียบแรงดันไอซีออปแอมป์ (เบอร์ 741)

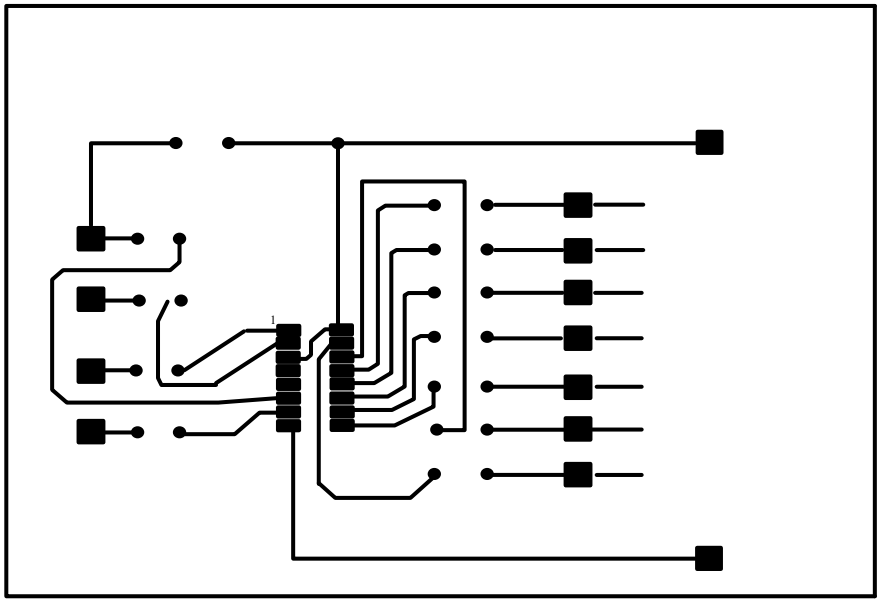
- ลายวงจรพิมพ์แผงการทดลองที่ 4 เรื่อง การทดสอบวงจรเปรียบเทียบแรงดันด้วยไอซีออปแอมป์ เบอร์ CA3130



ภาพที่ 3.16 ลายวงจรไอซีออปแอมป์ (เบอร์ CA3130)

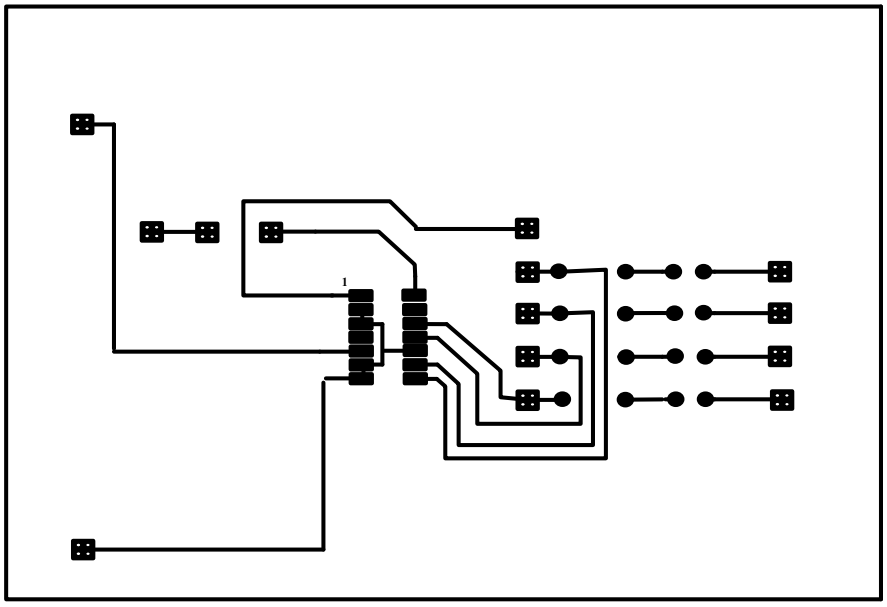
4.2.3 ชุดการทดลองที่ 3 เรื่อง การใช้งานวงจรไอซีดิจิตอล จำนวน 3 แผงการทดลอง ได้แก่

- ลายวงจรพิมพ์แผงการทดลองที่ 5 เรื่อง การทดสอบวงจรถอดรหัสด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS47/74LS48



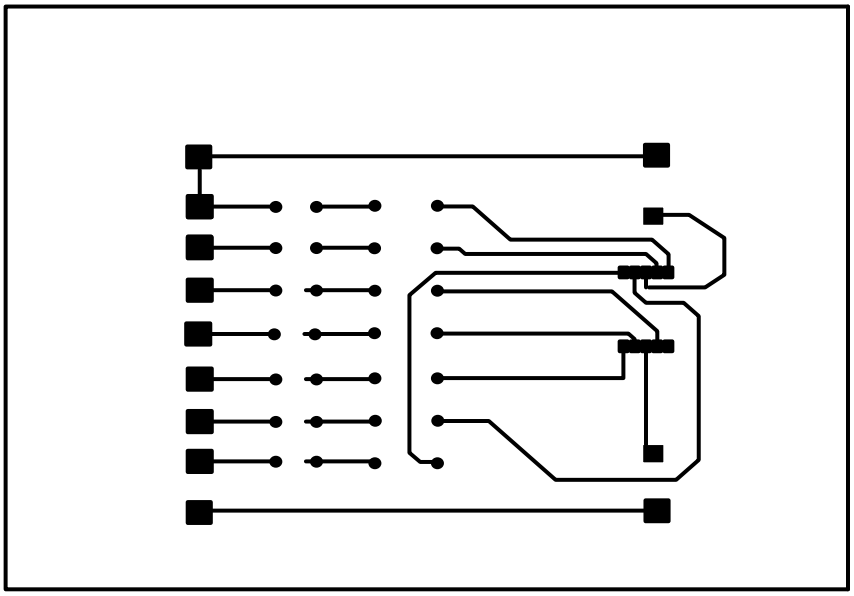
ภาพที่ 3.17 ลายวงจรไอซีดิจิตอล เบอร์74LS47/74LS48

- ลายวงจรพิมพ์แผงการทดลองที่ 6 เรื่อง การทดสอบวงจรนับด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS90



ภาพที่ 3.18 ลายวงจรดิจิตอลนับ (เบอร์ 74LS90)

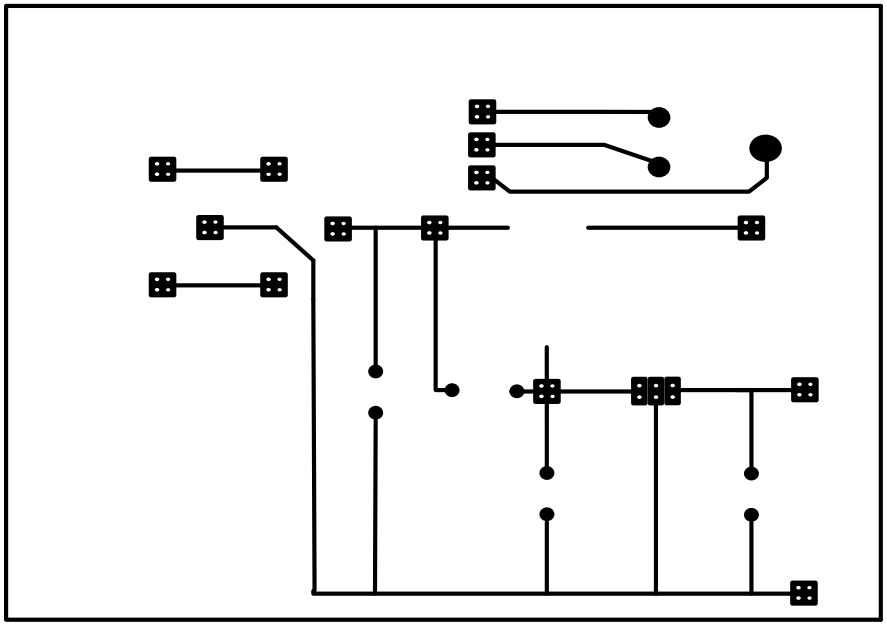
- ลายวงจรพิมพ์แผงการทดลองที่ 7 เรื่อง การทดสอบวงจรแสดงผลด้วย 7 Segment



ภาพที่ 3.19 ลายวงจรไอซีดิจิตอล 7-Segment

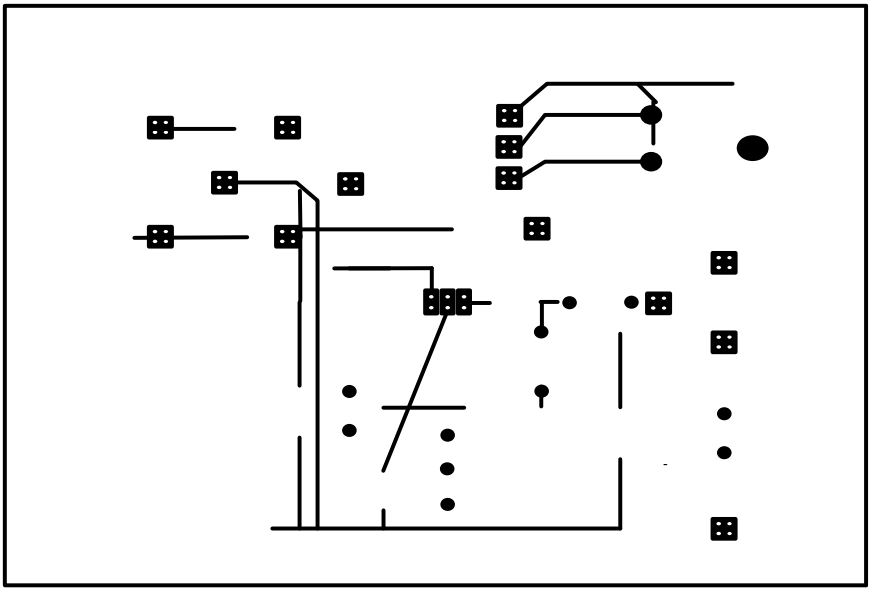
4.2.4 ชุดการทดลองที่ 4 เรื่อง การใช้งานวงจรไอซีเร็กกูเลเตอร์ จำนวน 2 แผงการทดลอง

- ลายวงจรพิมพ์แผงการทดลองที่ 8 เรื่อง การทดสอบวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงคงที่ด้วยไอซีเร็กกูเลเตอร์ LM78xx



ภาพที่ 3.20 ลายวงจรแหล่งจ่ายไฟคงที่ (เบอร์ LM78XX)

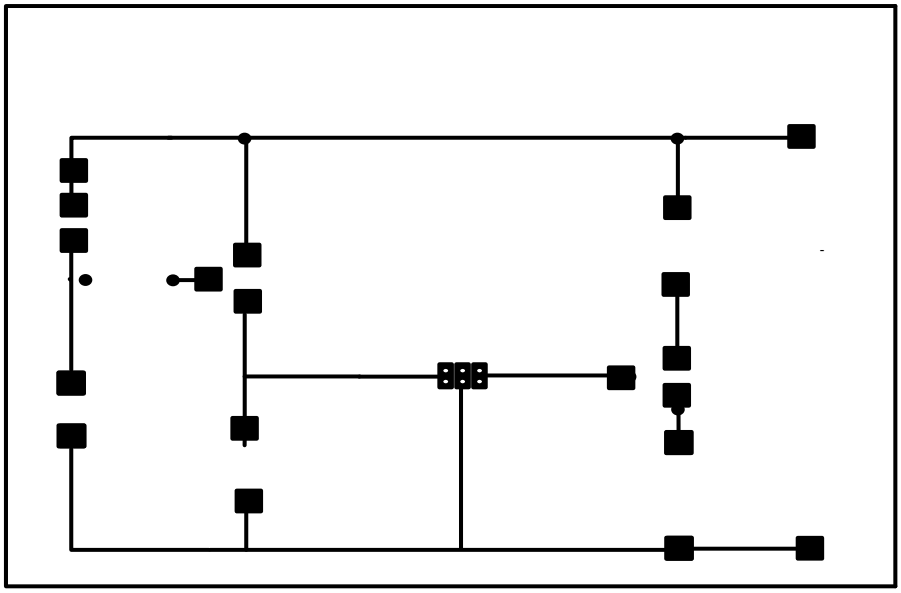
- ลายวงจรพิมพ์แผงการทดลองที่ 9 เรื่อง การทดสอบวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ด้วยไอซีเร็กกูเลเตอร์ LM317



ภาพที่ 3.21 ลายวงจรแหล่งจ่ายไฟตรงปรับค่าได้ (เบอร์ LM317)

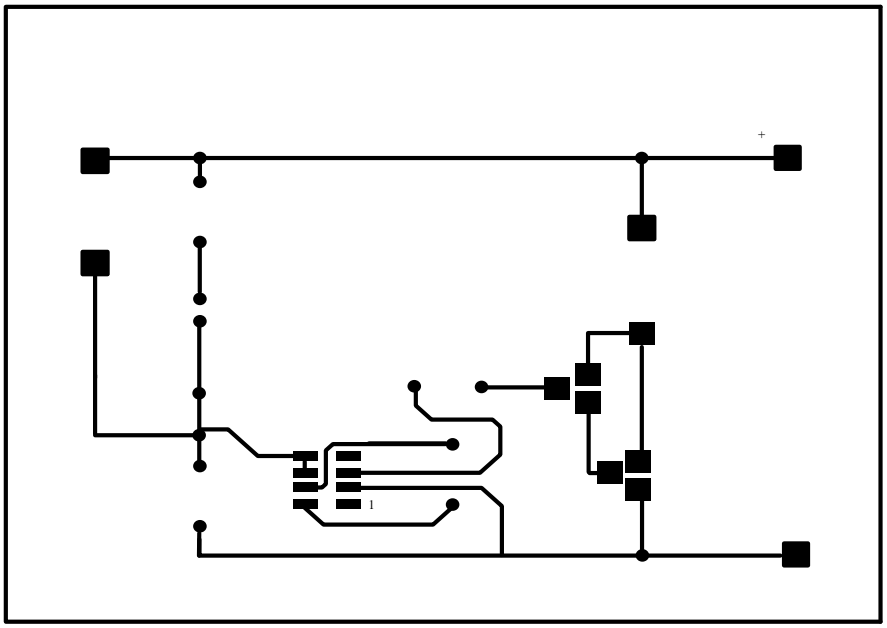
4.2.5 ชุดการทดลองที่ 5 เรื่อง การใช้งานวงจรไอซีกำเนิดสัญญาณเสียง จำนวน 2 แผงการทดลอง

- ลายวงจรพิมพ์แผงการทดลองที่ 10 เรื่อง การทดสอบวงจรกำเนิดสัญญาณเสียงด้วยไอซีกำเนิดสัญญาณ เบอร์ UM66T



ภาพที่ 3.22 ลายวงจรไอซีกำเนิดสัญญาณเสียง(เบอร์ UM66T)

- ลายวงจรพิมพ์แผงการทดลองที่ 11 เรื่อง การทดสอบวงจรกำเนิดสัญญาณเสียงด้วยไอซีกำเนิดสัญญาณ เบอร์ UM3561



ภาพที่ 3.23 ลายวงจรไอซีกำเนิดสัญญาณเสียง (เบอร์ UM3561)

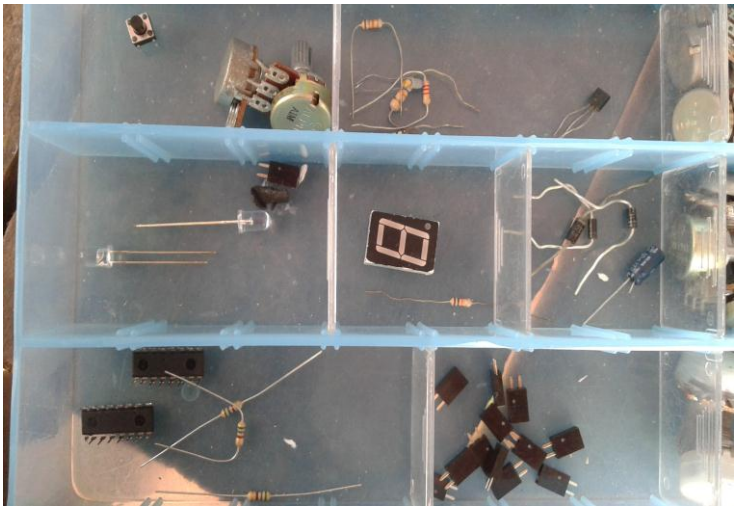
4.3 ขั้นตอนการกัดแผ่นลายวงจรพิมพ์หรือแผ่นปริ้นท์

นำวงจรที่ออกแบบลายปริ้นท์แล้วมารีดลงแผ่นปริ้นท์แล้วนำวงจรที่รีดแล้วกัดด้วยน้ำยาหรือกรดกัดแผ่นปริ้นท์ก็จะได้ลายวงจรออกมาแล้วนำไปทายากันสนิมก่อนจะนำไปใช้งาน แสดงดังในภาพที่ 3.24

ภาพที่ 3.24 ขั้นตอนการกัดแผ่นวงจรพิมพ์หรือแผ่นปริ้นท์

4.4 จัดหาอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดทำแผงการทดลอง

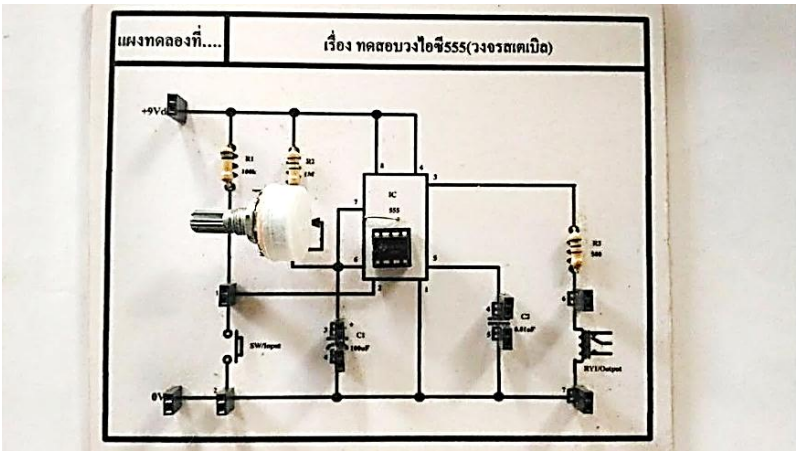
จัดหาและซื้ออุปกรณ์ เช่น ไอซีตั้งเวลา เบอร์ 555 ไอซีออปแอมป์ เบอร์ 741 เบอร์ CA3130 ไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS47/74LS48 74LS90 และ 7 Segment ไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ 7805 7809 7812 LM317 ไอซีกำเนิดสัญญาณเสียง เบอร์ UM66 UM3561 ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ LED เป็นต้น ตามที่ได้ศึกษาค้นคว้าวงจรมาเพื่อจะนำมาทดลองต่อไป แสดงดังในภาพที่ 3.25



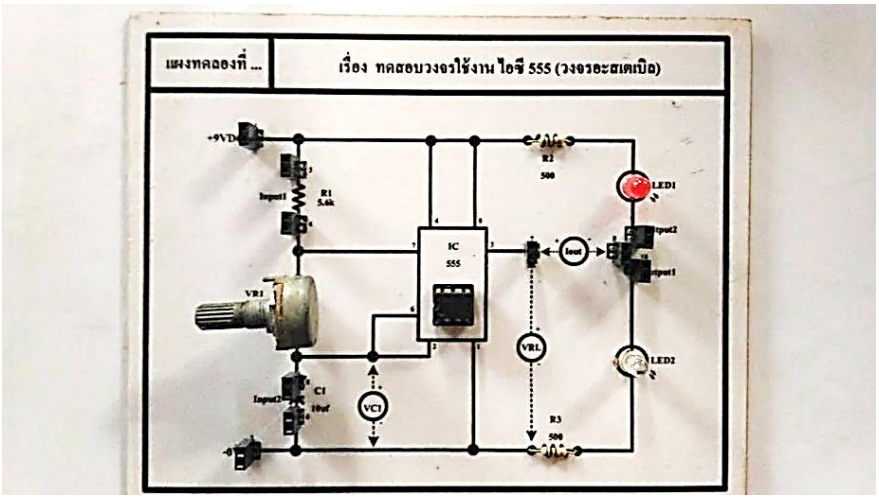
ภาพที่ 3.25 อุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดทำแผงการทดลอง

4.5 ขั้นตอนการใส่ตัวอุปกรณ์ลงบนแผงชุดฝึกการทดลองไอซีและการประยุกต์ใช้งาน

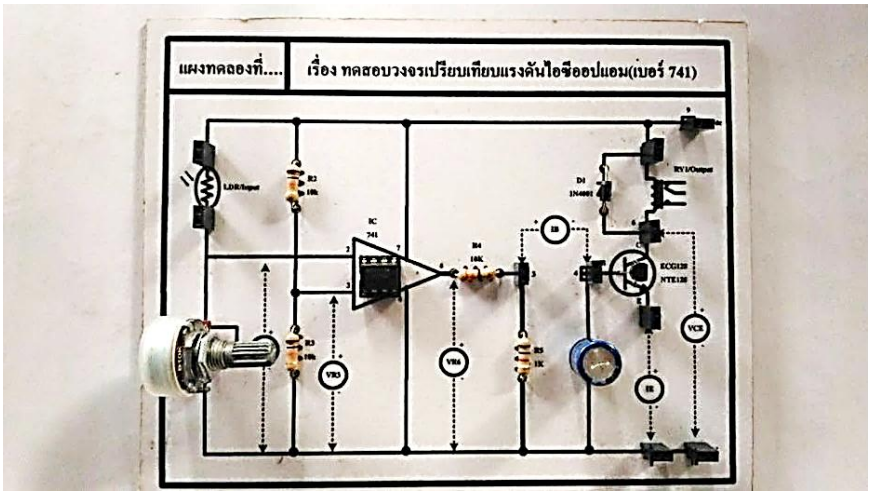
ผู้รายงานได้ทำการศึกษาค้นคว้าถึงขนาดของแผ่นวงจรพิมพ์ที่จะนำมาเป็นโครงสร้างสำหรับชุดการเรียนรู้ไอซีและการประยุกต์ใช้งานซึ่งผู้รายงานได้เลือกขนาดที่เหมาะสมสำหรับการนำเอาวงจรไอซี มาต่อประยุกต์ใช้งาน เป็นวงจรร่วม ไม่ให้เล็กหรือใหญ่เกินไป ซึ่งได้เลือกแผ่นวงจรพิมพ์ ขนาด 4 x 6 นิ้ว มาใช้งานเป็นแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งานและนำอุปกรณ์ที่ซื้อมาประกอบลงในแผ่นวงจรพิมพ์ที่ได้ออกแบบและกัดลายวงไว้ทั้งหมด 11 แผ่น แสดงดังในภาพที่ 3.26 – 3.36 ดังนี้



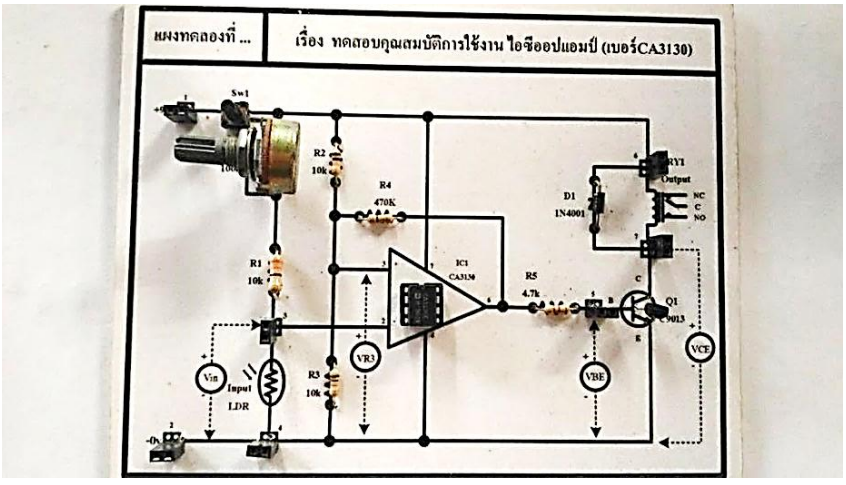
ภาพที่ 3.26 แผงการทดลองใช้ทดสอบวงจรไอซีตั้งเวลา (โมโนสเตเบิล)



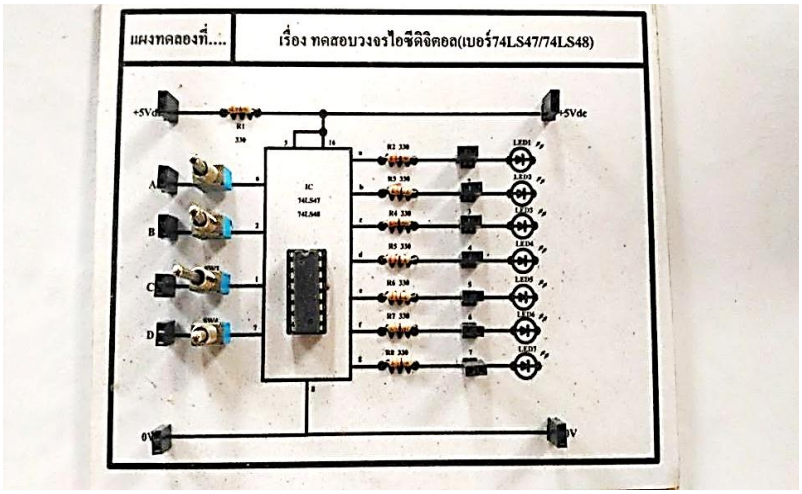
ภาพที่ 3.27 แผงการทดลองใช้ทดสอบวงจรไอซีตั้งเวลา (อะสเตเบิล)



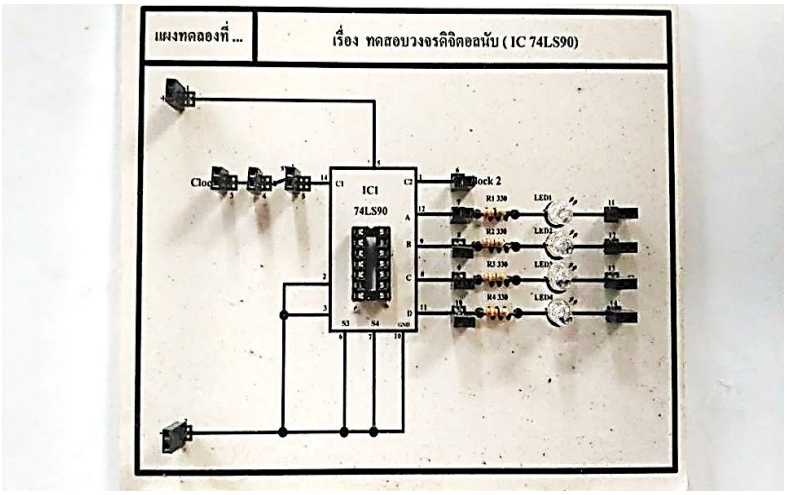
ภาพที่ 3.28 แผงการทดลองใช้ทดสอบวงจรไอซีออปแอมป์ (เบอร์ 741)



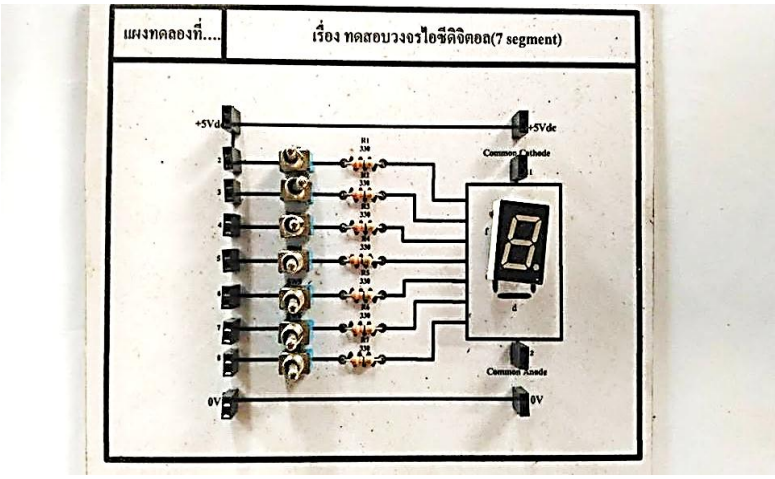
ภาพที่ 3.29 แผงการทดลองใช้ทดสอบวงจรไอซีออปแอมป์ (เบอร์ CA3010)



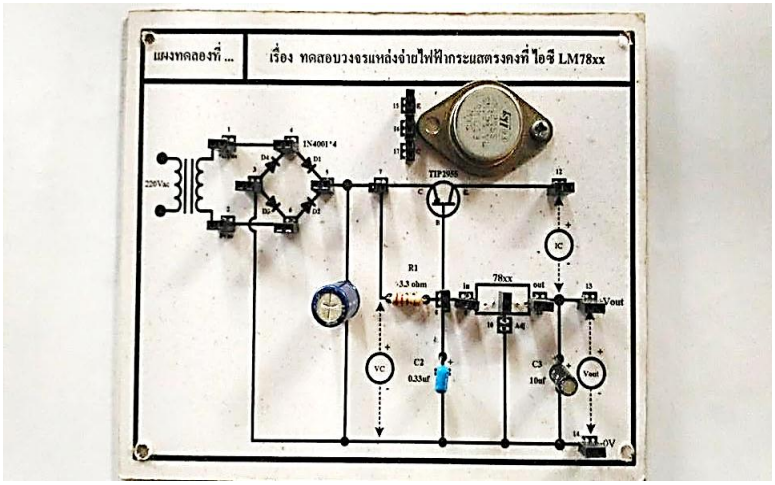
ภาพที่ 3.30 แผงการทดลองใช้ทดสอบวงจรไอซีดิจิตอล (เบอร์ 74LS47/74LS78)



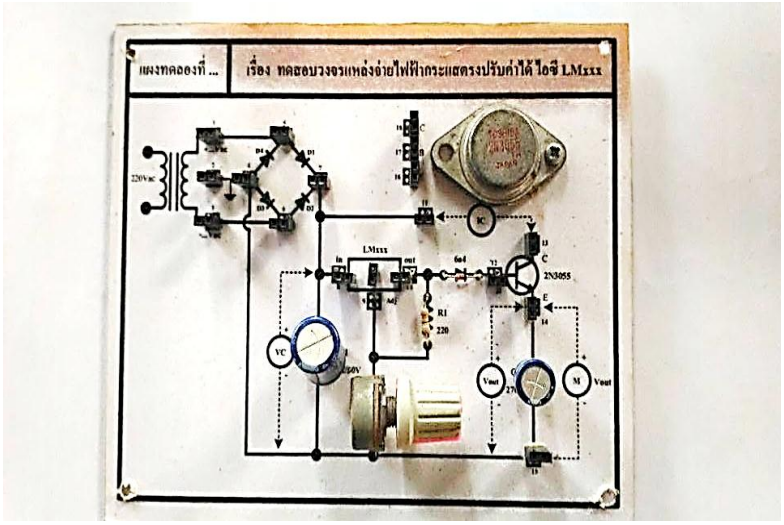
ภาพที่ 3.31 แผงการทดลองใช้ทดสอบวงจรไอซีดิจิตอล (เบอร์ 74LS90)



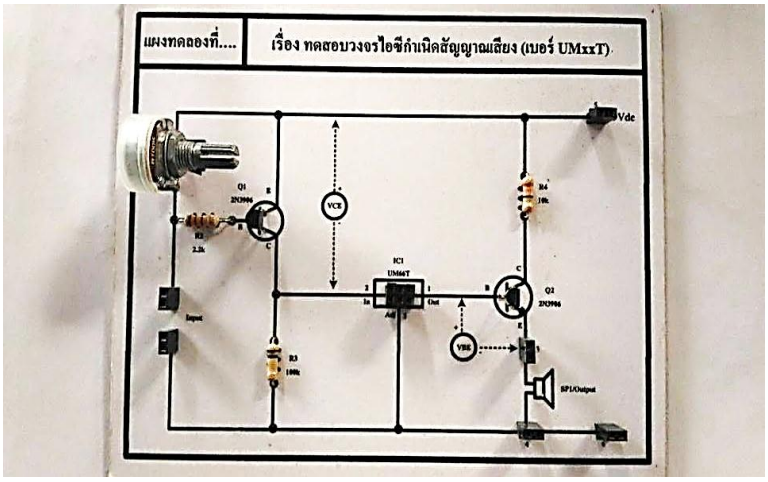
ภาพที่ 3.32 แผงการทดลองใช้ทดสอบวงจรไอซีดิจิตอล (7 Segment)



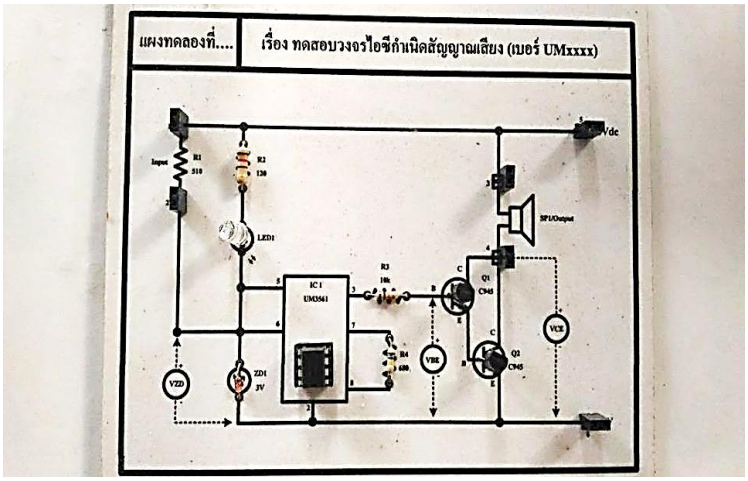
ภาพที่ 3.33 แผงการทดลองใช้ทดสอบวงจรไอซีเร็กกูเลเตอร์ (เบอร์ 78XX)



ภาพที่ 3.34 แผงการทดลองใช้ทดสอบวงจรไอซีเร็กกูเลเตอร์ (เบอร์ LM317)



ภาพที่ 3.35 แผงการทดลองใช้ทดสอบวงจรไอซีกำเนิดสัญญาณเสียง (เบอร์ UM66T)



ภาพที่ 3.36 แผงการทดลองใช้ทดสอบวงจรไอซีกำเนิดสัญญาณเสียง (เบอร์ UM3561)

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โดยเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 ผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 ห้อง 1 โดยวิธีเลือกแบบเจาะจง แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคอุตรดิตถ์ จำนวน 20 คน มีขั้นตอนดังนี้

1. ครูผู้สอนแจกแผงชุดฝึกการทดลอง และใบงานการทดลองให้กับผู้เรียนกลุ่มตัวอย่าง ที่ผู้และผู้เรียนแบ่งกลุ่มช่วยกันศึกษาและทดลองกลุ่มละ 2 - 3 คน ได้ลงมือทดลองปฏิบัติของแต่ละแผงชุดฝึกการทดลอง จนครบ จำนวน 11 แผงการทดลอง ให้ผู้เรียนใช้ช่วงเวลามีการจัดการเรียนการสอนตามตารางเรียนของวันจันทร์ – วันศุกร์ ช่วงเดือนพฤษภาคม – กันยายน 2559 ทำการทดลองใช้แผงชุดฝึก ฯ

2. ครูผู้สอนคอยอำนวยความสะดวกคอยสาธิตและแนะนำวิธีการทดลองใช้ให้กับผู้เรียนกลุ่มตัวอย่าง และคอยตรวจสอบผลการทดลองต่อวงจรตามใบงานการทดลองตามที่กำหนดไว้ให้ถูกต้อง

3. เมื่อเรียนทำการทดลองใช้แผงชุดฝึกการทดลองจนครบทั้ง 1 แผงการทดลองแล้ว ครูผู้สอนได้แจกแบบประเมินความพึงพอใจจากผู้เรียนที่มีต่อการทดลองใช้แผงชุดฝึกการทดลอง ซึ่งมีคำถามอยู่ 3 ด้าน 10 หัวข้อรายการ

4. ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลผลการทดลองตามใบงานการทดลอง และเก็บรวบรวมแบบประเมินความพึงพอใจจากผู้เรียน โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติ ได้แก่ การหาค่าเฉลี่ย หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเพื่อนำผลมาเปรียบเทียบกับกลุ่มเรียนปกติที่ใช้การลงมือปฏิบัติด้วยแผงโพรบอร์ด

6. สถิติการหาค่าความพึงพอใจจากผู้เรียน

6.1 แจกแจงความถี่ ตามความคิดเห็นแต่ละรายการประเมิน

6.2 หาค่าเฉลี่ย $\overline{\chi}$ ของแต่ละข้อคำถาม

โดยใช้สูตร $$\bar{\chi} = \frac{\sum fx}{N}$$

เมื่อ $\bar{\chi}$ คือ ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักคำตอบ

$\sum fx$ คือ ผลรวมของผลคูณระหว่างความถี่กับคะแนน

N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

6.3 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยใช้สูตร

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum fx^2}{N} - \left(\frac{\sum fx}{N}\right)^2}$$

6.4 การแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูล ใช้วิธีการนำเสนอข้อมูลเป็นแบบตารางประกอบการบรรยาย และสรุป

6.5 การแปลผลค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้ (บุญชม ศรีสะอาด : 2553, 82 - 83) กำหนดเกณฑ์ไว้ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง มีผลการประเมินอยู่ในเกณฑ์ มากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง มีผลการประเมินอยู่ในเกณฑ์ มาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง มีผลการประเมินอยู่ในเกณฑ์ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง มีผลการประเมินอยู่ในเกณฑ์ น้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง มีผลการประเมินอยู่ในเกณฑ์ น้อยที่สุด

ผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้เรียน ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปวช. 2 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 20 ท่าน ที่มีความคิดเห็นต่อการทดลองใช้ “แผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน” ได้กรอกแบบประเมินความพึงพอใจจาการทดลองใช้งาน

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาและสร้างแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีฯ จากนั้นจึงนำมาทดสอบหาประสิทธิภาพการใช้งานของแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน สำหรับใช้ในรายวิชา วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน รหัสวิชา 2105 -2104 ซึ่งผลปรากฏดังนี้

1. การศึกษาและสร้างแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน
2. การเปรียบเทียบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ทดลองต่อวงจรด้วยแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีเทียบกับผู้เรียนที่ทดลองเรียนด้วยการต่อวงจรบนแผงโพรโทบอร์ด
3. การหาความพึงพอใจจากผู้เรียนที่มีต่อการใช้แผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน

1. การศึกษาและสร้างแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน

ผู้วิจัยเริ่มจากการสังเกตและพบปัญหาผู้เรียนไม่ค่อยทำใบงานส่ง พบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำลง และจากการสัมภาษณ์สอบถามและพูดคุยกับผู้เรียนถึงปัญหาที่พบ จึงทำให้ผู้วิจัยคิดศึกษาหาข้อมูลจากตำรา ทฤษฎี เอกสารจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆ เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางจัดสร้างแผงชุดฝึกกึ่งต่อทดลองวงจรมาให้ผู้เรียนได้ใช้เป็นสื่อการเรียนรู้สำหรับไว้ใช้ในการทดลองให้ง่ายขึ้นและผู้เรียนสามารถทำการทดลองเพื่อทดสอบการทำงานของตัวไอซีสำเร็จรูปต่างในรายวิชา วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน รหัสวิชา 2105 – 2104 จนทำให้ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดสร้างแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งานขึ้น มีจำนวน 5 ชุดการทดลอง และแต่ละชุดการทดลองจะผู้วิจัยได้จัดสร้างแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน สำหรับใช้ประกอบการสอนในรายวิชา วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน รหัสวิชา 2105 -2104 จำนวน 5 ชุดการทดลอง และแต่ละชุดการทดลอง จะประกอบด้วย แผงชุดฝึกการทดลอง ใบงานการทดลอง และเฉลยใบงานการทดลอง รวมทั้งหมก 11 แผงการทดลอง ดังนี้

ชุดที่ 1 เรื่อง การใช้งานวงจรไอซีเวลา จำนวน 2 แผงการทดลอง ได้แก่
- แผงการทดลองที่ 1 เรื่อง การทดสอบวงจรโมโนสเตเบิลด้วยไอซีเวลา เบอร์ 555
- แผงการทดลองที่ 2 เรื่อง การทดสอบวงจรอะสเตเบิลด้วยไอซีเวลา เบอร์ 555

ชุดที่ 2 เรื่อง การใช้งานวงจรไอซีออปแอมป์ จำนวน 2 แผงการทดลอง ได้แก่
- แผงการทดลองที่ 3 เรื่อง การทดสอบวงจรเปรียบเทียบแรงดันด้วยไอซีออปแอมป์ เบอร์ 741
- แผงการทดลองที่ 4 เรื่อง การทดสอบวงจรเปรียบเทียบแรงดันด้วยไอซีออปแอมป์ เบอร์ CA3130

ชุดที่ 3 เรื่อง การใช้งานวงจรไอซีดิจิตอล จำนวน 3 แผงการทดลอง ได้แก่

- แผงการทดลองที่ 5 เรื่อง การทดสอบวงจรถอดรหัสด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS47/74LS48
- แผงการทดลองที่ 6 เรื่อง การทดสอบวงจรนับด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS90
- แผงการทดลองที่ 7 เรื่อง การทดสอบวงจรแสดงผลด้วย 7 Segment

ชุดที่ 4 เรื่อง การใช้งานวงจรไอซีเร็กกูเลเตอร์ จำนวน 2 แผงการทดลอง ได้แก่

- แผงการทดลองที่ 8 เรื่อง การทดสอบวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงคงที่ด้วยไอซีเร็กกูเลเตอร เบอร์ LM78XX
- แผงการทดลองที่ 9 เรื่อง การทดสอบวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ด้วยไอซีเร็กกูเลเตอร เบอร์ LM317

ชุดที่ 5 เรื่อง การใช้งานวงจรไอซีกำเนิดสัญญาณเสียง จำนวน 2 แผงการทดลอง ได้แก่

- แผงการทดลองที่ 10 เรื่อง การทดสอบวงจรกำเนิดสัญญาณเสียงด้วยไอซีกำเนิดสัญญาณ เบอร์ UM66T
- แผงการทดลองที่ 11 เรื่อง การทดสอบวงจรกำเนิดสัญญาณเสียงด้วยไอซีกำเนิดสัญญาณ เบอร์ UM3561

2. การเปรียบเทียบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ทดลองต่อวงจรด้วยแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีเทียบกับผู้เรียนที่ทดลองเรียนด้วยการต่อวงจรบนแผงโพรโทบอร์ด

การเปรียบเทียบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ทดลองเรียนต่อวงจรลงบนแผงชุดฝึกการทดลองการใช้งานวงจรไอซีต่าง ๆ เทียบกับผู้เรียนที่ทดลองเรียนด้วยการต่อวงจรลงบนแผงโพรโทบอร์ด จำนวน 5 ชุด 11 แผงการทดลอง แสดงผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ทดลองต่อวงจรด้วยแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีเทียบกับผู้เรียนที่ทดลองเรียนด้วยการต่อวงจรบนแผงโพรโทบอร์ด

ข้อที่	รายการประเมิน	เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน	
		ลงบนแผงโพรโทบอร์ด	แผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซี
1	ระยะเวลาที่ใช้ในการต่อวงจร (22 คะแนน)	12	18
2	ความถูกต้องของวงจร (44 คะแนน)	28	40
3	สามารถวัด I_{out} , V_{out} (44 คะแนน)	22	35
	รวมคะแนนเต็ม 110 คะแนน	62	93
	คิดร้อยละ	**56.36**	**84.54**

จากตารางที่ 4.1 พบว่า การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ใช้แผงชุดฝึกการทดลองไอซีและการประยุกต์ใช้งาน 5 ชุด 11 แผงการทดลอง ๆ ละ 10 คะแนน รวมคะแนนเต็ม 110 คะแนน โดยแบ่งการให้คะแนนเป็น 3 ข้อ ซึ่งการทดลองต่อวงจรโดยใช้แผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน ทำคะแนนได้ 93 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 84.54 ส่วนทดลองต่อวงจรโดยใช้แผงโพรโทบอร์ด ทำคะแนนได้ 62 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 56.36 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง พบว่า คะแนนมีความแตกต่าง ประมาณ 31 คะแนน สรุปการทดลองโดยใช้แผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซี ๆ ทำให้ผู้เรียนมีผลคะแนนเพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 28.18

3. การหาความพึงพอใจจากผู้เรียนที่มีต่อการทดลองใช้แผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน

ผู้รายงานได้ให้ผู้เรียนทำการทดลองโดยใช้แผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน ทั้งหมด 5 ชุด จำนวน 11 แผงการทดลอง จากนั้นให้ผู้เรียนกรอกแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการใช้แผง ๆ 3 ด้านหลัก คือ ด้านการออกแบบ ด้านประสิทธิภาพการใช้งาน และด้านการประยุกต์ใช้งานจากผู้เรียน จำนวน 20 คน บันทึกผลการทดสอบดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การประเมินหาความพึงพอใจที่มีต่อการทดลองใช้แผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
		$\overline{X}$	S.D.	แปลผล
	ด้านการออกแบบโครงสร้าง			
1	ท่านคิดว่าขนาดรูปร่างของชุดการเรียนรู้ไอซีและการประยุกต์ใช้งาน มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด	4.45	0.60	มาก
2	ท่านคิดว่าวัสดุที่นำมาเป็นโครงสร้างมีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด	4.35	0.49	มาก
3	ความเหมาะสมในการวางอุปกรณ์ต่าง ๆ ลงในแผงการทดลอง	4.80	0.41	มากที่สุด
	ด้านประสิทธิภาพในการทำงาน			
4	ชุดฝึกวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งานมีประสิทธิภาพในการทำงานเพียงใด	4.55	0.51	มากที่สุด
5	ความปลอดภัยของผู้ใช้งานอยู่ในระดับใด	4.70	0.47	มากที่สุด
6	ชุดการเรียนรู้วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งานอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งานในระดับใด	4.45	0.51	มาก
	ด้านการประยุกต์ใช้งาน			
7	การใช้ความรู้ที่ศึกษามาจะนำไปประยุกต์สร้างโครงงานได้	4.35	0.49	มาก
8	เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงงานระดับใด	4.55	0.60	มากที่สุด

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
		$\overline{X}$	S.D.	แปลผล
9	มีประโยชน์ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในระดับใด	4.60	0.60	มากที่สุด
10	ชุดการเรียนรู้วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน ควรที่จะให้มีการส่งเสริมให้จัดทำเพียงใด	4.65	0.49	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม		**4.55**	**0.24**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 4.2 พบว่า การประเมินหาความพึงพอใจจากผู้เรียน แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อการทดลองใช้แผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน จำนวน 20 คน สรุปโดยภาพรวม พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อการทดลองใช้แผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 4.55) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$ = 0.24) เมื่อจำแนกเป็นรายด้าน พบว่า

ด้านการออกแบบโครงสร้าง ข้อดีที่สุด คือ ความเหมาะสมในการวางอุปกรณ์ต่าง ๆ ลงในแผงการทดลอง อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 4.80) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$ = 0.41) และข้อด้อย คือ ท่านคิดว่าวัสดุที่นำมาเป็นโครงสร้างมีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 4.35) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$ = 0.49)

ด้านประสิทธิภาพการทำงาน ข้อดีที่สุด คือ ความปลอดภัยของผู้ใช้งานอยู่ในระดับใด อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 4.70) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$ = 0.47) และข้อด้อย คือ ชุดการเรียนรู้วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งานอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งานในระดับใด อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 4.45) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$ = 0.51)

ด้านการประยุกต์ใช้งาน ข้อดีที่สุด คือ ชุดการเรียนรู้วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน ควรที่จะให้มีการส่งเสริมให้จัดทำเพียงใด อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 4.65) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$ = 0.49) และข้อด้อยของด้านประสิทธิภาพการทำงาน คือ การใช้ความรู้ที่ศึกษามาประยุกต์สร้างโครงงานได้ระดับใด อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 4.35) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$ = 0.49)

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

1. สรุปผล

ผู้วิจัยได้จัดสร้างแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน สำหรับใช้ประกอบการสอนในรายวิชา วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน รหัสวิชา 2105 -2104 จำนวน 5 ชุดการทดลอง และแต่ละชุดการทดลอง จะประกอบด้วย แผงชุดฝึกการทดลอง ใบงานการทดลอง และเฉลยใบงานการทดลอง รวมกันทั้งหมด 11 แผงการทดลอง ได้แก่ ชุดที่ 1 เรื่อง การใช้งานวงจรไอซีเวลา จำนวน 2 แผงการทดลอง ชุดที่ 2 เรื่อง การใช้งานวงจรไอซีออปแอมป์ จำนวน 2 แผงการทดลอง ชุดที่ 3 เรื่อง การใช้งานวงจรไอซีดิจิตอล จำนวน 3 แผงการทดลอง ชุดที่ 4 เรื่อง การใช้งานวงจรไอซีเร็กกูเลเตอร์ จำนวน 2 แผงการทดลอง และชุดที่ 5 เรื่อง การใช้งานวงจรไอซีกำเนิดสัญญาณเสียง จำนวน 2 แผงการทดลอง

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ใช้แผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน 5 ชุด 11 แผงการทดลอง ๆ ละ 10 คะแนน รวมคะแนนเต็ม 110 คะแนน ผู้เรียนทดลองต่อวงจรโดยใช้แผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซี ฯ ทำคะแนนได้ 93 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 84.54 ส่วนผู้เรียนทดลองต่อวงจรโดยใช้แผงโพรโทบอร์ด ทำคะแนนได้ 62 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 56.36 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง พบว่า คะแนนมีความแตกต่าง ประมาณ 31 คะแนน สรุปการทดลองโดยใช้แผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซี ฯ ทำให้ผู้เรียนมีผลคะแนนเพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 28.18

การประเมินหาความพึงพอใจจากผู้เรียน แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อการทดลองใช้แผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน จำนวน 20 คน สรุปโดยภาพรวม พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อการทดลองใช้แผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 4.55) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$ = 0.24) เมื่อจำแนกเป็นรายด้าน พบว่า ด้านการออกแบบโครงสร้าง ข้อดีที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ความเหมาะสมในการวางอุปกรณ์ต่าง ๆ ลงในแผงการทดลอง อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 4.80) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$ = 0.41) ด้านประสิทธิภาพการทำงาน ข้อดีที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ความปลอดภัยของผู้ใช้งานอยู่ในระดับใด อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 4.70) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$ = 0.47) และด้านการประยุกต์ใช้งาน ข้อดีที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือชุดการเรียนรู้วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน ควรที่จะให้มีการส่งเสริมให้จัดทำเพียงใด อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 4.65) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$ = 0.49)

2. อภิปรายผล

การเปรียบเทียบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ทดลองปฏิบัติต่อวงจรด้วยแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีเทียบกับผู้เรียนที่ทดลองปฏิบัติด้วยการต่อวงจรบนแผงโพรโทบอร์ด พบว่า เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนจะเห็นได้ว่าความแตกต่าง ประมาณ 31 คะแนน สรุปการทดลอง

ใช้แผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซี ฯ ทำให้ผู้เรียนมีผลคะแนนเพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 25.5 ซึ่งอาจเป็นเพราะแผงชุดฝึกที่ใช้ต่อวงจรมีความน่าสนใจมีขั้นตอนการต่อไม่ยุ่งยาก ซึ่งอาจจะเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการต่อวงจรมากขึ้น และมีใบงานให้ทดลองปฏิบัติไม่ซับซ้อนจนเกินไป และผู้เรียนสามารถทราบผลความก้าวหน้าของตนเองในแต่ละใบงานได้ จึงทำให้ผู้เรียนมีความตั้งใจทดลองใบงานส่งผลให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนดีขึ้น ซึ่งมีความสอดคล้องกับของ เปรมชัย คงตัน วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ และพีระวุฒิ สุวรรณจันทร (2555) ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร AVR ATMEGA 32 AVR ATMEGA 32 Laboratory Set ผลจากการวิจัย พบวา ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร AVR ATMEGA 32 ที่สรางขึ้น มีคุณภาพดานบอรดทดลอง อยู่ในระดับ ดีมาก มีคาเฉลี่ยรวมเทากับ 4.64 คาสวนเบี่ยงเบนมาตรฐานเทากับ 0.47 และดานใบงานอยู่ในระดับดี มีคาเฉลี่ย รวมเทากับ 4.50 ค่าสวนเบี่ยงเบนมาตรฐานเทากับ 0.51 และมีประสิทธิภาพ 80.92/82.46 เปนไปตามเกณฑ 80/80 ที่กำหนดไว และเปนไปตามสมมติฐานการวิจัย และสอดคล้องกับของสุริโยทัย สุปัญญาพงศ์ และอรรถพล เข็มแดง (2552, น.9-17) การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองเพื่อเสริมทักษะวิชาปฏิบัติ วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดทดลองเพื่อเสริมทักษะวิชาปฏิบัติวงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.81/82.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 แสดงว่า ชุดทดลองสร้างขึ้นเพื่อเสริมทักษะเหมาะสมกับการนำไปใช้ในการเสริมทักษะในวิชาปฏิบัติวงจรไฟฟ้ากระแสสลับได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะเห็นว่าชุดทดลองที่สร้างขึ้นนี้ ก็สามารถจึงช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นเหมือนกัน และการหาประสิทธิภาพของแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน โดยให้ผู้เรียนทดลองปฏิบัติต่อวงจรด้วยใช้แผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน พบว่า ผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ รวมทั้งหมดจำนวน 20 คน มีความพึงพอใจต่อการทดลองใช้แผงชุดฝึกการทดลอง อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.55) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.24) โดยเฉพาะด้านการออกแบบโครงสร้าง ข้อดีที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือความเหมาะสมในการวางอุปกรณ์ต่าง ๆ ลงในแผงการทดลอง อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 4.80) แสดงว่าผู้เรียน มีความสนใจในการต่อวงจรด้วยแผงชุดฝึก และผู้เรียนยังให้ข้อคิดเห็นว่าควรที่จะให้มีการส่งเสริมให้จัดทำชุดฝึกสำหรับใช้ในการทดลองเพิ่มเติมขึ้นมาอีก เพราะทำให้ผู้เรียนสามารถช่วยกันทำการต่อทดลองวงจรได้สำเร็จ และทำใบงานการทดลองส่งครูผู้สอนได้ทันเวลา จึงส่งผลทำให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นได้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับของ สมนึก ลากระโทก (2555) โครงการเรื่อง ชุดฝึกระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์ จากการทดลองและทดสอบทำให้ผู้เข้าร่วมเกิดความเข้าใจและเรียนรู้หลักการทำงานของวงจรระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์ช่วยสร้างความสามัคคีในหมู่คณะและใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน ในรายวิชางานไฟฟ้าในรถยนต์ รวมถึงการใช้เพื่อประกอบการเรียนการสอนในรายวิชางานไฟฟ้าในรถยนต์และอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์ โดยรวมกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียน นักศึกษาและครูอาจารย์ แผนกช่างยนต์มีความพึงพอใจต่อชุดฝึกสาธิตระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.25 และในแต่ละด้าน พบว่า มีความพึงพอใจในระดับมาก

ซึ่งทำให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนโดยการใช้ชุดฝึกหรือชุดทดลองมาใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนให้กับผู้เรียนทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

3. ข้อเสนอแนะ

1) ควรจัดสร้างคู่มือการใช้งานแผงชุดฝึกการทดลองให้กับสำหรับครูผู้สอน และผู้เรียนได้เข้าใจขั้นตอนหรือวิธีการใช้งานอย่างละเอียด
2) ครูผู้สอนควรจะให้คำแนะนำ หรือสาธิตก่อนการทดลองให้กับผู้เรียนได้เข้าใจก่อนลงมือทดลองปฏิบัติทุกใบงานเพราะแต่ละใบงานการทดลองมีกระบวนการทดลองหาค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าต่าง ๆ ไม่เหมือนกัน
3) ครูผู้สอนควรมีการตรวจสอบความถูกต้องของผลการทดลองแต่ละครั้ง เพื่อคอยให้คำชี้แนะและเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนได้เข้าใจและทดลองได้รวดเร็วขึ้น
4) ควรมีการสำรวจและสอบถามครูผู้สอนในรายวิชานี้จากสถานศึกษาอื่น ๆ ที่เปิดสอน เพื่อนำข้อมูลมาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุง จัดสร้าง และพัฒนาชุดทดลองหรือชุดฝึกให้ดีมีคุณภาพ และมีความเหมาะสมกับการนำไปใช้จัดการเรียนการสอนให้กับผู้เรียนได้เกิดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดียิ่งขึ้นต่อไป

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กิดานันท์ มะลิทอง. (2543). **เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม**. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บุญชม ศรีสะอาด. (2553). **การวิจัยเบื้องต้น.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์สุวีริยาสาส์น.

เปรมชัย คงตัน วิสุทธิ์สุนทรกนกพงศ และพีระวุฒิ สุวรรณจันทร (2555). **ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร AVR ATMEGA 32 AVR ATMEGA 32 Laboratory Set**. วารสารวิจัยครุศาสตรอุตสาหกรรม ปที่ 11 ฉบับที่ 2 กุมภาพันธ – พฤษภาคม 2555.

พิสิฐ เมธาภัทร และธีระพล เมธีกุล (2529). **การพัฒนาหลักสูตรอาชีวศึกษาและเทคนิคศึกษา**. กรุงเทพฯ, ม.ป.ป.

วรสุดา บุญยไวโรจน์ (2536). **การประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร.

สมยศ เพ็ญศรีสิริกุล (2546). **ดิจิตอลประยุกต์.** แหล่งที่มา : http://somyut.krutechnic.com , 2 มกราคม 2560

สมนึก ลากระโทก (2555). **ชุดฝึกระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์**. รายงานวิจัยประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขางานเครื่องกล สาขาวิชายานยนต์ วิทยาลัยเทคโนโลยีสายมิตรนครราชสีมา.

สุมาลี จันทร์ชลอ (2542). **การวัดผลและประเมินผล**. ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ, 2542.

สุริโยทัย สุปัญญาพงศ์ และอรรถพล เข็มแดง (2552). **การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองเพื่อเสริมทักษะวิชาปฏิบัติ วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ**. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ปที่ 5 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2552.

สุวิทย์ มูลคำ (2550). **ก้าวเข้าสู่การเลื่อนวิทยฐานะครู**. กรุงเทพ ฯ : บริษัท ดวงกมลสมัย จำกัด.

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2556). **หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพพุทธศักราช 2556 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม**. สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์

บรรณานุกรม (ต่อ)

ภาษาอังกฤษ

AMNAT NUAME (2553). **ออปแอมป์ และวงจรขยายสัญญาณพื้นฐานโดยใช้ออปแอมป์.** แหล่งที่มา : http://living-electronics.blogspot.com. เมื่อ 2 สิงหาคม 2558.

Eazyelec (2559). **ไอซี555ตั้งเวลา.** แหล่งที่มา : http://eazyelec.com. เมื่อ 2 สิงหาคม 2558.

EngineersGarage (2555). **ไอซีเมโลดี้.** แหล่งที่มา : https://www.engineersgarage.com. เมื่อ 2 มกราคม 2560.

Maslow, A.H. (1970). **Motivation and Personality**. 2nd ed. New York : Harper & Row.

Mr. James Hewes (2558). **ไอซีเร็กกูเลต.** แหล่งที่มา : http://icelectronic.com. เมื่อ 2 มกราคม 2560.

บรรณานุกรม (ต่อ)

อินเตอร์เน็ต

ไอซีตั้งเวลา 555. แหล่งที่มา : http://www.electronics-project- design.com/images/TimerFig1.gif. เมื่อ 15 สิงหาคม2558.

ไอซีตั้งเวลา 555. แหล่งที่มา : https://www.eleccircuit.com/555-timer-audio-alarm-circuits/, เมื่อ 20 สิงหาคม 2558.

ไอซีตั้งเวลา 555. แหล่งที่มา : http://www.standrews.ac.uk/~www_pa/Scots_Guide/datasheets/Opamps/741.html. เมื่อ 20 สิงหาคม 2558.

ไอซีตั้งเวลา 555. แหล่งที่มา : http://wara.com/article-869.html. เมื่อ 2 สิงหาคม 2558.

ไอซีดิจิตอล. แหล่งที่มา : http://digitalm6.blogspot.com/2012/09/blog-post_3310.html. เมื่อ 26 สิงหาคม 2558.

ไอซีดิจิตอล. แหล่งที่มา : https://www.physics.mcmaster.ca/PHYS4DB3/Lab/ics/7447.gif. เมื่อ 26 สิงหาคม 2558.

ไอซีดิจิตอล. แหล่งที่มา : http://digitalm6.blogspot.com/2012/09/blog-post_3310.html. เมื่อ 26 สิงหาคม 2558.

ไอซีดิจิตอล. แหล่งที่มา : http://makeyourownchip.tripod.com/7448.html. เมื่อ 26 สิงหาคม 2558.

ไอซีดิจิตอล. แหล่งที่มา : http://www.alessioviti.com/lcdprojects/datasheet/7490.gif. เมื่อ 20 สิงหาคม 2558.

ไอซีดิจิตอล. แหล่งที่มา : https://www.engineersgarage.com/electronic-components/74ls90-ic-datasheet. เมื่อ 20 สิงหาคม 2558.

ไอซีดิจิตอล. แหล่งที่มา : https://www.electronics-tutorials.ws/counter/bcd-counter-circuit.html. เมื่อ 20 สิงหาคม 2558.

ไอซีดิจิตอล. แหล่งที่มา : https://en.wikipedia.org/wiki/Seven-segment_display. เมื่อ 20 สิงหาคม 2558.

ไอซีดิจิตอล. แหล่งที่มา : https://www.lelong.com.my/3-digit-7-segment-display-common-anode-0-36-inch-red-stelectronics-173264704-2019-01-Sale-P.htm. เมื่อ 20 สิงหาคม 2558.

ไอซีดิจิตอล. แหล่งที่มา : http://www.micro-digital.net/8051-to-7-segment-display-interfacing/. เมื่อ 20 สิงหาคม 2558.

บรรณานุกรม (ต่อ)

อินเตอร์เน็ต

ไอซีเมโลดี้. แหล่งที่มา : https://www.engineersgarage.com/electronic-components/um66-ic เมื่อ 20 สิงหาคม 2558.

ไอซีเมโลดี้. แหล่งที่มา : https://www.ebay.co.uk/itm/Sound-Melody-IC-um66t-19s-For-Elise-BO33-/401544531867. เมื่อ 25 สิงหาคม 2558.

ภาคผนวก

ก. ขั้นตอนการออกแบบโครงสร้างและวงจร

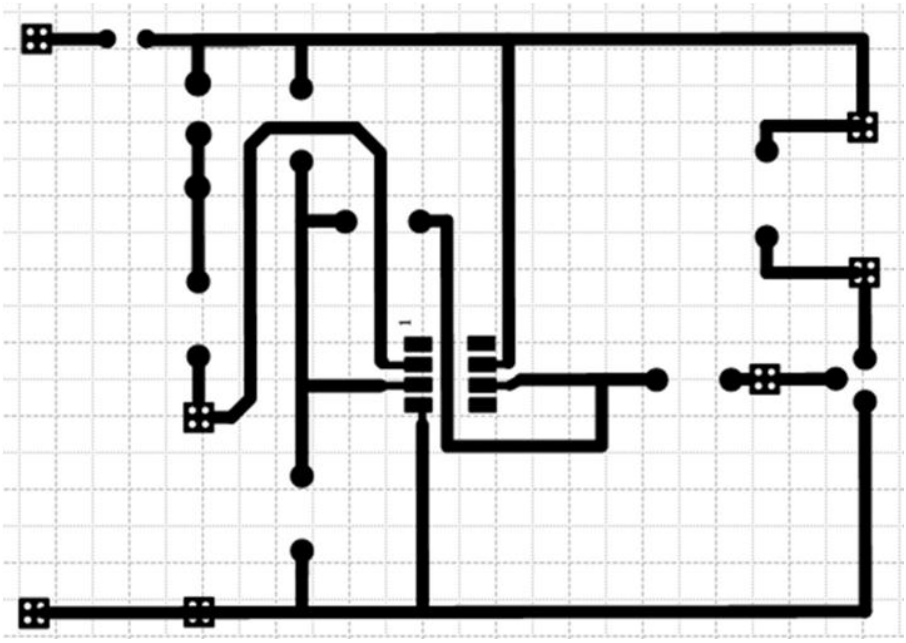
ข. รายการอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับสร้างโครงงาน

ค. แบบประเมินประสิทธิภาพและประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการใช้แผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน

ง. ใบงานการทดลอง

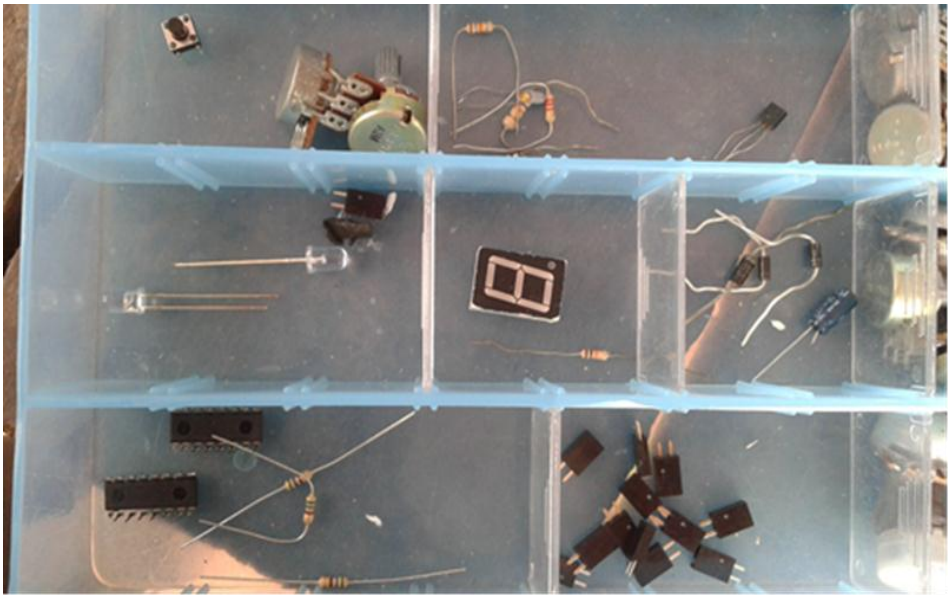
จ. เฉลยใบงานการทดลอง

ก. ขั้นตอนการออกแบบโครงสร้างและวงจร

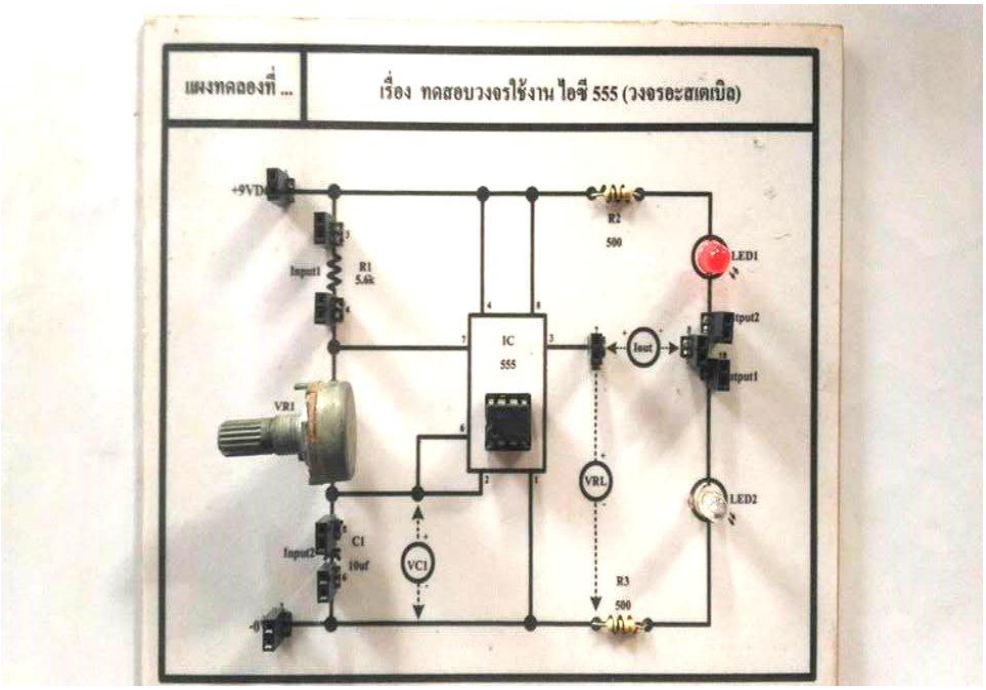


ภาพที่ ก.1 ตัวอย่างวงจรที่ออกแบบบนโปรแกรม Visio

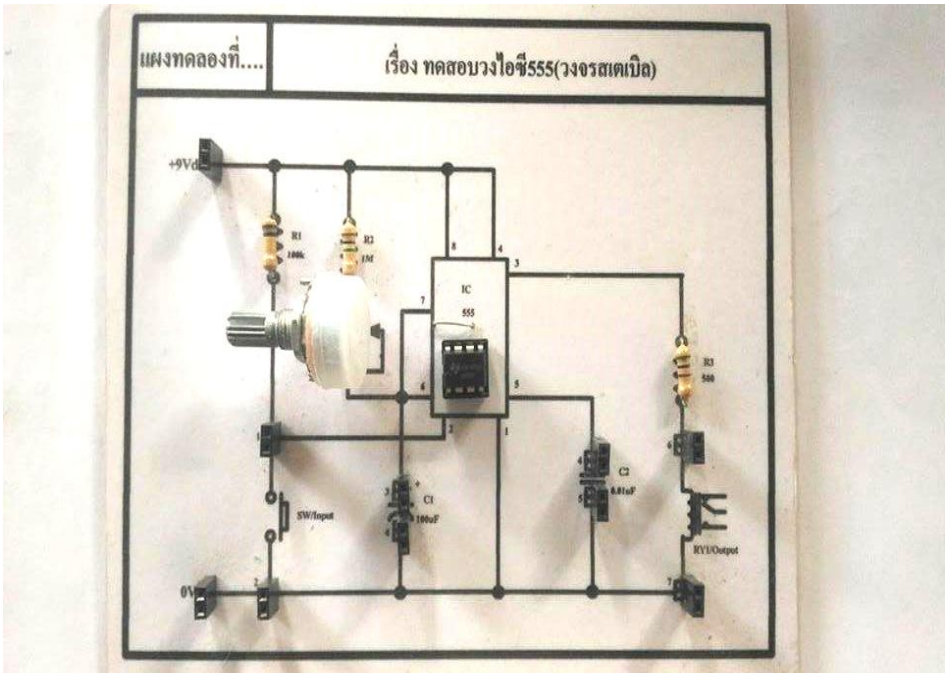
ภาพที่ ก.2 กัดแผ่นลายวงจรพิมพ์ที่ออกแบบไว้



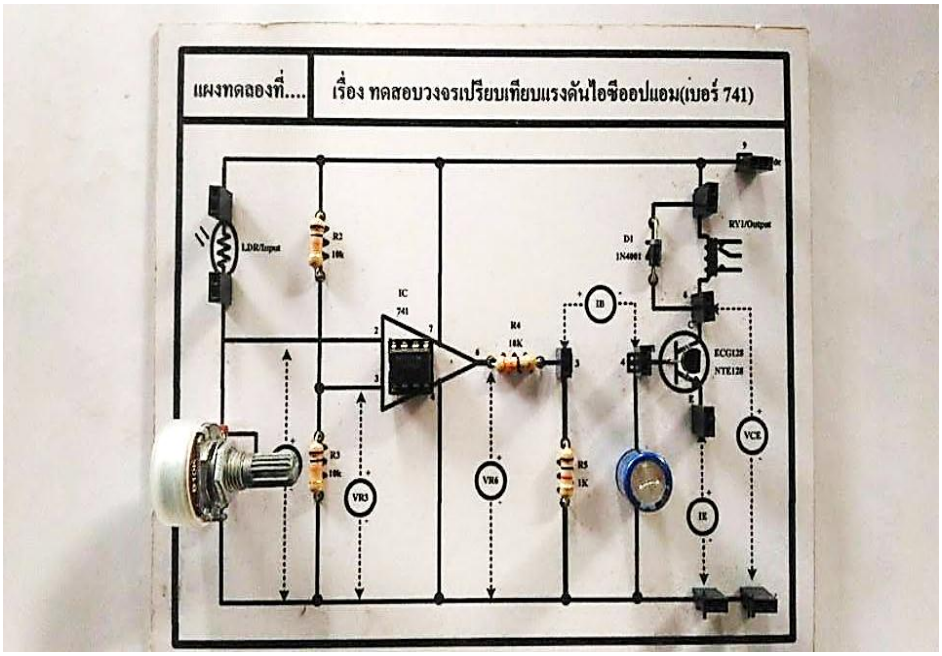
ภาพที่ ก.3 ตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในประกอบติดตั้งลงบนแผงชุดฝึกการทดลอง



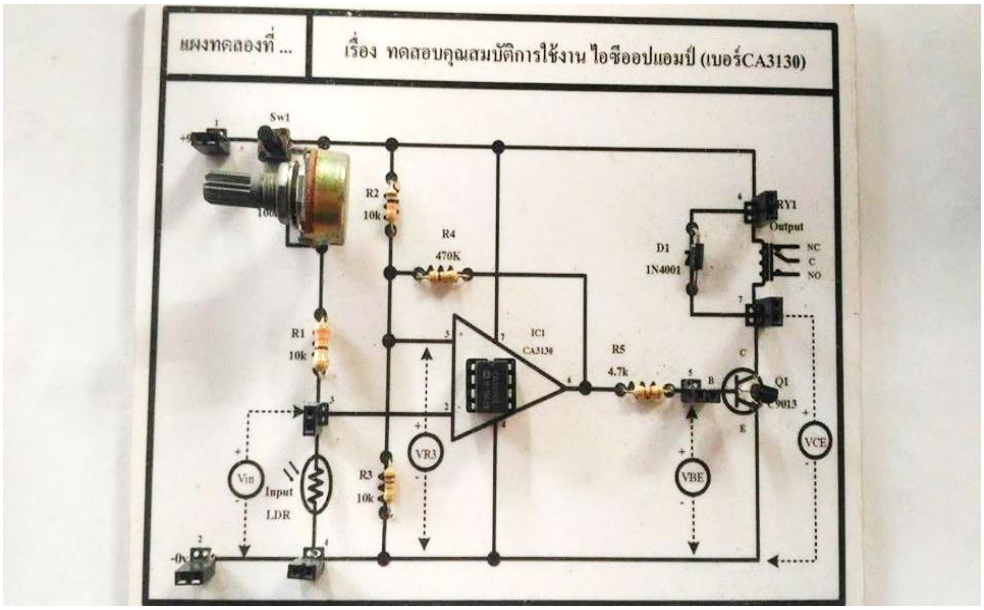
ภาพที่ ก.4 การใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พร้อมทำการบัดกรีตัวอุปกรณ์ และตัดสติ๊กเกอร์ลายวงจร



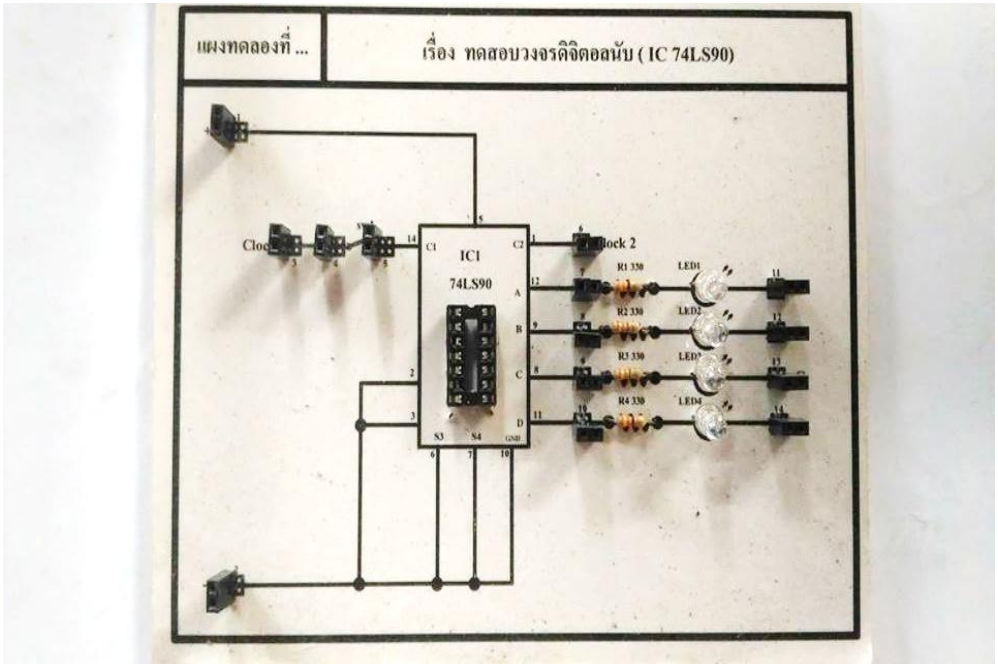
ภาพที่ ก.5 การใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พร้อมทำการบัดกรีตัวอุปกรณ์ และตัดสติ๊กเกอร์ลายวงจร



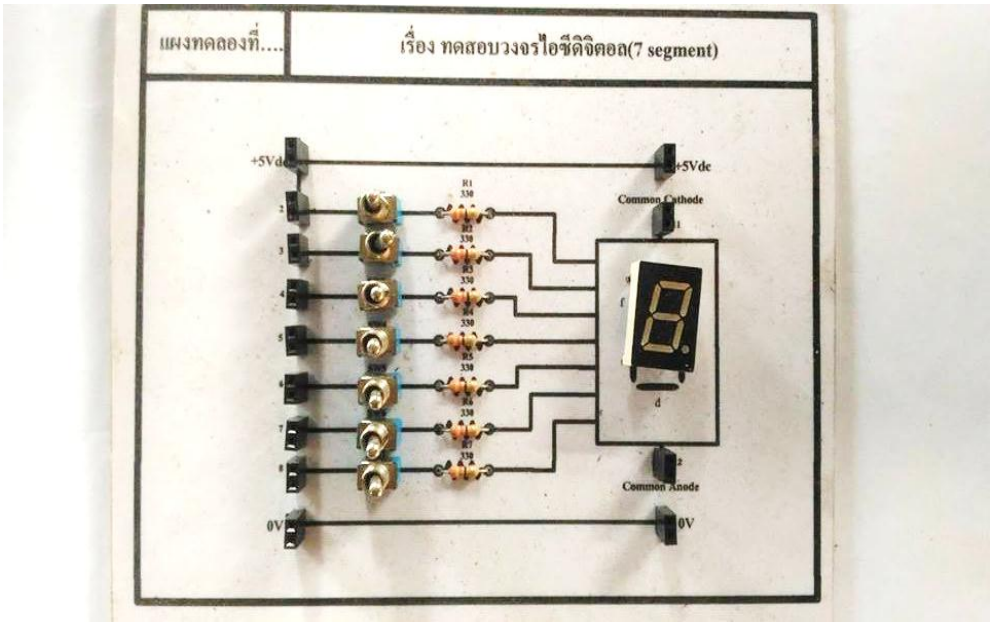
ภาพที่ ก.6 ตัวอย่างการใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พร้อมทำการบัดกรีตัวอุปกรณ์ และตัดลายวงจร



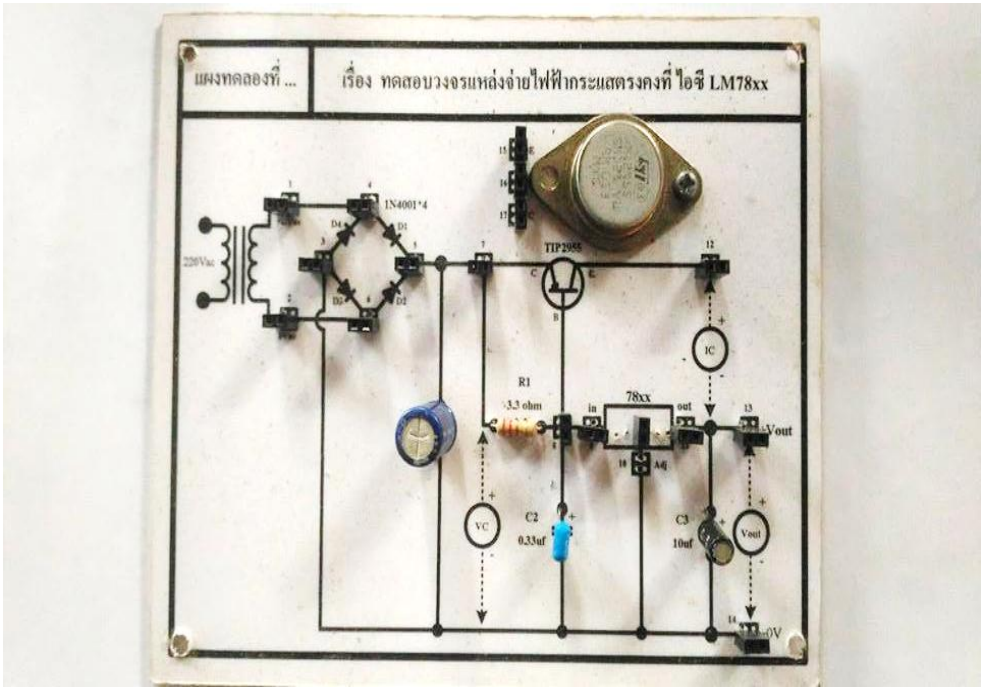
ภาพที่ ก.7 ตัวอย่างการใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พร้อมทำการบัดกรีตัวอุปกรณ์ และตัดลายวงจร



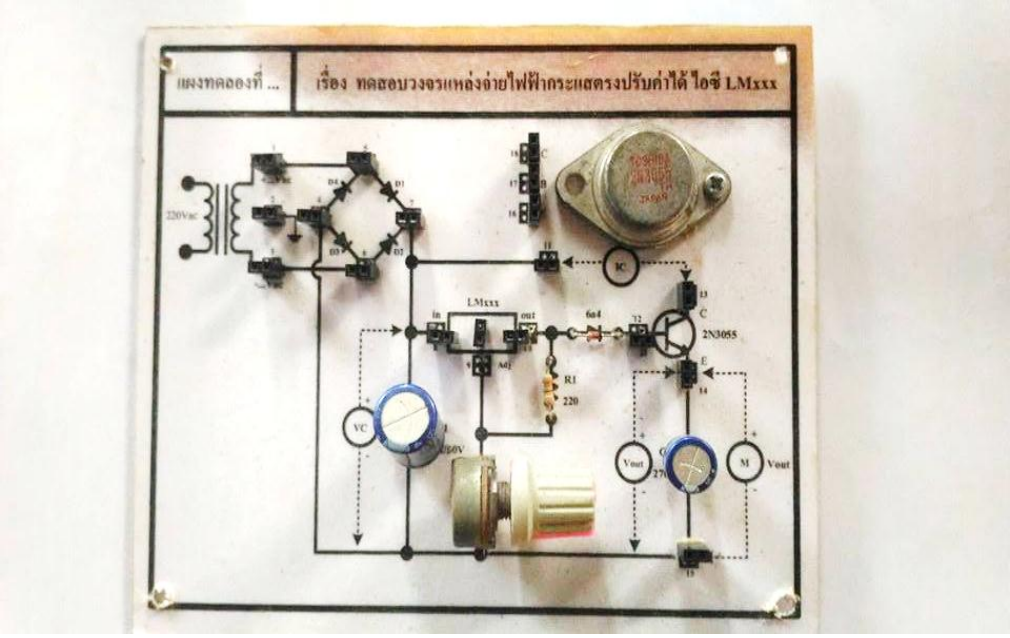
ภาพที่ ก.8 การใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พร้อมทำการบัดกรีตัวอุปกรณ์ และตัดสติ๊กเกอร์ลายวงจร



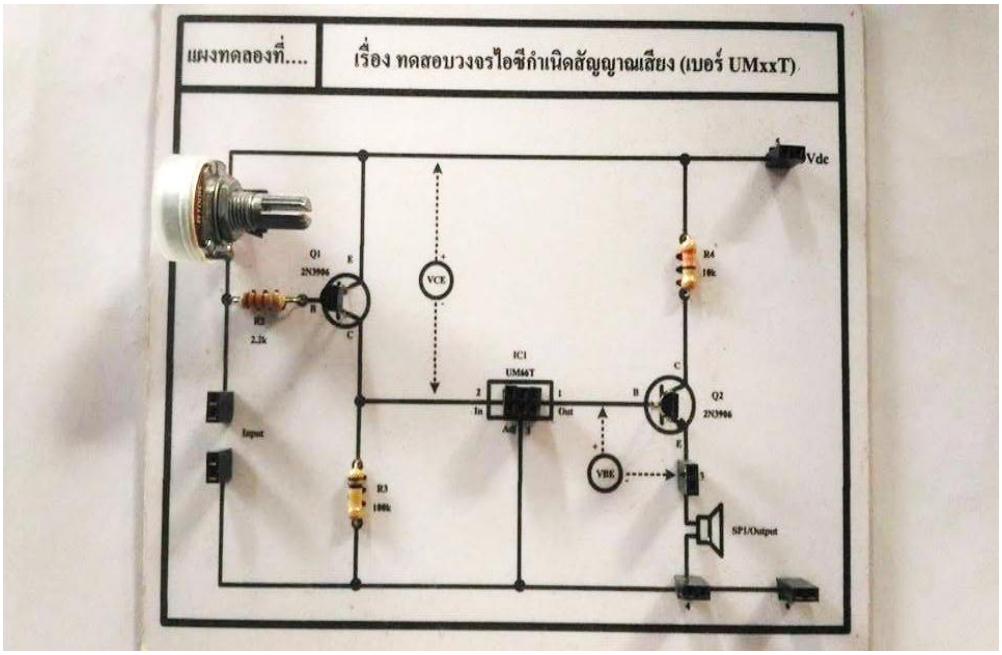
ภาพที่ ก.9 การใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พร้อมทำการบัดกรีตัวอุปกรณ์ และตัดสติ๊กเกอร์ลายวงจร



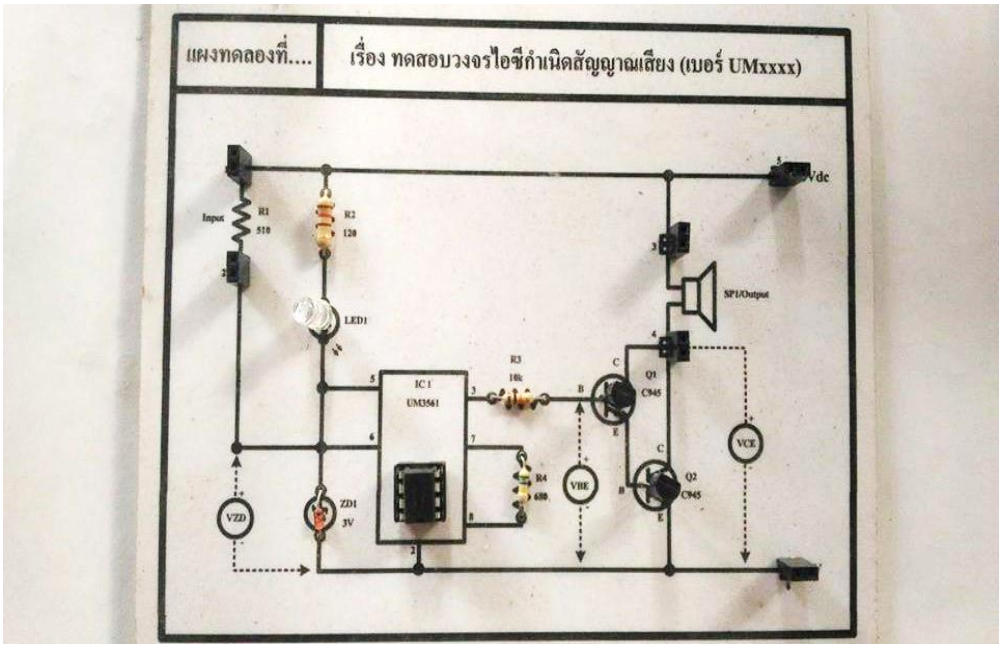
ภาพที่ ก.10 การใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พร้อมทำการบัดกรีตัวอุปกรณ์ และตัดสติ๊กเกอร์ลายวงจร



ภาพที่ ก.11 การใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พร้อมทำการบัดกรีตัวอุปกรณ์ และตัดสติ๊กเกอร์ลายวงจร



ภาพที่ ก.12 การใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พร้อมทำการบัดกรีตัวอุปกรณ์ และตัดสติ๊กเกอร์ลายวงจร



ภาพที่ ก.13 การใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พร้อมทำการบัดกรีตัวอุปกรณ์ และตัดสติ๊กเกอร์ลายวงจร

ข. รายการอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับสร้างโครงการ

ตารางที่ ข.1 รายการอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดสร้างแผงชุดฝึกการทดลองฯ

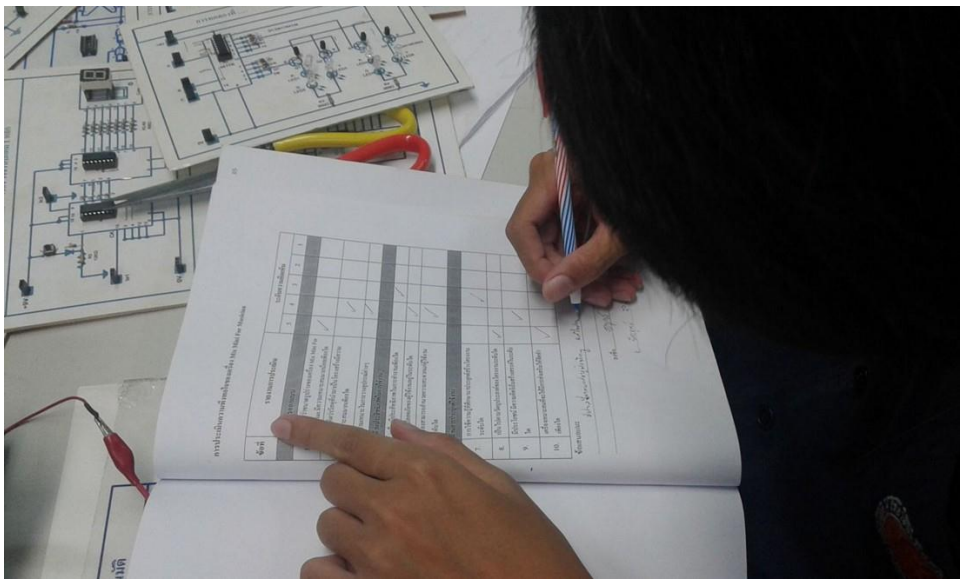
ลำดับ	รายการ	จำนวน	ราคา
1	กล่องที่ใช้สำหรับทำกระเป๋าแผงชุดฝึกการทดลอง	11 กล่อง	935 บาท
2	อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับใช้ในการจัดสร้างวงจรลงแผงชุดฝึกต่างๆ เช่น ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ เป็นต้น	11 วงจร	850 บาท
3	สายไฟและปากคีบสีแดงและสีดำ	40 เส้น	320 บาท
4	มัลติมิเตอร์ดิจิตอล (ขนาดเล็ก)	2 เครื่อง	700 บาท
5	สายไฟสีแดง และสีดำสำหรับใช้เสียบแผงชุดทดสอง	4 เมตร	120 บาท
6	แผ่นลายวงจรพิมพ์	3 แผ่น	300 บาท
7	น้ำยากัดปริ้นท์	3 ขวด	75 บาท
8	น๊อต	2 ชุด	30 บาท
9	ชุดวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 0-30 V	2 ชุด	700 บาท
10	อื่น ๆ	-	500 บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น (งบประมาณส่วนตัว)			4,530 บาท

ค. แบบประเมินประสิทธิภาพและประเมินความพึงพอใจของครูผู้สอนและผู้เรียนที่มีต่อแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน

ภาพที่ ค.1 ให้ผู้เรียน สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ทำการทดลองใช้แผงชุดฝึก ฯ ตามใบงานการทดลอง

ภาพที่ ค.2 ให้ผู้เรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ทำการทดลองใช้แผงชุดฝึก ฯ ตามใบงานการทดลอง

ภาพที่ ค.3 ให้ผู้เรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ทำการทดลองใช้แผงชุดฝึก ฯ ตามใบงานการทดลอง



ภาพที่ ค.4 การประเมินความพึงพอใจจากผู้เรียนที่มีต่อการทดลองใช้แผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน

แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการใช้แผงชุดฝึกการทดลอง

1. ผลการหาความพึงพอใจจากผู้เรียนที่มีต่อแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน

ผู้วิจัยได้นำแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งานมาทดลองใช้กับผู้เรียน ระดับชั้นปวช. 2 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 20 คน พร้อมทั้งแจกแบบประเมินความพึงพอใจให้กับผู้เรียน โดยมีหัวข้อการประเมินแบ่งเป็น 3 ด้าน คือ ด้านการออกแบบ ด้านประสิทธิภาพการใช้งาน และด้านการประยุกต์การใช้งาน จำนวน 10 ข้อ

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับคะแนน				
		5	4	3	2	1
ด้านการออกแบบ						
1	ท่านคิดว่าขนาดรูปร่างของแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด					
2	ท่านคิดว่าวัสดุที่นำมาเป็นโครงสร้างมีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด					
3	ความเหมาะสมในการวางอุปกรณ์ต่าง ๆ มีมากน้อยเพียงใด					
ด้านประสิทธิภาพในการทำงาน						
4	แผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับการทดลองปฏิบัติงานมากน้อยเพียงใด					
5	ความปลอดภัยของผู้เรียนลงมือปฏิบัติใช้งานอยู่ในระดับใด					
6	แผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งานเอื้ออำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติใช้งานในระดับใด					
ด้านการประยุกต์ใช้งาน						
7	การต่อวงจรประยุกต์ใช้งานของแผงชุดฝึกฯ ทำให้เข้าใจในระดับใด					
8	แผงชุดฝึกฯ เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงงานอยู่ในระดับใด					
9	แผงชุดฝึกฯ มีประโยชน์ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในระดับใด					
10	แผงชุดฝึกฯ ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจวิธีการวัดทดสอบหาค่าต่างๆ ในวงจรได้ง่ายขึ้น และมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ฝึกปฏิบัติต่อผู้เรียนมากน้อยเพียงใด					
รวมคะแนน						

ข้อเสนอแนะ.....

.....

ง. ใบงานการทดลอง

ผู้วิจัยได้จัดสร้างแผงชุดฝึกการทดลองวงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน สำหรับใช้ประกอบการสอนในรายวิชา วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน รหัสวิชา 2105 -2104 จำนวน 5 ชุดการทดลอง แต่ละชุดการทดลองจะประกอบด้วย แผงชุดฝึกการทดลอง ใบงานการทดลอง และเฉลยใบงานการทดลอง รวมกันทั้งหมด 11 แผงการทดลอง ดังนี้

ชุดที่ 1 เรื่อง การใช้งานวงจรไอซีเวลา จำนวน 2 แผงการทดลอง ได้แก่

- แผงการทดลองที่ 1 เรื่อง การทดสอบวงจรโมโนสเตเบิลด้วยไอซีเวลา เบอร์ 555
- แผงการทดลองที่ 2 เรื่อง การทดสอบวงจรอะสเตเบิลด้วยไอซีเวลา เบอร์ 555

ชุดที่ 2 เรื่อง การใช้งานวงจรไอซีออปแอมป์ จำนวน 2 แผงการทดลอง ได้แก่

- แผงการทดลองที่ 3 เรื่อง การทดสอบวงจรเปรียบเทียบแรงดันด้วยไอซีออปแอมป์ เบอร์ 741
- แผงการทดลองที่ 4 เรื่อง การทดสอบวงจรเปรียบเทียบแรงดันด้วยไอซีออปแอมป์ เบอร์ CA3130

ชุดที่ 3 เรื่อง การใช้งานวงจรไอซีดิจิตอล จำนวน 3 แผงการทดลอง ได้แก่

- แผงการทดลองที่ 5 เรื่อง การทดสอบวงจรถอดรหัสด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS47/74LS48
- แผงการทดลองที่ 6 เรื่อง การทดสอบวงจรนับด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS90
- แผงการทดลองที่ 7 เรื่อง การทดสอบวงจรแสดงผลด้วย 7 Segment

ชุดที่ 4 เรื่อง การใช้งานวงจรไอซีเร็กกูเลเตอร์ จำนวน 2 แผงการทดลอง ได้แก่

- แผงการทดลองที่ 8 เรื่อง การทดสอบวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงคงที่ด้วยไอซีเร็กกูเลเตอร เบอร์ LM78XX
- แผงการทดลองที่ 9 เรื่อง การทดสอบวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ด้วยไอซีเร็กกูเลเตอร เบอร์ LM317

ชุดที่ 5 เรื่อง การใช้งานวงจรไอซีกำเนิดสัญญาณเสียง จำนวน 2 แผงการทดลอง ได้แก่

- แผงการทดลองที่ 10 เรื่อง การทดสอบวงจรกำเนิดสัญญาณเสียงด้วยไอซีกำเนิดสัญญาณ เบอร์ UM66T
- แผงการทดลองที่ 11 เรื่อง การทดสอบวงจรกำเนิดสัญญาณเสียงด้วยไอซีกำเนิดสัญญาณ เบอร์ UM3561

	ใบงานการทดลองที่ 1 การใช้งานวงจรไอซีตั้งเวลา	หน่วยที่ ..... สัปดาห์ที่ .....
	ชื่อวิชา วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน	สอนครั้งที่ .....
	เรื่อง การทดสอบวงจรโมโนสเตเบิลด้วยไอซีเวลา เบอร์ 555	จำนวน ..... คาบ

จุดประสงค์

1. ศึกษาคุณสมบัติการทำงานของไอซีเวลา เบอร์ 555
2. แสดงการต่อวงจร การวัด และทดสอบหาค่าคุณสมบัติการทำงานต่าง ๆ ของวงจรโมโนสเตเบิลด้วยไอซีเวลา เบอร์ 555 ต่อประยุกต์ใช้งานในวงจร
3. บอกการใช้เครื่องมือวัดค่าทางไฟฟ้าของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในวงจร

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. แผงการทดลองที่ 1 เรื่อง การทดสอบวงจรโมโนสเตเบิลด้วยไอซีเวลา เบอร์ 555 1 ชุด
2. เครื่องมือวัดมัลติมิเตอร์อะนาล็อกหรือมัลติมิเตอร์ดิจิตอล 2 เครื่อง
3. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 0-30 V 1 เครื่อง

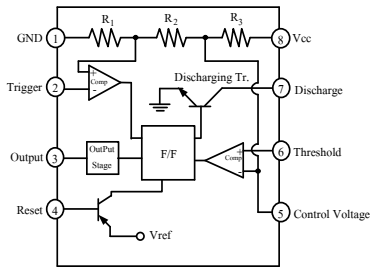
ทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ไอซีเวลาหรือไอซีไทเมอร์ หรือเรียกว่า ไอซี 555 เป็นวงจรรวม (Integrated Circuit) ชนิดหนึ่งที่ใช้สำหรับควบคุมสัญญาณเวลาหรือใช้เป็นตัวจับเวลา (Timer) ทำหน้าที่ กำเนิดสัญญาณพัลส์ตามชั่วโมงเวลาที่ออกแบบหรือกำหนดไว้ โดยสามารถกำหนดได้ด้วยตัวอุปกรณ์เพิ่มเติมจากภายนอก ก็คือ การนำตัวต้านทานมาต่ออนุกรมร่วมกับตัวคาปาซิเตอร์ เป็นวงจรหน่วงเวลา RC Circuit และไอซีตั้งเวลา 555 สามารถนำไปใช้เป็นวงจรตั้งเวลาที่มีความเที่ยงตรงค่อนข้างสูง

ไอซีเวลา เบอร์ 555 สามารถกำเนิดสัญญาณได้อยู่ 2 แบบ คือ แบบวงจรโมโนสเตเบิล (Monostable) และแบบวงจรอะสเตเบิล (Astable)

1. ข้อมูลเกี่ยวกับไอซีเวลาหรือไอซีไทเมอร์

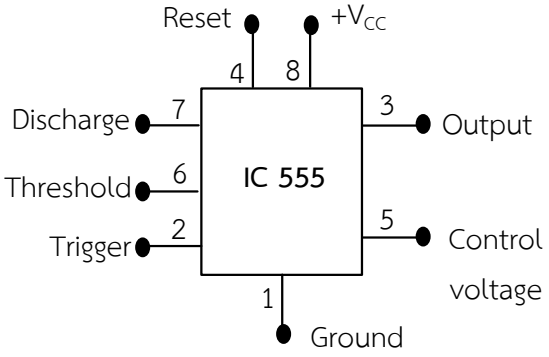
1.1 โครงสร้างภายในของไอซีเวลา 555 แสดงดังในภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 โครงสร้างภายในของไอซีเวลาหรือไอซีไทเมอร์ และการจัดตำแหน่งขา

ที่มา : [Online], http://www.electronics-project-design.com/images/TimerFig1.gif, [2558].

1.2 สัญลักษณ์ของไอซีเวลาหรือไอซีไทเมอร์ แสดงดังในภาพที่ 1.2



ภาพที่ 1.2 สัญลักษณ์ของไอซีเวลา หรือไอซีไทเมอร์
ที่มา : ธัญญ์พิชชา ท้วมทับ, [2558].

1.3 รูปร่างตัวจริงและเบอร์ของไอซีเวลาหรือไอซีไทเมอร์ แสดงดังในภาพที่ 1.3

(ก) บอกขาของไอซีเวลา 555 (ข) รูปร่างจริงของไอซีเวลา 555

ภาพที่ 1.3 รูปร่างของจริงไอซีเวลาหรือไอซีเวลา 555
ที่มา : [Online], https://www.eleccircuit.com/555-timer-audio-alarm-circuits/, [2558].

2. หน้าที่ของไอซีเวลาหรือไอซีไทเมอร์ในวงจร

ทำหน้าที่ กำเนิดสัญญาณพัลส์ตามเวลาที่ออกแบบไว้ โดยสามารถกำหนดได้ด้วยตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกนำมาต่อเพิ่มเติมให้กับตัวไอซีเวลาหรือไอซีเวลา 555 คือ ตัวต้านทานต่ออนุกรมกับตัวเก็บประจุ และยังสามารถที่จะนำไปสร้างเป็นวงจรได้หลายวงจรมาก เช่น การนำไปสร้างสัญญาณรูปคลื่นสัญญาณในแบบต่างๆ เช่น สัญญาณพัลส์ สัญญาณสี่เหลี่ยม และสัญญาณสามเหลี่ยม เป็นต้น หรือจะนำไปสร้างเป็นวงจรตั้งเวลาก็ทำได้เช่นกัน

3. คุณสมบัติการทำงานทางไฟฟ้าและตำแหน่งขาของไอซีเวลา เบอร์ 555

คุณสมบัติการทำงานของไอซีเวลา เบอร์ 555 แต่ละขาสามารถศึกษาได้จากโครงสร้างวงจรภายในของไอซีเวลา แสดงดังในภาพที่ 1.1 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) **ขา 1 กราวด์ (Ground)** ต้องการแหล่งจ่ายไฟตรงที่มีศักย์ลบมีค่า 0 V

2) **ขา 2 ทริกเกอร์ (Trigger)** เป็นขาที่มีความไวหรือแรงดันที่มีค่า (1/3) ของ + Vcc และจะเกิดการจุดชนวนของอินพุต ทำให้เอาต์พุตเปลี่ยนจากระดับต่ำเป็นระดับสูง โดยทั่วไปความกว้างของพัลส์ที่จะมาจุดชนวนอินพุตได้นั้น ต้องมีค่าเวลามากกว่า 1 μs ขึ้นไป หลังจากจุดชนวนอินพุตแล้วทำให้เกิดการหน่วงเวลาของสัญญาณหลายไมโครวินาที ซึ่งจะทำให้ได้ค่าความกว้างต่ำสุดมีค่า 10 μs ขนาดของแรงดันที่เหมาะในการจุดชนวนนี้ มีค่าระหว่าง + Vcc และกราวด์ สำหรับกระแสจุดชนวนที่ต้องการนั้นมีค่า 500 mA

3) **ขา 3 เอาต์พุต (Output)** แรงดันเอาต์พุตที่เกิดขึ้น สำหรับเอาต์พุตระดับสูงมีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า +Vcc ประมาณ 1.7 V สำหรับเอาต์พุตระดับต่ำนั้น จะขึ้นอยู่กับแล่งจ่ายไฟที่ป้อน เช่น ที่ +Vcc = 5 V เอาต์พุต ระดับต่ำจะมีค่าประมาณ 0.25 V ที่ 5 mA และที่ +Vcc = 15 V เอาต์พุตระดับต่ำจะมีค่าประมาณ 2 V ที่ 100 mA

4) **ขา 4 รีเซต (Reset)** เมื่อต้องการให้เอาต์พุตอยู่ในระดับต่ำ ต้องป้อนศักย์ไฟฟ้าที่ขานี้ประมาณ 0.7 V โดยกระแสซิงก์มีค่า 0.1 mA ค่าของเวลาประวิงในการทำให้เอาต์พุตเปลี่ยนเป็นระดับต่ำมีค่า 0.5 s ซึ่งค่านี้เป็นค่าเป็นค่าต่ำสุดของความกว้างของพัลส์ที่จะมาควบคุมขานี้ ในกรณีที่ไม่ต้องการใช้ขานี้ก็ควรต่อเข้ากับ +VCC

5) **ขา 5 กระแสซิงก์** ที่เข้ามาขานี้สามารถรับได้ใกล้เคียงกับเอาต์พุต ดังนั้นค่าแรงดันที่มีค่า (2/3) ของ +VCC ซึ่งเป็นแรงดันระดับสูงที่ใช้ในการเปรียบเทียบ ปกติในการทำงานขานี้จะไม่ถูกใช้แต่ควรใช้ตัวเก็บประจุค่า 0.01 μF ต่อลงกราวด์เพื่อไม่ให้ถูกรบกวนจากสัญญาณรบกวนขณะทำงาน

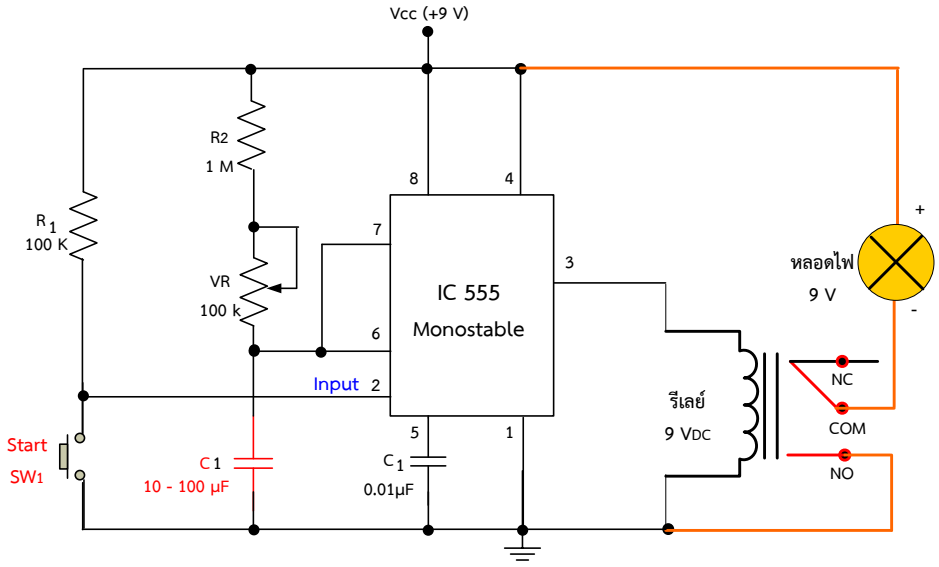
6) **ขา 6 เทรสโฮล (Threshold)** ถ้าศักย์ไฟฟ้าที่ขานี้สูงถึง 2/3 ของ + Vcc จะเป็นระดับที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลง คือ จะทำให้สภาวะเอาต์พุตเปลี่ยนแปลงจากระดับสูง และระดับต่ำ

7) **ขา 7 ดิสชาร์จ (Discharge)** ขานี้ต่อกับขา C ของทรานซิสเตอร์ซึ่งอยู่ภายในตัวไอซี โดยขา E ต่อลงกราวด์ ทรานซิสเตอร์นี้ จะทำหน้าที่ กำหนดเวลาของระดับเอาต์พุต ถ้าเอาต์พุตอยู่ในระดับต่ำ ทรานซิสเตอร์นี้จะมีความต้านทานต่ำ ในขณะที่ทรานซิสเตอร์มีความต้านทานต่ำตัวเก็บประจุจะสามารถคายประจุผ่านทรานซิสเตอร์นี้ได้

8) **ขา 8 ไฟเลี้ยง (+Vcc)** ต้องการแหล่งจ่ายไฟตรงที่มีศักย์บวกมีค่าอยู่ระหว่าง 5 V ถึง 15 V แม้ว่าจะทำงานในช่วงแรงดันที่ต่างกัน แต่ละช่วงของเวลาทำงานที่เปลี่ยนไปยังคงมีค่าน้อยมาก คือ ร้อยละ 0.1 ต่อการเปลี่ยนแปลงแรงดัน 1 V

4. การต่อวงจรประยุกต์ใช้งานไอซีเวลา 555 ในวงจร

ตัวอย่าง การนำวงจรไอซีเวลา 555 ไปต่อใช้งานแบบวงจรโมโนสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ สำหรับใช้ทดลองภาคปฏิบัติ แสดงดังในภาพที่ 1.4



ภาพที่ 1.4 การนำวงจรไอซีเวลา 555 ไปต่อใช้งานแบบวงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์

อธิบายหลักการทำงานของวงจร คือ

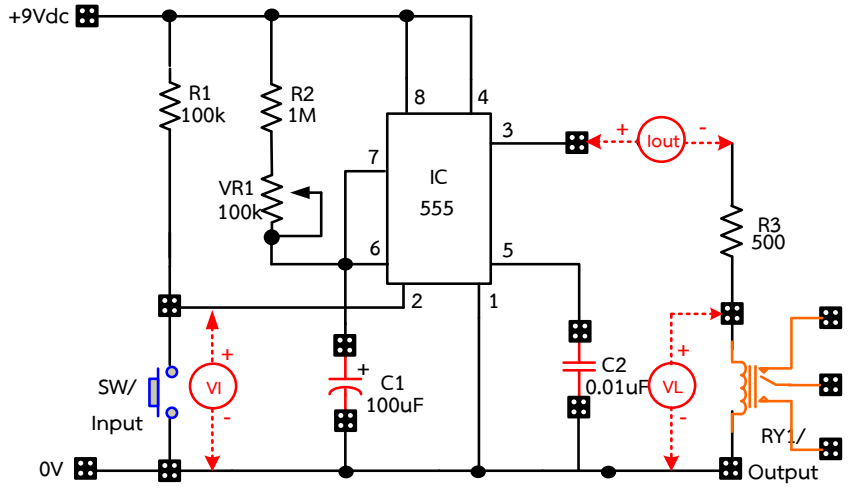
ในสภาวะช่วงที่ 1 เมื่อยังไม่กดสวิตช์ SW_1 สภาวะเปิดวงจร จะทำให้มีกระแสไหลไปทริกเกอร์ หรือจ่ายให้ขา 2 ของไอซี จึงทำให้ภายในไอซีทำงานในสภาวะนี้ อาจจะทำให้มีสัญญาณออกเอาต์พุตที่ขา 3 ของไอซีเป็นสภาวะ “1” ก่อน ทำให้ขดลวดรีเลย์ทำงานมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลงกราวด์ ทำให้หน้าสัมผัสรีเลย์ สภาวะ COM ที่ต่ออยู่กับ NC สับหน้าสัมผัสย้ายไปสับหน้าสัมผัสต่อเข้ากับ NO แทน จึงทำให้ตัวแสดงผลหรือโหลดหลอดไฟ “ติดสว่าง”

ในสภาวะช่วงที่ 2 เมื่อกดสวิตช์ SW_1 ในสภาวะปิดวงจร ก็จะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านสวิตช์ SW_1 ลงกราวด์ ทำให้ไม่มีกระแสไปทริกเกอร์จ่ายให้ขา 2 ของไอซี จึงทำให้ภายในไอซีไม่สามารถทำงานได้ จึงทำให้มีสัญญาณออกเอาต์พุตที่ขา 3 เปลี่ยนสภาวะจาก “1” ค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสภาวะ “0” ตามเวลาที่กำหนดด้วย VR_1 มีค่า 1MΩ และ C_t มีค่า 10 µF ทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าไปจ่ายให้กับขดลวดรีเลย์ส่งผลให้หน้าสัมผัสกับมาที่ NC ดังเดิม จึงทำให้โหลดหลอดไฟ แสดงผล “ดับ” และเมื่อต้องการให้หลอดไฟกลับมา ติดสว่างอีกครั้งก็ให้ทำการกดสวิตช์ SW_1 อยู่ในสภาวะเปิดวงจรตามเดิม

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ให้ต่อวงจรทดสอบใช้งานไอซีเวลา 555 แสดงดังในภาพที่ 1.4 ลงบนแผงทดลองที่ 1 แสดงดังในภาพที่ 1.5 โดยใช้ C_1 มีค่า 10 µF ต่อให้เป็นลักษณะการทริกเกอร์หรือใช้สวิตช์กดติดปล่อยดับ

แผงทดลองที่ 1	เรื่อง การทดสอบวงจรโมโนสเตเบิลด้วยไอซีเวลา เบอร์ 555



ภาพที่ 1.5 แผงการทดลองที่ 1 สำหรับใช้ต่อทดสอบวงจรโมโนสเตเบิลด้วยไอซีเวลา เบอร์ 555

2. ให้ปรับแรงดันที่แหล่งจ่ายไฟตรงให้มีแรงดันไฟตรง 9 V_{DC} และทำการจ่ายเข้ากับแผงชุดฝึกการทดลอง และปรับ VR_1 พร้อมวัดและบันทึกค่าต่าง ๆ ลงในตารางที่ 1.1 ตามลำดับ
3. ถอดแหล่งจ่ายไฟ และเปลี่ยน C_1 เป็นค่า 47 µF , 100 µF ตามลำดับ
4. ทดลองซ้ำตามขั้นตอนที่ 1-2 และตอบคำถามหลังการทดลอง

ตารางที่ 1.1 ผลการบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าในวงจร

ค่าตัวเก็บประจุ	V_R ปรับค่าปานกลาง		ระยะเวลาที่หลอดไฟติด	V_R ปรับค่ามากสุด		ระยะเวลาที่หลอดไฟติด
	I_{out}	V_{out}		I_{out}	V_{out}	
10 µF						
47 µF						
100 µF						

คำถามหลังการทดลอง

1. ถ้าเปลี่ยน C_1 ให้มีค่า 100 µF และปรับความต้านทาน VR_1 ให้น้อยสุด หลอดไฟจะแสดงผลเป็นอย่างไร เพราะอะไร

.....

.....

2. ถ้าเปลี่ยน C_1 ให้มีค่า 47 μF และปรับความต้านทาน VR_1 ให้น้อยสุด หลอดไฟจะแสดงผลเป็นอย่างไร เพราะอะไร

.....
.....
.....

3. เมื่อปรับความต้านทาน VR_1 จะสังเกตว่าหลอดไฟเกิดการแสดงผลที่มีการเปลี่ยนแปลง อยากทราบว่าเพราะอะไร

.....
.....
.....

สรุปผลการทดลอง

.....
.....
.....

	ใบงานการทดลองที่ 2 การใช้งานวงจรไอซีเวลา	หน่วยที่ ..... สัปดาห์ที่ .....
	ชื่อวิชา วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน	สอนครั้งที่ .....
	เรื่อง การทดสอบวงจรอะสเตเบิลด้วยไอซีเวลา เบอร์ 555	**จำนวน ..... คาบ**

จุดประสงค์

1. ศึกษาคุณสมบัติการทำงานของไอซีเวลา เบอร์ 555
2. แสดงการต่อวงจร การวัด และทดสอบหาค่าคุณสมบัติการทำงานต่าง ๆ ของวงจรอะสเตเบิลด้วยไอซีตั้งเวลา เบอร์ 555 ประยุกต์ใช้งานในวงจร
3. บอกการใช้เครื่องมือวัดค่าทางไฟฟ้าของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในวงจร

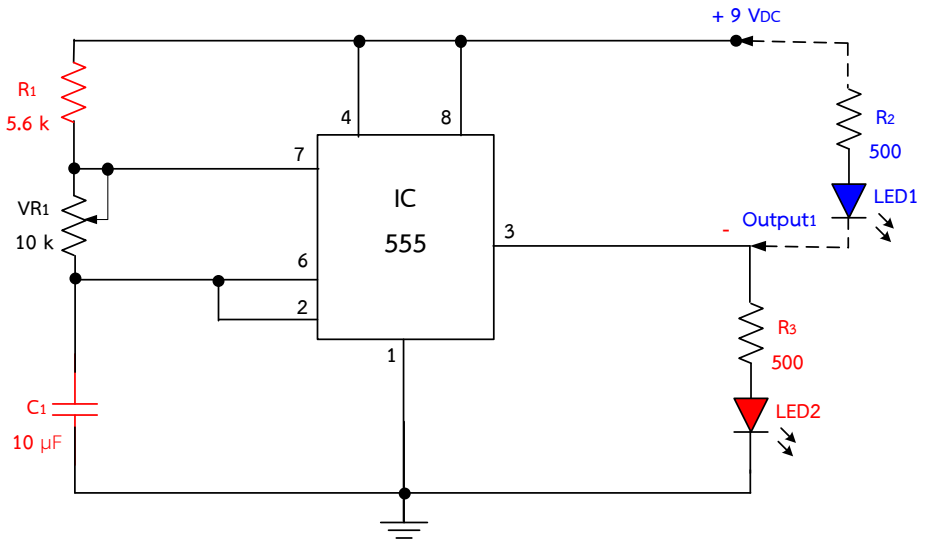
เครื่องมือและอุปกรณ์

1. แผงการทดลองที่ 2 เรื่อง การทดสอบวงจรอะสเตเบิลด้วยไอซีเวลา เบอร์ 555 1 ชุด
2. เครื่องมือวัดมัลติมิเตอร์อะนาล็อกหรือมัลติมิเตอร์ดิจิตอล 2 เครื่อง
3. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 0-30 V 1 เครื่อง

ทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. **การต่อวงจรประยุกต์ใช้งานไอซีเวลา 555 ในวงจร**

ตัวอย่าง การต่อใช้งานวงจรอะสเตเบิลด้วยไอซีเวลา 555 โดยเลือกเอาต์พุตต่อเข้ากับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) 2 ตัว สำหรับใช้ทดลองภาคปฏิบัติ แสดงดังในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 การต่อใช้งานวงจรอะสเตเบิลด้วยไอซีเวลา 555 โดยเลือกเอาต์พุตต่อกับตัว LED 2 ตัว

อธิบายหลักการทำงานของวงจร

จากภาพที่ 2.1 เป็นการนำไอซีเวลา 555 มาต่อลักษณะวงจรอะสเตเบิลสามารถกำเนิดสัญญาณพัลส์ที่มีสัญญาณความถี่ออกมาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งความถี่ที่เกิดขึ้นได้จากการทำงานของช่วงคาบเวลาที่ได้จากตัว R_1 , VR_1 และ C_1 จากโครงสร้างของ IC 555 จะพบว่าขา 4 ซึ่งเป็นขารีเซตจะควบคุมการทำงานของไอซีเวลา 555 ถ้าขา 4 ต่อเข้ากับไฟเลี้ยง 9V ตัวไอซีจะทำงานทำให้เกิดสัญญาณที่เอาต์พุตเป็นลอจิก “1” ออกก่อน แต่ถ้าหากขา 4 ต่อลงกราวด์ ไอซีจะไม่ทำงาน ส่วนขา 3 จะเป็นขาเอาต์พุต ซึ่งจะต่อกับ LED_1 และ LED_2 โดยมีลักษณะการทำงาน ดังนี้

ช่วงคาบเวลาที่ 1 เป็นการต่อวงจรแบบจ่ายกระแสออกขาเอาต์พุตของไอซี 555 ให้เกิดสัญญาณพัลส์ออกเป็นลอจิก “1” ออกมาก่อน จึงมีกระแสไฟไหลออกมาขับหลอดไฟ LED_2 ไฟสีน้ำแดงทำให้หลอด LED_2 สว่างตามคาบเวลาที่กำหนด ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้กระแสประมาณ 18 mA ถึง 20 mA สว่างจนกระทั้งเมื่อเอาต์พุตอยู่ในสถานะลอจิกต่ำ หรือลอจิกเป็น “0” หลอด LED_2 จะดับ

และในช่วงเวลาเดียวกัน จะเป็นการต่อวงจรแบบจมกระแส ซึ่งในช่วงเวลาเดียวกันนี้มีสัญญาณพัลส์ออกที่ขาเอาต์พุตของไอซี 555 เป็นลอจิก “1” ออกมาก่อน จึงส่งผลให้หลอด LED_1 ไฟสีน้ำเงินจะยังดับอยู่ก่อน ตามคาบเวลาที่กำหนด

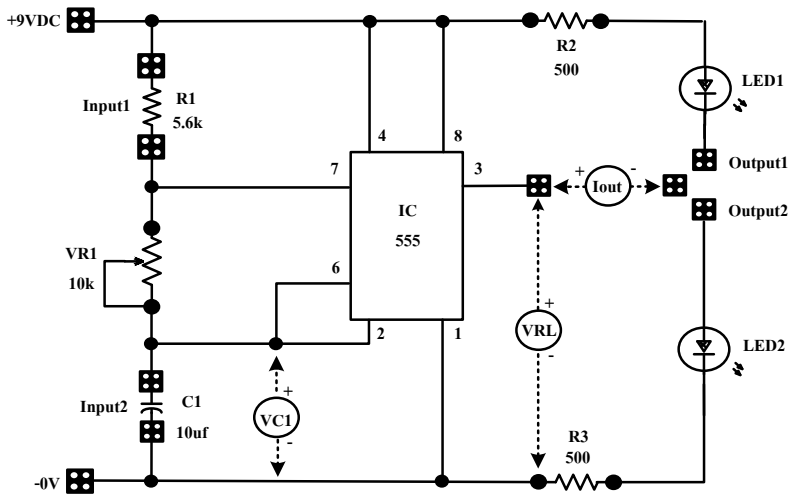
ส่วนช่วงคาบเวลาที่ 2 เมื่อครบตามคาบเวลาที่กำหนดจะทำให้สัญญาณพัลส์ที่ออกเอาต์พุตของไอซี 555 จากลอจิก “1” เปลี่ยนไปอยู่ในสถานะลอจิกต่ำ หรือลอจิก “0” ทำให้เกิดสัญญาณพัลส์ที่ออกที่ขาเอาต์พุตเป็นลอจิก “0” ตามมา ส่งผลให้หลอด LED_1 จากติดสว่างเปลี่ยนเป็นดับลง และหลอด LED_2 ติดสว่างแทน ในการทำงานของวงจรจะสังเกตพบว่า LED_1 และ LED_2 จะติดสว่างสลับกันหรือมีลักษณะหลอดกระพริบเป็นจังหวะ ในการกระพริบของ LED ทั้ง 2 ตัวนั้นจะขึ้นอยู่กับค่าของตัว R_1 , VR_1 และ C_1 ที่ค่อยทำหน้าที่ กำหนดคาบเวลาการเกิดสัญญาณพัลส์ให้มีความถี่ของสัญญาณกว้างหรือแคบ หรือเรียกว่า การเกิดสัญญาณเร็วหรือช้า ก็จะส่งผลให้ LED ทั้ง 2 ตัว เกิดการกระพริบช้า หรือกระพริบเร็วได้

หมายเหตุ ส่วนในโครงงานที่ต้องการกระแสเอาต์พุตออกใช้งานให้มีค่าสูงเพิ่มขึ้นดังเช่น การขับมอเตอร์ขนาดใหญ่ อาจจะต้องใช้ทรานซิสเตอร์นำมาต่อเพิ่มจากขาเอาต์พุตของไอซีเวลา 555 หรืออาจจะต่อทรานซิสเตอร์เป็นลักษณะแบบวงจรดาร์ลิงตัน (Darlington) ก็ได้ เพื่อให้สามารถใช้กระแสเพียงเล็กน้อยจากไอซี 555 มาขับมอเตอร์ให้ทำงานได้

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อวงจรตามภาพที่ 2.1 ลงบนแผงการทดลองที่ 2 แสดงดังในภาพที่ 2.2 โดยเลือกใช้ I_{nput1} เป็นตัวต้านทาน R_1 = 5.6k และต่อ I_{nput2} เป็นตัวเก็บประจุ 10 µF พร้อมทั้งปรับค่าความต้านทาน V_{R1} มาทางซ้าย เพื่อให้ V_{R1} มีความต้านทานมากที่สุด ทำการเลือกต่อโหลดหลอด LED_1 และ LED_2 เข้าใช้งานในวงจร

แผงทดลองที่ 2	เรื่อง การทดสอบวงจรอะสเตเบิลด้วยไอซีเวลา เบอร์ 555



ภาพที่ 2.2 แผงการทดลองที่ 2 สำหรับใช้ต่อทดสอบวงจรอะสเตเบิลด้วยไอซีเวลา เบอร์ 555

2. ให้ปรับแรงดันที่แหล่งจ่ายไฟตรงให้มีแรงดันไฟตรง 9 V_{DC} และทำการจ่ายเข้ากับแผงชุดฝึกการทดลองและปรับค่าความต้านทาน V_{R1} พร้อมวัดหาค่า V_{C1} , V_{RL} และ I_{OUT} แล้วบันทึกค่าต่าง ๆ ลงในตารางที่ 2.1 ตามลำดับ
3. ถอดแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง และเปลี่ยน C_1 เป็นค่า 47 µF , 100 µF ตามลำดับ
4. ทดลองซ้ำตามขั้นตอนที่ 1-2 เพื่อตอบคำถามหลังการทดลอง

ตารางที่ 2.1 ผลการบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าในวงจร

I_{nput1} ทำการปรับความต้านทาน V_{R1}	I_{nput2}	วัดค่า			สภาวะการทำงานของ LED_1 และ LED_2 (ติด/ดิบ)			หมายเหตุ
		V_{C1}	V_{RL}	I_{out}	ช้า	ปานกลาง	เร็ว	
มาก	C_1 10 µF							
ปานกลาง								
น้อย								

คำถามหลังการทดลอง

1. ถ้าเปลี่ยน C_1 ให้มีค่า 100 µF และปรับความต้านทานให้น้อยสุด LED จะเป็นอย่างไร เพราะอะไร

.....
.....
.....

2. ถ้าเปลี่ยน C_1 ให้มีค่า 47 µF และปรับความต้านทานให้น้อยสุด LED จะเป็นอย่างไร เพราะอะไร

.....
.....
.....

3. เมื่อปรับ V_{R1} จะสังเกตว่า LED มีการเปลี่ยนแปลง อยากทราบว่าเพราะอะไร

.....
.....

สรุปผลการทดลอง

.....
.....
.....

	ใบงานการทดลองที่ 3 การใช้งานวงจรไอซีออปแอมป์	หน่วยที่ ..... สัปดาห์ที่ .....
	ชื่อวิชา วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน	สอนครั้งที่ .....
	เรื่อง การทดสอบวงจรเปรียบเทียบแรงดันด้วยไอซีออปแอมป์ เบอร์ 741	จำนวน ..... คาบ

จุดประสงค์

1. ศึกษาคุณสมบัติการทำงานของไอซีออปแอมป์ เบอร์ 741
2. แสดงการต่อวงจร การวัด และทดสอบหาค่าคุณสมบัติการทำงานต่าง ๆ ของไอซีออปแอมป์ เบอร์ 741 ต่อประยุกต์ใช้งานในวงจร
3. บอกการใช้เครื่องมือวัดค่าทางไฟฟ้าของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในวงจร

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. แผงการทดลองที่ 3 เรื่อง การทดสอบวงจรเปรียบเทียบแรงดันด้วยไอซีออปแอมป์ เบอร์ 741 1 ชุด
2. เครื่องมือวัดมัลติมิเตอร์อะนาล็อกหรือมัลติมิเตอร์ดิจิตอล 2 เครื่อง
3. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 0-30 V 1 เครื่อง

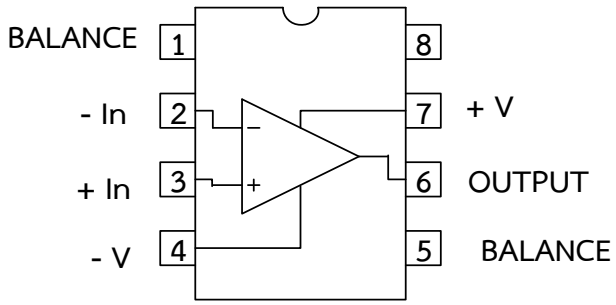
ทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ออปแอมป์ (Op - Amp) เป็นชื่อย่อสำหรับเรียก วงจรขยายที่มาจาก Operating Amplifier คือ อุปกรณ์ที่มีอินพุตเป็นการขยายแบบดิฟเฟอเรนเชียล และมีเอาต์พุตเดียว เป็นวงจรขยายแบบต่อตรง (Direct Couled Amplifier) ที่มีอัตราการขยายสูงมากใช้การป้อนกลับแบบลบไปควบคุมลักษณะการทำงานทำให้ผลการทำงานของวงจรไม่ขึ้นกับพารามิเตอร์ภายในของไอซีออปแอมป์

1. ข้อมูลเกี่ยวกับไอซีออปแอมป์

1.1 โครงสร้างภายในของไอซีออปแอมป์

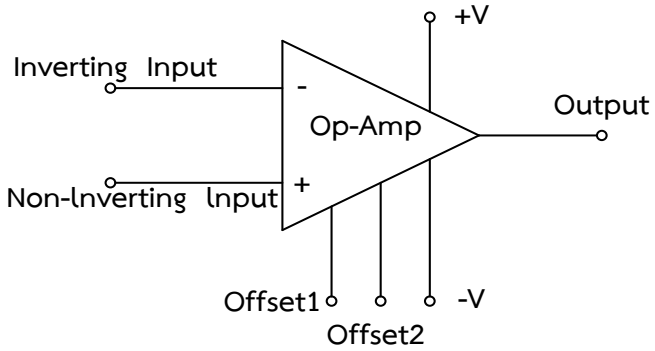
ภายในประกอบด้วย วงจรขยายที่ต่ออนุกรมกัน ภาคที่หนึ่ง คือ วงจรขยายดิฟเฟอเรนเชียล ด้านทางเข้า และภาคที่สอง คือ วงจรขยายดิฟเฟอเรนเชียล วงจรเลื่อนระดับ และวงจรขยายกำลังด้านทางออก การจ่ายแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับตัวไอซีออปแอมป์ ทำงานต้องจ่ายแรงดันแบบ 3 ขั้ว คือ บวก ลบ และกราวด์ แสดงดังในภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 โครงสร้างภายในของไอซีออปแอมป์
ที่มา : [Online], http://www.standrews.ac.uk/~www_pa/Scots_Guide/datasheets/Opamps/741.html, [2558].

1.2 สัญลักษณ์ของไอซีออปแอมป์

มีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมมีขาสำหรับต่ออุปกรณ์ภายนอก รูปสามเหลี่ยม แสดงถึงการขยาย และทิศทางการไหลของสัญญาณ แสดงดังในภาพที่ 3.2



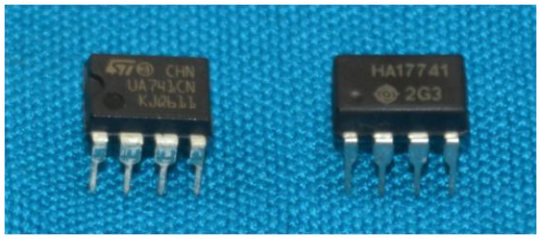
ภาพที่ 3.2 สัญลักษณ์ของไอซีออปแอมป์
ที่มา : [Online], http://wara.com/article-869.html, [2558].

จากภาพที่ 3.2 แสดงขาอินพุตแบบไม่กลับเฟสหรือไม่กลับขั้ว (Non – Inverting Input) และขาอินพุตแบบกลับเฟสหรือกลับขั้ว (Inverting Input) และขาเอาต์พุตของไอซีออปแอมป์จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ Input 2 ขา และ Output 1 ขา

1.3 รูปร่างของไอซีออปแอมป์

ออปแอมป์สร้างขึ้นบนแผ่นชิปที่มีขนาดเล็กมาก ดังนั้นผู้ผลิตจึงต้องทำการบรรจุชิปนี้ ลงในตัวถัง หรือที่เรียกว่า เพกเกจ (Package)ซึ่งอาจจะเป็นพลาสติก เซรามิก แก้ว หรือโลหะก็ได้ ลักษณะตัวถังที่พบอยู่เสมอๆ มีอยู่ 2 แบบ คือ ตัวถังแบบโลหะกลม (TO - 5) ซึ่งอาจจะมีแบบ 8 ขา , 10 ขา

หรือแบบ 12 ขาก็ได้ และตัวถังแบบดิป (DIP) มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีขาตั้งแต่ 8 ขาขึ้นไป จนถึง 64 ขา รูปร่างของจริงของไอซีออปแอม์ป แสดงดังในภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 รูปร่างของจริงของไอซีออปแอมป์
ที่มา : ธัญญ์พิชชา ท้วมทับ, [2558].

2. หน้าที่ของไอซีออปแอมป์ในวงจร

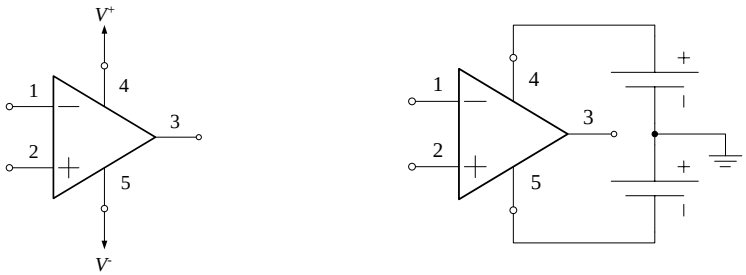
Operational Amplifier (IC Op - A_{mp}) หรือเรียกว่า ไอซีออปแอมป์ คือ ไอซีที่ถูกสร้างขึ้นมาใช้งานในวงจรขยาย สามารถใช้อัตราขยายสูงมากและตัวไอซีออปแอมป์มีคุณภาพและประสิทธิภาพสูง ทำให้ไอซีออปแอมป์เป็นที่นิยมนำไปใช้ในวงจรต่าง ๆ ดังนี้ Amplifier , Integrator , Differentiator , Voltage follower , Oscillator และ Mathematical circuit ฯลฯ

3. คุณสมบัติการทำงานทางไฟฟ้าและตำแหน่งขาของไอซีออปแอมป์

ไอซีออปแอมป์สามารถทำงานได้กับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC) และแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (AC) รูปแบบการจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับตัวไอซีออปแอมป์ แสดงดังในภาพที่ 3.4

การบอกขาของไอซีออปแอมป์ สามารถบอกคุณสมบัติการทำงานของขาไอซีออปแอมป์แต่ละขาได้ดังนี้

1) ขา +V หรือขา 7 และขา –V หรือขา 4 มีไว้สำหรับจ่ายไฟเลี้ยงให้กับไอซีออปแอมป์ ซึ่งปกติแล้วจะต้องจ่ายไฟเลี้ยงทั้งสองขา ยกตัวอย่างเช่น +V เท่ากับ +9V และ -V เท่ากับ –9V และกราวด์ เท่ากับ 0V เป็นต้น



ภาพที่ 3.4 การต่อไฟเลี้ยงบวกและลบให้ไอซีออปแอมป์

2) ขา Offset1 หรือขา 1 และ Offset2 หรือขา 5 มีไว้สำหรับ ใช้ต่ออุปกรณ์เพื่อที่จะเป็นการป้องกันการเกิดออสซิสเลตของไอซีออปแอมป์

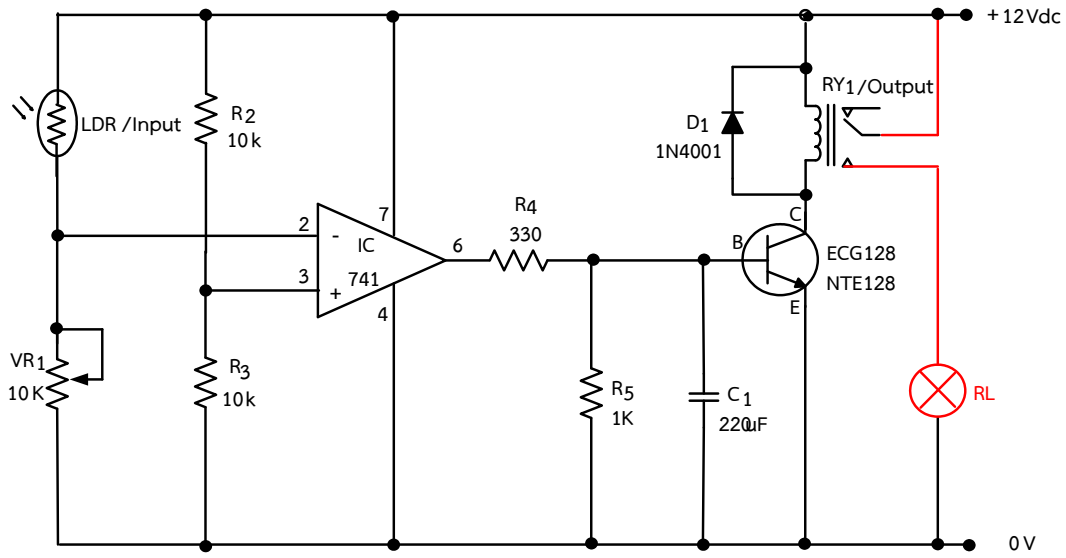
3) ขา Output หรือขา 6 มีไว้สำหรับเป็นขาสัญญาณออก ซึ่งโดยปกติแล้วค่าแรงดันเอาต์พุตที่ขานี้ จะมีค่าสูงสุดไม่เกินค่าแรงดันไฟเลี้ยงที่จ่ายให้กับไอซีออปแอมป์

4) ขา Inverting Input หรือขา 2 หรือที่เราเรียกว่า ขาอินพุตแบบกลับเฟส มีไว้สำหรับเป็นขาอินพุตขาหนึ่งของไอซีออปแอมป์ ซึ่งถ้าทำการป้อนสัญญาณเข้าไปที่ขานี้แล้วทำการต่อขาอินพุตอีกขาหนึ่ง ที่เรียกว่าขา Non - Inverting Input นั้นแล้วต่อลงกราวด์ ก็จะได้สัญญาณเอาต์พุตที่ออกมามีสัญญาณที่ต่างเฟสกันกับสัญญาณอินพุตเป็นมุม 180 องศา

5) ขา Non - Inverting Input หรือขา 3 หรือที่เราเรียกว่า ขาอินพุตแบบไม่กลับเฟส มีไว้สำหรับเป็นขาอินพุตขาหนึ่งของไอซีออปแอมป์ ซึ่งถ้าทำการป้อนสัญญาณเข้าไปที่ขานี้ แล้วทำการต่อขาอินพุตอีกขาหนึ่งที่เรียกว่าขา Inverting Input นั้นแล้วต่อลงกราวด์ ก็จะได้สัญญาณเอาต์พุตที่ออกมามีสัญญาณที่อินเฟสกับสัญญาณอินพุต

4. วงจรการต่อประยุกต์ใช้งานไอซีออปแอมป์ เบอร์ 741 ในวงจร

ตัวอย่าง วงจรเปิด-ปิดหลอดไฟอย่างง่าย ๆ ด้วยไอซี เบอร์ LM741 สำหรับใช้ทดลองภาคปฏิบัติ แสดงดังในภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 วงจรเปิด-ปิดหลอดไฟอย่างง่าย ๆ ด้วยไอซี เบอร์ LM741

อธิบายหลักการทำงานของวงจร

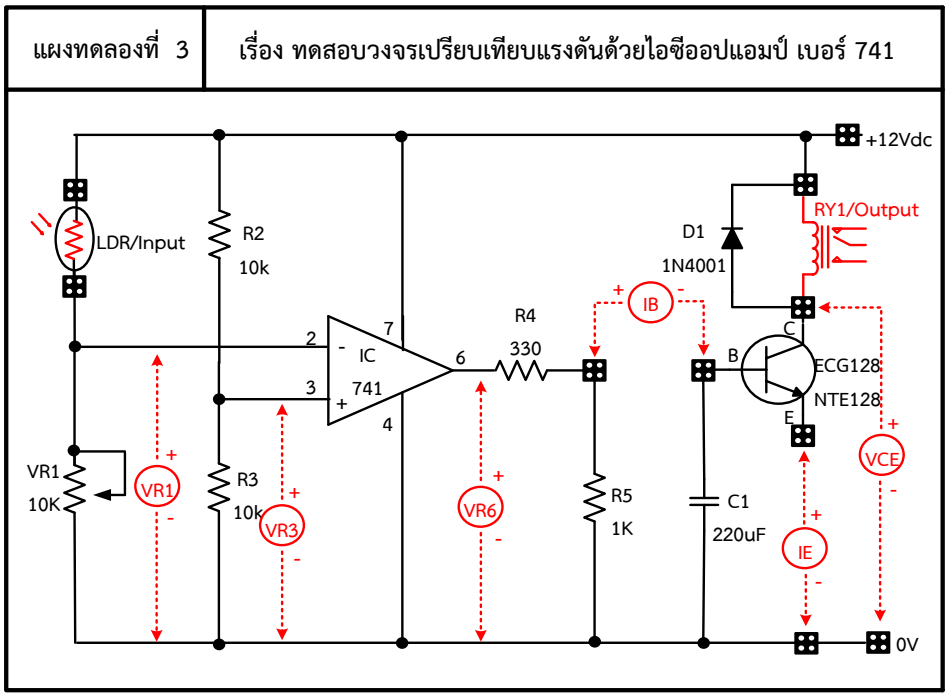
จากภาพที่ 3.5 กำหนดให้วงจรทำงานโดยใช้อินพุต (Input) เป็น LDR ในการทำงานเมื่อ LDR ได้รับแสง จะทำให้มีค่าความต้านทานน้อย จึงทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปเข้าที่ขา 2 ของไอซีออปแอมป์มีสภาวะเป็นลอจิก 1 มีค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ขา 2 มีค่ามากกว่าค่าแรงดันอ้างอิง

ที่ขา 3 ของไอซีออปแอมป์ โดยมีค่าแรงดันอ้างอิงอยู่ประมาณ 6 V เมื่อเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าที่ขา 2 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าแรงดันที่ขา 3 ทำให้ไอซีออปแอมป์ที่ขา 2 มีวงจรภายในเป็นวงจรกลับเฟสสัญญาณหรือกลับขั้ว ส่งผลทำให้ไม่มีแรงดันไฟฟ้าออกเอาต์พุตที่ขา 6 ทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าไปที่ขา B ของทรานซิสเตอร์ ทำให้ทรานซิสเตอร์ไม่ทำงาน ขดลวดรีเลย์ไม่มีกระแสไหลผ่าน จึงทำให้รีเลย์ไม่ทำงาน หน้าสัมผัสขา COM ของรีเลย์ยังอยู่ต่ออยู่กับขา NC ดังเดิม ทำให้หลอดไฟดับ

และเมื่อ LDR ไม่ได้รับแสงจะทำให้ LDR มีความต้านทานมาก ทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน LDR ได้ ส่งผลทำให้ไม่มีแรงดันไปตกคร่อมที่ขา 2 ของไอซีเป็นสภาวะลอจิก 0 วงจรภายในเป็นวงจรกลับเฟสสัญญาณ ส่งผลทำให้มีแรงดันไฟฟ้าออกเอาต์พุตที่ขา 6 มีกระแสไฟฟ้าไหลไปยังขา B ของทรานซิสเตอร์ ทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานขดลวดรีเลย์มีกระแสไหลผ่านครบวงจร จึงทำให้หน้าสัมผัสขา COM ของรีเลย์เปลี่ยนไปต่อกับขา NO ทำให้หลอดไฟสว่าง

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ให้ต่อวงจรดังภาพที่ 3.5 ลงบนแผงการทดลองที่ 3 แสดงดังในภาพที่ 3.6 โดยใช้ I_{nput} เป็น LDR ใช้ O_{utput} เป็นหลอดไฟ และปรับหมุน V_{R1} ให้ LDR มีความไวในการรับแสงได้



ภาพที่ 3.6 แผงการทดลองที่ 3 สำหรับใช้ต่อทดสอบแผงชุดฝึกสำหรับทดสอบวงจรเปรียบเทียบแรงดันด้วยไอซีออปแอมป์ เบอร์ 741

2. ให้นำมัลติมิเตอร์มาต่อใช้วัดกระแสไฟฟ้า I_B , I_E พร้อมจ่ายแรงดันไฟฟ้า 12 V_{DC} เข้าไปในวงจรบนบอร์ดการทดลอง จากนั้นทำการวัด และบันทึกค่าต่าง ๆ ลงในตารางที่ 3.1 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.1 ผลการบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าในวงจร

สภาวะ LDR	**ใช้มัลติมิเตอร์วัดค่า**						**การแสดงผลของหลอดไฟ** (ติด/ดับ)
	V_{R1}	V_{R3}	V_{R6}	V_{CE}	I_B	I_E	
ไม่รับแสง							
รับแสง							
ไม่รับแสง							
รับแสง							

คำถามหลังการทดลอง

1. ให้ผู้เรียนเปลี่ยนอินพุต (INPUT) เป็นตัวเทอร์มิสเตอร์ แล้วทำการต่อทดลองวงจร จากนั้นให้สังเกตการทำงานว่าเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

2. ให้ผู้เรียนเปลี่ยนเอาต์พุต (OUTPUT) เป็นตัวมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แล้วทำการต่อทดลองวงจร โดยการนำมาต่อแทนโหลดขดลวดรีเลย์ จากนั้นให้แล้วสังเกตการทำงานว่าเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

	ใบงานการทดลองที่ 4 การใช้งานวงจรไอซีออปแอมป์	หน่วยที่ ..... สัปดาห์ที่ .....
	ชื่อวิชา วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน	สอนครั้งที่ .....
	เรื่อง การทดสอบวงจรเปรียบเทียบแรงดันด้วยไอซีออปแอมป์ เบอร์ CA3130	**จำนวน ..... คาบ**

จุดประสงค์

1. ศึกษาคุณสมบัติการทำงานของไอซีออปแอมป์ เบอร์ CA3130
2. แสดงการต่อวงจร การวัด และทดสอบหาค่าคุณสมบัติการทำงานต่าง ๆ ของไอซีออปแอมป์ เบอร์ CA3130 ต่อประยุกต์ใช้งานในวงจร
3. บอกการใช้เครื่องมือวัดค่าทางไฟฟ้าของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในวงจร

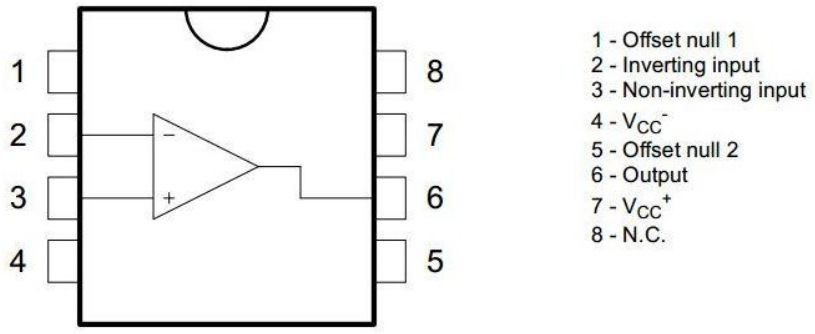
เครื่องมือและอุปกรณ์

1. แผงการทดลองที่ 4 เรื่อง การทดสอบวงจรเปรียบเทียบแรงดันด้วยไอซีออปแอมป์ เบอร์ CA3130 1 ชุด
2. เครื่องมือวัดมัลติมิเตอร์อะนาล็อกหรือมัลติมิเตอร์ดิจิตอล 2 เครื่อง
3. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 0 - 30 V 1 เครื่อง

ทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. ข้อมูลเกี่ยวกับไอซีออปแอมป์ เบอร์ CA3130

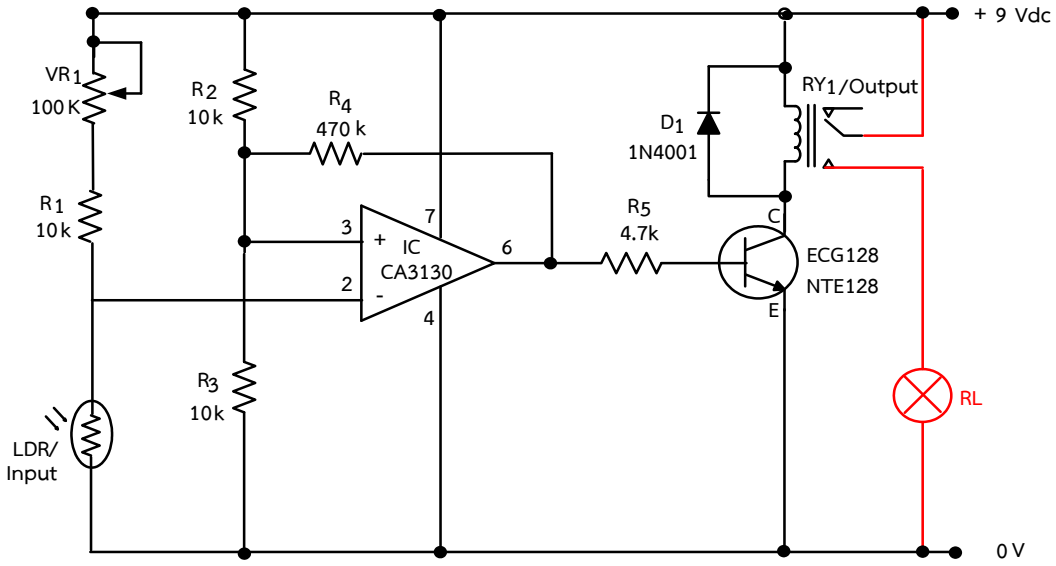
- โครงสร้างของไอซีออปแอมป์ เบอร์ CA3130 แสดงดังในภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 โครงสร้างไอซี CA3130

2. วงจรการต่อประยุกต์ใช้งานไอซีออปแอมป์ เบอร์ CA3130 ในวงจร

ตัวอย่าง วงจรเปิด-ปิดหลอดไฟอย่างง่าย ๆ ด้วยไอซีออปแอมป์ เบอร์ CA3130 สำหรับใช้ทดลองภาคปฏิบัติ แสดงดังในภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 วงจรเปิด-ปิดหลอดไฟอย่างง่าย ๆ ด้วยไอซีออปแอมป์ เบอร์ CA3130

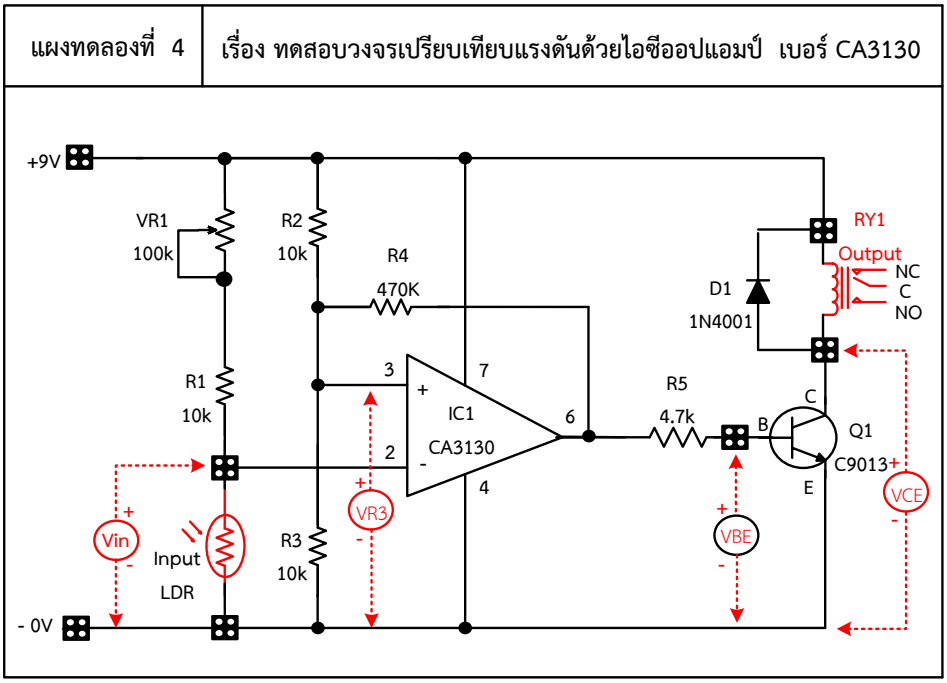
อธิบายหลักการทำงานของวงจร

จากภาพที่ 4.2 กำหนดให้วงจรทำงานโดยใช้อินพุต (Input) เป็น LDR ในการทำงานเมื่อ LDR ได้รับแสง ทำให้มีค่าความต้านทานน้อย จึงทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไป LDR ลงกราวด์ ทำให้ไม่มีแรงดันไปตกคร่อมที่ขา 2 ของไอซีต่ำลง เกิดมีสภาวะเป็นลอจิก 0 ทำให้วงจร Inverting ภายในทำงานเป็นแบบกลับเฟสสัญญาณ ส่งผลทำให้มีแรงดันไฟฟ้าออกเอาต์พุตที่ขา 6 ทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลไปยังขา B ของทรานซิสเตอร์ ทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงาน ขดลวดรีเลย์มีกระแสไหลผ่านครบวงจร จึงทำให้รีเลย์ทำงาน หน้าสัมผัสขา COM ของรีเลย์เปลี่ยนไปต่อกับขา NO ทำให้หลอดไฟสว่าง

และเมื่อ LDR ไม่ได้รับแสงจะทำให้ LDR มีความต้านทานมาก ทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน LDR ไปลงกราวด์ได้ จึงทำให้เกิดมีแรงดันไปตกคร่อมที่ขา 2 ของไอซีสูงขึ้น แต่ต้องมีค่าแรงดันมากกว่าค่าแรงดันอ้างอิงที่ขา 3 ของไอซีออปแอมป์ โดยมีค่าแรงดันอ้างอิงอยู่ประมาณ 4.5 V เมื่อเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าที่ขา 2 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าแรงดันที่ขา 3 เป็นสภาวะลอจิก 1 ทำให้วงจร Inverting ภายในทำงานเป็นแบบกลับเฟสสัญญาณ ส่งผลทำให้ไม่มีแรงดันไฟฟ้าออกเอาต์พุตที่ขา 6 และไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลไปยังขา B ของทรานซิสเตอร์ได้ ทำให้ทรานซิสเตอร์ไม่ทำงาน ขดลวดรีเลย์จึงไม่มีกระแสไหลผ่าน ทำให้หน้าสัมผัสขา COM ของรีเลย์ยังต่ออยู่ที่ขา NC ดังเดิม ทำให้หลอดไฟดับ มีค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ขา 2

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ให้ต่อวงจรดังภาพที่ 4.2 ลงบนแผงการทดลองที่ 4 แสดงดังในภาพที่ 4.3 โดยใช้ I_{nput} เป็น LDR ใช้ O_{utput} เป็น LED และหมุน V_{R1} ให้ LDR มีความไวในการรับแสงได้



ภาพที่ 4.3 แผงการทดลองที่ 4 สำหรับใช้ต่อทดสอบแผงชุดฝึกสำหรับใช้ทดสอบวงจรเปรียบเทียบแรงดันด้วยไอซีออปแอมป์ เบอร์ CA3130

2. ต่อมัลติมิเตอร์ที่ I_E พร้อมจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้มีแรงดันไฟ 12 V_{DC} เข้าแผงการทดลอง จากนั้นทำการวัดและบันทึกค่าต่าง ๆ ลงในตารางที่ 4.1 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 ผลการบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าในวงจร

สภาวะ LDR	**ใช้มัลติมิเตอร์วัดค่า**					**การแสดงผลของหลอดไฟ** (ติด/ดับ)
	V_{IN}	V_{R3}	V_{BE}	V_{CE}	I_E	
ไม่รับแสง						
รับแสง						

คำถามหลังการทดลอง

1. ให้ผู้เรียนเปลี่ยนอินพุต (INPUT) เป็นตัวเทอร์มิสเตอร์ แล้วทำการต่อทดลองวงจร จากนั้นให้สังเกตการทำงานว่าเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

2. ให้ผู้เรียนเปลี่ยนเอาต์พุต (OUTPUT) เป็นตัวรีเลย์ แล้วทำการต่อทดลองวงจร จากนั้นให้แล้วสังเกตการทำงานว่าเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

	ใบงานการทดลองที่ 5 การใช้งานวงจรไอซีดิจิตอล	หน่วยที่ ..... สัปดาห์ที่ .....
	ชื่อวิชา วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน	สอนครั้งที่ .....
	เรื่อง การทดสอบวงจรถอดรหัสด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS47/74LS48	จำนวน ..... คาบ

จุดประสงค์

1. ศึกษาคุณสมบัติการทำงานของไอซีดิจิตอล 74LS47/74LS48
2. แสดงการต่อวงจร การวัด และทดสอบหาค่าคุณสมบัติการทำงานต่างๆ ของวงจรถอดรหัสด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS47/74LS48 ต่อประยุกต์ใช้งานในวงจร
3. บอกการใช้เครื่องมือวัดค่าทางไฟฟ้าของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในวงจร

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. แผงการทดลองที่ 5 เรื่อง การทดสอบวงจรถอดรหัสด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS47/74LS48 1 ชุด
2. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 0-30 V 1 เครื่อง

ทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS47/74LS48

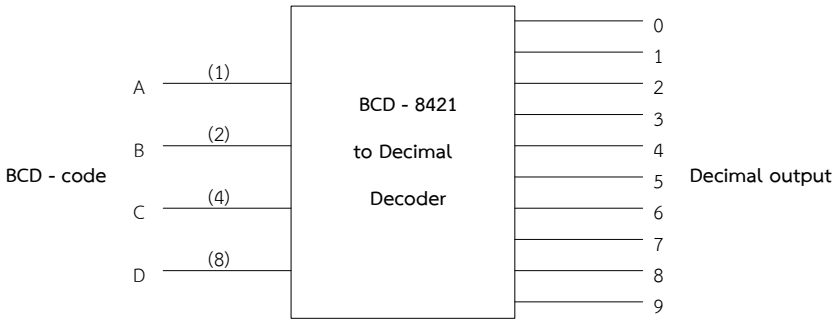
ไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS47/74LS48 เป็นไอซีที่มีวงจรภายใน ทำหน้าที่ เป็นวงจรถอดรหัส (Decoder Circuit) หมายถึง วงจรเปลี่ยนข้อมูลอินพุตที่เป็นเลขฐานสอง จำนวน N หรือเปลี่ยนสัญญาณทางลอจิกของเลขฐานสอง หรือรหัสเลขไบนารี่ (Binary) แปลงเปลี่ยนไปเป็นเอาต์พุตเลขฐานสิบ หรือเปลี่ยนให้เป็นเลขฐานอื่นตามต้องการของวงจร บล็อกไดอะแกรมหลักการแปลงสัญญาณ 2 to 4 Decoder แสดงดังในภาพที่ 5.1

ภาพที่ 5.1 บล็อกไดอะแกรมหลักการแปลงสัญญาณ 2 to 4 Decoder

ตารางที่ 5.1 สามารถเขียนตารางความจริงของการแปลงสัญญาณ 2 to 4 Decoder ได้ดังนี้

Input		Output			
A	B	S0	S1	S2	S3
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	0	1

- ลักษณะวงจรถอดรหัสจากเลขไบนารี่ (BCD – 8421 code) เป็นเลขฐานสิบ แสดงดังในภาพที่ 5.2



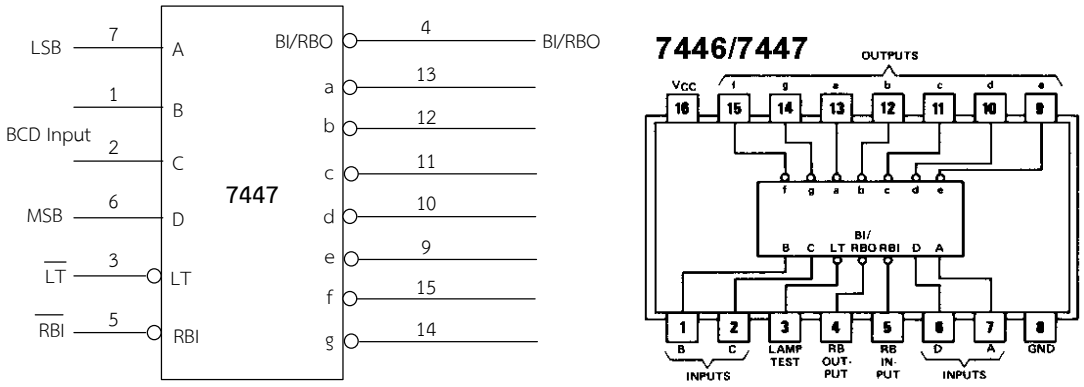
ภาพที่ 5.2 บล็อกไดอะแกรมแปลงสัญญาณรหัสเลขไบนารี่ (BCD – 8421 code) เป็นเลขฐานสิบ

ตารางที่ 5.2 ตารางความจริงของรหัสเลขไบนารี่ (BCD – 8421 code) เป็นเลขฐานสิบ

ไบนารี่ (BCD – 8421)				ฐานสิบ (Decimal Number)									
D	C	B	A	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

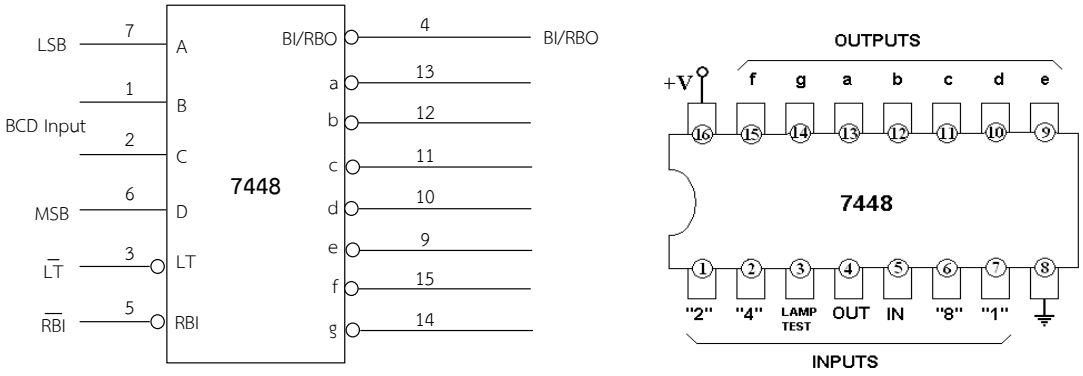
- ไอซีดิจิตอลสำเร็จรูปเป็นวงจรถอดรหัส

คือ ไอซีเบอร์ 7447/7448 (BCD – to – Seven Segment Decoder/Driver) เป็นไอซีที่ทำหน้าที่ แปลงรหัสไปนารี BCD 8421 ที่เป็นข้อมูลอินพุตให้เป็นรหัสที่ใช้แสดงผลเป็นตัวเลข ที่ LED 7 Segment ชนิดแอโนดร่วม ใช้ไอซีเบอร์ 7447 และถ้าเป็นชนิดแคโถดร่วม ก็ใช้ไอซีเบอร์ 7448 การจัดขาของไอซี 7447 แสดงดังในภาพที่ 5.3 และไอซี 7448 แสดงดังในภาพที่ 5.4



ภาพที่ 5.3 บล็อกไดอะแกรมการจัดขาของวงจรถอดรหัส BCD –8421 เป็นเลขฐานสิบ ด้วยไอซีเบอร์ 7447

ที่มา : [Online], http://digitalm6.blogspot.com/2012/09/blog-post_3310.html และ https://www.physics.mcmaster.ca/PHYS4DB3/Lab/ics/7447.gif, [2558].

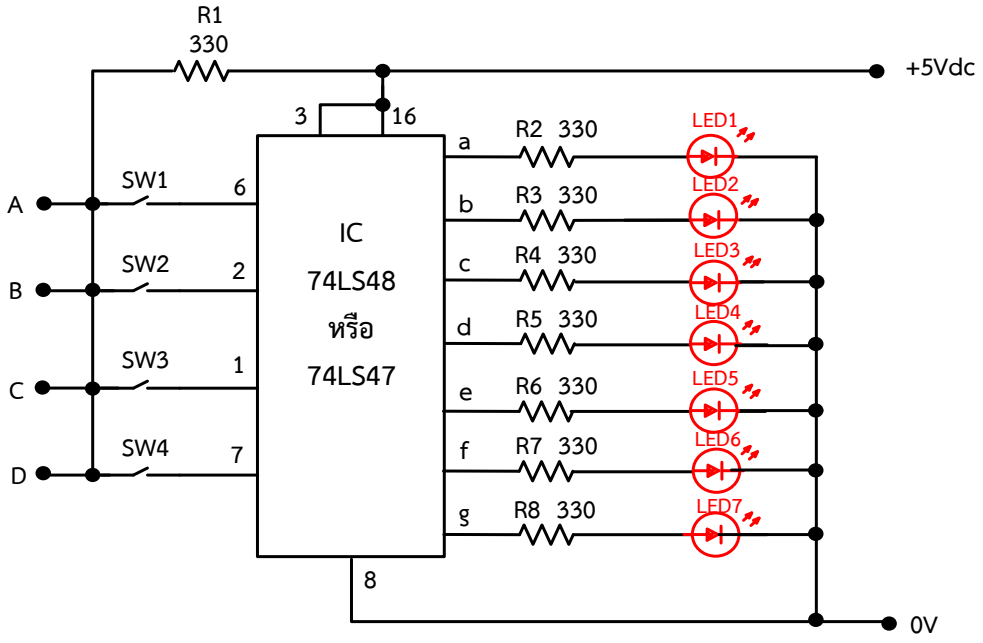


ภาพที่ 5.4 บล็อกไดอะแกรมการจัดขาของวงจรถอดรหัส BCD–8421 เป็นเลขฐานสิบ ด้วยไอซีเบอร์ 7448

ที่มา : [Online], http://digitalm6.blogspot.com/2012/09/blog-post_3310.html และ http://makeyourownchip.tripod.com/7448.html, [2558].

2. การต่อประยุกต์ใช้งานวงจรถอดรหัสด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS47/74LS48 ในวงจร

ตัวอย่าง วงจรใช้งานถอดรหัสด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS47/74LS48 ในวงจรสำหรับใช้ทดลองภาคปฏิบัติ แสดงดังในภาพที่ 5.5



ภาพที่ 5.5 วงจรใช้งานถอดรหัสด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS47/74LS48 ในวงจร

อธิบายหลักการทำงานของวงจร

จากภาพที่ 5.5 เป็นการทดสอบการทำงานของไอซี เบอร์ 74LS47/74LS48 โดยกำหนดให้มีสวิตช์ SW_1 – SW_4 เป็นสวิตช์สำหรับควบคุมสัญญาณเข้าขาอินพุตของไอซี ให้มีสภาวะการทำงานเป็นลอจิก 1 เมื่อกดสวิตช์ ON และเป็นลอจิก 0 เมื่อไม่กดสวิตช์หรือสวิตช์ OFF ส่วนสัญญาณทางด้านขาออกเอาต์พุตของไอซีทั้ง 7 เอาต์พุตนั้น ได้ต่อกับตัวแสดงผล LED จำนวน 7 ตัว ดังตัวอย่างในวงจรภาพที่ 5.5 กรณีเลือกใช้ไอซี เบอร์ 74LS48 จะเป็นการต่อใช้งานร่วมกับ LED จำนวน 7 ตัว แบบคอมมอนแคโถดร่วม กำหนดให้ขาออกเอาต์พุตของไอซี เบอร์ 74LS48 จะต้องต่อเข้ากับขาแอโนดของตัวแสดงผล LED ทั้ง 7 ตัว มาต่อใช้งาน เพื่อให้ไอซีทำหน้าที่ เป็นวงจรถอดรหัสเลขไบนารี่เปลี่ยนเป็นรหัสเลขฐานสิบ เมื่อป้อนสัญญาณอินพุตไบนารี่ 4 บิต ตามตารางที่ 5.3 โดยป้อนเข้าที่ละจังหวะให้กับขาอินพุตของไอซี เบอร์ 74LS48 ไอซีจะทำหน้าที่ ถอดรหัสเลขไบนารี่เพื่อเปลี่ยนเป็นเลขฐานสิบออกขาเอาต์พุตไปแสดงผลที่ตัว LED 1 - 7 ตามค่ารหัสเลขฐานสิบ ยกตัวอย่างเช่น กำหนดให้โยกสวิตช์ A , B

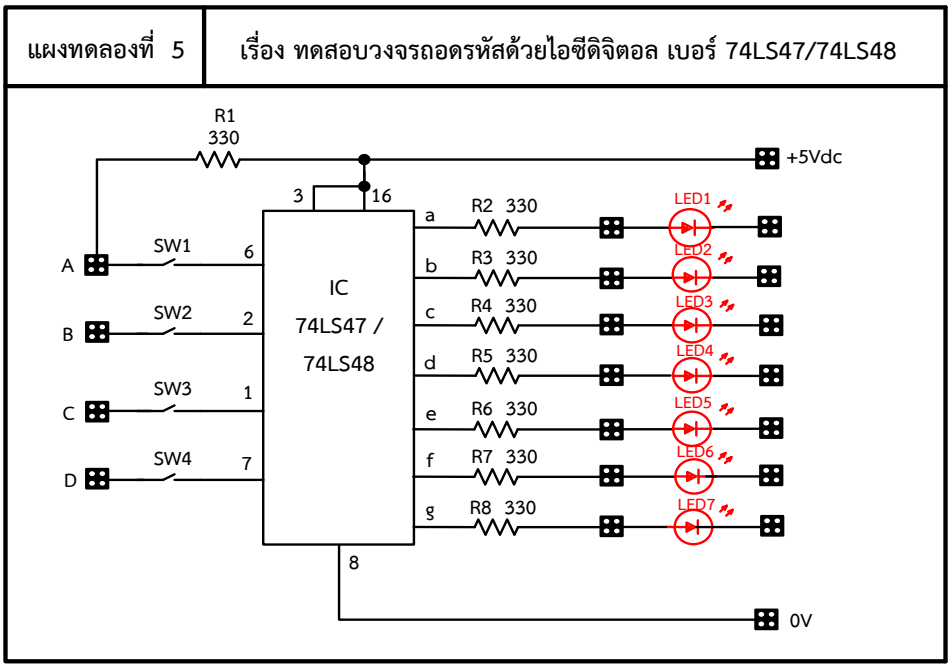
และ C เป็นลกจิก 1 และโยกสวิตช์ D เป็นลกจิก 0 ป้อนเข้าขาอินพุตของไอซี เบอร์ 74LS48 ไอซีจะถอดรหัสเลขไบนารี่ออกขาเอาต์พุตเป็นลอจิก 1 ออกไปแสดงผลเป็นเลขฐานสิบ คือ เลข 7 หรือลอจิก 1 ที่ออกจากเอาต์พุตของขาไอซีนี้ จ่ายเข้าไปยังขาแอโนดของตัว LED_1 , LED_2 และ LED_3 ติดสว่าง ส่วนตัว LED_4 , LED_5 , LED_6 และ LED_7 ดับ เป็นต้น

ตารางที่ 5.3 ตารางความจริงของรหัสเลขไบนารี่ (BCD – 8421 code) เป็นเลขฐานสิบ แสดงผลด้วย LED จำนวน 7 ตัว โดยใช้ไอซี เบอร์ 7448

ไบนารี่ (BCD – 8421)				ฐานสิบ (Decimal Number)						
				a	b	c	d	e	f	g
D	C	B	A	LED_1	LED_2	LED_3	LED_4	LED_5	LED_6	LED_7
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. จากวงจรตามภาพที่ 5.5 ให้เลือกใช้ไอซี เบอร์ 74LS48 ต่อลงบนแผงการทดลองที่ 5 แสดงดังภาพที่ 5.6 จากนั้นให้ต่อสวิตช์ SW_1 – SW_4 เข้าขาอินพุต A , B , C , D ของไอซี และต่อขาออกเอาต์พุตของไอซีเข้ากับตัวต้านทาน R_2 - R_8 แล้วต่อเข้าขาแอโนดของตัวแสดงผล LED จำนวน 7 ตัว ส่วนขาแคโถดของตัวแสดงผล LED ทั้ง 7 ตัว ให้นำมาต่ออนุกรมหรือต่ออันดับร่วมกันแล้วต่อลงกราวด์



ภาพที่ 5.6 แผงการทดลองที่ 5 สำหรับใช้ต่อทดสอบวงจรไอซีดิจิตอล (เบอร์74LS47/74LS48)

2. ทำการทดลองกดหรือโยกสวิตช์ให้อยู่ในสภาวะลอจิก 1 คือ ON หรือสภาวะลอจิก 0 คือ OFF ตามกำหนดในตารางที่ 5.4 จากนั้นทำการสังเกตและบันทึกค่าที่ได้ลงในตารางที่ 5.4 ตามลำดับ

ตารางที่ 5.4 ผลการบันทึกที่ได้จากการทดลองในวงจร

สภาวะการกดหรือโยกสวิตช์				**สภาวะแสดงผลของ LED_1 - LED_7**						
SW_1	SW_2	SW_3	SW_4	LED_1	LED_2	LED_3	LED_4	LED_5	LED_6	LED_7
0	0	0	0							
0	0	0	1							
0	0	1	0							
0	0	1	1							
0	1	0	0							
0	1	0	1							
0	1	1	0							
0	1	1	1							
1	0	0	0							
1	0	0	1							

คำถามหลังการทดลอง

1. ถ้าให้ผู้เรียนเปลี่ยนตัวไอซี เบอร์ 7448 ไปใช้เป็นตัวไอซี เบอร์ 7447 แทน สัญญาณลอจิกที่จะออกขาเอาต์พุตของไอซี เบอร์ 7447 จะออกเป็นลอจิกอะไร

.....

.....

2. จากคำตอบข้อที่ 1 ถ้าต้องกดหรือโยกสวิตช์ $SW_1 – SW_4$ ให้ขาอินพุต A เป็นลอจิก 1 , B เป็นลอจิก 0 , C เป็นลอจิก 0 และ D เป็นลอจิก 1 สัญญาณที่ออกเอาต์พุตของไอซี เบอร์ 7447 จะทำให้ตัว LED ตัวใดติดสว่างบ้าง แล้วแสดงผลเป็นเลขฐานสิบ คือเลขใด

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

	ใบงานการทดลองที่ 6 การใช้งานวงจรไอซีดิจิตอล	หน่วยที่ ..... สัปดาห์ที่ .....
	ชื่อวิชา วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน	สอนครั้งที่ .....
	เรื่อง การทดสอบวงจรนับด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS90	จำนวน ..... คาบ

จุดประสงค์

1. ศึกษาคุณสมบัติการทำงานของไอซีดิจิตอล 74LS90
2. แสดงการต่อวงจร การวัด และทดสอบหาค่าคุณสมบัติการทำงานต่าง ๆ ของวงจรนับด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS90 ต่อประยุกต์ใช้งานในวงจร
3. บอกการใช้เครื่องมือวัดค่าทางไฟฟ้าของตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในวงจร

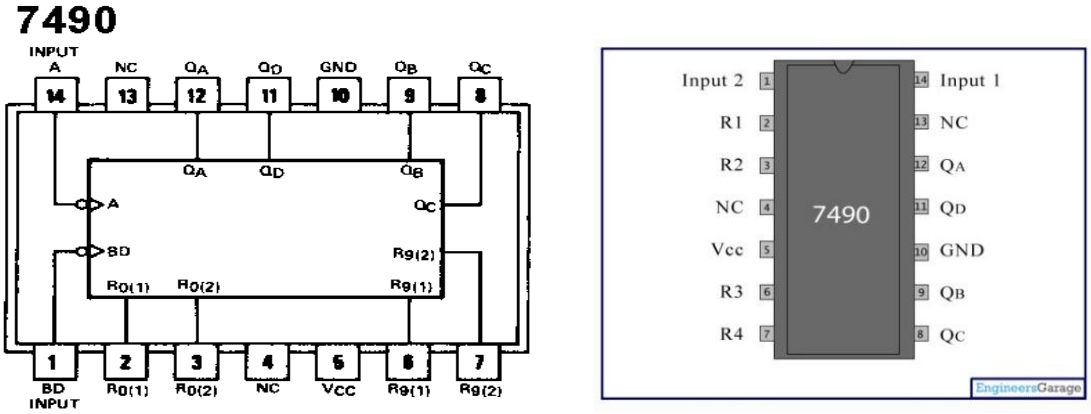
เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

1. แผงการทดลองที่ 6 เรื่อง การทดสอบวงจรนับด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS90 1 ชุด
2. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 0-30 V 1 เครื่อง

ทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. ข้อมูลเกี่ยวกับไอซีดิจิตอล TTL เบอร์ 7490

วงจรขับและวงจรแสดงผลในวงจรนับ (Counter) ด้วยไอซีดิจิตอล TTL เบอร์ 7490 เป็นไอซีดิจิตอล ตระกูล TTL เบอร์ 74LS90 หรือเป็นไอซีตัวนับไบนารีที่ผ่านลำดับไบนารีและตัวนับไบนารีหรือวงจรนับ BCD ทำตามลำดับของเลขฐานสิบ และนับโดยใช้หมายเลข BCD ตั้งแต่ 0000 ถึง 1001 แล้วกลับไปที่ 0000 และทำซ้ำวงจรนับดังกล่าวต้องมีไอซี 74LS90 อย่างน้อยสี่ Flip Flops นอกจากนี้ยังได้เห็นว่าสัญญาณออก BCD สามารถแสดงได้โดยใช้หลอดไฟ LED จำนวน 4 ดวง หรือจอแสดงผลดิจิตอล แต่เพื่อแสดงตัวเลขแต่ละตัวตั้งแต่ 0 ถึง 9 จะต้องมีวงจรถอดรหัส ซึ่งแปลเลขฐานสองให้เป็นระดับตรรกะหรือเลขฐานสิบวงจรถอดรหัสจอแสดงผลสามารถสร้างได้จากองค์ประกอบตรรกะแบบผสมและมีวงจรรวมจำนวนมากในตลาด เพื่อใช้ทำหน้าที่นี้ เช่น BCD 74LS47 ตัวถอดรหัส/ตัวประมวลผล 7 Segment ดังนั้นด้วยการรวมตัวกันของ BCD จึงสามารถสร้างวงจรนับ BCD จำนวน 4 ตัว เพื่อให้สามารถแสดงผลได้สูงสุด 9999 ตัว ไอซีวงจรนับ 74LS90 เป็นวงจรนับที่มีความยืดหยุ่นสูง และสามารถใช้เป็นตัวแบ่งความถี่ หรือแบ่งเป็นจำนวนเต็มได้ตั้งแต่ 2 ถึง 9 โดยให้ป้อนเอาต์พุตที่เหมาะสมกลับไปยังรีเซ็ตและตั้งค่าอินพุตของไอซี การจัดขาของไอซี เบอร์ 74LS90 แสดงดังในภาพที่ 6.1



ก) บล็อกไดอะแกรมการจัดขา ข) เทียบเคียงรูปร่างจริงของไอซี

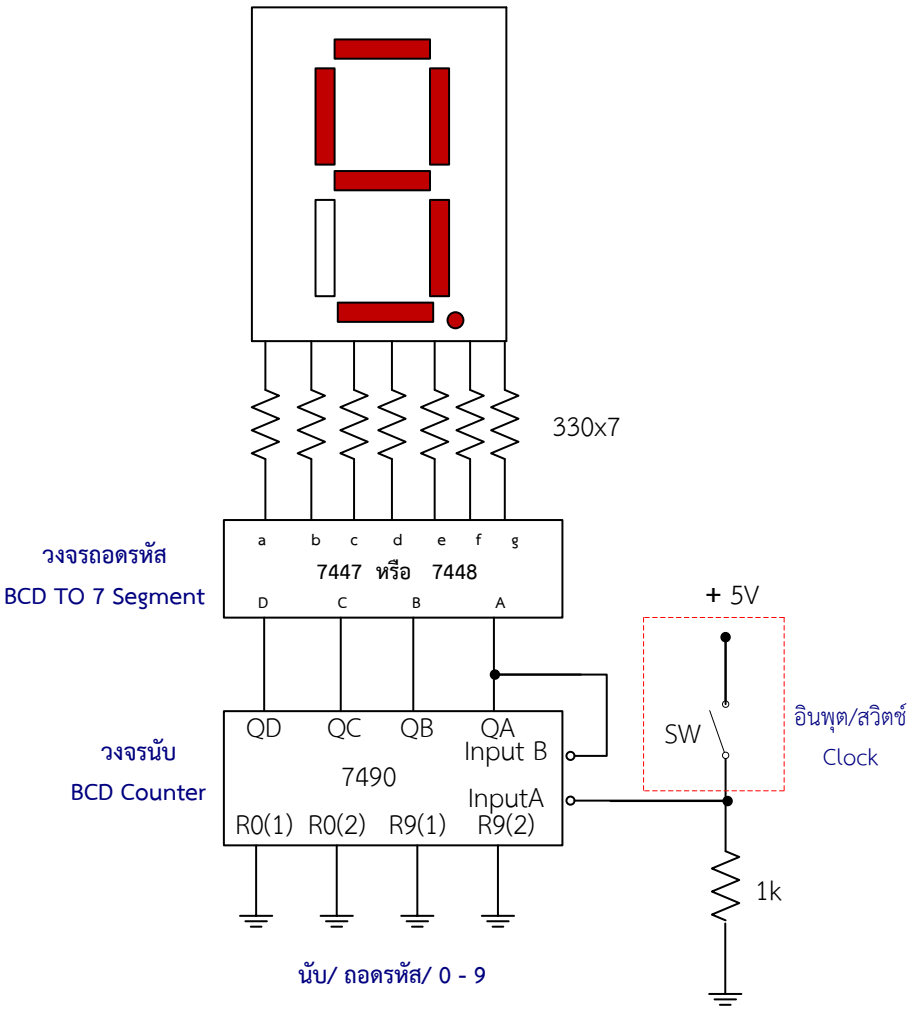
ภาพที่ 6.1 บล็อกไดอะแกรมการจัดขา และเทียบเคียงรูปร่างจริงของไอซีเบอร์ 7490

ที่มา : [Online], http://www.alessioviti.com/lcdprojects/datasheet/7490.gif และ https://www.engineersgarage.com/electronic-components/74ls90-ic-datasheet, [2558].

- ลักษณะการใช้งานไอซี 7490 คือ สามารถนับ 0 - 9 วนในโหมดตามธรรมชาติของไอซี ไอซีนับสัญญาณพัลส์เข้าและการส่งสัญญาณออกที่ได้รับเป็นเลขฐานสอง 4 บิตผ่านหมุด Q_A , Q_B , Q_C และ Q_D เอาต์พุตไบนารีถูกรีเซ็ตเป็น 0000 ที่สัญญาณทุกตัวที่ 10 และนับเริ่มจาก 0 อีกครั้ง เมื่อรีเซ็ตเอาต์พุตไปที่ 0000 ชิปสามารถนับจำนวนสูงสุดอื่น ๆ และกลับไปที่ 0 โดยการเปลี่ยนโหมดของ 7490 โหมดเหล่านี้ จะกำหนดโดยการเปลี่ยนการเชื่อมต่อของหมุดรีเซ็ต R_1 - R_4 ตัวอย่างเช่น ถ้าทั้ง R_1 และ R_2 มีค่าสูงหรือ R_3 & R_4 มีพื้นดินแล้วตัวไอซีจะรีเซ็ต Q_A , Q_B , Q_C และ Q_D เป็น 0 ถ้ารีเซ็ต R_3 & R_4 จะสูงแล้วนับต่อ Q_A , Q_B , Q_C และ Q_D ไป 1001 ในกรณีที่ต้องการนับเลขให้มีค่าสูงขึ้นหรือการนับเลข 2 หลัก เป็นต้นไป ก็สามารถสร้างขึ้นได้ โดยการเพิ่มการเชื่อมต่อตัวไอซี 7490 เพิ่มอีก 1 ชุด ของวงจรรวม ตัวอย่างเช่น ถ้านับเลข 2 หลัก ด้วยไอซี 7490 ให้ทำการเชื่อมต่อในลักษณะที่ให้ใช้อินพุตตัวที่ 2 ของไอซีตัวหนึ่งจะกลายเป็นเอาต์พุตของไอซีตัวที่สอง เมื่อได้รับสัญญาณในการนับครั้งที่สิบนับทุกครั้ง และจะรีเซ็ตที่นับทุกครั้ง ดังนั้นระบบนี้สามารถนับได้ตั้งแต่ 0 ถึง 99 และให้ผลลัพธ์ BCD ที่สอดคล้องกัน

ตัวอย่างที่ 1 จงออกแบบวงจรนับ 0 ถึง 9 หรือวงจรนับเลข 1 หลัก โดยใช้ไอซี เบอร์ 74LS90 แสดงดังในภาพที่ 6.2

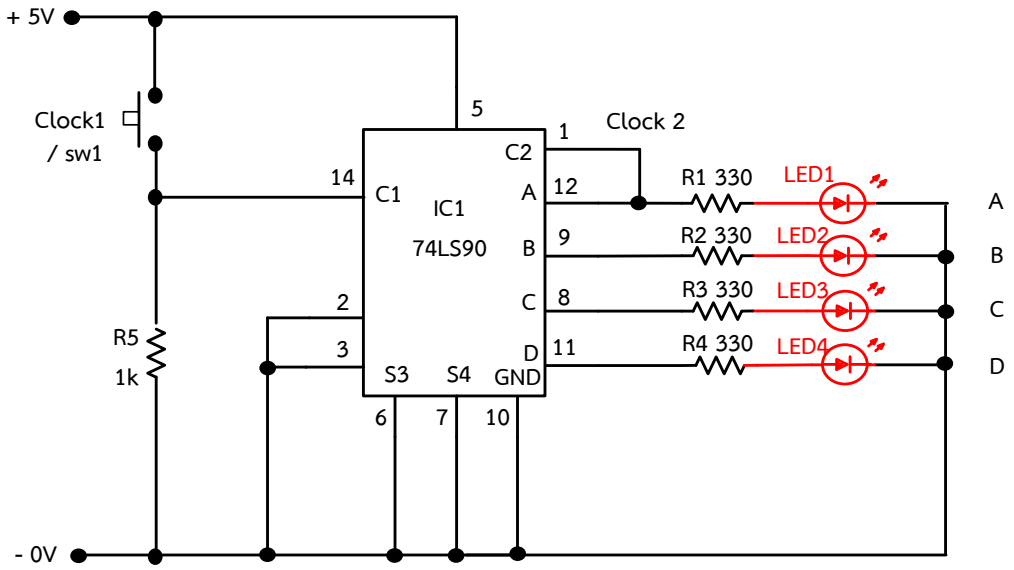
เป็นไอซีเคาน์เตอร์ง่าย ๆ คือ สามารถนับ 0 - 9 วนในโหมดตามธรรมชาติของไอซี ไอซีนับสัญญาณพัลส์เข้าและการส่งสัญญาณออกที่ได้รับเป็นเลขฐานสอง 4 บิตผ่านหมุด Q_A , Q_B , Q_C และ Q_D เอาต์พุตไบนารีถูกรีเซ็ตเป็น 0000 ที่ชีพจรทุกตัวที่ 10 และนับเริ่มจาก 0 อีกครั้ง



ภาพที่ 6.2 การใช้ไอซี เบอร์ 74LS90 เป็นวงจรนับเลขตั้งแต่ 0 - 9 ในหลักหน่วย หรือนับเลข 1 หลัก
ที่มา : [Online], https://www.electronics-tutorials.ws/counter/bcd-counter-circuit.html, [2558].

2. การต่อวงจรประยุกต์ใช้งานวงจรขับและวงจรแสดงผลในวงจรนับ (Counter) ด้วยไอซีดิจิตอล

ตัวอย่างที่ 2 การใช้งานวงจรขับและแสดงผลเป็นวงจรนับด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS90 ในวงจร สำหรับใช้ทดลองภาคปฏิบัติ แสดงดังในภาพที่ 6.3



ภาพที่ 6.3 การใช้งานวงจรขับและแสดงผลเป็นวงจรนับด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS90 ในวงจร

อธิบายหลักการทำงานของวงจร

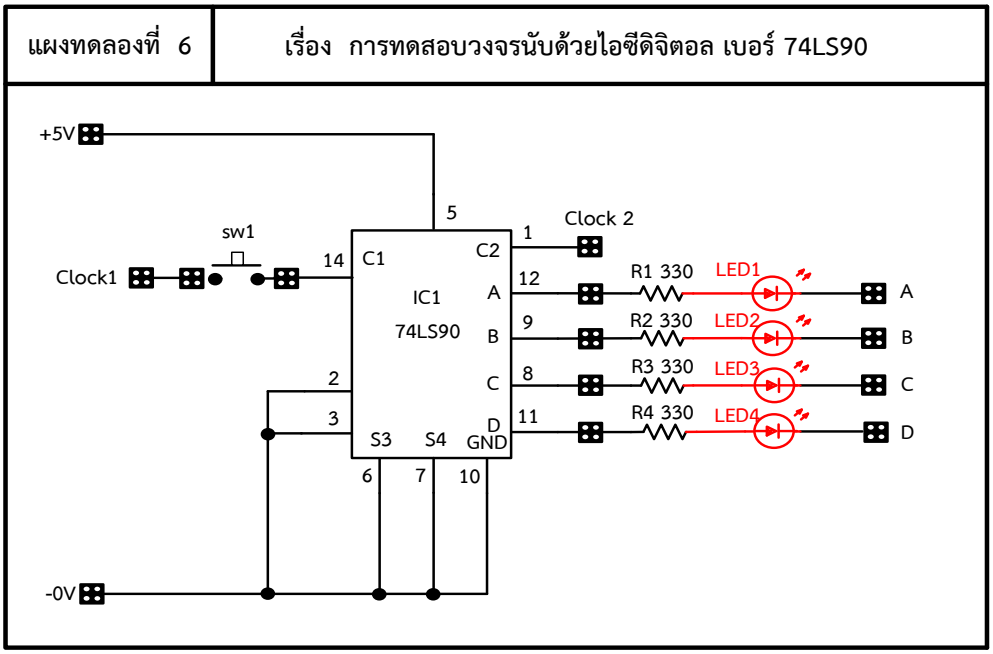
เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้วงจรกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านเข้าที่ขา 5 ของไอซี เบอร์ 7490 โดยให้ขา 14 เป็นขาอินพุตที่ต้องรอสัญญาณนาฬิกาหรือสัญญาณพัลส์ป้อนเข้ามาให้ตัวไอซี การใช้งานเมื่อกดสวิตช์ปุ่มกด SW_1 สักพักแล้วปล่อย ก็จะเปรียบเสมือนเป็นการป้อนสัญญาณพัลส์หรือสัญญาณ Clock เข้าไปยังอินพุตขา 14 ของไอซี ส่งผลทำให้ไอซี 7490 ทำหน้าที่ นับสัญญาณลูกที่ 1 แล้วเปลี่ยนเป็นเลขไบนารี่ หรือ BCD ออกที่ขาเอาต์พุตของไอซี Q_A, Q_B, Q_C และ Q_D โดยเริ่มจากสัญญาณเป็น 0000 เมื่อมีการป้อนสัญญาณพัลส์เข้ามา 1 ลูก จะทำให้สัญญาณเลขไบนารี่ที่ออกจากไอซี 7490 เปลี่ยนเป็น 0001 เป็นลักษณะการนับใหม่ด้วยจำนวนพัลส์ MOD-10 ถ้าต้องการแสดงลำดับการนับโดยใช้การแสดงผล 7 Segment เอาต์พุต BCD จะต้องได้รับการถอดรหัสอย่างเหมาะสมก่อนจึงจะสามารถแสดงการนับได้ ตัวนับ BCD เป็นตัวนับไบนารีที่นับตั้งแต่ 0000 ถึง 1001 จากนั้นจะรีเซ็ตเนื่องจากมีความสามารถในการล้างฟลิปฟล็อปทั้งหมดหลังจากการนับที่ 9 หากเราเชื่อมต่อสวิตช์ปุ่มกด (SW_1) กับอินพุตนาฬิกา Clock ทุกครั้งที่ปล่อยสวิตช์ปุ่มกดตัวนับจะนับทีละหนึ่ง ถ้าเราเชื่อมต่อไดโอดเปล่งแสง (LED_{1-4}) เข้ากับขั้วเอาต์พุตของไอซี Q_A, Q_B, Q_C และ Q_D ผลการทำงานก็จะทำให้ LED_{1-4} แต่ละตัวทำงานติดสว่างได้ตามตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 การแสดงผลวงจรนับเลขไบนารี่ด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS90

สภาวะการกดหรือโยกสวิตช์ (ป้อนสัญญาณ Clock)		**เอาต์พุตแสดงผลเลขไบนารี่**			
		Q_A	Q_B	Q_C	Q_D
(เริ่มต้น)	0	0	0	0	0
▲	1	0	0	0	1
	2	0	0	1	0
	3	0	0	1	1
	4	0	1	0	0
	5	0	1	0	1
	6	0	1	1	0
	7	0	1	1	1
	8	1	0	0	0
	9	1	0	0	1
	10	0	0	0	0

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ให้ทำการต่อวงจรตามภาพที่ 6.3 ลงบนแผงการทดลองที่ 6 แสดงดังในภาพที่ 6.4 ให้ครบและถูกต้อง



ภาพที่ 6.4 แผงการทดลองที่ 6 สำหรับใช้ต่อวงจรขับและแสดงผลเป็นวงจรนับด้วยไอซี เบอร์ 74LS90

2. จากนั้นให้ต่อสวิตช์ SW_1 และตัวต้านทาน R_5 เพิ่มเข้าไปในวงจร คอยทำหน้าที่ เป็นตัวกำเนิดสัญญาณพัลส์เพื่อป้อนเข้าอินพุตขา 14 ของไอซี 7490

3. ทำการจ่ายแรงดันไฟฟ้า 5 V_{DC} ให้วงจร จากนั้นทำการกดสวิตซ์ SW_1 ค้างไว้ แล้วปล่อย เพื่อเป็นการกำเนิดสัญญาณพัลส์ป้อนเข้าขาอินพุตของไอซี 7490 ทำการทดลองสังเกตผล และบันทึกผลลงในตารางที่ 6.2

4. จากนั้นให้ทำการป้อนสัญญาณพัลส์ลูกที่ 2 โดยการทำการลองเหมือนกับข้อ 2 สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เอาต์พุตที่ LED ทั้ง 4 ตัว ของวงจร แล้วบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 6.2

ตารางที่ 6.2 ผลการบันทึกที่ได้จากการทดลองในวงจร

การป้อนสัญญาณพัลส์ ครั้งที่	**การแสดงผลของ LED_1 = ติด , 0 = ดับ (ให้ตอบเป็น 1/0)**			
	Q_A **LED_1**	Q_B **LED_2**	Q_C **LED_3**	Q_D **LED_4**
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

คำถามหลังการทดลอง

1. สามารถนำวงจรนี้ไปประยุกต์ใช้ทำงานเกี่ยวกับอะไรได้บ้าง

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

	ใบงานการทดลองที่ 7 **การใช้งานวงจรไอซีดิจิตอล**	หน่วยที่ ..... สัปดาห์ที่ .....
	ชื่อวิชา วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน	สอนครั้งที่ .....
	เรื่อง การทดสอบวงจรแสดงผลด้วย 7 Segment	จำนวน ..... คาบ

จุดประสงค์

1. ศึกษาคุณสมบัติการทำงานของไอซีดิจิตอลแสดงผลด้วย 7 Segment
2. แสดงการต่อวงจร การวัด และทดสอบหาค่าคุณสมบัติการทำงานต่างๆ ของวงจรแสดงผลด้วย 7 Segment ต่อประยุกต์ใช้งานในวงจร
3. บอกการใช้เครื่องมือวัดค่าต่างๆ ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางไฟฟ้าในวงจร

เครื่องมือและอุปกรณ์

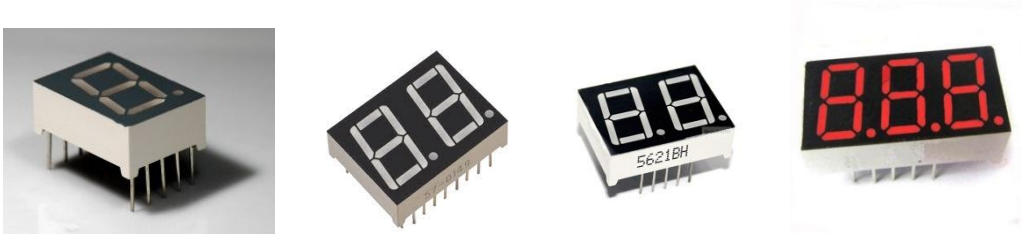
1. แผงการทดลองที่ 7 เรื่อง การทดสอบวงจรแสดงผลด้วย 7 Segment 1 ชุด
2. เครื่องมือวัดมัลติมิเตอร์อะนาล็อกหรือมัลติมิเตอร์ดิจิตอล 1 เครื่อง
3. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 0-30 V 1 เครื่อง

ทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. ข้อมูลเกี่ยวกับ LED 7 Segment

- วงจรแสดงผล (Display) ด้วย LED 7 Segment

การแสดงผลในระบบการทำงานดิจิตอล มีไว้สำหรับเป็นตัวแสดงผลการทำงานเอาต์พุต ส่วนใหญ่จะแสดงผลเป็นไดโอดเปล่งแสง (LED) หรือใช้ตัวแสดงผลเป็นแบบไดโอดเปล่งแสงเจ็ดส่วน (LED 7 Segment) ซึ่งสามารถแสดงผลเป็นตัวเลขได้ตั้งแต่เลข 0 – 9 รูปร่างภายนอกของไดโอดเปล่งแสงเจ็ดส่วน (LED 7 Segment) แสดงดังในภาพที่ 7.1



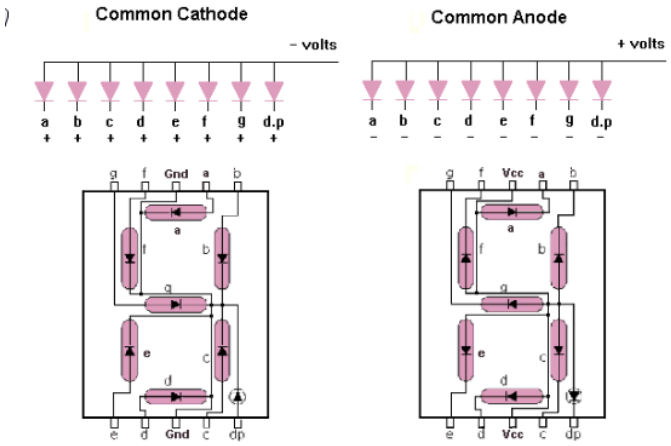
ภาพที่ 7.1 แสดงรูปร่างภายนอกของตัวแสดงผลแบบไดโอดเปล่งแสงแบบเจ็ดส่วน (LED 7 Segment)
ที่มา : [Online], https://en.wikipedia.org/wiki/Seven-Segment_display
https://www.lelong.com.my/3-digit-7-Segment-display-common-anode-0-36-inch-red-stelectronics-173264704-2019-01-Sale-P.htm, [2558].

ตัวแสดงผลแบบไดโอดเปล่งแสงแบบเจ็ด (LED 7 Segment) สามารถแบ่งการนำไปต่อใช้งานออกเป็น 2 ประเภท คือ

1) แบบแคโถดร่วม (Common Cathode)

2) แบบแอโนดร่วม (Common Anode)

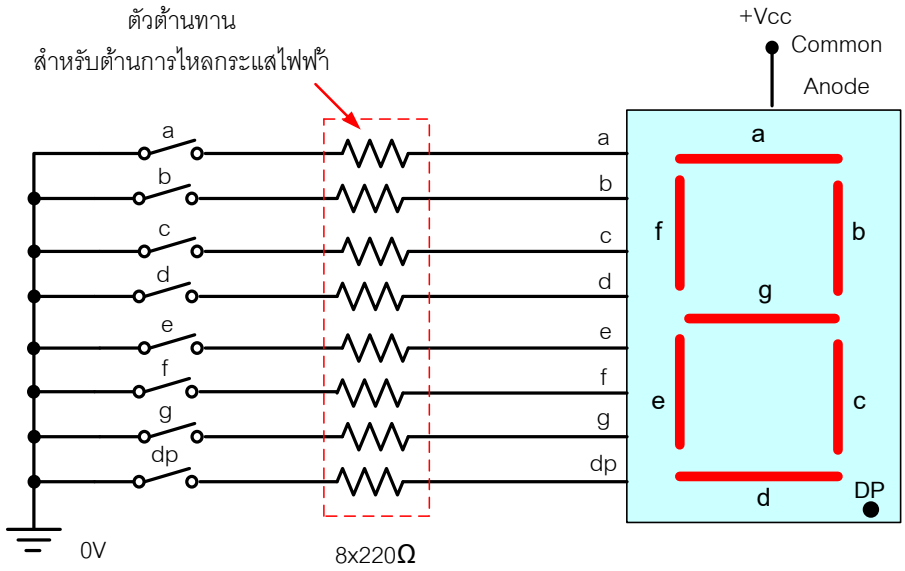
ซึ่งมีโครงสร้างภายใน แสดงดังในภาพที่ 7.2



ก) แบบแคโถดร่วม ข) แบบแอโนดร่วม

ภาพที่ 7.2 โครงสร้างภายในของไดโอดเปล่งแสงแบบเจ็ดส่วน (LED 7 Segment)

ที่มา : [Online], http://www.micro-digital.net/8051-to-7-Segment-display-interfacing/, [2558].



ภาพที่ 7.3 ลักษณะการต่อใช้งานกับขาอินพุตของ 7 Segment ชนิดแอโนดร่วม (Common Anode)

จากภาพที่ 7.3 ส่วนต่างๆ ของหน้าจอของ 7 Segment ชนิดแอโนดร่วมนี้ จะสว่างโดยใช้สวิตช์ ถ้าสวิตช์ปิดกระแสจะไหลผ่าน “เป็นบวก หรือ 1” เข้าขาแอโนดของ LED จะมีตัวต้านทานคอยจำกัดกระแสเชื่อมต่อกับขาแอโนดไหลผ่านไดโอดไปยังสวิตช์ตัวที่ปิดจึงทำให้กระแสไหลผ่านตัวไดโอดไปยังที่ปิดสวิตช์จนครบวงจร

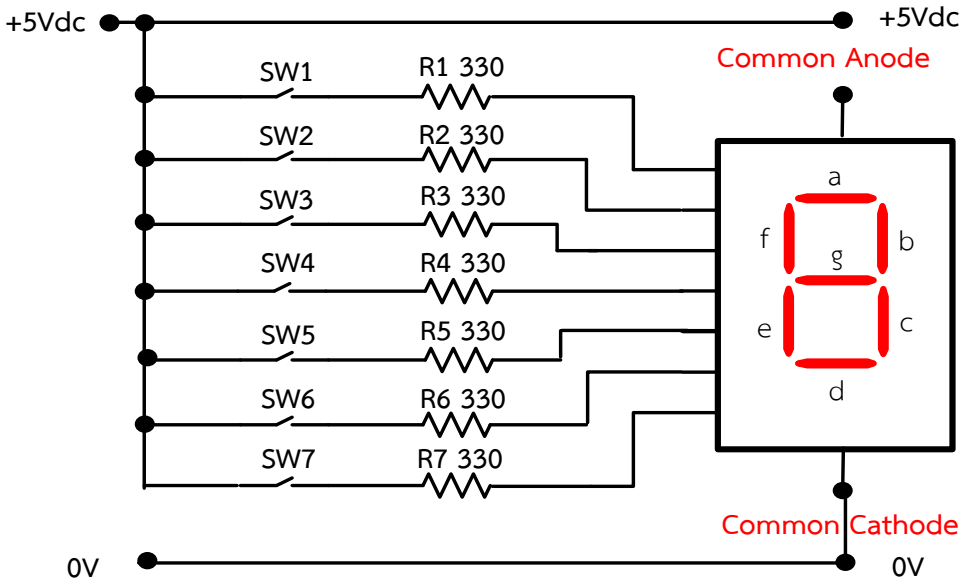
- **คุณสมบัติของ 7 Segment**

1) แสดงตัวเลขสูงขนาดมาตรฐาน 0.56 นิ้ว (14.22 มม.)
2) อ่านง่ายด้วยไฟ LED สีเหลืองอ่อนบนพื้นหลังสีเข้ม
3) จุดทศนิยม – ขวากับกลุ่มอื่นเพื่อแสดงค่าสกุลเงิน หรือจุดลอยตัว
4) การกำหนดค่าแคโทดธรรมดา
5) Breadboard - Friendly 0.1" พินเว้นวรรค
6) แรงดันไฟฟ้าไปข้างหน้าหรือไบแอสตรง 2 V
7) กระแสไฟฟ้าสูงสุด 20 mA ต่อเนื่อง / 60 mA ต่อเซ็กเมนต์
8) ช่วงอุณหภูมิทำงาน : - 4 ถึง + 185 ° F (- 20 ถึง + 85 ° C)

หมายเหตุ : สี LED และรูปแบบ / สีของเคสอาจแตกต่างกันไป เอกสารข้อมูลที่ระบุด้านล่างเป็นตัวแทนของ แต่ไม่จำเป็นต้องเหมือนกับส่วนที่จัดหามาในปัจจุบัน

2. การต่อประยุกต์ใช้งานวงจรแสดงผลด้วย 7 Segment ในวงจร

ตัวอย่าง วงจรใช้งานตัวแสดงผลด้วย 7 Segment ในวงจร สำหรับใช้ทดลองภาคปฏิบัติ แสดงดังในภาพที่ 7.4



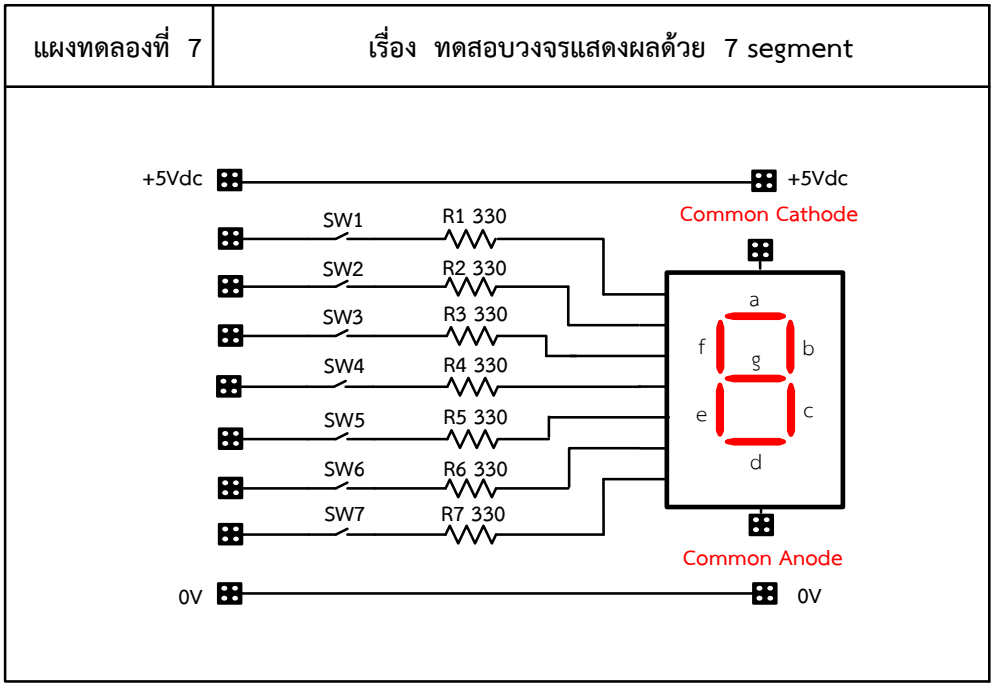
ภาพที่ 7.4 วงจรใช้งานตัวแสดงผลด้วย 7 Segment ในวงจร

อธิบายหลักการทำงานของวงจร

เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้วงจรกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านเข้ารอที่สวิตซ์ SW_1-SW_7 เมื่อทำการกดหรือโยกสวิตซ์ให้อยู่ในสภาวะลอจิก 1 หรือ ON จะมีกระแสจะไหลผ่านสวิตช์ และไหลผ่านตัวต้านทาน R_1 - R_7 ไปเข้าขาอินพุตของตัว 7 Segment ซึ่งในภาพวงจรที่ 7.4 เลือกใช้ 7 Segment แบบแคโถดร่วม หรือ แบบ Common Cathode ทำหน้าที่ แสดงผลเป็นตัวเลขฐานสิบ หรือเลข 0 – 9 ได้ ตามการกดเลือกสวิตซ์ให้อยู่ในสภาวะลอจิก 1 หรือ ON ยกตัวอย่างเช่น เมื่อกดหรือโยกสวิตซ์ SW_1 – SW_6 และ SW_7 ไม่กดหรือให้อยู่ในสภาวะลอจิก 0 หรือ OFF ก็จะทำให้มีกระแสไหลผ่านสวิตช์ และไหลผ่านตัวต้านทาน R_1 – R_6 ไปเข้าขาอินพุตของตัว 7 Segment ทำให้ตัว LED a , b , c , d , e และ f ติดสว่าง และแสดงผลเป็นตัวเลขฐานสิบ คือเลข 0

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ให้ทำการต่อวงจรตามภาพที่ 7.4 ลงบนแผงการทดลองที่ 7 แสดงดังในภาพที่ 7.5 ต่อให้ครบและถูกต้อง จากนั้นให้ต่อสวิตซ์ SW_1 และตัวต้านทาน R_5 เพิ่มเข้าไปในวงจร คอยทำหน้าที่ เป็นตัวกำเนิดสัญญาณพัลส์เพื่อป้อนเข้าอินพุตขา 14 ของไอซี 7490



ภาพที่ 7.5 แผงการทดลองที่ 7 สำหรับใช้ต่อทดสอบวงจรไอซีดิจิตอล (7 Segment)

2. ทำการโยกสวิตช์ให้อยู่ในสภาวะ Off พร้อมทำการทดลองตามตารางที่ 1
3. ให้ต่อแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 5 V_{DC} ทำการทดลองกดหรือโยกสวิตช์ตามตารางที่ 7.1

ตารางที่ 7.1 ผลการบันทึกค่าที่ได้จากการทดลองในวงจร

สภาวะการทำงานของสวิตช์ SW_{1-7} หรือเลขไบนารี่ (1 = ON และ 0 = Off)							**แสดงผลเอาต์พุต เลขฐานสิบ (7 Segment)**
SW_1 a	SW_2 b	SW_3 c	SW_4 d	SW_5 e	SW_6 f	SW_7 g	
1	1	1	1	1	1	0	
0	1	1	0	0	0	0	
1	1	0	1	1	0	1	
1	1	1	1	0	0	1	
0	1	1	0	0	1	1	
1	0	1	1	0	1	1	
0	0	1	1	1	1	1	
1	1	1	0	0	0	0	
1	1	1	1	1	1	1	
0	0	0	0	0	0	0	

คำถามหลังการทดลอง

1. จากวงจรภาพที่ 7.4 ถ้าจะเปลี่ยนมาใช้ตัวแสดงผลเป็น 7 Segment แบบแอโนดร่วม หรือแบบ Common Anode จงออกแบบวงจรทดสอบใช้งาน

.....

.....

2. จงออกแบบวงจรประยุกต์ใช้งานนับซองในตู้จดหมาย หรือนับจำนวนคนเข้าในห้อง พร้อมทั้งอธิบายการทำงานของวงจรมาพอเข้าใจ

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

	ใบงานการทดลองที่ 8 การใช้งานวงจรไอซีเร็กกูเลเตอร์	หน่วยที่ ..... สัปดาห์ที่ .....
	ชื่อวิชา วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน	สอนครั้งที่ .....
	เรื่อง การทดสอบวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงคงที่ด้วยไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ LM78XX	จำนวน ..... คาบ

จุดประสงค์

1. ศึกษาคุณสมบัติการทำงานของไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ LM78XX
2. แสดงการต่อวงจร การวัด และทดสอบหาค่าคุณสมบัติการทำงานต่างๆ ของวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงคงที่ด้วยไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ LM78XX ต่อประยุกต์ใช้งานในวงจร
3. บอกการใช้เครื่องมือวัดค่าทางไฟฟ้าในวงจร

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. แผงการทดลองที่ 8 เรื่อง การทดสอบวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงคงที่ด้วยไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ LM78XX 1 ชุด
2. เครื่องมือวัดมัลติมิเตอร์อะนาล็อกหรือมัลติมิเตอร์ดิจิตอล 2 เครื่อง
3. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 0-30 V 1 เครื่อง
4. หม้อแปลงไฟฟ้า 12 V_{AC} 1 ชุด

ทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ LM78XX

ไอซีเร็กกูเลเตอร์ (Regulator) หรือไอซีรักษาแรงดัน หรือไอซีแรงดันอ้างอิง ทำหน้าที่ ควบคุมแรงดัน หรือรักษาระดับแรงดันที่ป้อนออกเอาต์พุตให้มีระดับแรงดันคงที่ตลอดเวลา ตามค่าระดับแรงดันที่กำหนดไว้ภายใน

1. ข้อมูลเกี่ยวกับไอซีเร็กกูเลเตอร์หรือไอซีรักษาแรงดันแบบค่าคงที่ด้วยไอซี เบอร์ 78XX

ไอซีเร็กกูเลเตอร์แบบค่าคงที่ ที่ใช้งานในปัจจุบันมีหลายลักษณะรูปร่างขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิตแตกต่างกันจะใช้รหัสเบอร์แตกต่างกัน เช่น 7805, 7806, 7809 และ 7812 เป็นต้น สัญลักษณ์และรูปร่างเทียบเคียงจริงของไอซีเร็กกูเลเตอร์ หรือไอซีรักษาแรงดันแบบค่าคงที่ แสดงดังในภาพที่ 8.1

ข้อสังเกตวิธีการดู ไอซีเร็กกูเลเตอร์ หรือไอซีรักษาแรงดันแบบค่าคงที่ เบอร์ 78XX คือ

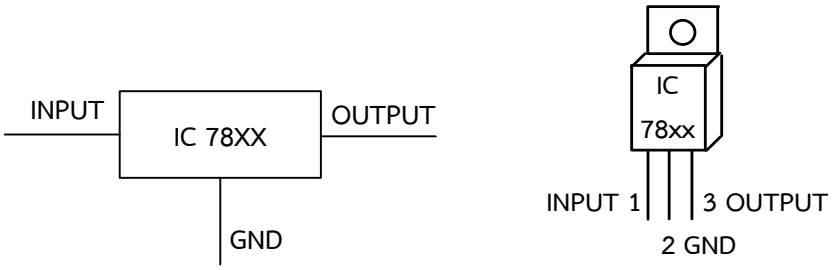
กรณี ไอซีเบอร์ 78XX สังเกต 78 หมายถึง มีแรงดันไฟฟ้าออกเอาต์พุตเป็น บวก

ส่วน XX หมายถึง การรักษาระดับแรงดันคงที่เท่าไร

เช่น ไอซีเบอร์ 7806 = แรงดันออกเอาต์พุตคงที่ + 6 V

ไอซีเบอร์ 7815 = แรงดันออกเอาต์พุตคงที่ + 15 V เป็นต้น

- สัญลักษณ์ของไอซีเร็กกูเลเตอร์ หรือไอซีรักษาแรงดัน



ก) สัญลักษณ์ไอซี 78XX ข) รูปร่างเทียบเคียงของจริง

ภาพที่ 8.1 สัญลักษณ์และรูปร่างจริงของไอซีเร็กกูเลเตอร์
ที่มา : ธัญญ์พิชชา ท้วมทับ, [2558].

จากภาพที่ 8.1 ก) และ ข) เป็นสัญลักษณ์ของไอซีเร็กกูเลเตอร์ หรือไอซีรักษาแรงดันแบบค่าคงที่ไอซี 78XX มีขาต่อใช้งาน 3 ขา ประกอบด้วยขา อินพุต (INPUT) กราวด์ (GND) และเอาต์พุต (OUTPUT)

2. หน้าที่ของไอซีเร็กกูเลเตอร์หรือไอซีรักษาแรงดันในวงจร

ไอซีเร็กกูเลเตอร์ ทำหน้าที่ รักษาแรงดันไฟตรงแบบคงที่ หรือรักษาแรงดันที่เอาต์พุตของแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้คงที่ไม่ว่าโหลดจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร แรงดันที่ออกเอาต์พุตจะรักษาระดับแรงดันออกเอาต์พุตคงที่เท่ากับค่าแรงดันภายในวงจรกำหนดเสมอ

3. คุณสมบัติการทำงานทางไฟฟ้าของไอซีเร็กกูเลเตอร์แบบค่าคงที่

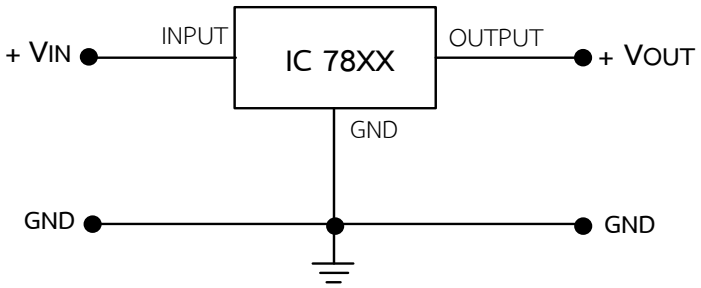
ไอซีเร็กกูเลเตอร์ หรือไอซีรักษาแรงดัน 78XX มีขานำไปต่อใช้งาน 3 ขา โดยมีตำแหน่งขาไปต่อใช้งานของไอซี 78XX จะกำหนดไว้ใช้งานตามรายละเอียดแสดงดังข้อมูลเกี่ยวกับ
ไอซี เบอร์ 78 XX โดยทั่วไปมีดังนี้

1) แรงดันเอาต์พุต (Output) ให้แรงดันตามสเป็คแต่ละเบอร์ค่าความผิดพลาดไม่เกิน +0.3 V
2) เอาต์พุตรีซีสเตอร์มีค่าประมาณ 30 MΩ
3) เสถียรภาพ 1.75 mV / V
4) จ่ายกระแสได้ 2 A
5) มีวงจรป้องกันลัดวงจรของโหลด
6) จ่ายแรงดันไฟบวกได้ตามค่ากำหนดไว้ภายในตามที่ XX กรณีเป็นไอซี 78XX จะจ่ายแรงดันไฟบวกได้ เช่น 7809 เป็นไอซีที่จ่ายแรงดันไฟบวกคงที่ได้ตามค่าที่ XX กำหนดไว้ คือ รักษาแรงดันไฟบวกได้คงที่ 9 V เป็นต้น

4. การต่อวงจรประยุกต์ใช้งานไอซีเร็กกูเลเตอร์ในวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง

4.1 การนำไอซีเร็กกูเลเตอร์ไปต่อใช้งาน

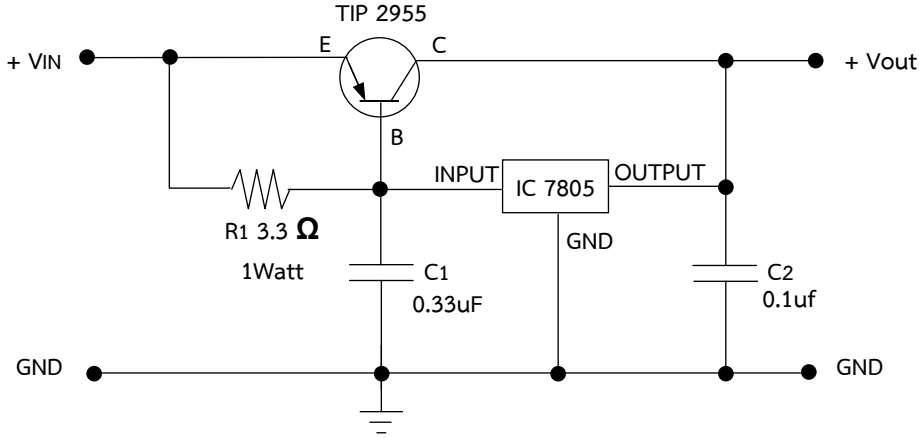
ส่วนใหญ่เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าค่าใดค่าหนึ่งเข้าที่ขาอินพุตของไอซี แต่แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้นี้จะต้องมีค่ามากกว่าค่าวงจรควบคุมแรงดันภายในของไอซีอย่างน้อยต้อง 1 – 3 V ของค่าที่กำหนดภายในมากับตัวไอซี เมื่อนำไปใช้งานมักจะนำไปใช้อยู่ในวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงคงที่ ลักษณะการนำไอซี 78XX ไปต่อใช้งานเบื้องต้นในวงจร แสดงดังในภาพที่ 8.2



ภาพที่ 8.2 รูปแบบวิธีการนำไอซี 78XX และ 79XX ไปต่อใช้งานเบื้องต้น
ที่มา : ธัญญ์พิชชา ท้วมทับ, [2558].

4.2 การนำทรานซิสเตอร์ต่อเพิ่มในวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงด้วยไอซีเร็กกูเลเตอร์

- ลักษณะการนำทรานซิสเตอร์ต่อเพิ่มในวงจร เพื่อช่วยทำหน้าที่ เพิ่มกระแสไฟฟ้าหรือขยายกระแสออกเอาต์พุตไปใช้งานให้กับโหลดมีเพิ่มขึ้น โดยมีวิธีการต่อใช้งาน แสดงดังในภาพที่ 8.3



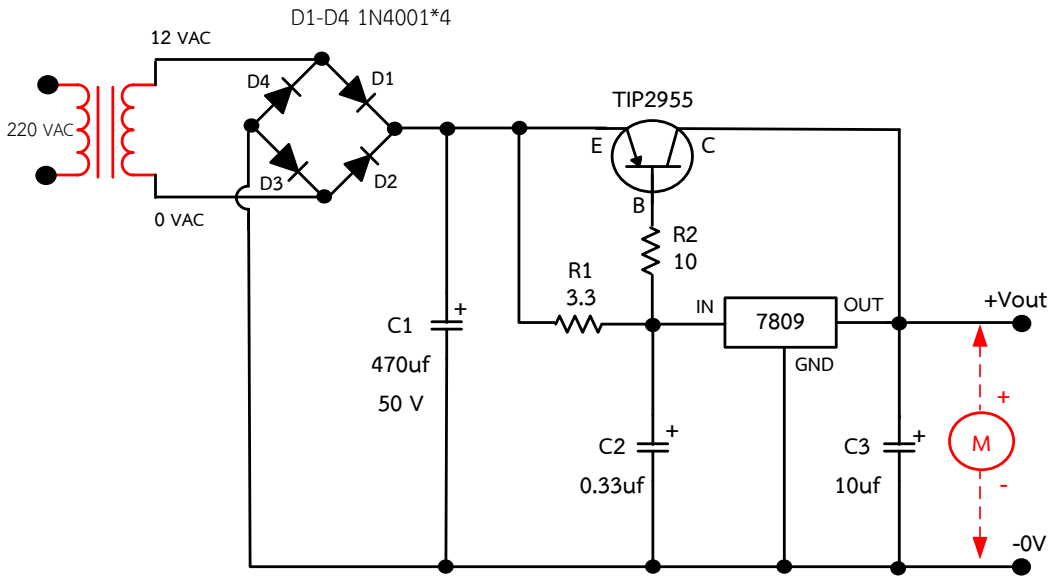
ภาพที่ 8.3 วิธีการต่อใช้งานตัวทรานซิสเตอร์มาต่อเพิ่มเพื่อช่วยขยายกระแสให้กับโหลดเพิ่มขึ้น

ลักษณะการทำงานของวงจร เป็นตัวอย่างการเลือกใช้ไอซีเบอร์ 78XX เป็นไอซีเบอร์ 7805 การต่อใช้งานไอซีเร็กกูเลเตอร์แบบค่าคงที่ไฟบวก ไอซีเบอร์ 7805 จะต้องนำมาต่ออนุกรมกับวงจร

แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง หรือวงจรจ่ายแรงดันไฟฟ้า สามารถควบคุมและรักษาระดับแรงดันได้ดีคงที่ไฟบวก 5 V โดยปกติไอซีเบอร์ 7805 จ่ายกระแสสูงสุดได้ไม่เกิน 1A แต่สามารถเพิ่มกระแสให้สูงขึ้นได้โดยใช้ทรานซิสเตอร์ PNP 2955 โดยการนำตัวทรานซิสเตอร์มาต่อใช้งานเพิ่มในวงจรดังภาพที่ 8.3 เพื่อช่วยขยายกระแสให้กับไอซีแล้วทำให้มีกระแสจ่ายไปใช้งานที่โหลดเพิ่มขึ้น และมีเสถียรภาพกับอุณหภูมิได้ดี

4.3 การต่อใช้งานไอซีเร็กกูเลเตอร์ หรือไอซีรักษาแรงดันแบบค่าคงที่ (ไอซี 78XX)

ตัวอย่าง วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงคงที่ด้วยไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ 78XX และการต่อเพิ่มทรานซิสเตอร์เพื่อขยายกระแสให้กับโหลด สำหรับใช้ทดลองภาคปฏิบัติ แสดงดังในภาพที่ 8.4



ภาพที่ 8.4 วงจรรักษาระดับแรงดันแบบค่าคงที่ไฟบวกด้วยไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ 78XX และเพิ่มทรานซิสเตอร์เพื่อขยายกระแสให้กับโหลด

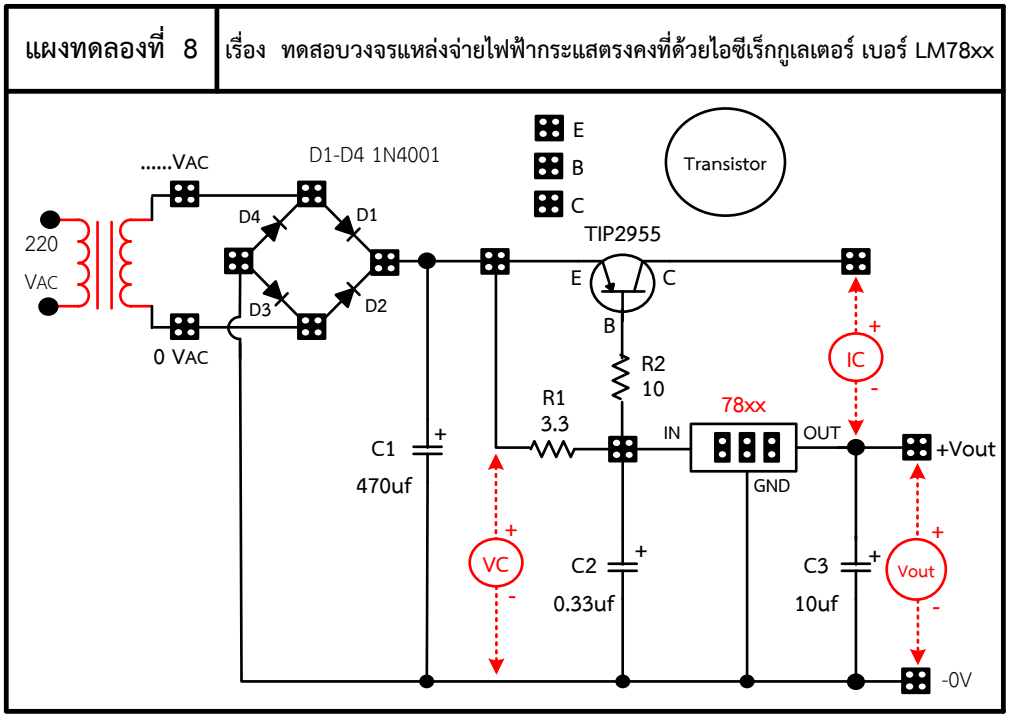
อธิบายหลักการทำงานของวงจร

ไอซีเร็กกูเลเตอร์ตระกูล MC7809 ทำหน้าที่ เป็นอุปกรณ์รักษาแรงดันแบบคงที่ไฟบวก โดยมีค่ารักษาแรงดันออกเอาต์พุตไฟบวกคงที่ ขนาด + 9 V การทำงานของวงจร คือ เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V_{AC} เข้าขดลวดขาเข้าของหม้อแปลงไฟฟ้า ทำให้หม้อแปลงไฟฟ้าลดแรงดันไฟฟ้าออกที่ขดลวดขาออกของหม้อแปลงไฟฟ้า 12 V_{AC} จ่ายแรงดันเข้าไปยังวงจรไดโอดบริดจ์เร็กติไฟเออร์ ซึ่งไดโอดบริดจ์ จะคอยทำหน้าที่ เรียงกระแสไฟฟ้าแบบเต็มคลื่นไฟบวกหรือ ทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเปลี่ยนเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงไฟบวก ส่งไปยังตัวเก็บประจุ C_1 เพื่อทำหน้าที่ เก็บประจุไฟฟ้าเพื่อกรองแรงดันหรือกรองกระแสไฟตรงให้เรียบยิ่งขึ้น ก็จะคายประจุไฟฟ้า

ที่เรียบขึ้นนี้จ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังขา C ของทรานซิสเตอร์ เบอร์ 2955 และกระแสอีกส่วนหนึ่งไปจ่ายไปยังตัวต้านทาน R_1 เพื่อจ่ายกระแสเข้าไปยังขาอินพุตของไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ 7809 และกระแสไฟฟ้าอีกส่วนแบ่งจ่ายไปยังขา B ของทรานซิสเตอร์ เพื่อให้ทรานซิสเตอร์ช่วย ทำหน้าที่ ขยายกระแสไปเพิ่มร่วมกับกระแสไฟฟ้าที่จะออกจากขาเอาต์พุตของไอซีเร็กกูเลเตอร์ ส่งผลทำให้มีกระแสไฟฟ้าจ่ายออกไปใช้งานให้กับโหลดมีเพิ่มมากขึ้น ในวงจรใช้โหลดเป็นมอเตอร์ไฟตรง

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อวงจรตามภาพที่ 8.4 ลงในแผงการทดลองที่ 8 แสดงดังในภาพที่ 8.5 โดยในการทดลองให้เลือกใช้ไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ 7805 ในการใช้ต่อทดลองวงจร



ภาพที่ 8.5 แผงการทดลองที่ 8 สำหรับใช้ทดสอบวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงคงที่ด้วยไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ LM78XX

2. ต่อมัลติมิเตอร์เพิ่มลงในวงจรสำหรับใช้วัดกระแสไฟฟ้า I_C ลงบนแผงการทดลอง จากนั้นให้จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 12 V_{AC} เข้าทางขดลวดขาออกของหม้อแปลงไฟฟ้า แล้วทำการสังเกตผลการทดลอง พร้อมทั้งวัดและบันทึกหาค่าต่าง ๆ ลงในตารางที่ 8.1 กำหนดไว้ตามลำดับ

3. ให้ทดลองเปลี่ยนตัวไอซีเร็กกูเลเตอร์เป็นเบอร์ 7809 แล้วทำการทดลองซ้ำตามข้อ 2 และบันทึกหาค่าต่าง ๆ ลงในตารางที่ 8.1 กำหนดไว้ตามลำดับ

ตารางที่ 8.1 ผลการบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าในวงจร

ไอซีเบอร์	**กรณี เลือกใช้โหลด**	**มัลติมิเตอร์วัดค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า**		
		V_C	V_{OUT}	I_C
7805	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง			
	หลอดไฟ			
7809	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง			
	หลอดไฟ			

คำถามหลังการทดลอง

1. ให้ผู้เรียนทดลองเปลี่ยนไอซีเร็กกูเลเตอร์เป็นเบอร์ 7812 แล้วนำไปต่อใช้งานในวงจรตามวงจรภาพที่ 8.4 ผลของแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ออกเอาต์พุตจะเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

2. เมื่อนำไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ 7812 แล้วนำไปต่อใช้งานในวงจรตามวงจรภาพที่ 8.4 ผลการไหลของกระแสไฟฟ้าที่ออกเอาต์พุตจะเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

	ใบงานการทดลองที่ 9 การใช้งานวงจรไอซีเร็กกูเลเตอร์	หน่วยที่ ..... สัปดาห์ที่ .....
	ชื่อวิชา วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน	สอนครั้งที่ .....
	เรื่อง การทดสอบวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ด้วยไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ LM317	จำนวน ..... คาบ

จุดประสงค์

1. ศึกษาคุณสมบัติการทำงานของไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ LM317
2. แสดงการต่อวงจร การวัด และทดสอบหาค่าคุณสมบัติการทำงานต่างๆ ของวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ด้วยไอซี เบอร์ LM317 ต่อประยุกต์ใช้งานในวงจร
3. บอกการใช้เครื่องมือวัดค่าทางไฟฟ้าในวงจร

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. แผงการทดลองที่ 9 เรื่อง การทดสอบวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ด้วยไอซี เบอร์ LM317 1 ชุด
2. เครื่องมือวัดมัลติมิเตอร์อะนาล็อกหรือมัลติมิเตอร์ดิจิตอล 2 เครื่อง
3. หม้อแปลงไฟฟ้า 24 V_{AC} 1 ชุด

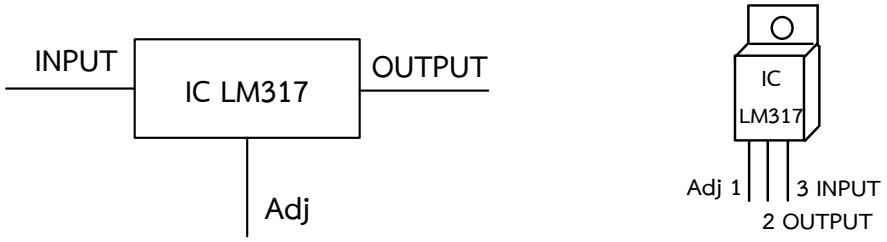
ทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ LM317

1. ข้อมูลเกี่ยวกับไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ LM317

ไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ LM317 เป็นไอซีรักษาแรงดันแบบปรับค่าได้ จะแตกต่างจากไอซีเร็กกูเลเตอร์แบบค่าคงที่ตรงขากลางของไอซีจะไม่เหมือนกัน คือ ขา 2 ของไอซีเร็กกูเลเตอร์แบบค่าคงที่ขากลางจะเป็นขากราวด์ (GND) แต่สำหรับไอซีเร็กกูเลเตอร์แบบปรับค่าได้ ขากลางของสัญลักษณ์ไอซีที่ขา 2 จะเป็นขามีไว้สำหรับปรับค่าได้ (ADJUSTABLE หรือ Adj) การใช้งานไอซีเร็กกูเลเตอร์ต้องนำตัวต้านทาน R_1 และ R_2 มาต่ออนุกรมกับขาเอาต์พุตเป็นวงจรแบ่งแรงดันก่อนต่อลงกราวด์ของไอซีที่มีไว้สำหรับเป็นวงจรป้อนกลับ หรือมีการควบคุมแรงดันที่ได้จากการตกคร่อมที่ตัว R_2 เทียบกราวด์ ป้อนกลับแรงดันไปยังขา 2 ของไอซีอีกรอบหนึ่งก่อนออกเอาต์พุตไปใช้งานได้

และไอซีเบอร์ LM 317 เป็นไอซีเร็กกูเลเตอร์แบบปรับค่าได้ที่นิยมนำมาใช้งาน เพราะเป็นไอซีรักษาแรงดันตามที่กำหนด หรือตามที่ต้องการได้ ซึ่งจะสามารถจ่ายแรงดันออกเอาต์พุตใช้งานได้ตั้งแต่ 1.25 – 37 V จึงเหมาะที่จะนำมาสร้างเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ หรือวงจรพาวเวอร์ซัพพลาย โดยการใช้งานของไอซี เบอร์ LM317 นี้ จะมีกระแสไม่เกิน 1.5 A สัญลักษณ์รูปร่างเทียบเคียงของจริง และการสังเกตขาไอซีของไอซีเร็กกูเลเตอร์ แสดงดังในภาพที่ 9.1

ข้อสังเกตวิธีการดู ไอซีเร็กกูเลเตอร์ หรือไอซีรักษาแรงดันแบบปรับค่าได้ เบอร์ LM317 คือ เช่น ไอซีเบอร์ LM317 หมายถึง ที่สามารถควบคุม หรือรักษาแรงดันออกเอาต์พุตใช้งานได้ตั้งแต่ 1.25 – 37 V ไฟบวก และมีกระแสไม่เกิน 1.5 A



ก) สัญลักษณ์ไอซี LM 317 ข) รูปร่างเทียบเคียงของจริง

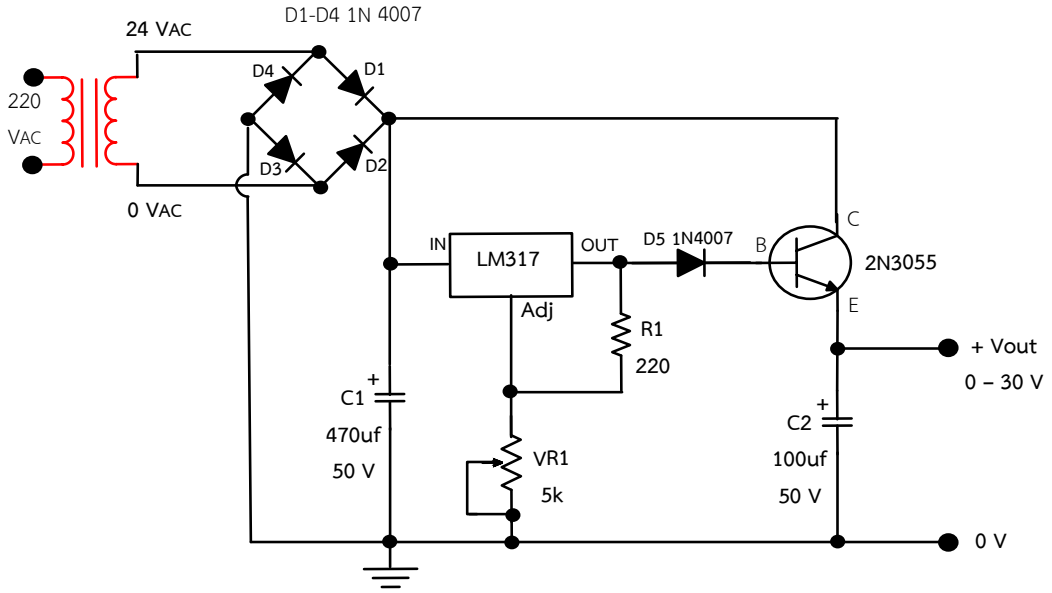
ภาพที่ 9.1 สัญลักษณ์และรูปร่างเทียบเคียงจริงของไอซีเร็กกูเลเตอร์แบบปรับค่าได้ เบอร์ LM 317
ที่มา : ธัญญ์พิชชา ท้วมทับ, [2558].

2. หน้าที่ของไอซีเร็กกูเลเตอร์ หรือไอซีรักษาแรงดันแบบปรับค่าได้ในวงจร

ไอซีเร็กกูเลเตอร์ หรือไอซีรักษาแรงดัน ทำหน้าที่ รักษาแรงดันที่ออกทางเอาต์พุตของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้รักษาระดับแรงดันให้ปรับค่าได้ ตั้งแต่ 1.25 - 37 V นิยมใช้ไอซี เบอร์ LM317

3. วงจรการต่อใช้งานไอซีเร็กกูเลเตอร์ หรือไอซีรักษาแรงดันแบบปรับค่าได้

ตัวอย่าง การต่อใช้งานวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบปรับค่าได้ 0 - 30 V ด้วยไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ LM317 สำหรับใช้ทดลองปฏิบัติ แสดงดังในภาพที่ 9.2



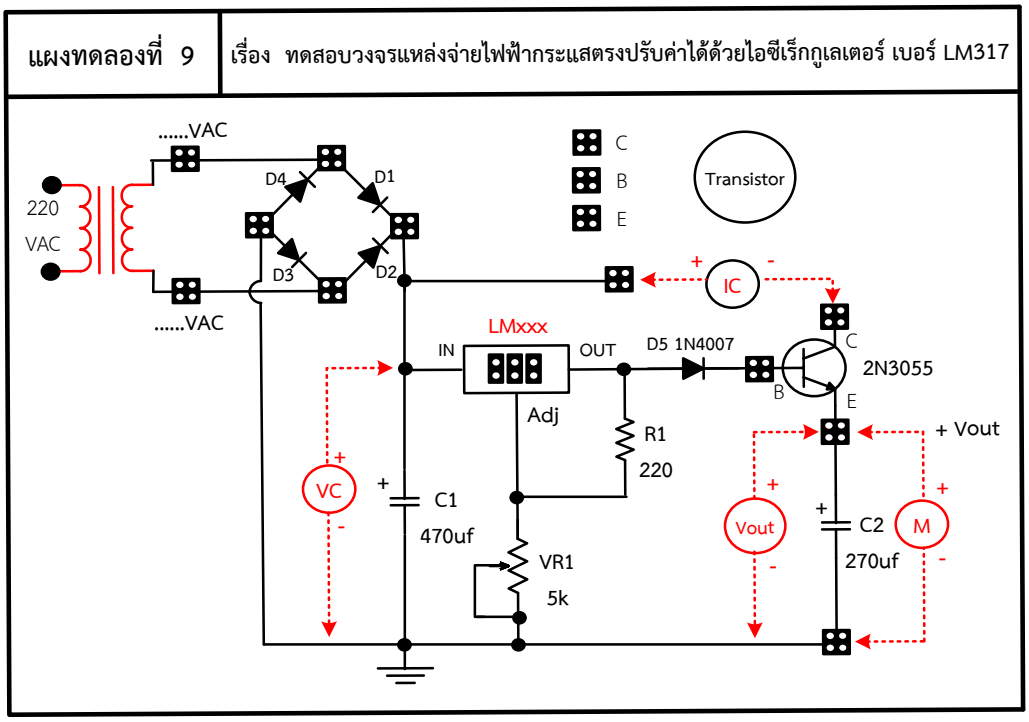
ภาพที่ 9.2 การต่อใช้งานวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ 0 - 30 V ด้วยไอซี เบอร์ LM317

อธิบายหลักการทำงานของวงจร

วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบปรับค่าได้ 0 - 30 V ทนกระแสสูงสุดได้ 3 แอมป์ นี้ เป็นวงจรแหล่งจ่ายไฟที่ออกแบบง่าย วงจรดูแล้วไม่ยุ่งยาก เริ่มจากจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เข้าหม้อแปลงไฟฟ้าเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับ (AC : Alternating Current) ค่าสูงทำการแปลงค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้ลดต่ำลงเป็น 24 V แล้วส่งไปยังวงจรเรียงกระแส (Rectifier) แบบบริดจ์ด้วยไดโอด 4 ตัว ทำการแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเปลี่ยนให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC : Direct Current) และผ่านเข้าวงจรกรองกระแสหรือ Filter ด้วยตัวคาปาซิเตอร์ชนิดอิเล็กทรอไลน์ C_1 เพื่อกรองสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงให้เรียบยิ่งขึ้น ซึ่งจะมีผลทำให้ระดับแรงดันเพิ่มขึ้นอีก 1.414 เท่า เนื่องจากเป็นต่อวงจรเรียงกระแสแบบฟูลเวฟ (Full wave rectifier) จะได้ค่าแรงดันประมาณ 24×1.414 = 33.9 V แล้วตัวเก็บประจุก็จะคายประจุไฟฟ้าจ่ายเข้าไปยังตัวไอซีรักษาระดับแรงดัน เบอร์ 317 มีแรงดันออกขาเอาต์พุต แล้วมีการป้อนกลับผ่านด้วยตัวต้านทาน R_1 ค่า 220 Ω ไปยัง VR_1 ค่า 5 kΩ ทำหน้าที่เป็นวงจรแบ่งแรงดัน แล้วนำแรงดันที่ตกคร่อมได้จาก VR_1 ป้อนกลับเข้าไปยังขา Adj ของไอซี เพื่อเป็นตัวกำหนดระดับแรงดันออกจากขาเอาต์พุตของไอซีออกใช้งานมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าแรงดันที่ตกคร่อมตัว VR_1 และมีกระแสไฟฟ้าไหลออกเอาต์พุตมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าแรงดันเอาต์พุตที่ออก ยกตัวอย่างเช่น มีค่าแรงดันออกเอาต์พุตมาก ก็จะส่งผลให้มีกระแสไหลออกเอาต์พุตออกไปใช้งานมากตาม โดยการหาค่าแรงดันเอาต์พุตสามารถหาได้จากสูตร $Vo = 1.25\ V\ (1 + VR_1/ R_1) + (Iadj \times R_2)$ จากการคายประจุของตัวเก็บประจุ C_1 จะมีกระแสอีกส่วนหนึ่งไหลไปยังขา C ของทรานซิสเตอร์กำลัง เบอร์ 2N3055 ในข้อมูล Data Sheet ระบุค่ากระแส I_C ไว้ที่ 15 A จึงทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานได้ดี เพราะกระแสเอาต์พุตที่ 3A การไบอัสทรานซิสเตอร์ที่ขา C ต่อเข้ากับไฟกระแสตรงที่ขาอินพุตของไอซี และขา B ต่อเข้ากับขาเอาต์พุตของไอซี LM317 ซึ่งเป็นตัวไบอัสแรงดัน V_{BE} ให้กับทรานซิสเตอร์ แรงดันไบอัสที่เปลี่ยนไปส่งผลทำให้ค่าแรงดันเอาต์พุตที่ขา E ของทรานซิสเตอร์เปลี่ยนไปด้วย ส่วนกระแสก็ขึ้นอยู่กับการกินกระแสของโหลดที่นำมาต่อใช้งาน ส่วนไดโอด D_5 จะเป็นตัวเสริมในการปรับแต่งแรงดันเอาต์พุต ซึ่งปกติเอาต์พุตของไอซี LM317 จะมีค่าแรงดันต่ำสุด 1.25 V และเมื่อนำไดโอด D_5 มาต่อเพิ่มจะทำให้แรงดันออกเอาต์พุตใช้งานจริงจะมีค่าลดลง เนื่องจากมีแรงดันไปตกคร่อมที่ D_5 อยู่ประมาณ 0.7 V และยังผ่านไปตกคร่อมที่ขา B กับ E อีกประมาณ 0.7 V จึงทำให้มีแรงดันออกใช้งานต่ำสุดประมาณ 0 V ส่วน C_2 ค่า 100 μF จะคอยทำหน้าที่เป็นตัวกรองกระแส (Filter) ทำให้ได้กระแสไฟตรงที่ได้เรียบมากขึ้น ในการปรับแต่งค่าแรงดันสามารถทำได้โดยการปรับหมุนค่าความต้านทาน VR_1 ก็จะส่งผลให้สามารถปรับได้ค่าแรงดันเอาต์พุตออกไปใช้งานได้ประมาณ 0 - 30 V

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อวงจรตามภาพที่ 9.2 ลงในแผงการทดลองที่ 9 ซึ่งแสดงดังในภาพที่ 9.3 โดยในการทดลองให้เลือกใช้ไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ LM317 ในการใช้ต่อทดลองวงจร



ภาพที่ 9.3 แผงการทดลองที่ 9 สำหรับใช้ต่อทดสอบวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบปรับค่าได้ 0 - 30 V ด้วยไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ LM317

2. ต่อมัลติมิเตอร์เพิ่มลงในวงจรสำหรับใช้วัดกระแสไฟฟ้า I_C ลงบนแผงการทดลอง จากนั้นให้จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 24 V_{AC} เข้าทางขดลวดขาออกของหม้อแปลงไฟฟ้า แล้วทำการสังเกตผลการทดลอง พร้อมทั้งวัดและบันทึกหาค่าต่างๆ ตามตารางที่ 9.1 กำหนดไว้ตามลำดับ

ตารางที่ 9.1 ผลการบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าในวงจร

กรณีเลือกใช้โหลด	ปรับค่าความต้านทาน VR_1 ให้มีแรงดันออกเอาต์พุต	มัลติมิเตอร์วัดค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า		
		V_C	V_{out}	I_C
ยังไม่ใส่โหลด	1.25 V			
	15 V			
	30 V			
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	12 V			
หลอดไฟ	12 V			

3. ให้ทดลองปรับค่าแรงดันไฟฟ้าที่ออกเอาต์พุตให้มีค่าเท่ากับ 12 V_{DC} จากนั้นให้เลือกใช้โหลดที่เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 12 V_{DC} มาต่อใช้งาน แล้วทำการสังเกตผลการทดลอง พร้อมทั้งวัดและบันทึกหาค่าต่าง ๆ ตามตารางที่ 9.1 กำหนดไว้ตามลำดับ
4. จากนั้นให้ทดลองปรับค่าแรงดันไฟฟ้าที่ออกเอาต์พุตให้มีค่าเท่ากับ 12 V_{DC} จากนั้นให้เปลี่ยนมาเลือกใช้โหลดที่เป็นหลอดไฟ 12 V_{DC} นำมาต่อใช้งาน แล้วทำการสังเกตผลการทดลอง พร้อมทั้งวัดและบันทึกหาค่าต่าง ๆ ตามตารางที่ 9.1 กำหนดไว้ตามลำดับ

คำถามหลังการทดลอง

1. ให้ผู้เรียนทดลองเปลี่ยนมาใช้โหลดหลอดไฟ 9 V_{DC} กับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าปรับค่าได้ที่สร้างขึ้น ผู้เรียนคิดว่าผลของแรงดันตกคร่อมที่หลอดไฟ และกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอดไฟจะมีค่าเป็นอย่างไร อธิบายพอเข้าใจ จากนั้นให้ทดลองพร้อมทั้งสังเกตผลการทดลองที่ได้ว่าตรงกับความเข้าใจของผู้เรียนหรือไม่

.....

.....

.....

2. ให้ผู้เรียนบอกข้อดี และข้อเสียของวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ เมื่อเทียบกับวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงคงที่

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

	ใบงานการทดลองที่ 10 การใช้งานวงจรไอซีกำเนิดสัญญาณเสียง	หน่วยที่ ..... สัปดาห์ที่ .....
	ชื่อวิชา วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน	สอนครั้งที่ .....
	เรื่อง การทดสอบวงจรกำเนิดสัญญาณเสียงด้วย ไอซี เบอร์ UM66T	จำนวน ..... คาบ

จุดประสงค์

1. ศึกษาคุณสมบัติการทำงานของไอซีกำเนิดสัญญาณเสียง เบอร์ UM66T
2. แสดงการต่อวงจร การวัด และทดสอบหาค่าคุณสมบัติการทำงานต่างๆ ของวงจรกำเนิดสัญญาณเสียงด้วยไอซี เบอร์ UM66T ต่อประยุกต์ใช้งานในวงจร
3. บอกการใช้เครื่องมือวัดค่าทางไฟฟ้าของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในวงจร

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. แผงการทดลองที่ 10 เรื่อง การทดสอบวงจรกำเนิดสัญญาณเสียงด้วยไอซี UM66T 1 ชุด
2. เครื่องมือวัดมัลติมิเตอร์อะนาล็อกหรือมัลติมิเตอร์ดิจิตอล 2 เครื่อง
3. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 0 - 30 V 1 เครื่อง

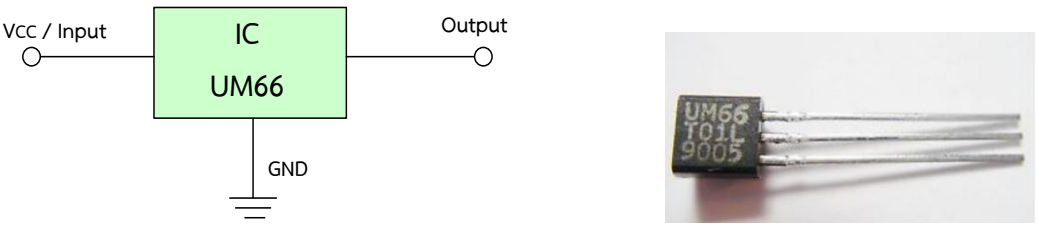
ทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ไอซีกำเนิดสัญญาณเสียงดนตรี หรือเรียกว่า “ไอซีเมโลดี้” ที่นิยมนำมาต่อใช้งานและศึกษาเรียนรู้สำหรับในหน่ายการเรียนนี้คือไอซีกำเนิดสัญญาณเสียงดนตรีไอซีเบอร์ UM66 และไอซีกำเนิดเสียงดนตรีเบอร์ 3561 เพราะเป็นไอซีที่ใช้งานง่ายไม่ซับซ้อนยุ่งยาก

1. ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับไอซีกำเนิดสัญญาณเสียงด้วยไอซีเบอร์ UM66

- สัญลักษณ์ และรูปร่างตัวจริงของไอซีกำเนิดสัญญาณเสียง

สัญลักษณ์และรูปร่างของจริงตัวไอซี เบอร์ UM66 แสดงดังในภาพที่ 10.1



ก) สัญลักษณ์ของไอซี เบอร์ UM66 ข) รูปร่างของจริงตัวไอซี เบอร์ UM66

ภาพที่ 10.1 สัญลักษณ์และรูปร่างของจริงตัวไอซี เบอร์ UM66

ที่มา : [Online], https://www.engineersgarage.com/electronic-components/um66-ic, https://www.ebay.co.uk/itm/Sound-Melody-IC-um66t-19s-For-Elise-BO33-/401544531867

จากภาพที่ 10.1 ไอซีเบอร์ UM66 เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีขาใช้งาน 3 ขาประกอบด้วย ขาอินพุต หรือขาแหล่งจ่ายไฟตรงหรือ V_{CC} , ขากราวด์หรือ GND และขาเอาต์พุตหรือ Output

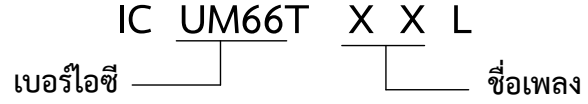
2. หน้าที่ของไอซีกำเนิดสัญญาณเสียงดนตรี

ไอซี เบอร์ UM66 เป็นไอซีกำเนิดสัญญาณเสียงดนตรี นิยมใช้ทำหน้าที่ กำเนิดสัญญาณเสียงดนตรี หรือกำเนิดสัญญาไฟฟ้า สำหรับใช้ในการโทรหากระดิ่งโทรศัพท์ ของเล่นเด็ก กระดิ่งในบ้าน ระบบรักษาความปลอดภัยภายในบ้าน และไว้เป็นสัญญาณเสียงป้องกันขโมย ฯลฯ

3. คุณสมบัติพื้นฐานทางไฟฟ้าและตำแหน่งขาของไอซีกำเนิดสัญญาณเสียงดนตรีด้วยไอซี เบอร์ UM66

เป็นไอซีแบบ 3 ขา คือ ขาอินพุตหรือ V_{CC} , ขากราวด์หรือ GND และเอาต์พุตหรือ Output มีลักษณะรูปร่างเหมือนตัวทรานซิสเตอร์ การนำไปใช้งาน คือ เมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้าที่สามารถจ่ายให้กับไอซีอยู่ในช่วง 1.5 V - 4.5 V เหล่านี้เป็นไอซีประเภท CMOS และมีการใช้พลังงานเพียงเล็กน้อย เครื่องกำเนิดไฟฟ้า Melody หรือกำเนิดสัญญาณเสียงดนตรี จะรีเซ็ตเมื่อเปิดเครื่องและทำนองจะเริ่มต้นจากบันทึกแรก

ข้อควรระวัง สำหรับการสังเกตก่อนนำไปใช้งาน ให้สังเกตจากการดูเบอร์ที่ติดกับตัวไอซี ซึ่งไอซี เบอร์ UM66T จะมีรูปร่างลักษณะดูคล้ายกับทรานซิสเตอร์ วิธีการสังเกตดูเบอร์ไอซี เบอร์ UM66 แสดงดังในภาพที่ 10.2



ภาพที่ 10.2 วิธีการสังเกตดูเบอร์ไอซี UM66T

4. การต่อวงจรประยุกต์ใช้งานไอซีกำเนิดสัญญาณเสียงดนตรีด้วยไอซีเบอร์ UM66

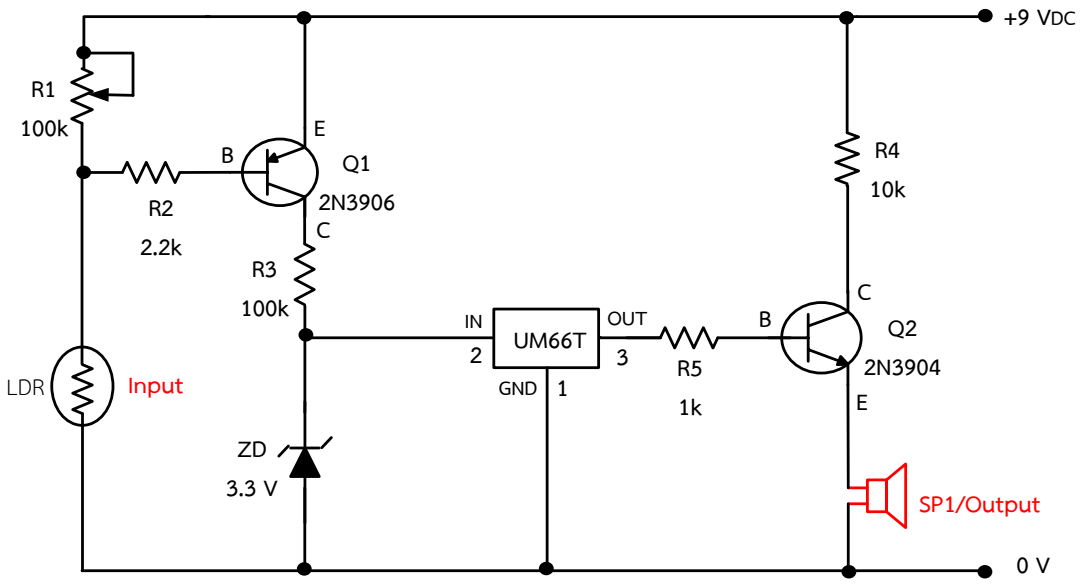
ตัวอย่าง วงจรตรวจจับแสง กำเนิดสัญญาณเสียงเพลงด้วยไอซี เบอร์ UM66T สำหรับใช้ทดลองปฏิบัติ แสดงดังในภาพที่ 10.3

อธิบายหลักการทำงานของวงจร

จากวงจรภาพที่ 10.3 หลักการทำงาน คือ เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 9 V_{DC} เข้าไปในวงจรจะเกิดมีกระแสจะไหลไปผ่าน R_4 แล้วรออยู่ที่ขา C ของทรานซิสเตอร์ Q_2 ชนิด NPN และกระแสอีกส่วนหนึ่งไหลไปยังรอที่ขา E ของทรานซิสเตอร์ Q_1 ชนิด PNP กระแสอีกส่วนจะไหลผ่าน R_1 ไปรอที่ขา LDR เมื่อ LDR สภาวะแรกได้รับแสง LDR จะมีค่าความต้านทานต่ำลง ทำให้กระแสไฟฟ้าไหล

ผ่าน LDR ลงกราวด์ได้ ทำให้เกิดมีศักดิ์ไฟฟ้าลบไปที่ขา B ทรานซิสเตอร์ Q_1 ชนิด PNP เกิดความต้านทานภายในต่ำลงทำให้กระแสไฟฟ้าที่ขา E สามารถไหลผ่านไปยังขา C ของทรานซิสเตอร์ Q_1 ทำงานได้ และมีกระแสไหลจากขาคอลเล็กเตอร์ผ่านตัวต้านทาน R_3 ไปยังตัวซีเนอร์ไดโอดครบวงจร ทำให้ซีเนอร์ไดโอดเกิดแรงดันตกคร่อมประมาณ 3.3 V แบ่งแรงดันไฟฟ้าจ่ายไปเข้าขาอินพุตของไอซี UM66T ทำให้ไอซีทำหน้าที่ กำเนิดสัญญาณเสียงดนตรีออกขาเอาต์พุตของไอซีส่งสัญญาณไปยังขา B ของทรานซิสเตอร์ Q_2 เพื่อทำหน้าที่ขยายสัญญาณเสียงให้สูงขึ้น ส่งผลทำให้ทรานซิสเตอร์ Q_2 นำกระแสไหลผ่านทรานซิสเตอร์ขยายสัญญาณเสียงไปยังลำโพง ทำให้ลำโพงแปลงสัญญาณไฟฟ้าเป็นสัญญาณเสียงจนเกิดมีเสียงดังตามเพลงที่กำหนดไว้ในตัวไอซี UM66T

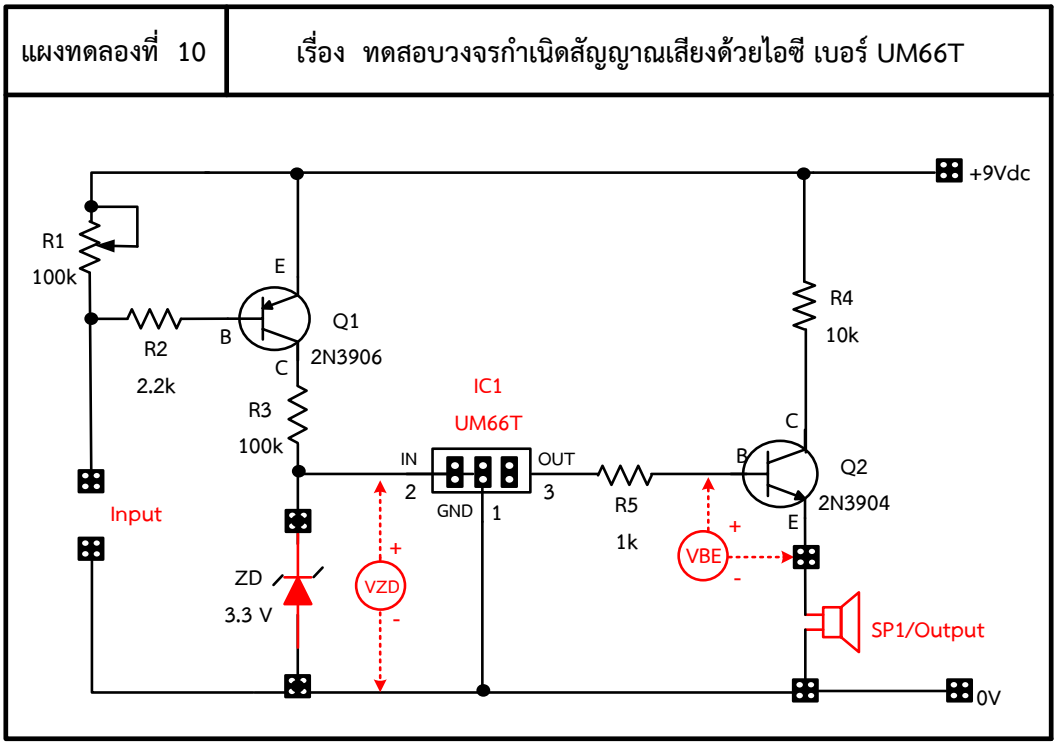
และเมื่อ LDR ไม่ได้รับแสง ทำให้ LDR มีค่าความต้านทานสูงขึ้น ทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน LDR ได้ ส่งผลให้เกิดมีศักดิ์ไฟฟ้าบวกที่ขา B ทรานซิสเตอร์ Q_1 ทำให้ความต้านทานภายในสูงขึ้น กระแสไฟฟ้าที่ขา E ไม่มีไหลไปยังขา C ของทรานซิสเตอร์ Q_1 ส่งผลทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลไปยังตัวต้านทาน R_3 และตัวซีเนอร์ไดโอดได้ ทำให้ไม่มีแรงดันไฟฟ้าไปจ่ายให้กับขาอินพุตของไอซี UM66 ส่งผลทำให้ไอซี UM66T ไม่กำเนิดสัญญาณเสียงดนตรีออกขาเอาต์พุตของไอซี จึงทำให้ไม่มีสัญญาณส่งไปให้ขา B ของทรานซิสเตอร์ Q_2 จึงทำให้ทรานซิสเตอร์ Q_2 ไม่นำกระแส และไม่มีสัญญาณเสียงส่งไปให้กับลำโพงเพื่อแปลงสัญญาณไฟฟ้าเป็นสัญญาณเสียงได้ ส่งผลทำให้ลำโพงไม่มีสัญญาณเสียงเพลงดังออกมาได้



ภาพที่ 10.3 วงจรตรวจจับแสง กำเนิดสัญญาณเสียงเพลงด้วยไอซี เบอร์ UM66T สำหรับใช้ต่อทดสอบวงจรตรวจจับแสง กำเนิดสัญญาณเสียงเพลงด้วยไอซี เบอร์ UM66T

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรโดยใช้ Input เป็นตัวต้านทานแปรค่าตามแสง (LDR) โดยให้เลือกใช้โหลดเป็นลำโพง
2. ต่อวงจรตามภาพที่ 10.3 ลงในแผงการทดลองที่ 10 ซึ่งแสดงดังในภาพที่ 10.4 โดยในการทดลองให้เลือกใช้ไอซี เบอร์ UM66T ในการใช้ต่อทดลองวงจร



ภาพที่ 10.4 แผงการทดลองที่ 10 สำหรับใช้ต่อทดสอบวงจรตรวจจับแสง กำเนิดสัญญาณเสียงเพลงด้วยไอซี เบอร์ UM66T

3. ให้ทดลองปรับค่าแรงดันไฟฟ้าที่ออกเอาต์พุตให้มีค่าเท่ากับ 9 V_{DC} จากนั้นให้เลือกใช้โหลดเป็นลำโพง 9 V_{DC} มาต่อใช้งาน แล้วทำการสังเกตผลการทดลอง พร้อมทั้งวัดและบันทึกหาค่าต่างๆ ตามตารางที่ 10.1 กำหนดไว้ตามลำดับ

ตารางที่ 10.1 ผลการบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าในวงจร

สภาวะการทำงาน LDR กรณี	V_{ZD}	V_{BE}	I_C	**เอาต์พุตแสดงผล** (ลำโพง ดัง/ไม่ดัง)
รับแสง				
ไม่รับแสง				

คำถามหลังการทดลอง

1. เมื่อใส่ลำโพงเข้าไปเป็นโหลดในวงจรแล้ว ให้สังเกตเสียงที่ออกจากลำโพงจะมีเสียงดังออกเป็นลักษณะใด

.....
.....
.....

2. ให้ผู้เรียนช่วยกันแสดงความคิดเห็นว่าวงจรที่ทดลองนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวันอะไรได้บ้าง

.....
.....
.....
.....

สรุปผลการทดลอง

.....
.....
.....
.....

	ใบงานการทดลองที่ 11 การใช้งานวงจรไอซีกำเนิดสัญญาณเสียง	หน่วยที่ ..... สัปดาห์ที่ .....
	ชื่อวิชา วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน	สอนครั้งที่ .....
	เรื่อง การทดสอบวงจรกำเนิดสัญญาณเสียงด้วยไอซี เบอร์ UM3561T	จำนวน ..... คาบ

จุดประสงค์

1. ศึกษาคุณสมบัติการทำงานของไอซีกำเนิดสัญญาณเสียง เบอร์ UM3561T
2. แสดงการต่อวงจร การวัด และทดสอบหาค่าคุณสมบัติการทำงานต่างๆ ของวงจรกำเนิดสัญญาณเสียงด้วยไอซี เบอร์ UM3561T ต่อประยุกต์ใช้งานในวงจร
3. บอกการใช้เครื่องมือวัดค่าทางไฟฟ้าในวงจร

เครื่องมือและอุปกรณ์

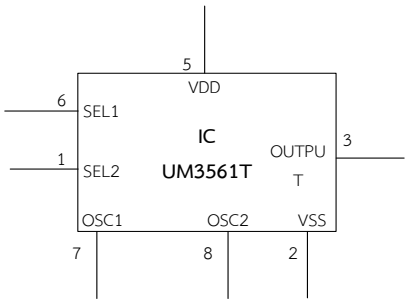
1. แผงการทดลองที่ 11 เรื่อง การทดสอบวงจรกำเนิดสัญญาณเสียงด้วยไอซี UM3561T 1 ชุด
2. เครื่องมือวัดมัลติมิเตอร์อะนาล็อกหรือมัลติมิเตอร์ดิจิตอล 1 เครื่อง
3. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 0 - 30 V 1 เครื่อง

ทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ไอซีเบอร์ UM3561T หรือไอซีเมโลดี้เป็นอีก 1 เบอร์ ที่นิยมนำมาใช้ออกแบบสร้างเป็นวงจรกำเนิดสัญญาณเสียงดนตรีหรือสร้างเสียงแจ้งเตือนต่าง ๆ ในกรณีที่ต้องการใช้งานสัญญาณเสียงมากกว่า 1 เสียง ควรเลือกใช้ไอซีเบอร์ UM3561T เพราะเป็นไอซีที่สามารถสร้างสัญญาณเสียงดนตรีได้ 4 เสียง คือ เสียงไซเรนตำรวจ ไซเรนดับเพลิง ไซเรนรถพยาบาลและไซเรนปืนกล ดังนั้นในการนำไอซีเบอร์ UM3561T ไปใช้งานจึงมีประโยชน์มากกว่า และการต่อใช้งานไอซีง่าย

1. ข้อมูลพื้นฐานของไอซีไอซีเบอร์ UM3561T

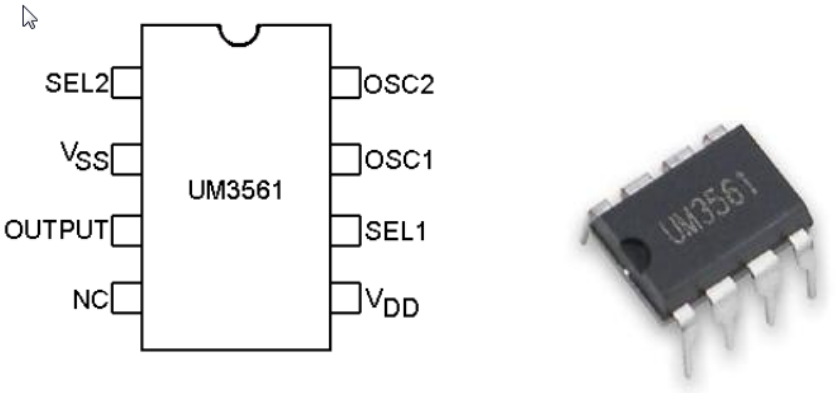
11.1 สัญลักษณ์ของไอซีเบอร์ UM3561T แสดงดังในภาพที่ 11.1



ภาพที่ 11.1 สัญลักษณ์ของไอซีเบอร์ UM3561T

1.2 รูปร่างจริงของไอซีเบอร์ UM3561T

ไอซีเบอร์ UM 3561T เป็นเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง มีขาใช้งานทั้งหมด 8 ขา สามารถทำงานได้ถึง 2.4 – 3.6 V ข้อสังเกตในการเรียงขาของไอซี คือ ให้สังเกตดูที่จุดแวงครึ่งวงกลม จะต้องอยู่ด้านซ้ายมือเสมอ ใต้จุดแวงนี้ขาแรก คือขาที่ 1 ไล่ต่อไปทางขวาเป็นขา 2 , ขา 3 , ขา 4 และวนขึ้นเจอขา 5 เพื่อไล่ไปทางซ้ายมือถัดไปเป็นขา 6 , ขา 7 และขา 8 เป็นขาสุดท้าย สรุป คือขา 1 จะอยู่ล่าง และตรงกันข้ามกับขา 8 อยู่บนตรงกันเสมอ แสดงดังในภาพที่ 11.2



ก) บอกตำแหน่งขาไอซี ข) รูปร่างจริงของไอซี เบอร์ UM3561

ภาพที่ 11.2 บอกตำแหน่งขา และรูปร่างจริงของไอซี เบอร์ UM3561

ที่มา : [Online], https://electrosome.com/siren-generator-ic-um3561/, [2558].

2. หน้าที่ของไอซีกำเนิดสัญญาณเสียงดนตรี

ไอซีเบอร์ 3561T ทำหน้าที่ กำเนิดสัญญาณไฟฟ้าหรือกำเนิดสัญญาณเสียงดนตรีสามารถสร้างเสียงไซเรนได้ 4 แบบ ดังนี้ เสียงไซเรนตำรวจ ไซเรนรถพยาบาล ไซเรนดับเพลิง และเสียงปืนกล ไอซีเบอร์ UM66T นี้ใช้งานพลังงานต่ำ และเป็นไอซีกำเนิดไฟฟ้าไซเรนต้นทุนต่ำที่ออกแบบมาเพื่อใช้กับของเล่นเด็ก โครงสร้างภายในของตัวไอซีมีวงจรออสซิลเลเตอร์ และวงจรปรับเลือกโทนเสียงได้

3. คุณสมบัติพื้นฐานทางไฟฟ้าและตำแหน่งขาของไอซีกำเนิดสัญญาณเสียงดนตรีด้วยไอซีเบอร์ 3561T

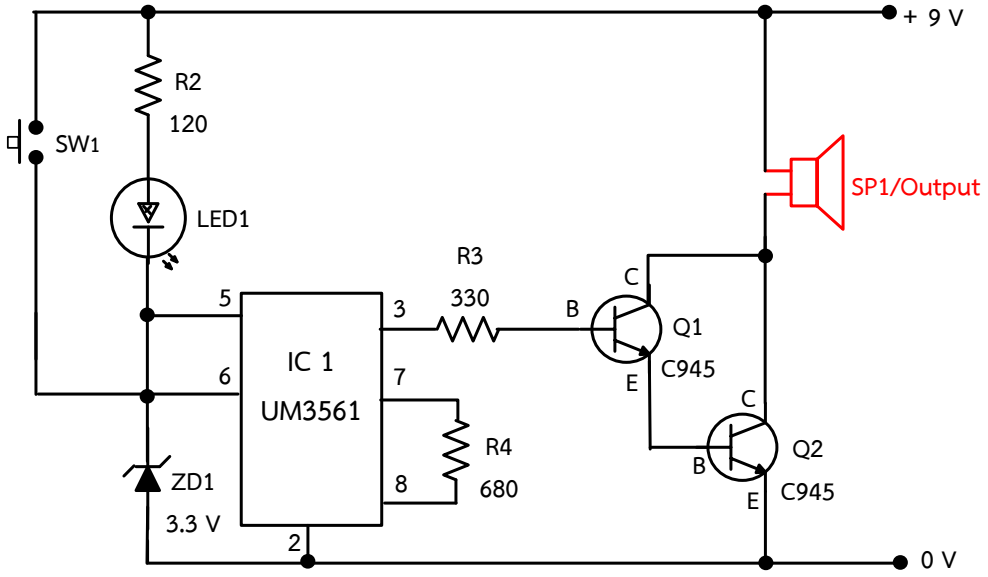
ไอซีเบอร์ UM3561T เป็นไอซีใช้ระบบ CMOS LSI ต้นทุนต่ำ และประหยัดพลังงาน ที่นิยมนำมาออกแบบใช้งานระบบเตือนภัย และของเล่นเด็ก เนื่องจากวงจรรวมภายในจะประกอบด้วย ออสซิลเลเตอร์ และวงจรเลือกโมดูลเสียงแบบกะทัดรัด สามารถออกแบบสร้างสัญญาณเสียงไซเรนแบบต่าง ๆ ได้โดยการนำตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ มาต่อใช้งานเพิ่มเติมเพียงไม่กี่ตัว ก็สามารถทำให้ไอซีเบอร์ UM3561T กำเนิดสัญญาณเสียงตามที่ต้องการได้ ในการใช้งานไอซีต้องคำนึงถึงคุณสมบัติทางไฟฟ้าของตัวไอซีก่อนนำไปใช้งาน ดังนี้

- สามารถเลือกเสียงได้ 4 แบบ
- เปิดการรีเซ็ต
- แรงดันไฟฟ้าปฏิบัติการ ใช้ได้แรงดังไฟตรง ตั้งแต่ 2.4 - 3.6 V
- สามารถต่อลำโพงได้โดยการเชื่อมต่อ
- แพคเกจ DIP 8 ขา แบบทรานซิสเตอร์ NPN
- กระแสไหลผ่าน 150 μA

4. การต่อวงจรประยุกต์ใช้งานไอซีกำเนิดสัญญาณเสียงดนตรีด้วยไอซีเบอร์ 3561T

ไอซีเบอร์ UM3561T เป็นเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงแบบไซเรนที่นิยมนำไปใช้งานในการแจ้งเตือน และใช้งานในของเล่นเด็ก สามารถสร้างเสียงไซเรนได้ 4 แบบ ได้แก่ ไซเรนตำรวจ ไซเรนรถดับเพลิง ไซเรนรถพยาบาล และเสียงปืนกล ในการเลือกสัญญาณเสียงใช้งานแต่ละเสียงนั้นที่แตกต่างกันได้ โดยการเลือกจุดเชื่อมต่อระหว่างขาใช้งานในวงจรที่แตกต่างกันของตัวไอซี

ตัวอย่าง วงจรกำเนิดเสียงด้วยไอซีเบอร์ UM3561T กรณี แหล่งจ่ายไฟตรงคือ +9V สำหรับใช้ทดลองปฏิบัติ แสดงดังในภาพที่ 11.3



ภาพที่ 11.3 วงจรกำเนิดเสียงด้วยไอซีเบอร์ UM3561T กรณี แหล่งจ่ายไฟตรงคือ +9V
ที่มา : [Online], https://www.electroschematics.com/6116/tiny-door-guard/, [2558].

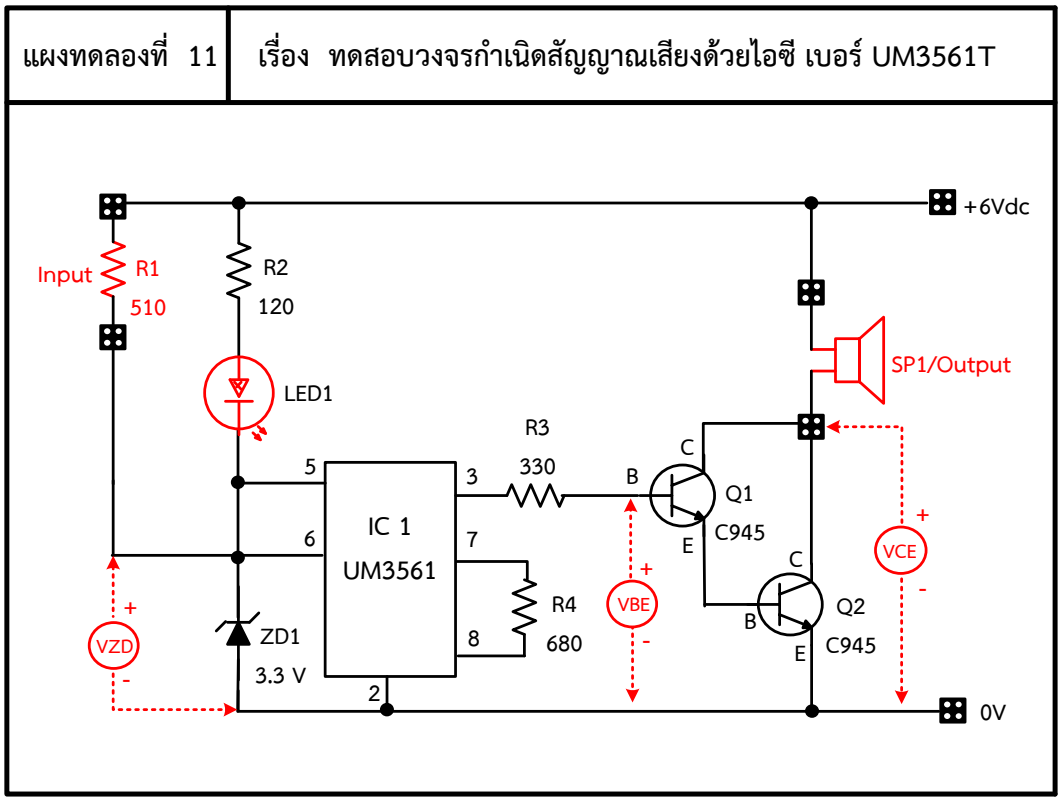
อธิบายหลักการทำงานของวงจร

จากภาพที่ 11.3 หลักการทำงานของวงจรกำเนิดเสียงด้วยไอซีเบอร์ UM3561T คือ กรณีจ่ายแรงดันไฟตรงให้กับวงจร + 9V ซึ่งมีค่าแรงดันมากกว่าที่ตัวไอซีต้องการ ดังนั้น ก่อนจ่ายแรงดัน

เข้าไปที่ขา 5 ของไอซี ผ่านสวิตช์แม่เหล็กนั้น ในการออกแบบจึงควรต้องใช้ซีเนอร์ไดโอด 3.3 V มาต่อใช้งานเพิ่ม เพื่อทำหน้าที่คอยควบคุมแรงดันไฟฟ้าให้เหลือค่าแรงดันตกคร่อมประมาณ 3.3 V ก่อนจ่ายเข้าขาอินพุตที่ขา 5 ของไอซี ทำให้เกิดข้อมูลสัญญาณเสียงต่างๆ ตามการเลือกกดสวิตช์ใช้งาน ส่งผลให้เกิดสัญญาณเสียงออกมาที่ขา 3 ของไอซีผ่านตัวต้านทานไปที่ขา B ของทรานซิสเตอร์ Q_1 และ Q_2 ทำให้ทรานซิสเตอร์มีกระแสไฟฟ้าไหลไปที่ขา E ของทรานซิสเตอร์ลงกราวด์ครบวงจร ทรานซิสเตอร์ทำงานขยายสัญญาณเสียง ส่งผลทำให้ลำโพงดัง จากวงจรภาพที่ 11.3 นี้ เลือกวิธีการไม่ต่อใช้งานขา 6 และขา 1 จึงทำให้ไอซีทำงานกำเนิดสัญญาณเสียงเป็นเสียงไซเรนตำรวจ

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ให้ต่อวงจรตามภาพที่ 11.3 ลงในแผงการทดลองที่ 11 ซึ่งแสดงดังในภาพที่ 11.4 โดยในการทดลองให้เลือกใช้ไอซี เบอร์ UM3561T ในการใช้ต่อทดลองวงจร



ภาพที่ 11.4 แผงการทดลองที่ 11 สำหรับใช้ต่อวงจรทดสอบวงจรกำเนิดสัญญาณเสียงด้วยไอซี เบอร์ UM3561T

2. ให้ทดลองปรับค่าแรงดันไฟฟ้าที่ออกเอาต์พุตให้มีค่าเท่ากับ 9 V_{DC} จากนั้นให้เลือกใช้โหลดเป็นลำโพง 9 V_{DC} มาต่อใช้งาน แล้วทำการสังเกตผลการทดลอง พร้อมทั้งวัดและบันทึกหาค่าต่างๆ ตามตารางที่ 10.1 กำหนดไว้ตามลำดับ

ตารางที่ 10.1 ผลการบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าในวงจร

สภาวะการทำงาน LDR กรณี	V_{ZD}	V_{BE}	V_{CE}	I_C	**เอาต์พุตแสดงผล** (ลำโพง ดัง/ไม่ดัง)
รับแสง					
ไม่รับแสง					

คำถามหลังการทดลอง

1. ให้ผู้เรียนเปลี่ยน Input เป็น LDR แล้วลองทดลองว่าการทำเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

2. ให้ผู้เรียนคิดว่าวงจรนี้สามารถไปประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวันอย่างไรควรเปลี่ยนอินพุตไหมและใช้เอาต์พุตอะไร

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

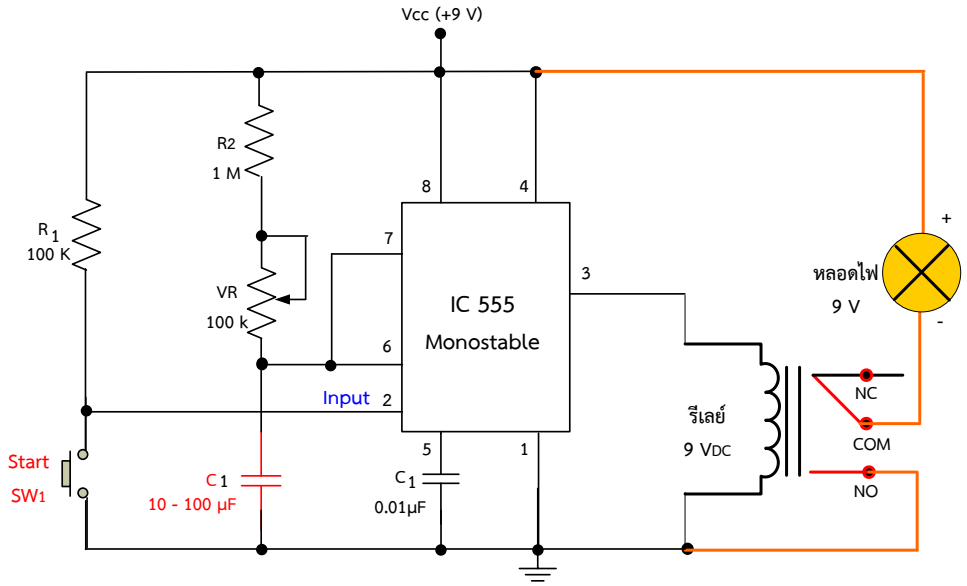
ภาคผนวก จ. เฉลยใบงานการทดลอง

	เฉลยใบงานการทดลองที่ 1 การใช้งานวงจรไอซีตั้งเวลา	หน่วยที่ ..... สัปดาห์ที่ .....
	ชื่อวิชา วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน	สอนครั้งที่ .....
	เรื่อง การทดสอบวงจรโมโนสเตเบิลด้วยไอซีเวลา เบอร์ 555	จำนวน ..... คาบ

ทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การต่อวงจรประยุกต์ใช้งานไอซีเวลา 555 ในวงจร

ตัวอย่าง การนำวงจรไอซีเวลา 555 ไปต่อใช้งานแบบวงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ สำหรับใช้ทดลองภาคปฏิบัติ แสดงดังในภาพที่ 1.4



ภาพที่ 1.4 การนำวงจรไอซีเวลา 555 ไปต่อใช้งานแบบวงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์

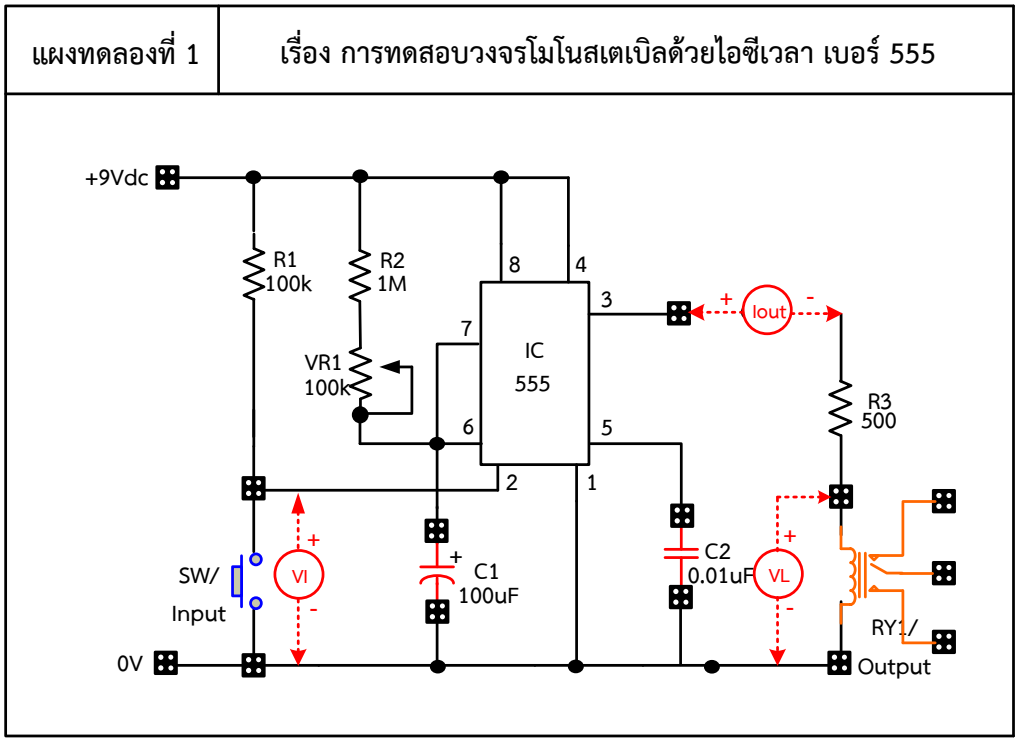
อธิบายหลักการทำงานของวงจร คือ

ในสภาวะช่วงที่ 1 เมื่อยังไม่กดสวิตช์ SW_1 สภาวะเปิดวงจร จะทำให้มีกระแสไหลไปทริกเกอร์หรือจ่ายให้ขา 2 ของไอซี จึงทำให้ภายในไอซีทำงานในสภาวะนี้ อาจจะทำให้มีสัญญาณออกเอาต์พุตที่ขา 3 ของไอซีเป็นสภาวะ “1” ก่อน ทำให้ขดลวดรีเลย์ทำงานมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลงกราวด์ ทำให้หน้าสัมผัสรีเลย์ สภาวะ COM ที่ต่ออยู่กับ NC สับหน้าสัมผัสย้ายไปสับหน้าสัมผัสต่อเข้ากับ NO แทน จึงทำให้ตัวแสดงผลหรือโหลดหลอดไฟ “ติดสว่าง”

ในสภาวะช่วงที่ 2 เมื่อกดสวิตช์ SW_1 ในสภาวะปิดวงจร ก็จะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านสวิตช์ SW_1 ลงกราวด์ ทำให้ไม่มีกระแสไปทริกเกอร์จ่ายให้ขา 2 ของไอซี จึงทำให้ภายในไอซีไม่สามารถทำงานได้ จึงทำให้มีสัญญาณออกเอาต์พุตที่ขา 3 เปลี่ยนสภาวะจาก “1” ค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสภาวะ “0” ตามเวลาที่กำหนดด้วย VR_1 มีค่า 1MΩ และ C_t มีค่า 10 μF ทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าไปจ่ายให้กับขดลวดรีเลย์ส่งผลให้หน้าสัมผัสกับมาที่ NC ดังเดิม จึงทำให้โหลดหลอดไฟ แสดงผล “ดับ” และเมื่อต้องการให้หลอดไฟกลับมา ติดสว่างอีกครั้งก็ให้ทำการกดสวิตช์ SW_1 อยู่ในสภาวะเปิดวงจรตามเดิม

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ให้ต่อวงจรทดสอบใช้งานไอซีเวลา 555 แสดงดังในภาพที่ 1.4 ลงบนแผงทดลองที่ 1 แสดงดังในภาพที่ 1.5 โดยใช้ C_1 มีค่า 10 μF ต่อให้เป็นลักษณะการทริกเกอร์หรือใช้สวิตช์กดติดปล่อยดับ



ภาพที่ 1.5 แผงการทดลองที่ 1 สำหรับใช้ต่อทดสอบวงจรโมโนสเตเบิลด้วยไอซีเวลา เบอร์ 555

2. ให้ปรับแรงดันที่แหล่งจ่ายไฟตรงให้มีแรงดันไฟตรง 9 V_{DC} และทำการจ่ายเข้ากับแผงชุดฝึกการทดลอง และปรับ VR_1 พร้อมวัดและบันทึกค่าต่าง ๆ ลงในตารางที่ 1.1 ตามลำดับ
3. ถอดแหล่งจ่ายไฟ และเปลี่ยน C_1 เป็นค่า 47 μF , 100 μF ตามลำดับ
4. ทดลองซ้ำตามขั้นตอนที่ 1-2 และตอบคำถามหลังการทดลอง

ตารางที่ 1.1 ผลการบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าในวงจร

ค่า ตัวเก็บประจุ	V_R ปรับค่าปานกลาง		ระยะเวลา ที่หลอดไฟติด	V_R ปรับค่ามากสุด		ระยะเวลา ที่หลอดไฟติด
	I_{out}	V_{out}		I_{out}	V_{out}	
10 µF	*4.8 mA*	*2 V*	*10 วินาที*	*3.8 mA*	*2.5 V*	*15 วินาที*
47 µF	*4.5 mA*	*2 V*	*15 วินาที*	*5.8 mA*	*3 V*	*20 วินาที*
100 µF	*5.6 mA*	*3 V*	*25 วินาที*	*5.8 mA*	*3 V*	*30 วินาที*

คำถามหลังการทดลอง

1. ถ้าเปลี่ยน C_1 ให้มีค่า 100 µF และปรับความต้านทาน VR_1 ให้น้อยสุด หลอดไฟจะแสดงผลเป็นอย่างไร เพราะอะไร

   ตอบ

   LED จะดับไวกว่าตอนปรับความต้านทานมาก เพราะ C_1 จะใช้ช่วงเวลาในการเก็บและคายประจุได้ไวกว่า เพราะความต้านทานปรับให้มีค่าน้อยที่สุด จึงทำให้กระแสไฟฟ้าไหลได้ไปเก็บประจุได้มากจึงทำให้ตัวเก็บประจุใช้เวลาในการเก็บประจุไวกว่า

2. ถ้าเปลี่ยน C_1 ให้มีค่า 47 µF และปรับความต้านทาน V_{R1} ให้น้อยสุด หลอดไฟจะแสดงผลเป็นอย่างไร เพราะอะไร

   ตอบ

   LED จะดับไวกว่าตอนปรับความต้านทานมาก เพราะ C_1 จะใช้ช่วงเวลาในการเก็บและคายประจุได้ไวกว่า เพราะความต้านทานปรับให้มีค่าน้อยที่สุด จึงทำให้กระแสไฟฟ้าไหลได้ไปเก็บประจุได้มากจึงทำให้ตัวเก็บประจุใช้เวลาในการเก็บประจุไวกว่า

3. เมื่อปรับความต้านทาน V_{R1} จะสังเกตว่าหลอดไฟเกิดการแสดงผลที่มีการเปลี่ยนแปลงอยากทราบว่าเพราะอะไร

   ตอบ

   เพราะ V_{R1} จะทำเพิ่มความต้านทานให้มากและน้อยได้ทำให้มีผลต่อ C_1 ที่เก็บและคายได้ช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับความต้านทานนั้นๆ

สรุปผลการทดลอง

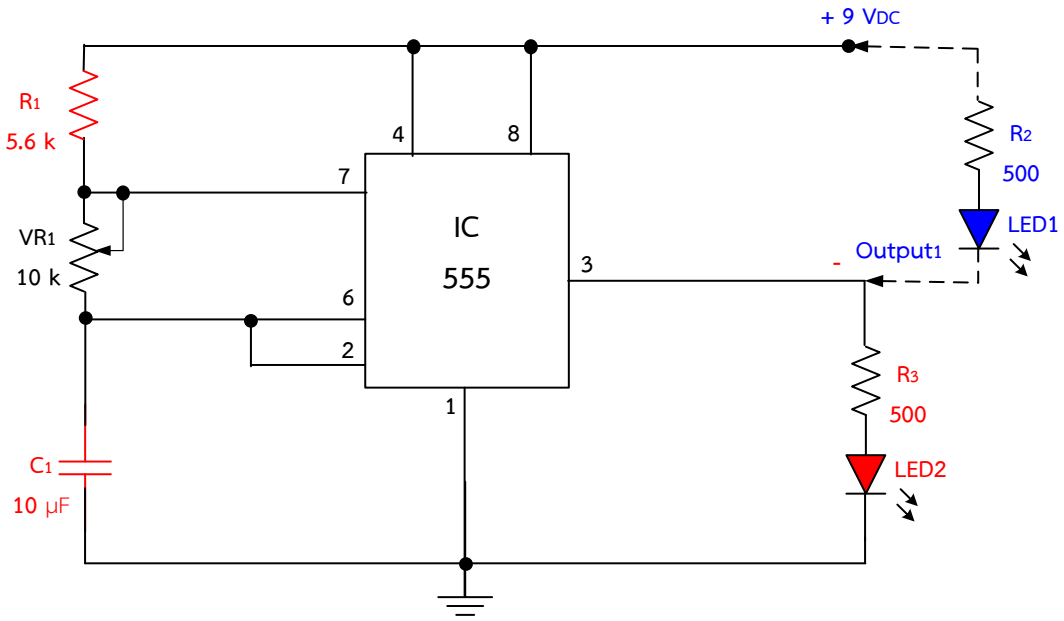
วงจรนี้สามารถนำไปใช้เป็นวงจรหน่วงเวลาเพื่อที่เวลาสั่งงานอะไรเข้าจะทำงานในระยะเวลาที่คำนวณไว้ก็จะหยุดทำงานเอง ซึ่งการหน่วงเวลาหรือการกำหนดคาบเวลาจะเกิดช่วงเวลาสัญญาณพัลส์เร็วหรือช้าจะขึ้นอยู่กับค่าที่กำหนดไว้ของตัวต้านทาน R_1 ต่ออนุกรมร่วมกับตัวเก็บประจุ C_1 ที่จะป้อนส่งไปเข้าขา 2 ของไอซีเวลา 555

	เฉลยใบงานการทดลองที่ 2 การใช้งานวงจรไอซีเวลา	หน่วยที่ ..... สัปดาห์ที่ .....
	ชื่อวิชา วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน	สอนครั้งที่ .....
	เรื่อง การทดสอบวงจรอะสเตเบิลด้วยไอซีเวลา เบอร์ 555	**จำนวน ..... คาบ**

ทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การต่อวงจรประยุกต์ใช้งานไอซีเวลา 555 ในวงจร

ตัวอย่าง การต่อใช้งานวงจรอะสเตเบิลด้วยไอซีเวลา 555 โดยเลือกเอาต์พุตต่อเข้ากับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) 2 ตัว สำหรับใช้ทดลองภาคปฏิบัติ แสดงดังในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 การต่อใช้งานวงจรอะสเตเบิลด้วยไอซีเวลา 555 โดยเลือกเอาต์พุตต่อเข้ากับหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) 2 ตัว

อธิบายหลักการทำงานของวงจร

จากภาพที่ 2.1 เป็นการนำไอซีเวลา 555 มาต่อลักษณะวงจรอะสเตเบิลสามารถกำเนิดสัญญาณพัลส์ที่มีสัญญาณความถี่ออกมาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งความถี่ที่เกิดขึ้นได้จากการทำงานของช่วงคาบเวลาที่ได้จากตัว R_1 , VR_1 และ C_1 จากโครงสร้างของไอซี 555 จะพบว่าขา 4 ซึ่งเป็นขารีเซตจะควบคุมการทำงาน

ของไอซีเวลา 555 ถ้าขา 4 ต่อเข้ากับไฟเลี้ยง 9V ตัวไอซีจะทำงานทำให้เกิดสัญญาณที่เอาต์พุตเป็นลอจิก “1” ออกก่อน แต่ถ้าหากขา 4 ต่อลงกราวด์ ไอซีจะไม่ทำงาน ส่วนขา 3 จะเป็นขาเอาต์พุต ซึ่งจะต่อกับ LED_1 และ LED_2 โดยมีลักษณะการทำงาน ดังนี้

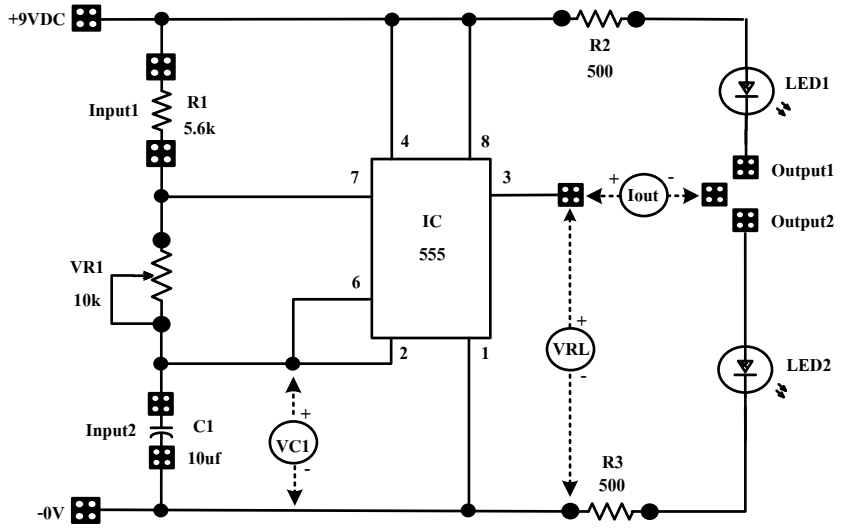
ช่วงคาบเวลาที่ 1 เป็นการต่อวงจรแบบจ่ายกระแสออกขาเอาต์พุตของไอซี 555 ให้เกิดสัญญาณพัลส์ออกเป็นลอจิก “1” ออกมาก่อน จึงมีกระแสไฟไหลออกมาขับหลอดไฟ LED_2 ไฟสีน้ำแดงทำให้หลอด LED_2 สว่างตามคาบเวลาที่กำหนด ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้กระแสประมาณ 18 mA ถึง 20 mA สว่างจนกระทั้งเมื่อเอาต์พุตอยู่ในสถานะลอจิกต่ำ หรือลอจิกเป็น “0” หลอด LED_2 จะดับ และในช่วงเวลาเดียวกัน จะเป็นการต่อวงจรแบบจมกระแส ซึ่งในช่วงเวลาเดียวกันนี้มีสัญญาณพัลส์ออกที่ขาเอาต์พุตของไอซี 555 เป็นลอจิก “1” ออกมาก่อน จึงส่งผลให้หลอด LED_1 ไฟสีน้ำเงินจะยังดับอยู่ก่อน ตามคาบเวลาที่กำหนด

ส่วนช่วงคาบเวลาที่ 2 เมื่อครบตามคาบเวลาที่กำหนดจะทำให้สัญญาณพัลส์ที่ออกเอาต์พุตของไอซี 555 จากลอจิก “1” เปลี่ยนไปอยู่ในสถานะลอจิกต่ำ หรือลอจิก “0” ทำให้เกิดสัญญาณพัลส์ที่ออกที่ขาเอาต์พุตเป็นลอจิก “0” ตามมา ส่งผลให้หลอด LED_1 จากติดสว่างเปลี่ยนเป็นดับลง และหลอด LED_2 ติดสว่างแทน ในการทำงานของวงจรจะสังเกตพบว่า LED_1 และ LED_2 จะติดสว่างสลับกันหรือมีลักษณะหลอดกระพริบเป็นจังหวะ ในการกระพริบของ LED ทั้ง 2 ตัวนั้นจะขึ้นอยู่กับค่าของตัว R_1 , VR_1 และ C_1 ค่อยทำหน้าที่ กำหนดคาบเวลาการเกิดสัญญาณพัลส์ให้มีความถี่ของสัญญาณกว้างหรือแคบ หรือเรียกว่า การเกิดสัญญาณเร็วหรือช้า ก็จะส่งผลให้ LED ทั้ง 2 ตัว เกิดการกระพริบช้า หรือเร็วได้

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อวงจรตามภาพที่ 2.1 ลงบนแผงการทดลองที่ 2 แสดงดังในภาพที่ 2.2 โดยเลือกใช้ I_{nput1} เป็นตัวต้านทาน R_1 = 5.6k และต่อ I_{nput2} เป็นตัวเก็บประจุ 10 µF พร้อมทั้งปรับค่าความต้านมาทางซ้าย เพื่อให้ V_{R1} มีความต้านทานมากที่สุด ทำการเลือกต่อโหลดหลอด LED_1 และ LED_2 เข้าใช้งานในวงจร
2. ให้ปรับแรงดันที่แหล่งจ่ายไฟตรงให้มีแรงดันไฟตรง 9 V_{DC} และทำการจ่ายเข้ากับแผงชุดฝึกการทดลองและปรับค่าความต้านทาน V_{R1} พร้อมวัดหาค่า V_{C1} , V_{RL} และ I_{OUT} แล้วบันทึกค่าต่าง ๆ ลงในตารางที่ 2.1 ตามลำดับ
3. ถอดแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง และเปลี่ยน C_1 เป็นค่า 47 µF , 100 µF ตามลำดับ
4. ทดลองซ้ำตามขั้นตอนที่ 1-2 เพื่อตอบคำถามหลังการทดลอง

แผงทดลองที่ 2	เรื่อง การทดสอบวงจรอะสเตเบิลด้วยไอซีเวลา เบอร์ 555



ภาพที่ 2.2 แผงการทดลองที่ 2 สำหรับใช้ต่อทดสอบวงจรอะสเตเบิลด้วยไอซีเวลา เบอร์ 555

ตารางที่ 2.1 ผลการบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าในวงจร

I_{nput1} ทำการปรับความต้านทาน V_{R1}	I_{nput2}	วัดค่า			สภาวะการทำงานของ LED_1 และ LED_2 (ติด/ดับ)			หมายเหตุ
		V_{C1}	V_{RL}	I_{out}	ช้า	ปานกลาง	เร็ว	
มาก	C_1 10 µF	*5 V*	*5.6 V*	*4.8 mA*	✓			
ปานกลาง		*4.6 V*	*5 V*	*5 mA*		✓		
น้อย		*4.4 V*	*4.4 V*	*4.8 mA*			✓	

คำถามหลังการทดลอง

1. ถ้าเปลี่ยน C_1 ให้มีค่า 100 µF และปรับความต้านทานให้น้อยสุด LED จะเป็นอย่างไร เพราะอะไร

   ตอบ *LED จะติดสลับกันช้ากว่าตอนปรับความต้านทานมาก เพราะ C_1 ใช้เวลาในการเก็บและคายประจุได้ช้ากว่า เพราะมีขนาดความจุมากกว่า*

2. ถ้าเปลี่ยน C_1 ให้มีค่า 47 μF และปรับความต้านทานให้น้อยสุด LED จะเป็นอย่างไร เพราะอะไร

ตอบ

LED จะติดสลับกันไวกว่าตอนปรับความต้านทานมาก เพราะ C_1 จะใช้ช่วงเวลาในการเก็บและคายประจุได้ไวกว่า เพราะความต้านทานปรับให้มีค่าน้อยที่สุด จึงทำให้กระแสไฟฟ้าไหลได้ไปเก็บประจุได้มากจึงทำให้ตัวเก็บประจุใช้เวลาในการเก็บประจุไวกว่า

3. เมื่อปรับ V_{R1} จะสังเกตว่า LED มีการเปลี่ยนแปลง อยากทราบว่าเพราะอะไร

ตอบ

เพราะ V_{R1} จะทำเพิ่มความต้านทานให้มากและน้อยได้ทำให้มีผลต่อ C_1 ที่เก็บและคายได้ช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับความต้านทานนั้นๆ

สรุปผลการทดลอง

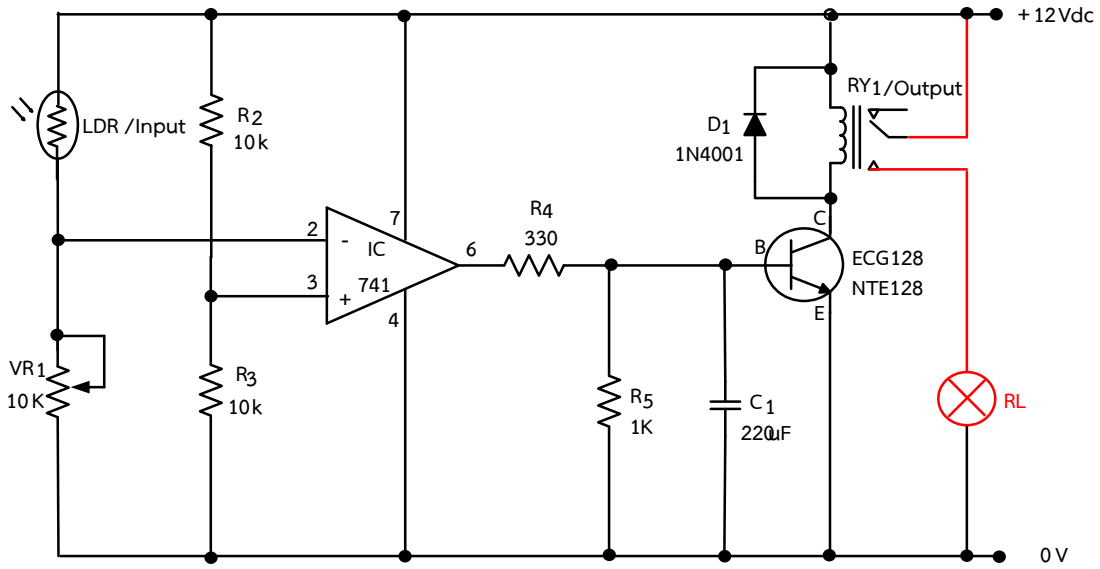
เมื่อปรับ V_{R1} มากกระแสจะไหลได้ช้าทำให้ตัวเก็บประจุเก็บและคายได้ช้า ส่งผลให้ LED ติดสลับกันช้า เมื่อปรับ V_{R1} น้อยกระแสจะไหลได้เร็วทำให้ตัวเก็บประจุเก็บและคายได้เร็ว ส่งผลให้ LED ติดสลับกันเร็ว

	เฉลยใบงานการทดลองที่ 3 การใช้งานวงจรไอซีออปแอมป์	หน่วยที่ ..... สัปดาห์ที่ .....
	ชื่อวิชา วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน	สอนครั้งที่ .....
	เรื่อง การทดสอบวงจรเปรียบเทียบแรงดันด้วยไอซีออปแอมป์ เบอร์ 741	จำนวน ..... คาบ

ทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

วงจรการต่อประยุกต์ใช้งานไอซีออปแอมป์ เบอร์ 741 ในวงจร

ตัวอย่าง วงจรเปิด-ปิดหลอดไฟอย่างง่าย ๆ ด้วยไอซี เบอร์ LM741 สำหรับใช้ทดลองภาคปฏิบัติ แสดงดังในภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 วงจรเปิด-ปิดหลอดไฟอย่างง่าย ๆ ด้วยไอซี เบอร์ LM741

อธิบายหลักการทำงานของวงจร

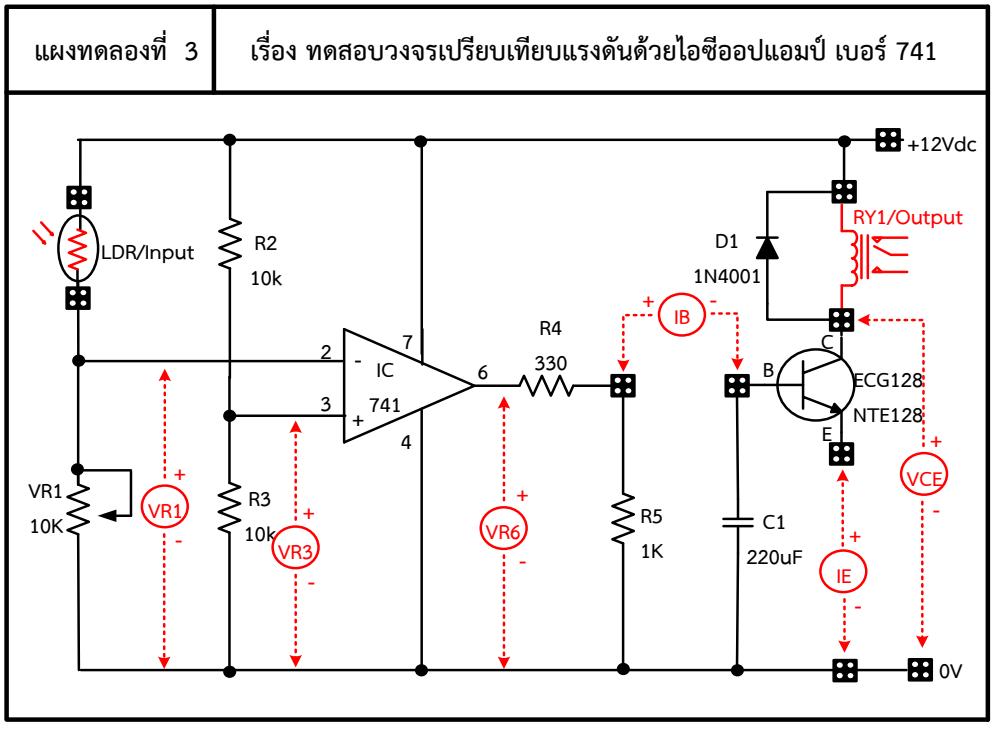
จากภาพที่ 3.5 กำหนดให้วงจรทำงานโดยใช้อินพุต (Input) เป็น LDR ในการทำงานเมื่อ LDR ได้รับแสง จะทำให้มีค่าความต้านทานน้อย จึงทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปเข้าที่ขา 2 ของไอซีออปแอมป์มีสภาวะเป็นลอจิก 1 มีค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ขา 2 มีค่ามากกว่าค่าแรงดันอ้างอิงที่ขา 3 ของไอซีออปแอมป์ โดยมีค่าแรงดันอ้างอิงอยู่ประมาณ 6 V เมื่อเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าที่ขา 2 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าแรงดันที่ขา 3 ทำให้ไอซีออปแอมป์ที่ขา 2 มีวงจรภายในเป็นวงจรกลับเฟสสัญญาณหรือกลับขั้ว ส่งผลทำให้ไม่มีแรงดันไฟฟ้าออกเอาต์พุตที่ขา 6 ทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าไปที่ขา B ของทรานซิสเตอร์ ทำให้ทรานซิสเตอร์ไม่ทำงาน ขดลวดรีเลย์ไม่มีกระแสไหลผ่าน จึงทำให้รีเลย์ไม่ทำงาน

หน้าสัมผัสขา COM ของรีเลย์ยังอยู่ต่ออยู่กับขา NC ดังเดิม ทำให้หลอดไฟดับ

และเมื่อ LDR ไม่ได้รับแสงจะทำให้ LDR มีความต้านทานมาก ทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน LDR ได้ ส่งผลทำให้ไม่มีแรงดันไปตกคร่อมที่ขา 2 ของไอซีเป็นสภาวะลอจิก 0 วงจรภายในเป็นวงจรกลับเฟสสัญญาณ ส่งผลทำให้มีแรงดันไฟฟ้าออกเอาต์พุตที่ขา 6 มีกระแสไฟฟ้าไหลไปยังขา B ของทรานซิสเตอร์ ทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานขดลวดรีเลย์มีกระแสไหลผ่านครบวงจร จึงทำให้หน้าสัมผัสขา COM ของรีเลย์เปลี่ยนไปต่อกับขา NO ทำให้หลอดไฟสว่าง

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ให้ต่อวงจรดังภาพที่ 3.5 ลงบนแผงการทดลองที่ 3 แสดงดังในภาพที่ 3.6 โดยใช้ I_{nput} เป็น LDR ใช้ O_{utput} เป็นหลอดไฟ และปรับหมุน V_{R1} ให้ LDR มีความไวในการรับแสงได้



ภาพที่ 3.6 แผงการทดลองที่ 3 สำหรับใช้ต่อทดสอบแผงชุดฝึกสำหรับทดสอบวงจรเปรียบเทียบแรงดันด้วยไอซีออปแอมป์ เบอร์741

3. ให้นำมัลติมิเตอร์มาต่อใช้วัดกระแสไฟฟ้า I_B , I_E พร้อมจ่ายแรงดันไฟฟ้า 12 V_{DC} เข้าไปในวงจรบนบอร์ดการทดลอง จากนั้นทำการวัด และบันทึกค่าต่างๆ ลงในตารางที่ 3.1 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.1 ผลการบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าในวงจร

สภาวะ LDR	**ใช้มัลติมิเตอร์วัดค่า**						**การแสดงผลของหลอดไฟ** (ติด/ดับ)
	V_{R1}	V_{R3}	V_{R6}	V_{CE}	I_B	I_E	
ไม่รับแสง	*3.8 V*	*6 V*	*11 V*	*0.7 V*	*40 mA*	*120 mA*	*ติด*
รับแสง	*10 V*	*6 V*	*0 V*	*12 V*	*0 mA*	*0 mA*	*ดับ*

คำถามหลังการทดลอง

1. ให้ผู้เรียนเปลี่ยนอินพุต (INPUT) เป็นตัวเทอร์มิสเตอร์ แล้วทำการต่อทดลองวงจร จากนั้นให้สังเกตการทำงานว่าเป็นอย่างไร

   ตอบ

   จะเปลี่ยนจากการรับแสงเป็นการรับอุณหภูมิความร้อนแทน หลักการทำงานของวงจรก็ต้องขึ้นขึ้นกับว่าเลือกใช้เทอร์มิสเตอร์ชนิด NTC หรือ ชนิด PTC จะมีสภาวะการทำงานแตกต่างกันขึ้นอยู่กับเลือกใช้เทอร์มิสเตอร์ชนิดใด

2. ให้ผู้เรียนเปลี่ยนเอาต์พุต (OUTPUT) เป็นตัวมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แล้วทำการต่อทดลองวงจร โดยการนำมาต่อแทนโหลดขดลวดรีเลย์ จากนั้นให้แล้วสังเกตการทำงานว่าเป็นอย่างไร

   ตอบ *เมื่อทำการเปลี่ยนโหลดจากขดลวดรีเลย์ออก แล้วนำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมาต่อเป็นโหลดแทน ผลการทดลองจะได้ดังตารางนี้*

สภาวะ LDR	**ใช้มัลติมิเตอร์วัดค่า**						**การแสดงผลของมอเตอร์ไฟฟ้า**
	V_{R1}	V_{R3}	V_{R6}	V_{CE}	I_B	I_E	
ไม่รับแสง	*3.8 V*	*6 V*	*11 V*	*0.7 V*	*35 mA*	*80mA*	*หมุน*
รับแสง	*10 V*	*6 V*	*0 V*	*12 V*	*0 mA*	*0 mA*	*ไม่หมุน*

สรุปผลการทดลอง

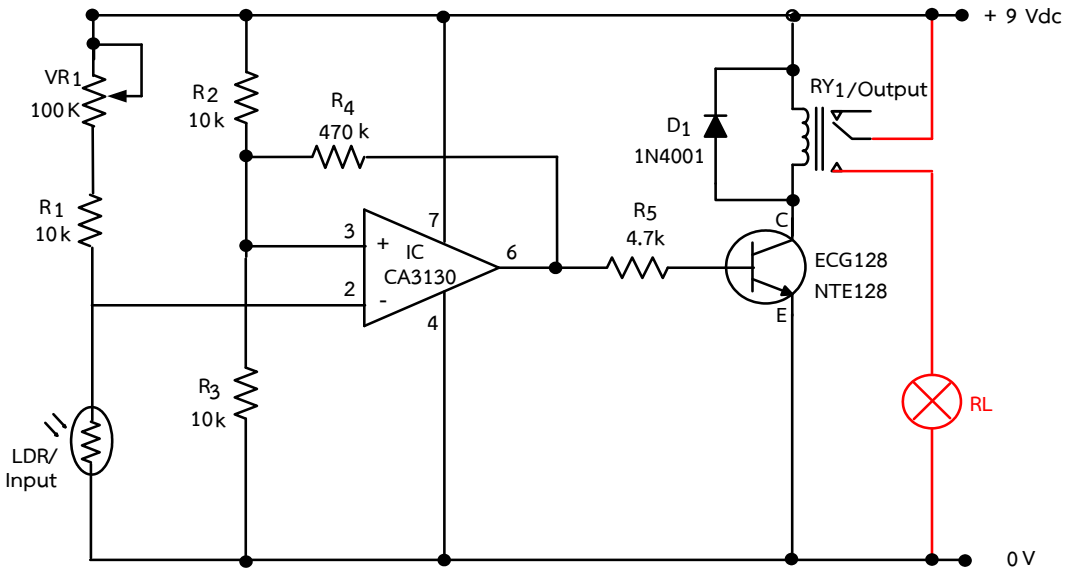
สามารถนำวงจรนี้ไปประยุกต์ใช้งานกับการเปิด-ปิดไฟกลางคืนอัตโนมัติ โดยตอนเช้า LDR ได้รับแสงทำให้ความต้านทานต่ำ เกิดแรงดันตกคร่อมที่ขา 2 ของไอซีออปแอมปป์สูง ทำให้วงจรภายในไอซีกลับเฟสสัญญาณมีสัญญาณออกเอาต์พุตที่ขา 6 ของไอซีต่ำ ทำให้ไม่มีกระแสไหลไปขา B ทรานซิสเตอร์ไม่ทำงาน มีไม่กระแสไหลรีเลยไม่ทำงาน หน้าสัมผัสยังอยู่ที่ NC ทำให้หลอดไฟไม่ติด และถ้าไม่มีแสงมาตกกระทบที่ตัว LDR ทำให้ไม่มีกระแสไหลไปยังขา 2 ของไอซี ทำให้มีสัญญาณออกเอาต์พุตที่ขา 6 ส่งผลทำให้มีกระแสไหลไปขา B ทรานซิสเตอร์ทำงาน มีกระแสไหลรีเลยทำงาน หน้าสัมผัสเปลี่ยนไปอยู่ที่ NO ทำให้หลอดไฟติด

	เฉลยใบงานการทดลองที่ 4 การใช้งานวงจรไอซีออปแอมป์	หน่วยที่ ..... สัปดาห์ที่ .....
	ชื่อวิชา วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน	สอนครั้งที่ .....
	เรื่อง การทดสอบวงจรเปรียบเทียบแรงดันด้วยไอซีออปแอมป์ เบอร์ CA3130	**จำนวน ..... คาบ**

ทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

วงจรการต่อประยุกต์ใช้งานไอซีออปแอมป์ เบอร์ CA3130 ในวงจร

ตัวอย่าง วงจรเปิด-ปิดหลอดไฟอย่างง่าย ๆ ด้วยไอซีออปแอมป์ เบอร์ CA3130 สำหรับใช้ทดลองภาคปฏิบัติ แสดงดังในภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 วงจรเปิด-ปิดหลอดไฟอย่างง่าย ๆ ด้วยไอซีออปแอมป์ เบอร์ CA3130

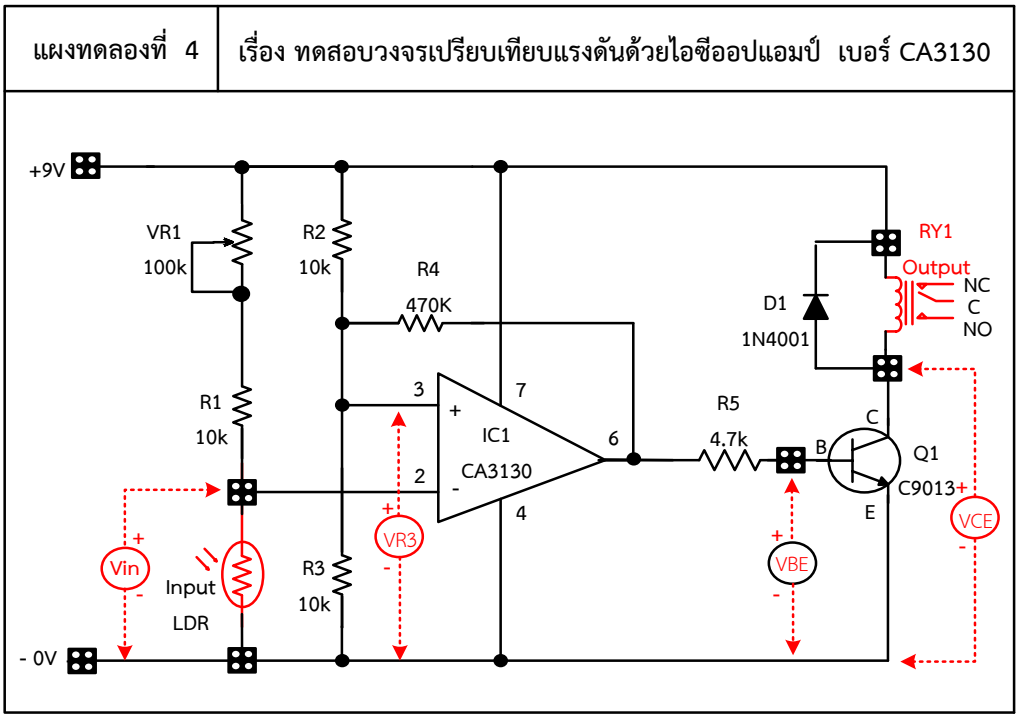
อธิบายหลักการทำงานของวงจร

จากภาพที่ 4.2 กำหนดให้วงจรทำงานโดยใช้อินพุต (Input) เป็น LDR ในการทำงานเมื่อ LDR ได้รับแสง ทำให้มีค่าความต้านทานน้อย จึงทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไป LDR ลงกราวด์ ทำให้ไม่มีแรงดันไปตกคร่อมที่ขา 2 ของไอซีต่ำลง เกิดมีสภาวะเป็นลอจิก 0 ทำให้วงจร Inverting ภายในทำงานเป็นแบบกลับเฟสสัญญาณ ส่งผลทำให้มีแรงดันไฟฟ้าออกเอาต์พุตที่ขา 6 ทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลไปยังขา B ของทรานซิสเตอร์ ทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงาน ขดลวดรีเลย์มีกระแสไหลผ่านครบวงจร จึงทำให้รีเลย์ทำงาน หน้าสัมผัสขา COM ของรีเลย์เปลี่ยนไปต่อกับขา NO ทำให้หลอดไฟสว่าง

และเมื่อ LDR ไม่ได้รับแสงจะทำให้ LDR มีความต้านทานมาก ทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน LDR ไปลงกราวด์ได้ จึงทำให้เกิดมีแรงดันไปตกคร่อมที่ขา 2 ของไอซีสูงขึ้น แต่ต้องมีค่าแรงดันมากกว่าค่าแรงดันอ้างอิงที่ขา 3 ของไอซีออปแอมป์ โดยมีค่าแรงดันอ้างอิงอยู่ประมาณ 4.5 V เมื่อเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าที่ขา 2 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าแรงดันที่ขา 3 เป็นสภาวะลอจิก 1 ทำให้วงจร Inverting ภายในทำงานเป็นแบบกลับเฟสสัญญาณ ส่งผลทำให้ไม่มีแรงดันไฟฟ้าออกเอาต์พุตที่ขา 6 และไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลไปยังขา B ของทรานซิสเตอร์ได้ ทำให้ทรานซิสเตอร์ไม่ทำงาน ขดลวดรีเลย์จึงไม่มีกระแสไหลผ่าน ทำให้หน้าสัมผัสขา COM ของรีเลย์ยังต่ออยู่ที่ขา NC ดังเดิม ทำให้หลอดไฟดับ มีค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ขา 2

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ให้ต่อวงจรดังภาพที่ 4.2 ลงบนแผงการทดลองที่ 4 แสดงดังในภาพที่ 4.3 โดยใช้ I_{nput} เป็น LDR ใช้ O_{utput} เป็น LED และหมุน V_{R1} ให้ LDR มีความไวในการรับแสงได้



ภาพที่ 4.3 แผงการทดลองที่ 4 สำหรับใช้ต่อทดสอบแผงชุดฝึกสำหรับใช้ทดสอบวงจรเปรียบเทียบแรงดันด้วยไอซีออปแอมป์ เบอร์ CA3130

2. ต่อมัลติมิเตอร์ที่ I_E พร้อมจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้มีแรงดันไฟ 12 V_{DC} เข้าแผงการทดลอง จากนั้นทำการวัดและบันทึกค่าต่างๆ ลงในตารางที่ 4.1 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 ผลการบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าในวงจร

สภาวะ LDR	ใช้มัลติมิเตอร์วัดค่า					การแสดงผลของหลอดไฟ (ติด/ดับ)
	V_{IN}	V_{R3}	V_{BE}	V_{CE}	I_E	
ไม่รับแสง	*6.8 V*	*4.5 V*	*0 V*	*0 V*	*0 mA*	*ดับ*
รับแสง	*1.2 V*	*4.5 V*	*0.6 V*	*8.2 V*	*120 mA*	*ติด*

คำถามหลังการทดลอง

1. ให้ผู้เรียนเปลี่ยนอินพุต (INPUT) เป็นตัวเทอร์มิสเตอร์ แล้วทำการต่อทดลองวงจร จากนั้นให้สังเกตการทำงานว่าเป็นอย่างไร

   ตอบ

   จะเปลี่ยนจากการรับแสงเป็นการรับอุณหภูมิความร้อนแทน หลักการทำงานของวงจรก็ต้องขึ้นขึ้นกับว่าเลือกใช้เทอร์มิสเตอร์ชนิด NTC หรือ ชนิด PTC จะมีสภาวะการทำงานแตกต่างกันขึ้นอยู่กับเลือกใช้เทอร์มิสเตอร์ชนิดใด

2. ให้ผู้เรียนเปลี่ยนเอาต์พุต (OUTPUT) เป็นตัวมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แล้วทำการต่อทดลองวงจร โดยการนำมาต่อแทนโหลดขดลวดรีเลย์ จากนั้นให้แล้วสังเกตการทำงานว่าเป็นอย่างไร

   ตอบ *เมื่อทำการเปลี่ยนโหลดจากขดลวดรีเลย์ออก แล้วนำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมาต่อเป็นโหลดแทน ผลการทดลองจะได้ดังตารางนี้*

สภาวะ LDR	ใช้มัลติมิเตอร์วัดค่า						การแสดงผลของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
	V_{R1}	V_{R3}	V_{R6}	V_{CE}	I_B	I_E	
ไม่รับแสง	*7.2 V*	*4.5 V*	*0 V*	*12 V*	*0 mA*	*0 mA*	*ไม่หมุน*
รับแสง	*1.8 V*	*4.5 V*	*8.2 V*	*0.7 V*	*35 mA*	*80mA*	*หมุน*

สรุปผลการทดลอง

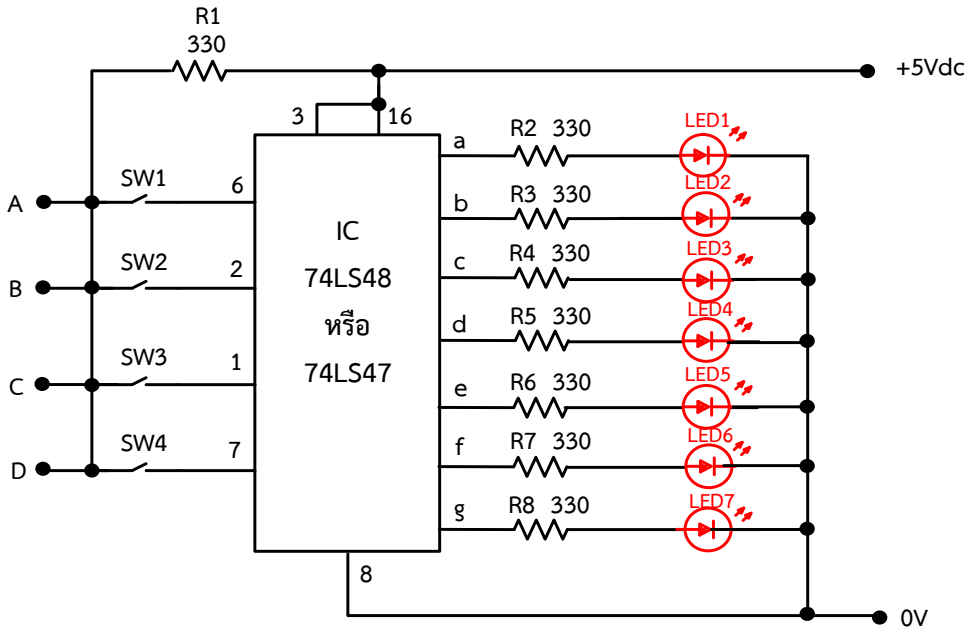
สามารถนำวงจรนี้ไปประยุกต์ใช้งานกับการเปิดม่านหน้าต่างตอนมีแสง โดยตอนเช้าทำให้ LDR ได้รับแสงทำให้ความต้านทานต่ำ เกิดแรงดันตกคร่อมที่ขา 2 ของไอซีออปแอมปป์น้อยมาก ทำให้วงจรภายในไอซีทำงานแบบกลับเฟสสัญญาณมีสัญญาณออกเอาต์พุตที่ขา 6 ของไอซีสูงทำให้มีกระแสไหลไปยังขา B ของทรานซิสเตอร์ทำงาน มีกระแสไหลผ่านมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและผ่านทรานซิสเตอร์จนครบวงจรทำให้มอเตอร์หมุนได้ และถ้าไม่มีแสงมาตกกระทบที่ตัว LDR ทำให้เกิดแรงดันที่แรงดันตกคร่อมที่ขา 2 ของไอซีออปแอมปป์สูง ทำให้ไม่มีสัญญาณออกเอาต์พุตที่ขา 6 ส่งผลทำให้ทรานซิสเตอร์ไม่ทำงานไม่มีกระแสไหลมอเตอร์หมุนจึงไม่หมุน

	เฉลยใบงานการทดลองที่ 5 การใช้งานวงจรไอซีดิจิตอล	หน่วยที่ ..... สัปดาห์ที่ .....
	ชื่อวิชา วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน	สอนครั้งที่ .....
	เรื่อง การทดสอบวงจรถอดรหัสด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS47/74LS48	จำนวน ..... คาบ

ทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การต่อประยุกต์ใช้งานวงจรถอดรหัสด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS47/74LS48 ในวงจร

ตัวอย่าง วงจรใช้งานถอดรหัสด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS48 ในวงจร สำหรับใช้ทดลองภาคปฏิบัติ แสดงดังในภาพที่ 5.5



ภาพที่ 5.5 วงจรใช้งานถอดรหัสด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS48 ในวงจร

อธิบายหลักการทำงานของวงจร

จากภาพที่ 5.5 เป็นการทดสอบการทำงานของไอซี เบอร์ 74LS48 โดยกำหนดให้มีสวิตช์ $SW_1 - SW_4$ เป็นสวิตช์สำหรับควบคุมสัญญาณเข้าขาอินพุตของไอซี ให้มีสภาวะการทำงานเป็นลอจิก 1 เมื่อกดสวิตช์ ON และเป็นลอจิก 0 เมื่อไม่กดสวิตช์หรือสวิตช์ OFF ส่วนสัญญาณทางด้านขาออกเอาต์พุตของไอซีทั้ง 7 เอาต์พุตนั้น ได้ต่อกับตัวแสดงผล LED จำนวน 7 ตัว ดังตัวอย่างในวงจร

ภาพที่ 5.5 กรณีเลือกใช้ไอซีเบอร์ 74LS48 จะเป็นการต่อใช้งานร่วมกับ LED จำนวน 7 ตัว แบบคอมมอนแคโถดร่วม กำหนดให้ขาออกเอาต์พุตของไอซี เบอร์ 74LS48 จะต้องต่อเข้ากับขาแอโนดของตัวแสดงผล LED ทั้ง 7 ตัว มาต่อใช้งาน เพื่อให้ไอซีทำหน้าที่ เป็นวงจรถอดรหัสเลขไบนารี่เปลี่ยนเป็นรหัสเลขฐานสิบ เมื่อป้อนสัญญาณอินพุตไบนารี่ 4 บิต ตามตารางที่ 5.3 โดยป้อนเข้าที่ละจังหวะให้กับขาอินพุตของไอซีเบอร์ 74LS48 ไอซีจะทำหน้าที่ ถอดรหัสเลขไบนารี่เพื่อเปลี่ยนเป็นเลขฐานสิบออกขาเอาต์พุตไปแสดงผลที่ตัว LED 1 - 7 ตามค่ารหัสเลขฐานสิบ ยกตัวอย่างเช่น กำหนดให้โยกสวิตช์ A , B และ C เป็นลกจิก 1 และโยกสวิตช์ D เป็นลกจิก 0 ป้อนเข้าขาอินพุตของไอซี เบอร์ 74LS48 ไอซีจะถอดรหัสเลขไบนารี่ออกขาเอาต์พุตเป็นลอจิก 1 ออกไปแสดงผลเป็นเลขฐานสิบ คือ เลข 7 หรือลอจิก 1ที่ออกจากเอาต์พุตของขาไอซีนี้ จ่ายเข้าไปยังขาแอโนดของตัว LED_1 , LED_2 และ LED_3 ติดสว่าง ส่วน
ตัว LED_4 , LED_5 , LED_6 และ LED_7 ดับ เป็นต้น

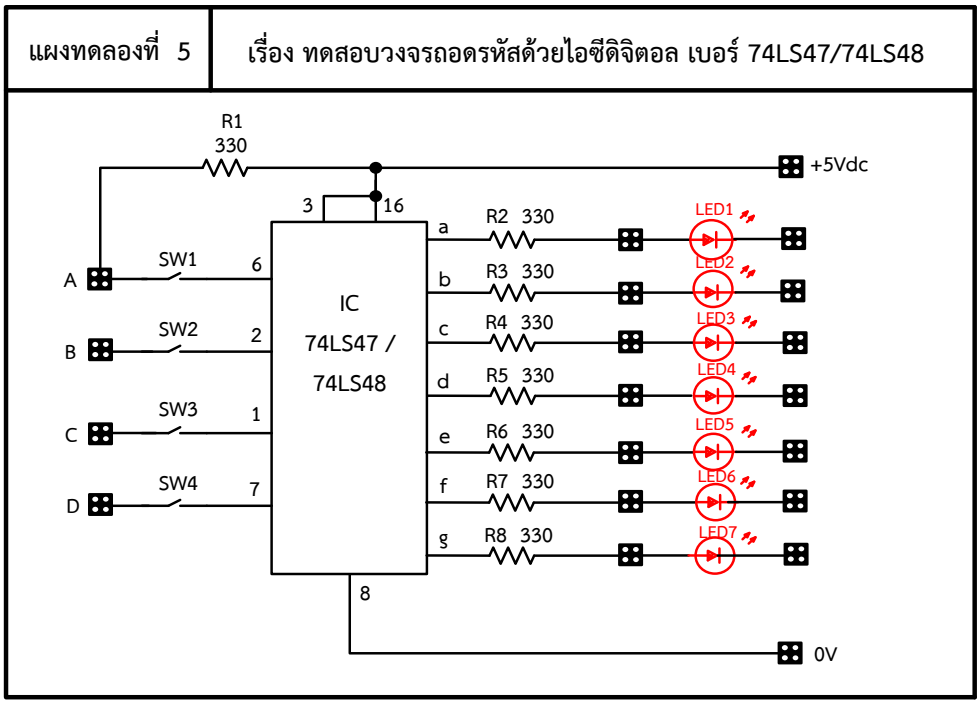
ตารางที่ 5.3 ตารางความจริงของรหัสเลขไบนารี่ (BCD – 8421 code) เป็นเลขฐานสิบ แสดงผลด้วย LED จำนวน 7 ตัว โดยใช้ไอซี เบอร์ 7448

ไบนารี่ (BCD – 8421)				ฐานสิบ (Decimal Number)						
				a	b	c	d	e	f	g
D	C	B	A	LED_1	LED_2	LED_3	LED_4	LED_5	LED_6	LED_7
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. จากวงจรตามภาพที่ 5.5 ให้เลือกใช้ไอซี เบอร์ 74LS48 ต่อลงบนแผงการทดลองที่ 5 แสดงดังภาพที่ 5.6 จากนั้นให้ต่อสวิตช์ SW_1 – SW_4 เข้าขาอินพุต A , B , C , D ของไอซี และต่อขาออกเอาต์พุตของไอซีเข้ากับตัวต้านทาน R_2 - R_8 แล้วต่อเข้าขาแอโนดของตัวแสดงผล

LED จำนวน 7 ตัว ส่วนขาแคโถดของตัวแสดงผล LED ทั้ง 7 ตัว ให้นำมาต่ออนุกรมหรือต่ออันดับร่วมกันแล้วต่อลงกราวด์



ภาพที่ 5.6 แผงการทดลองที่ 5 สำหรับใช้ต่อทดสอบวงจรไอซีดิจิตอล (เบอร์74LS47/74LS48)

2. ทำการทดลองกดหรือโยกสวิตช์ให้อยู่ในสภาวะลอจิก 1 คือ ON หรือสภาวะลอจิก 0 คือ OFF ตามกำหนดในตารางที่ 5.4 จากนั้นทำการสังเกตและบันทึกค่าที่ได้ลงในตารางที่ 5.4 ตามลำดับ

ตารางที่ 5.4 ผลการบันทึกที่ได้จากการทดลองในวงจร

สภาวะการกดหรือโยกสวิตช์				**สภาวะแสดงผลของ LED_1 - LED_7**						
SW_1	SW_2	SW_3	SW_4	LED_1	LED_2	LED_3	LED_4	LED_5	LED_6	LED_7
0	0	0	0	*1*	*1*	*1*	*1*	*1*	*1*	*0*
0	0	0	1	*0*	*1*	*1*	*0*	*0*	*0*	*0*
0	0	1	0	*1*	*1*	*0*	*1*	*1*	*0*	*1*
0	0	1	1	*1*	*1*	*1*	*1*	*0*	*0*	*1*
0	1	0	0	*0*	*1*	*1*	*0*	*0*	*1*	*1*
0	1	0	1	*1*	*0*	*1*	*1*	*0*	*1*	*1*

ตารางที่ 5.4 (ต่อ)

สภาวะการกดหรือโยกสวิตช์				สภาวะแสดงผลของ LED_1 - LED_7						
SW_1	SW_2	SW_3	SW_4	LED_1	LED_2	LED_3	LED_4	LED_5	LED_6	LED_7
0	1	1	0	*0*	*0*	*1*	*1*	*1*	*1*	*1*
0	1	1	1	*1*	*1*	*1*	*0*	*0*	*0*	*0*
1	0	0	0	*1*	*1*	*1*	*1*	*1*	*1*	*1*
1	0	0	1	*1*	*1*	*1*	*0*	*0*	*1*	*1*

คำถามหลังการทดลอง

1. ถ้าให้ผู้เรียนเปลี่ยนตัวไอซี เบอร์ 7448 ไปใช้เป็นตัวไอซี เบอร์ 7447 แทน สัญญาณลอจิกที่จะออกขาเอาต์พุตของไอซี เบอร์ 7447 จะออกเป็นลอจิกอะไร

   ตอบ

   สัญญาณลอจิกที่จะออกขาเอาต์พุตของไอซี เบอร์ 7447 จะออกเป็นลอจิกจะออกเป็นลอจิก 0 เพราะไอซี 7447 เป็นไอซีที่ให้แรงดันออกเอาต์พุตเป็นลอจก 0

2. จากคำตอบข้อที่ 1 ถ้าต้องกดหรือโยกสวิตช์ SW_1 – SW_4 ให้ขาอินพุต A เป็นลอจิก 1 , B เป็นลอจิก 0 , C เป็นลอจิก 0 และ D เป็นลอจิก 1 สัญญาณที่ออกเอาต์พุตของไอซี เบอร์ 7447 จะทำให้ตัว LED ตัวใดติดสว่างบ้าง แล้วแสดงผลเป็นเลขฐานสิบ คือเลขใด

   ตอบ

   ถ้าต้องกดหรือโยกสวิตช์ SW_1 – SW_4 ให้ขาอินพุต A เป็นลอจิก 1 , B เป็นลอจิก 0 , C เป็นลอจิก 0 และ D เป็นลอจิก 1 สัญญาณที่ออกเอาต์พุตของไอซี เบอร์ 7447 จะออกเป็นลอจิก 0 และจะส่งผลทำให้ตัว LED

A	B	C	D	LED_1	LED_2	LED_3	LED_4	LED_5	LED_6	LED_7
1	0	0	1	*0*	*0*	*0*	*1*	*1*	*0*	*0*

สรุปผลการทดลอง

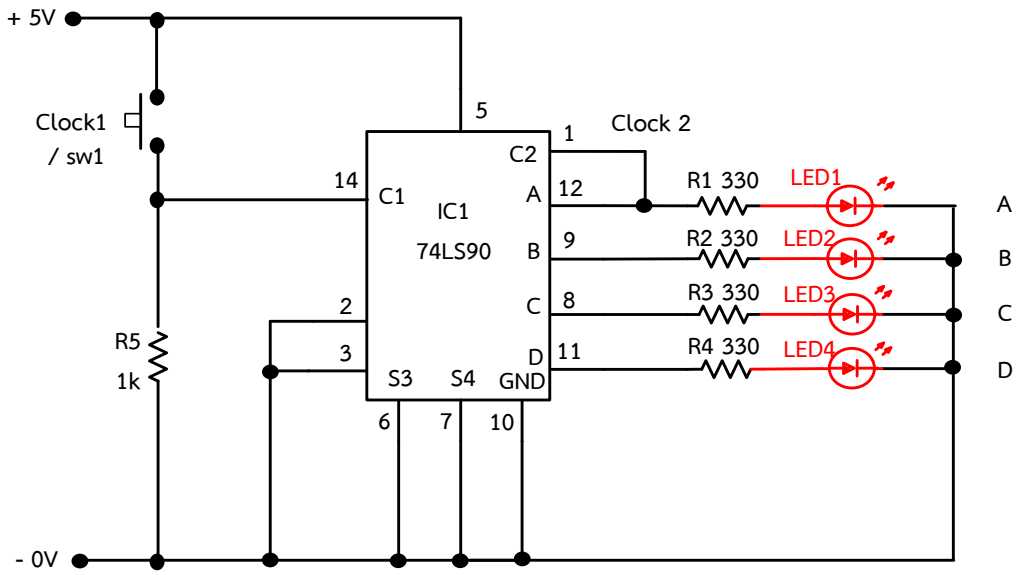
ไอซี เบอร์ 74LS47 / IC74LS48 จะใช้ต่างกัน โดยแต่ละตัวจะมีโครงการภายในไม่เหมือนกัน ถ้าเลือกใช้ไอซี เบอร์ 74LS47 จะต่อใช้งานแบบ COMMON ANODE โดยขาร่วมของตัว LED ทั้ง 7 ตัว จะต้องต่อร่วมกันแล้วใช้แรงดันไฟบวกป้อนให้กับตัว LED และสัญญาณออกเอาต์พุตจะเป็นลอจิก 0 ส่วนไอซี เบอร์ 74LS48 จะต่อใช้งานแบบ COMMON CATHODE โดยขาร่วมของตัว LED ทั้ง 7 ตัว จะต้องต่อร่วมกันแล้วใช้แรงดันไฟลบป้อนให้กับตัว LED และสัญญาณออกเอาต์พุตจะเป็นลอจิก 1

	เฉลยใบงานการทดลองที่ 6 การใช้งานวงจรไอซีดิจิตอล	หน่วยที่ ..... สัปดาห์ที่ .....
	ชื่อวิชา วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน	สอนครั้งที่ .....
	เรื่อง การทดสอบวงจรนับด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS90	จำนวน ..... คาบ

ทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การต่อวงจรประยุกต์ใช้งานวงจรขับและวงจรแสดงผลในวงจรนับ (Counter) ด้วยไอซีดิจิตอล

ตัวอย่าง การใช้งานวงจรขับและแสดงผลเป็นวงจรนับด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS90 ในวงจร สำหรับใช้ทดลองภาคปฏิบัติ แสดงดังในภาพที่ 6.3



ภาพที่ 6.3 การใช้งานวงจรขับและแสดงผลเป็นวงจรนับด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS90 ในวงจร

อธิบายหลักการทำงานของวงจร

เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้วงจรกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านเข้าที่ขา 5 ของไอซี เบอร์ 7490 โดยให้ขา 14 เป็นขาอินพุตที่ต้องรอสัญญาณนาฬิกาหรือสัญญาณพัลส์ป้อนเข้ามาให้ตัวไอซี การใช้งานเมื่อกดสวิตช์ปุ่มกด SW_1 สักพักแล้วปล่อย ก็จะเปรียบเสมือนเป็นการป้อนสัญญาณพัลส์หรือ Clock เข้าไปยังอินพุตขา 14 ของไอซี ส่งผลทำให้ไอซี 7490 ทำหน้าที่ นับสัญญาณลูกที่ 1 แล้วเปลี่ยนเป็นเลขไบนารี่ หรือ BCD ออกที่ขาเอาต์พุตของไอซี Q_A, Q_B, Q_C และ Q_D โดยเริ่มจากสัญญาณเป็น 0000 เมื่อมีการ

ป้อนสัญญาณพัลส์เข้ามา 1 ลูก จะทำให้สัญญาณเลขไบนารี่ที่ออกจากไอซี 7490 เปลี่ยนเป็น 0001 เป็นลักษณะการนับใหม่ด้วยจำนวนพัลส์ MOD-10 ถ้าต้องการแสดงลำดับการนับโดยใช้การแสดงผล 7 Segment เอาต์พุต BCD จะต้องได้รับการถอดรหัสอย่างเหมาะสมก่อนจึงจะสามารถแสดงการนับได้ ตัวนับ BCD เป็นตัวนับไบนารีที่นับตั้งแต่ 0000 ถึง 1001 จากนั้นจะรีเซ็ตเนื่องจากมีความสามารถในการล้างฟลิปฟล็อปทั้งหมดหลังจากการนับที่ 9 หากเราเชื่อมต่อสวิตช์ปุ่มกด (SW_1) กับอินพุตนาฬิกา Clock ทุกครั้งที่ปล่อยสวิตช์ปุ่มกดตัวนับจะนับทีละหนึ่ง ถ้าเราเชื่อมต่อไดโอดเปล่งแสง (LED_{1-4}) เข้ากับขั้วเอาต์พุตของไอซี Q_A, Q_B, Q_C และ Q_D ผลการทำงานก็จะทำให้ LED1 – 4 แต่ละตัวทำงานติดสว่างได้ตามตารางที่ 6.1

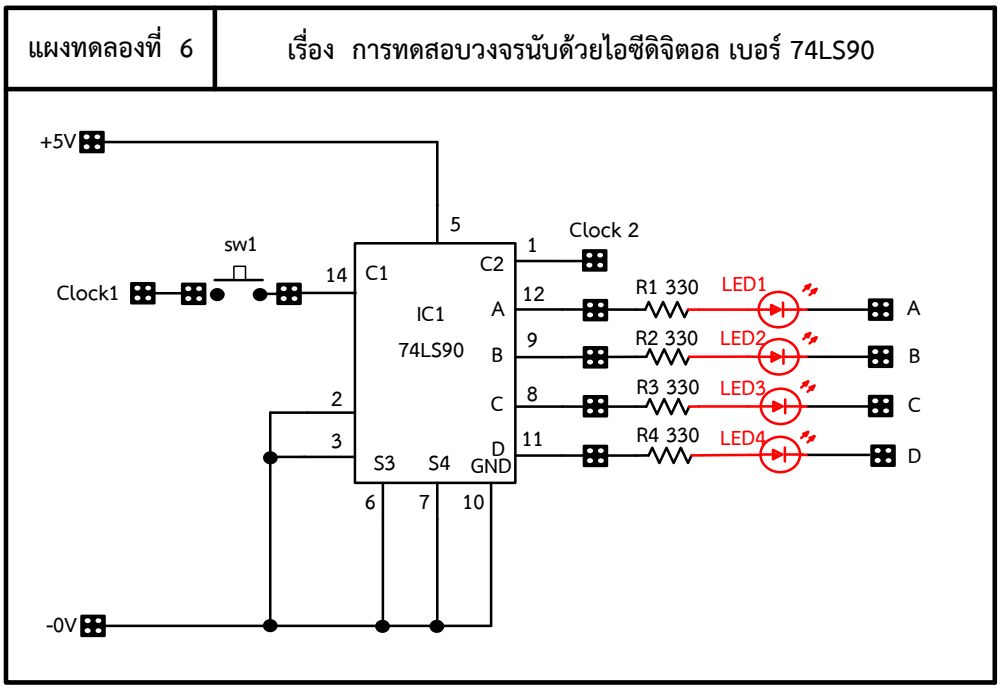
ตารางที่ 6.1 การแสดงผลวงจรนับเลขไบนารี่ด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS90

สภาวะการกดหรือโยกสวิตช์ (ป้อนสัญญาณ Clock)	**เอาต์พุตแสดงผลเลขไบนารี่**			
	Q_A	Q_B	Q_C	Q_D
(เริ่มต้น) 0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	0	0	0	0

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ให้ทำการต่อวงจรตามภาพที่ 6.3 ลงบนแผงการทดลองที่ 6 แสดงดังในภาพที่ 6.4 ให้ครบและถูกต้อง จากนั้นให้ต่อสวิตช์ SW_1 และตัวต้านทาน R_5 เพิ่มเข้าไปในวงจร คอยทำหน้าที่เป็นตัวกำเนิดสัญญาณพัลส์เพื่อป้อนเข้าอินพุตขา 14 ของไอซี 7490
2. ทำการจ่ายแรงดันไฟฟ้า 5 V_{DC} ให้วงจร จากนั้นทำการกดสวิตช์ SW_1 ค้างไว้ แล้วปล่อยเพื่อเป็นการกำเนิดสัญญาณพัลส์ป้อนเข้าขาอินพุตของไอซี 7490 ทำการทดลองสังเกตผลและบันทึกผลลงในตารางที่ 6.2

3. จากนั้นให้ทำการป้อนสัญญาณพัลส์ลูกที่ 2 โดยการทำการลองเหมือนกับข้อ 2 สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เอาต์พุตที่ LED ทั้ง 4 ตัวของวงจร แล้วบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 6.2



ภาพที่ 6.4 แผงการทดลองที่ 6 สำหรับใช้ต่อทดสอบวงจรขับและแสดงผลเป็นวงจรนับด้วยไอซีดิจิตอล เบอร์ 74LS90 ในวงจร

ตารางที่ 6.2 ผลการบันทึกที่ได้จากการทดลองในวงจร

การป้อนสัญญาณพัลส์ครั้งที่	**การแสดงผลของ LED_1 = ติด , 0 = ดับ (ให้ตอบเป็น 1/0)**			
	Q_A **LED_1**	Q_B **LED_2**	Q_C **LED_3**	Q_D **LED_4**
1	*0*	*0*	*0*	*1*
2	*0*	*0*	*1*	*0*
3	*0*	*0*	*1*	*1*
4	*0*	*1*	*0*	*0*
5	*0*	*1*	*0*	*1*
6	*0*	*1*	*1*	*0*
7	*0*	*1*	*1*	*1*

ตารางที่ 6.2 (ต่อ)

การป้อนสัญญาณพัลส์ครั้งที่	**การแสดงผลของ LED_1 = ติด , 0 = ดับ (ให้ตอบเป็น 1/0)**			
	Q_A **LED_1**	Q_B **LED_2**	Q_C **LED_3**	Q_D **LED_4**
8	*1*	*0*	*0*	*0*
9	*1*	*0*	*0*	*1*
10	*0*	*0*	*0*	*0*

คำถามหลังการทดลอง

1. สามารถนำวงจรนี้ไปประยุกต์ใช้ทำงานเกี่ยวกับอะไรได้บ้าง

ตอบ

นำวงจรทดลองนี้ ไปประยุกต์ใช้ต่อร่วมกับวงจรเซนเซอร์แสง มาทำหน้าที่ สร้างหรือกำเนิดสัญญาณพัลส์แล้วป้อนให้กับขา 14 ของวงจรนับด้วยไอซี 7490 ตามวงจรทดลองเพื่อสร้างเป็นวงจรนับคนเข้า หรือนำมานับวัตถุ โดยจะแสดงผลออกเอาต์พุตของไอซีเป็นลักษณะสัญญาณเลขไบนารี่ BCD จะแสดงผลออกต่อใช้งานกับตัว LED จำนวน 4 ตัว ก็จะแสดงผลเริ่มตั้งแต่ 0000 ถึง1001 เป็นต้น การประยุกต์ใช้งานจึงสามารถนำไปใช้งานนับเลขอัตโนมัติ นับซองในตู้จดหมาย นับจำนวนคนเข้าในห้อง และนับผลการแข่งขันกีฬา เป็นต้น

สรุปผลการทดลอง

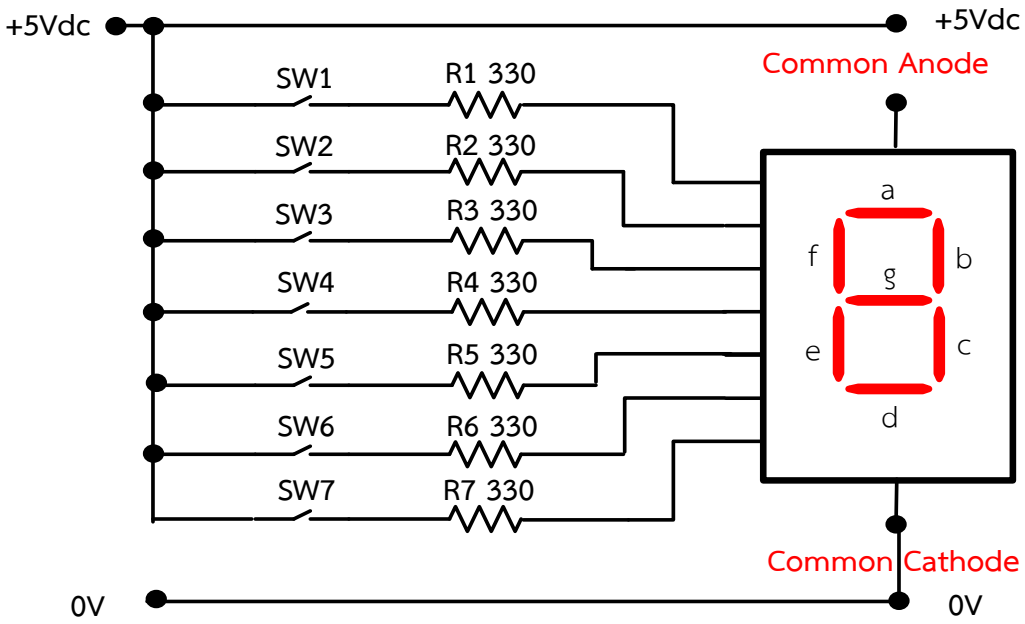
ไอซี 7490 ทำหน้าที่ รอรับสัญญาณนาฬิกา Clock หรือสัญญาณพัลส์ป้อนเข้ามาให้ตัวไอซีโดยการนับสัญญาณเข้าทีละ 1 ลูกคลื่น แล้วเปลี่ยนสัญญาณเป็นเลขไบนารี่ BDC ออกเอาต์พุต 4 ขา ที่ Q_A, Q_B, Q_C และ Q_D โดยเริ่มจากสัญญาณเป็น 0000 เมื่อมีการป้อนสัญญาณพัลส์เข้ามา 1 ลูก จะทำให้เกิดสัญญาณเลขไบนารี่ที่ออกจากไอซี 7490 เปลี่ยนเป็น 0000 ถึง 1001 เป็นลักษณะการนับใหม่ด้วยจำนวนพัลส์ MOD-10

	เฉลยใบงานการทดลองที่ 7 **การใช้งานวงจรไอซีดิจิตอล**	หน่วยที่ ..... สัปดาห์ที่ .....
	ชื่อวิชา วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน	สอนครั้งที่ .....
	เรื่อง การทดสอบวงจรแสดงผลด้วย 7 Segment	จำนวน ..... คาบ

ทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การต่อประยุกต์ใช้งานวงจรแสดงผลด้วย 7 Segment ในวงจร

ตัวอย่าง วงจรใช้งานตัวแสดงผลด้วย 7 Segment ในวงจร สำหรับใช้ทดลองภาคปฏิบัติ แสดงดังในภาพที่ 7.4



ภาพที่ 7.4 วงจรใช้งานตัวแสดงผลด้วย 7 Segment ในวงจร

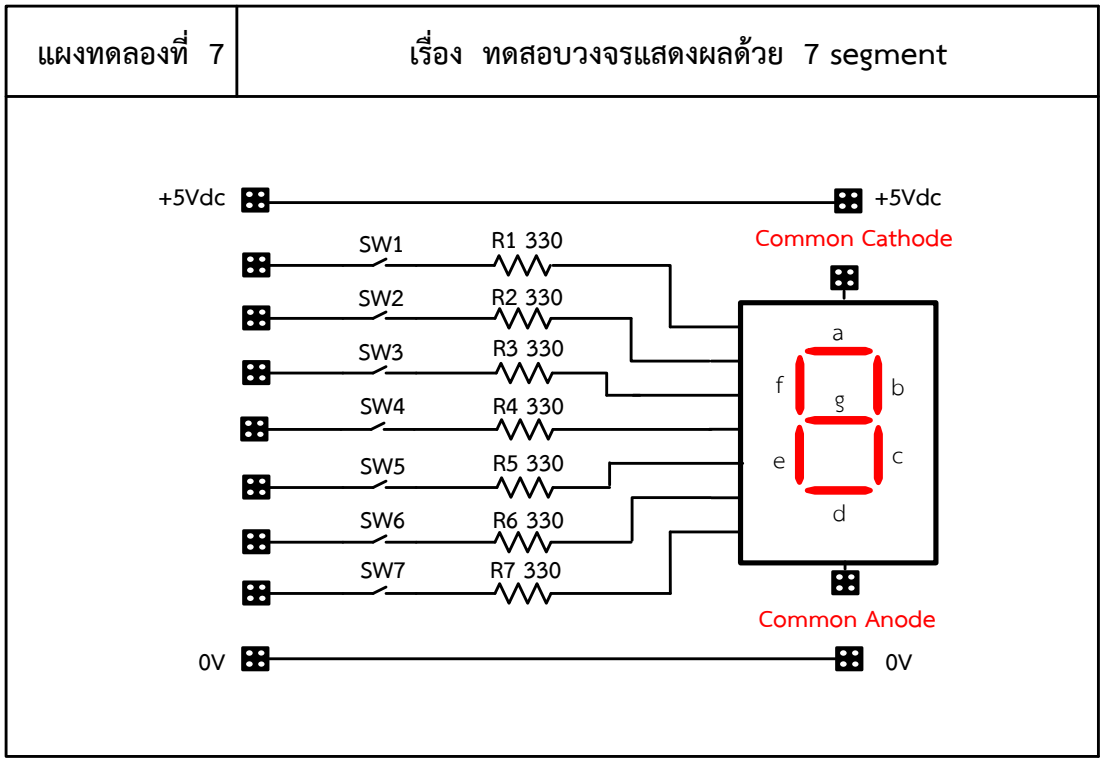
อธิบายหลักการทำงานของวงจร

เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้วงจรกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านเข้ารอที่สวิตช์ SW_1-SW_7 เมื่อทำการกดหรือโยกสวิตช์ให้อยู่ในสภาวะลอจิก 1 หรือ ON จะมีกระแสจะไหลผ่านสวิตช์ และไหลผ่านตัวต้านทาน R_1 - R_7 ไปเข้าขาอินพุตของตัว 7 Segment ซึ่งในภาพวงจรที่ 7.4 เลือกใช้ 7 Segment แบบแคโถดร่วม หรือ แบบ Common Cathode ทำหน้าที่ แสดงผลเป็นตัวเลขฐานสิบ หรือเลข 0 – 9

ได้ ตามการกดเลือกสวิตช์ให้อยู่ในสภาวะลอจิก 1 หรือ ON ยกตัวอย่างเช่น เมื่อกดหรือโยกสวิตช์ SW_1 – SW_6 และ SW_7 ไม่กดหรือให้อยู่ในสภาวะลอจิก 0 หรือ OFF ก็จะทำให้มีกระแสไหลผ่านสวิตช์ และไหลผ่านตัวต้านทาน R_1 – R_6 ไปเข้าขาอินพุตของตัว 7 Segment ทำให้ตัว LED a , b , c , d , e และ f ติดสว่าง และแสดงผลเป็นตัวเลขฐานสิบ คือเลข 0

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ให้ทำการต่อวงจรตามภาพที่ 7.4 ลงบนแผงการทดลองที่ 7 แสดงดังในภาพที่ 7.5 ต่อให้ครบและถูกต้อง จากนั้นให้ต่อสวิตช์ SW_1 และตัวต้านทาน R_5 เพิ่มเข้าไปในวงจร คอยทำหน้าที่ เป็นตัวกำเนิดสัญญาณพัลส์เพื่อป้อนเข้าอินพุตขา 14 ของไอซี 7490



ภาพที่ 7.5 แผงการทดลองที่ 7 สำหรับใช้ต่อทดสอบวงจรไอซีดิจิตอล (7 Segment)

2. ทำการโยกสวิตช์ให้อยู่ในสภาวะ Off พร้อมทำการทดลองตามตารางที่ 7.1
3. ให้ต่อแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 5 V_{DC} ทำการทดลองกดหรือโยกสวิตช์ตามตารางที่ 7.1

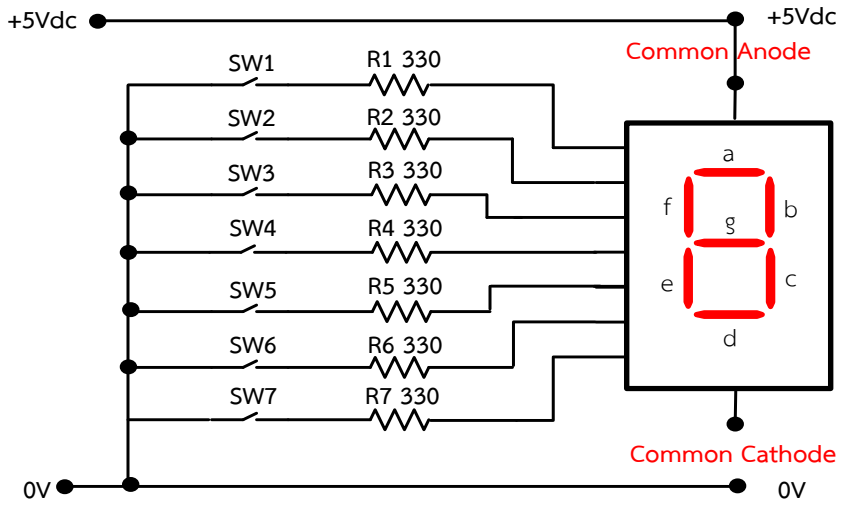
ตารางที่ 7.1 ผลการบันทึกค่าที่ได้จากการทดลองในวงจร

สภาวะการทำงานของสวิตช์ SW_{1-7} หรือเลขไบนารี่ (1 = ON และ 0 = Off)							**แสดงผลเอาต์พุต เลขฐานสิบ (7 Segment)**
SW_1 a	SW_2 b	SW_3 c	SW_4 d	SW_5 e	SW_6 f	SW_7 g	
1	1	1	1	1	1	0	
0	1	1	0	0	0	0	
1	1	0	1	1	0	1	
1	1	1	1	0	0	1	
0	1	1	0	0	1	1	
1	0	1	1	0	1	1	
0	0	1	1	1	1	1	
1	1	1	0	0	0	0	
1	1	1	1	1	1	1	
0	0	0	0	0	0	0	

คำถามหลังการทดลอง

1. จากวงจรภาพที่ 7.4 ถ้าจะเปลี่ยนมาใช้ตัวแสดงผลเป็น 7 Segment แบบแอโนดร่วม หรือแบบ Common Anode จงออกแบบวงจรทดสอบใช้งาน

   ตอบ

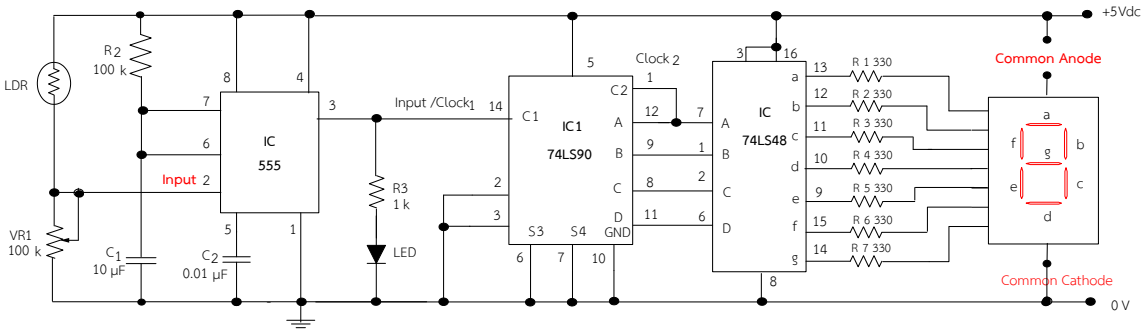


อธิบายหลักการทำงานของวงจร

เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้วงจรกระแสไฟฟ้า 5 VDC เข้ากับขา Common Anode ของ 7 Segment ส่วนสวิตซ์ SW_1-SW_7 จะต่อเข้ากับแรงดันไฟลบ เมื่อทำการกดหรือโยกสวิตซ์ให้อยู่ในสภาวะลอจิก 0 หรือ ON จะมีกระแสจะไหลผ่านขา Common Anode ของ 7 Segment ไหลผ่านตัวต้านทาน R_1 - R_7 มายังสวิตซ์ที่กำลังอยู่ในสภาวะ ON ก็จะทำให้กระแสไหลผ่านจนครบวงจร ส่งผลให้ 7 Segment แสดงผลเป็นตัวเลขฐานสิบ หรือเลข 0 – 9 ได้ตามการกดเลือกสวิตซ์ให้อยู่ในสภาวะลอจิก 0 หรือ ON ยกตัวอย่างเช่น เมื่อกดหรือโยกสวิตซ์ SW_1 – SW_6 เป็นลดจิก 0 และ SW_7 ไม่กดหรือให้อยู่ในสภาวะลอจิก 1 หรือ OFF ก็จะทำให้มีกระแสไหลผ่านตัว 7 Segment ไหลผ่านตัวต้านทาน R_1 – R_6 ไปยังสวิตซ์ SW_1 – SW_6 ทำให้ตัว LED a , b , c , d , e และ f ติดสว่าง และแสดงผลเป็นตัวเลขฐานสิบ คือเลข 0 เป็นต้น

2. จงออกแบบวงจรประยุกต์ใช้งานนับซองในตู้จดหมาย หรือนับจำนวนคนเข้าในห้อง พร้อมทั้งอธิบายการทำงานของวงจรมาพอเข้าใจ

ตอบ



อธิบายหลักการทำงานของวงจร

เมื่อไม่มีคน LDR ได้รับแสงจะทำให้ LDR มีความต้านทานต่ำ ส่งผลให้มีกระแสไหลไปที่ขา 2 ของไอซีเวลา 555 ทำให้กำเนิดสัญญาณพัลส์ออกเอาต์พุตที่ขา 3 ออกเป็นสัญญาณลอจิก 1 และเมื่อมีคนมายื่นบัง LDR หรือ LDR ไม่ได้รับแสง จะทำให้ LDR มีความต้านทานสูง ส่งผลทำให้ไม่มีกระแสไหลไปทริกเกอร์ที่ขา 2 ของไอซีเวลา 555 ทำให้สัญญาณพัลส์ที่ออกเอาต์พุตขา 3 จากสัญญาณลอจิก 1 เปลี่ยนเป็นสัญญาณลอจิก 0 เมื่อ LDR ยังรับแสง ทำให้เกิดสัญญาณที่ขา 3 มีลูกคลื่นสัญญาณครบ 1 ลูกคลื่น ส่งสัญญาณนาฬิกาหรือสัญญาณ Clock ที่ได้ส่งเข้าไปยังขา 14 ของไอซีนับ 7490 ทำให้ไอซีนับสัญญาณลูกคลื่นลูกที่ 1 เปลี่ยนสัญญาณเป็นเลขไบนารี่ BCD ออกเอาต์พุตเป็นลอจิก 0001 แล้วส่งสัญญาณเลขไบนารี่ BCD ไปเข้าขาอินพุตของไอซี เบอร์ 7448 เพื่อทำการถอดรหัสสัญญาณเลขไบนารี่

BCD เปลี่ยนเป็นสัญญาณเลขฐานสิบให้แสดงผลที่ 7 Segment ชนิดแคโถดร่วม แสดงผลเป็นเลข 1 และเมื่อ LDR ได้รับแสงอีกครั้ง ก็จะทำให้ LDR มีกระแสไหลไปที่ขา 2 ของไอซีเวลา 555 ทำให้กำเนิดสัญญาณพัลส์ออกเอาต์พุตที่ขา 3 เป็นสัญญาณลอจิก 1 รอตามเดิม จนกว่าจะมีคนมายื่นบังหรือเดินตัดผ่านทำให้ LDR ไม่ได้รับแสงอีกครั้ง จะทำให้ LDR ไม่มีกระแสไหลไปทริกเกอร์ที่ขา 2 ของไอซีเวลา 555 ทำให้ที่เอาต์พุตขา 3 เปลี่ยนเป็นสัญญาณลอจิก 0 แทน ทำใหเกิดสัญญาณกลับมาครบ 1 ลูกคลื่นส่งไปยังขา 14 ของไอซีนับ 7490 นับลูกคลื่นได้เป็นลูกที่ 2 แล้วส่งสัญญาณออกเอาต์พุตเป็นเลขไบนารี่ 0010 ไปให้ไอซี 7448 เพื่อทำการถอดรหัสเลขไบนารี่ BCD เปลี่ยนเป็นเลขฐานสิบ แสดงผลเป็นเลข 2 ไปเรื่อย ๆ

สรุปผลการทดลอง

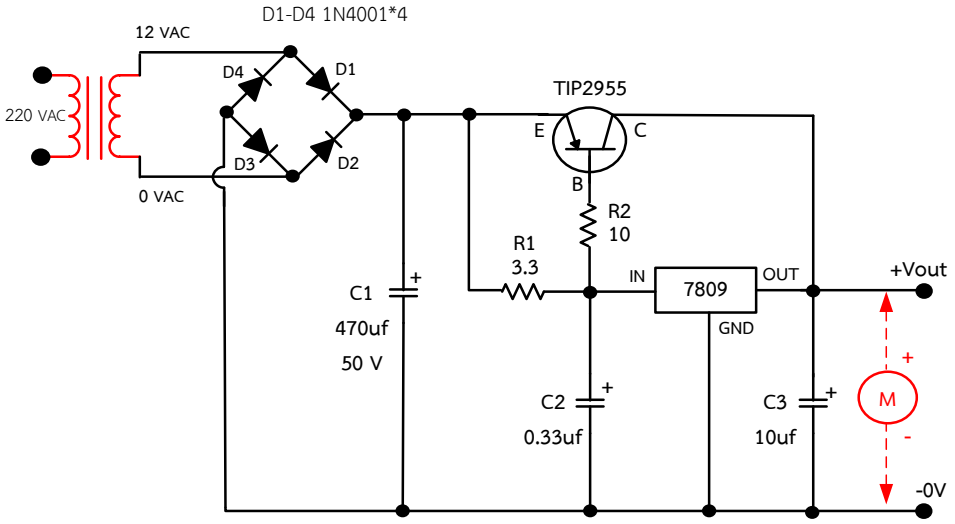
ตัวแสดงผลเป็นตัวเลขที่เป็น LED 7 Segment ที่ใช้งานมีอยู่ 2 แบบ คือ แบบ 7 Segment ชนิดแอโนดร่วม จะต้องใช้งานร่วมกับไอซีเบอร์ 7447 และแบบ 7 Segment ชนิดแคโถดร่วม จะต้องใช้งานร่วมกับไอซีเบอร์ 7448 เสมอ

	เฉลยใบงานการทดลองที่ 8 การใช้งานวงจรไอซีเร็กกูเลเตอร์	หน่วยที่ ..... สัปดาห์ที่ .....
	ชื่อวิชา วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน	สอนครั้งที่ .....
	เรื่อง การทดสอบวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงคงที่ด้วยไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ LM78XX	จำนวน ..... คาบ

ทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ LM78XX

การต่อใช้งานไอซีเร็กกูเลเตอร์ หรือไอซีรักษาแรงดันแบบค่าคงที่ (ไอซี 78XX)

ตัวอย่าง วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงคงที่ด้วยไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ 78XX และการต่อเพิ่มทรานซิสเตอร์เพื่อขยายกระแสให้กับโหลด สำหรับใช้ทดลองภาคปฏิบัติ แสดงดังในภาพที่ 8.4



ภาพที่ 8.4 วงจรรักษาระดับแรงดันแบบค่าคงที่ไฟบวกด้วยไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ 78XX และเพิ่มทรานซิสเตอร์เพื่อขยายกระแสให้กับโหลด

ที่มา : ธัญญ์พิชชา ท้วมทับ, [2558].

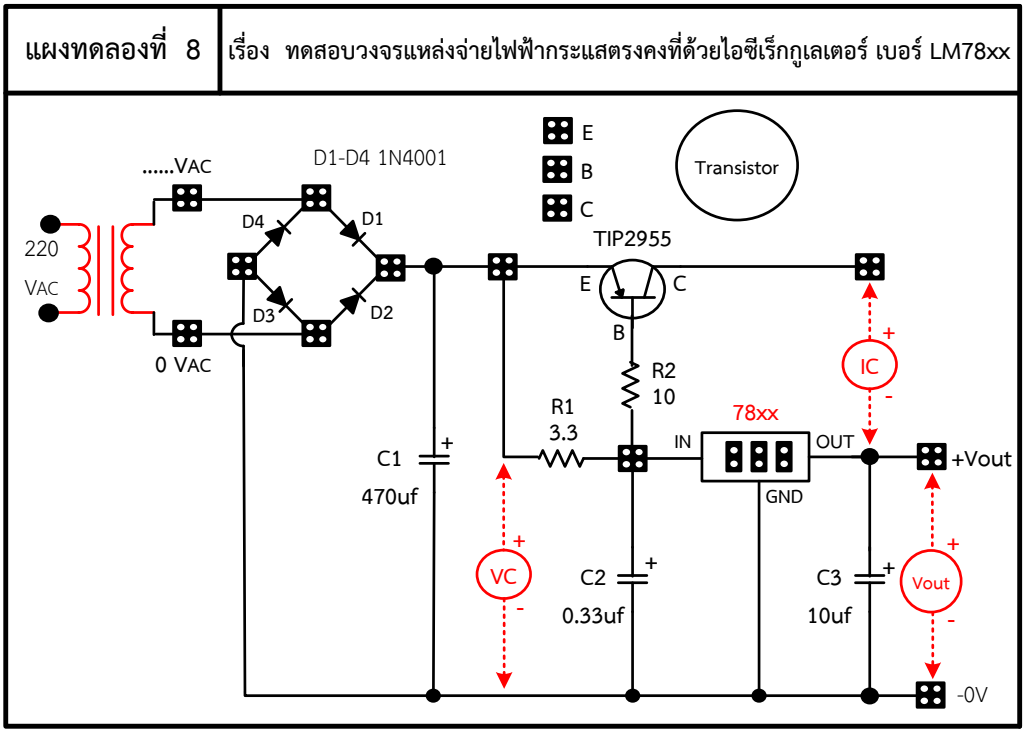
อธิบายหลักการทำงานของวงจร

ไอซีเร็กกูเลเตอร์ตระกูล MC7809 ทำหน้าที่ เป็นอุปกรณ์รักษาแรงดันแบบคงที่ไฟบวก โดยมีค่ารักษาแรงดันออกเอาต์พุตไฟบวกคงที่ ขนาด + 9 V การทำงานของวงจร คือ เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V_{AC} เข้าขดลวดขาเข้าของหม้อแปลงไฟฟ้า ทำให้หม้อแปลงไฟฟ้าลดแรงดันไฟฟ้าออกที่ขดลวดขาออกของหม้อแปลงไฟฟ้า 12 V_{AC} จ่ายแรงดันเข้าไปยังวงจรไดโอดบริดจ์เร็กติไฟเออร์ ซึ่งไดโอดบริดจ์ จะคอยทำหน้าที่ เรียงกระแสไฟฟ้าแบบเต็มคลื่นไฟบวกหรือทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเปลี่ยนเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงไฟบวก ส่งไปยังตัวเก็บประจุ C_1 เพื่อ

ทำหน้าที่ เก็บประจุไฟฟ้าเพื่อกรองแรงดันหรือกรองกระแสไฟตรงให้เรียบยิ่งขึ้น ก็จะคายประจุไฟฟ้าที่เรียบขึ้นนี้จ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังขา C ของทรานซิสเตอร์ เบอร์ 2955 และกระแสอีกส่วนหนึ่งไปจ่ายไปยังตัวต้านทาน R_1 เพื่อจ่ายกระแสเข้าไปยังขาอินพุตของไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ 7809 และกระแสไฟฟ้าอีกส่วนแบ่งจ่ายไปยังขา B ของทรานซิสเตอร์ เพื่อให้ทรานซิสเตอร์ช่วย ทำหน้าที่ ขยายกระแสไปเพิ่มร่วมกับกระแสไฟฟ้าที่จะออกจากขาเอาต์พุตของไอซีเร็กกูเลเตอร์ ส่งผลทำให้มีกระแสไฟฟ้าจ่ายออกไปใช้งานให้กับโหลดมีเพิ่มมากขึ้น ในวงจรใช้โหลดเป็นมอเตอร์ไฟตรง

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อวงจรตามภาพที่ 8.4 ลงในแผงการทดลองที่ 8 แสดงดังในภาพที่ 8.5 โดยในการทดลองให้เลือกใช้ไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ 7805 ในการใช้ต่อทดลองวงจร



ภาพที่ 8.5 แผงการทดลองที่ 8 สำหรับใช้ทดสอบวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงคงที่ด้วยไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ LM78XX

2. ต่อมัลติมิเตอร์เพิ่มลงในวงจรสำหรับใช้วัดกระแสไฟฟ้า I_C ลงบนแผงการทดลอง จากนั้นให้จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 12 V_{AC} เข้าทางขดลวดขาออกของหม้อแปลงไฟฟ้า แล้วทำการสังเกตผลการทดลอง พร้อมทั้งวัดและบันทึกหาค่าต่างๆ ลงในตารางที่ 8.1 กำหนดไว้

ตามลำดับ

3. ให้ทดลองเปลี่ยนตัวไอซีเร็กกูเลเตอร์เป็นเบอร์ 7809 แล้วทำการทดลองซ้ำตามข้อ 2 และบันทึกหาค่าต่างๆ ลงในตารางที่ 8.1 กำหนดไว้ตามลำดับ

ตารางที่ 8.1 ผลการบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าในวงจร

ไอซีเบอร์	กรณีเลือกใช้โหลด	มัลติมิเตอร์วัดค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า		
		V_C	V_{OUT}	I_C
7805	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	*17 V*	*5 V*	*80 mA*
	หลอดไฟ	*17 V*	*5 V*	*150 mA*
7809	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	*17 V*	*9 V*	*100 mA*
	หลอดไฟ	*17 V*	*9 V*	*220 mA*

คำถามหลังการทดลอง

1. ให้ผู้เรียนทดลองเปลี่ยนไอซีเร็กกูเลเตอร์เป็นเบอร์ 7812 แล้วนำไปต่อใช้งานในวงจรตามวงจรภาพที่ 8.4 ผลของแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ออกเอาต์พุตจะเป็นอย่างไร

   ตอบ

   แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ออกเอาต์พุต จะได้ 12 V

2. เมื่อนำไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ 7812 แล้วนำไปต่อใช้งานในวงจรตามวงจรภาพที่ 8.4 ผลการไหลของกระแสไฟฟ้าที่ออกเอาต์พุตจะเป็นอย่างไร

   ตอบ

   กระแสไฟฟ้าที่ออกเอาต์พุตจะมีค่าเพิ่มขึ้น ตามค่าแรงดันไฟฟ้าที่ออกเอาต์พุตเพิ่มขึ้น

สรุปผลการทดลอง

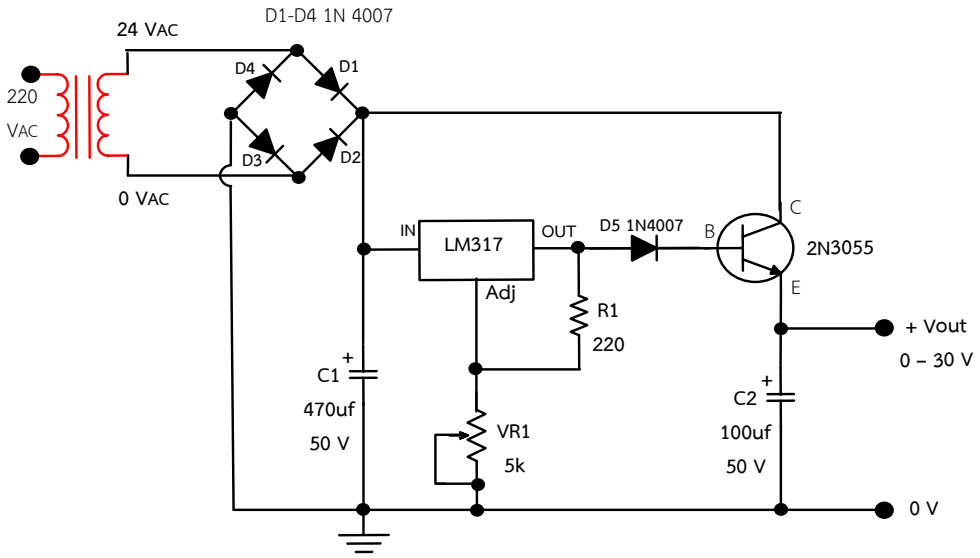
ไอซีรักษาระดับแรงดันจะมีข้อจำกัดเรื่องความสามารถในการจ่ายกระแสให้กับโหลด เช่น ไอซีรักษาระดับแรงดัน 78XX ที่สามารถจ่ายกระแสได้สูงสุดเท่ากับ 1 - 2 A ถ้าโหลดต้องการกระแสที่มากขึ้น ไอซีจะเกิดความร้อนเนื่องจากจ่ายกระแสเกิน และไอซีจะหยุดทำงาน จากปัญหาดังกล่าว การนำวงจรแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงด้วยไอซีรักษาระดับแรงดันตระกูล 78XX เมื่อนำมาต่อประยุกต์ใช้งานให้มีกระแสเอาต์พุตไหลมากกว่าที่ไอซี 78XX จะจ่ายให้กับโหลดได้ สามารถทำได้ด้วยวิธีการต่อทรานซิสเตอร์กำลังจากภายนอกเพิ่มเพื่อให้ทรานซิสเตอร์ช่วยทำหน้าที่ขยายกระแสเอาต์พุตที่ต้องการจะจ่ายให้กับโหลดมีเพิ่มมากขึ้น ตามวงจรภาพที่ 8.4 เป็นต้น

	เฉลยใบงานการทดลองที่ 9 การใช้งานวงจรไอซีเร็กกูเลเตอร์	หน่วยที่ ..... สัปดาห์ที่ .....
	ชื่อวิชา วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน	สอนครั้งที่ .....
	เรื่อง การทดสอบวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง ปรับค่าได้ด้วยไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ LM317	จำนวน ..... คาบ

ทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ LM317

วงจรการต่อใช้งานไอซีเร็กกูเลเตอร์ หรือไอซีรักษาแรงดันแบบปรับค่าได้

ตัวอย่าง การต่อใช้งานวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบปรับค่าได้ 0 - 30 V ด้วยไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ LM317 สำหรับใช้ทดลองปฏิบัติ แสดงดังในภาพที่ 9.2



ภาพที่ 9.2 การต่อใช้งานวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบปรับค่าได้ 0 - 30 V ด้วยไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ LM317

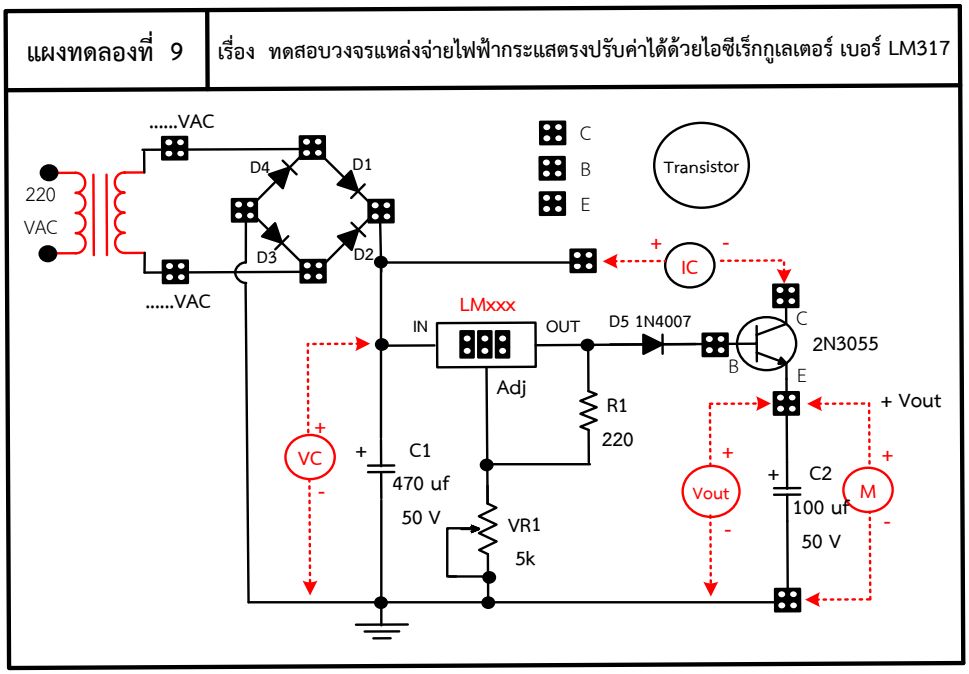
อธิบายหลักการทำงานของวงจร

วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบปรับค่าได้ 0 - 30 V ทนกระแสสูงสุดได้ 3 แอมป์ นี้ เป็นวงจรแหล่งจ่ายไฟที่ออกแบบง่าย วงจรดูแล้วไม่ยุ่งยาก เริ่มจากจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เข้าหม้อแปลงไฟฟ้าเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับค่าสูงทำการแปลงค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้ลดต่ำลงเป็น 24 V แล้วส่งไปยังวงจรเรียงกระแส (Rectifier) แบบบริดจ์ด้วยไดโอด 4 ตัว ทำการแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเปลี่ยนให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง และผ่านเข้าวงจรกรองกระแสด้วยตัวคาปาซิเตอร์ C_1 เพื่อกรองสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงให้เรียบยิ่งขึ้น ซึ่งจะมีผลทำให้ระดับแรงดันเพิ่มขึ้นเป็น 1.414 เท่า เป็นต่อวงจรเรียงกระแสแบบฟูลเวฟ จะได้ค่าแรงดันประมาณ 24×1.414 = 33.9 V แล้วตัวเก็บประจุก็จะคาย

ประจุไฟฟ้าจ่ายเข้าไปยังตัวไอซีรักษาระดับแรงดัน เบอร์ 317 มีแรงดันออกขาเอาต์พุต แล้วมีการป้อนกลับผ่านด้วยตัวต้านทาน R_1 ค่า 220 Ω ไปยัง VR_1 ค่า 5 kΩ ทำหน้าที่เป็นวงจรแบ่งแรงดัน แล้วนำแรงดันที่ตกคร่อมได้จาก VR_1 ป้อนกลับเข้าไปยังขา Adj ของไอซี เพื่อเป็นตัวกำหนดระดับแรงดันออกจากขาเอาต์พุตของไอซีออกใช้งานมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าแรงดันที่ตกคร่อมตัว VR_1 และกระแสไฟฟ้าไหลออกเอาต์พุตมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าแรงดันเอาต์พุตที่ออก ยกตัวอย่างเช่น มีค่าแรงดันออกเอาต์พุตมาก ก็จะส่งผลให้มีกระแสไหลออกเอาต์พุตออกไปใช้งานมากตาม จากการคายประจุของตัวเก็บประจุ C_1 จะมีกระแสอีกส่วนหนึ่งไหลไปยังขา C ของทรานซิสเตอร์กำลัง เบอร์ 2N3055 มีค่ากระแส I_C ที่ 15 A จึงการไบอัสทรานซิสเตอร์ที่ขา C ต่อเข้ากับไฟกระแสตรงที่ขาอินพุตของไอซี และขา B ต่อเข้ากับขาเอาต์พุตของไอซี LM317 ซึ่งเป็นตัวไบอัสแรงดัน V_{BE} ให้กับทรานซิสเตอร์ แรงดันไบอัสที่เปลี่ยนไปส่งผลทำให้ค่าแรงดันเอาต์พุตที่ขา E ของทรานซิสเตอร์เปลี่ยนไปด้วย ส่วนกระแสก็ขึ้นอยู่กับการกินกระแสของโหลดที่นำมาต่อใช้งาน ส่วนไดโอด D_5 จะเป็นตัวเสริมในการปรับแต่งแรงดันเอาต์พุต ซึ่งปกติเอาต์พุตของไอซี LM317 จะมีค่าแรงดันต่ำสุด 1.25 V และเมื่อนำไดโอด D_5 มาต่อเพิ่มจะทำให้แรงดันออกเอาต์พุตใช้งานจริงจะมีค่าลดลง ในการปรับแต่งค่าแรงดันสามารถทำได้โดยการปรับหมุนค่าความต้านทาน VR_1 ก็จะส่งผลให้สามารถปรับได้ค่าแรงดันเอาต์พุตออกไปใช้งานได้ประมาณ 0 - 30 V

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อวงจรตามภาพที่ 9.2 ลงในแผงการทดลองที่ 9 ซึ่งแสดงดังในภาพที่ 9.3 โดยในการทดลองให้เลือกใช้ไอซีเร็กกูเลเตอร์ เบอร์ LM317 ในการใช้ต่อทดลองวงจร



ภาพที่ 9.3 แผงการทดลองที่ 9 สำหรับใช้ต่อทดสอบวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ 0- 30 V

2. ต่อมัลติมิเตอร์เพิ่มลงในวงจรสำหรับใช้วัดกระแสไฟฟ้า I_C ลงบนแผงการทดลอง จากนั้นให้จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 24 V_{AC} เข้าทางขดลวดขาออกของหม้อแปลงไฟฟ้า แล้วทำการสังเกตผลการทดลอง พร้อมทั้งวัดและบันทึกหาค่าต่างๆ ตามตารางที่ 9.1 กำหนดไว้ตามลำดับ
3. ให้ทดลองปรับค่าแรงดันไฟฟ้าที่ออกเอาต์พุตให้มีค่าเท่ากับ 12 V_{DC} จากนั้นให้เลือกใช้โหลดที่เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 12 V_{DC} มาต่อใช้งาน แล้วทำการสังเกตผลการทดลอง พร้อมทั้งวัดและบันทึกหาค่าต่างๆ ตามตารางที่ 9.1 กำหนดไว้ตามลำดับ

ตารางที่ 9.1 ผลการบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าในวงจร

กรณี เลือกใช้โหลด	**ปรับค่าความต้านทาน VR_1 ให้มีแรงดันออกเอาต์พุต**	**มัลติมิเตอร์วัดค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า**		
		V_C	V_{out}	I_C
ยังไม่ใส่โหลด	1.25 V	*34 V*	*0 V*	*0 mA*
	15 V	*34 V*	*15 V*	*150 mA*
	30 V	*34 V*	*30 V*	*240 mA*
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	12 V	*34 V*	*12 V*	*100 mA*
หลอดไฟ	12 V	*34 V*	*12 V*	*200 mA*

4. จากนั้นให้ทดลองปรับค่าแรงดันไฟฟ้าที่ออกเอาต์พุตให้มีค่าเท่ากับ 12 V_{DC} จากนั้นให้เปลี่ยนมาเลือกใช้โหลดที่เป็นหลอดไฟ 12 V_{DC} นำมาต่อใช้งาน แล้วทำการสังเกตผลการทดลอง พร้อมทั้งวัดและบันทึกหาค่าต่างๆ ตามตารางที่ 9.1 กำหนดไว้ตามลำดับ

คำถามหลังการทดลอง

1. ให้ผู้เรียนทดลองเปลี่ยนมาใช้โหลดหลอดไฟ 9 V_{DC} กับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าปรับค่าได้ที่สร้างขึ้น ผู้เรียนคิดว่าผลของแรงดันตกคร่อมที่หลอดไฟ และกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอดไฟจะมีค่าเป็นอย่างไร อธิบายพอเข้าใจ จากนั้นให้ทดลองพร้อมทั้งสังเกตผลการทดลองที่ได้ว่าตรงกับความเข้าใจของผู้เรียนหรือไม่

   ตอบ

ก่อนจะเปลี่ยนมาใช้โหลดหลอดไฟ 9 V_{DC} จะต้องทำการปรับค่าแรงดันออกเอาต์พุตที่วงจรแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าปรับค่าได้ที่สร้างขึ้น นำมัลติมิเตอร์มาวัดแล้วปรับค่าแรงดันไฟฟ้าให้ได้ 9 V แล้วจะจะนำแรงดันไฟฟ้า 9 V ไปจ่ายให้กับหลอดไฟ 9 V ผลการวัดแรงดันตกคร่อมที่หลอดไฟจะมีค่าเท่ากับ 9 V คงเดิม ส่วนกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอดไฟจะมีค่าน้อยกว่า กรณีปรับปรงดันไฟฟ้าให้ออกเอาต์พุตใช้งานที่ 12 V ซึ่งผลการวัดกระแสไฟฟ้าได้ประมาณ 170 mA

2. ให้ผู้เรียนบอกข้อดี และข้อเสียของวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ เมื่อเทียบกับวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงคงที่

ตอบ

ข้อดีของวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ คือ ค่าแรงดันออกเอาต์พุตสามารถปรับเปลี่ยนค่าแรงดันไฟฟ้าใช้งานได้ตามที่โหลดต้องการได้ เช่น วงจรแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าปรับค่าได้ปรับค่าได้ 0 - 30 V จะนำไปใช้งานกับโหลดที่ต้องการแรงดันไฟฟ้าจ่ายให้ 15 V ก็ทำการปรับแรงดันไฟฟ้าให้ได้ 15 V แล้วก็นำไปป้อนจ่ายให้กับโหลดใช้งานได้

ข้อเสียของวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ คือ วงจรต่อใช้งานซับซ้อนและยุ่งยาก หม้อแปลงไฟฟ้าที่ต้องจ่ายให้ก็ต้องมีค่าแรงดันสูงกว่าค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ต้องการปรับใช้งานได้ ทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูง

ข้อดีของวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงค่าคงที่ คือ ค่าแรงดันออกเอาต์พุตจะมีค่าแรงดันไฟฟ้าใช้งานได้เป็นแบบคงที่ค่าเดียวและจะมีแรงดันไฟฟ้าค่าคงที่เท่ากับค่าที่กำหนดไว้ภายในวงจรของไอซีเบอร์ 78XX เท่านั้น เช่น ไอซี เบอร์ 7809 แรงดันที่ออกเอาต์พุตก็จะมีค่าเท่ากับ 9 V คงที่ เท่านั้น และวงจรการต่อใช้งานไม่ยุ่งยาก ต่อใช้งานง่าย

ข้อเสียของวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงค่าคงที่ คือ มีข้อจำกัดของค่าแรงดันที่ออกเอาต์พุตใช้งาน เมื่อนำไปใช้งานกับโหลดก็ต้องใช้กับโหลดที่มีค่าแรงดันไฟฟ้าคงที่ที่ออกเอาต์พุตของไอซีเบอร์ 78XX เท่านั้น

สรุปผลการทดลอง

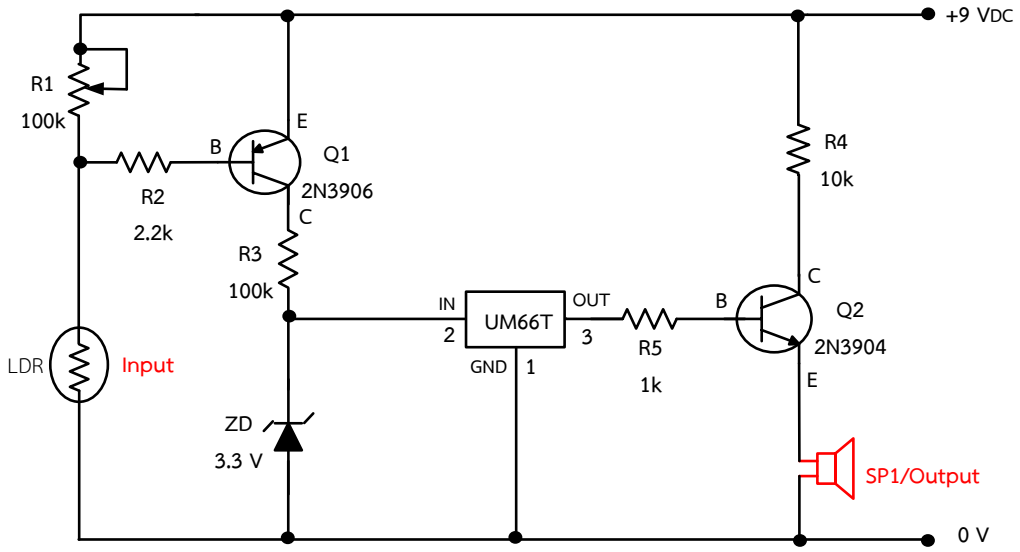
วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบปรับค่าได้ ด้วยไอซี เบอร์ 317 มีแรงดันออกเอาต์พุตประมาณ 1.25 – 37 V เท่านั้น และค่าแรงดันไฟฟ้าที่ออกเอต์พุตนั้นจะมีค่าปรับเปลี่ยนค่าได้เท่าไรนั้นขึ้นอยู่กับวงจรแบ่งแรงดันที่ประกอบไปด้วยตัวต้านทาน R_1 ต่ออนุกรมกับ ตัวต้านทานปรับค่าได้ VR_1 ซึ่งแรงดันที่ตกคร่อมได้จาก VR_1 จะป้อนกลับเข้าไปยังขา Adj ของไอซี เพื่อเป็นตัวกำหนดระดับแรงดันออกจากขาเอาต์พุตของไอซีออกใช้งานมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการปรับค่าแรงดันที่ตกคร่อมตัว VR_1 และกระแสไฟฟ้าไหลออกเอาต์พุตมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าแรงดันเอาต์พุตที่ออกด้วยเช่นกัน

	เฉลยใบงานการทดลองที่ 10 การใช้งานวงจรไอซีกำเนิดสัญญาณเสียง	หน่วยที่ ..... สัปดาห์ที่ .....
	ชื่อวิชา วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน	สอนครั้งที่ .....
	เรื่อง การทดสอบวงจรกำเนิดสัญญาณเสียงด้วยไอซี เบอร์ UM66T	จำนวน ..... คาบ

ทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การต่อวงจรประยุกต์ใช้งานไอซีกำเนิดสัญญาณเสียงดนตรีด้วยไอซีเบอร์ UM66

ตัวอย่าง วงจรตรวจจับแสง กำเนิดสัญญาณเสียงเพลงด้วยไอซี เบอร์ UM66T สำหรับใช้ทดลองปฏิบัติ แสดงดังในภาพที่ 10.3



ภาพที่ 10.3 วงจรตรวจจับแสง กำเนิดสัญญาณเสียงเพลงด้วยไอซี เบอร์ UM66T สำหรับใช้ต่อทดสอบ

อธิบายหลักการทำงานของวงจร

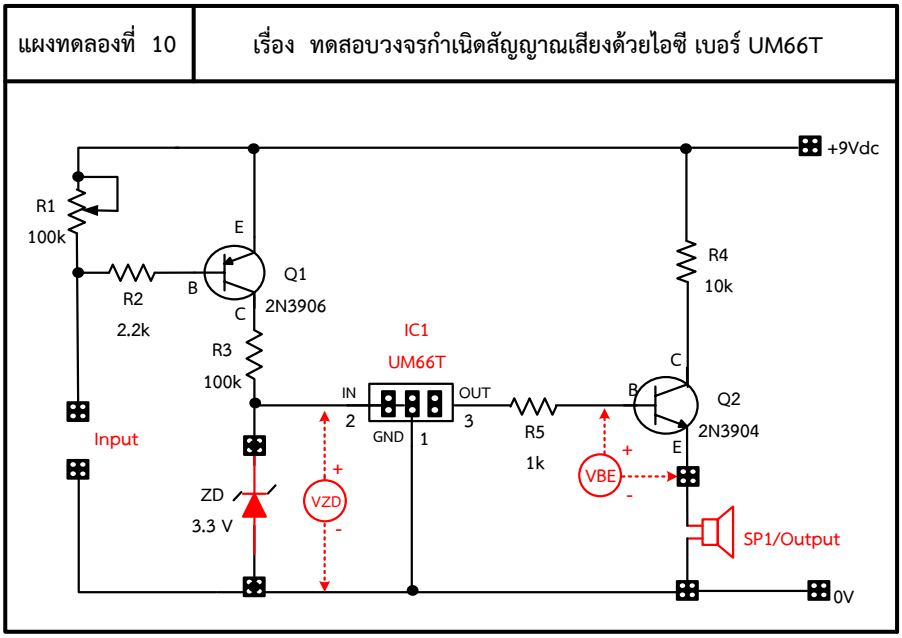
จากวงจรภาพที่ 10.3 หลักการทำงาน คือ เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 9 V_{DC} เข้าไปในวงจรจะเกิดมีกระแสจะไหลไปผ่าน R_4 แล้วรออยู่ที่ขา C ของทรานซิสเตอร์ Q_2 ชนิด NPN และกระแสอีกส่วนหนึ่งไหลไปยังรอที่ขา E ของทรานซิสเตอร์ Q_1 ชนิด PNP กระแสอีกส่วนจะไหลผ่าน R_1 ไปรอที่ขา LDR เมื่อ LDR สภาวะแรกได้รับแสง LDR จะมีค่าความต้านทานต่ำลง ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน LDR ลงกราวด์ได้ ทำให้เกิดมีศักดิ์ไฟฟ้าลบไปที่ขา B ทรานซิสเตอร์ Q_1 ชนิด PNP เกิดความต้านทานภายในต่ำลงทำให้กระแสไฟฟ้าที่ขา E สามารถไหลผ่านไปยังขา C ของทรานซิสเตอร์ Q_1 ทำงานได้ และมีกระแสไหลจากขาคอลเล็กเตอร์ผ่านตัวต้านทาน R_3 ไปยังตัวซีเนอร์ไดโอดครบวงจร ทำให้ซีเนอร์ไดโอด

เกิดแรงดันตกคร่อมประมาณ 3.3 V แบ่งแรงดันไฟฟ้าจ่ายไปเข้าขาอินพุตของไอซี UM66T ทำให้ไอซีทำหน้าที่ กำเนิดสัญญาณเสียงดนตรีออกขาเอาต์พุตของไอซีส่งสัญญาณไปยังขา B ของทรานซิสเตอร์ Q_2 เพื่อทำหน้าที่ขยายสัญญาณเสียงให้สูงขึ้น ส่งผลทำให้ทรานซิสเตอร์ Q_2 นำกระแสไหลผ่านทรานซิสเตอร์ขยายสัญญาณเสียงไปยังลำโพง ทำให้ลำโพงแปลงสัญญาณไฟฟ้าเป็นสัญญาณเสียงจนเกิดมีเสียงดังตามเพลงที่กำหนดไว้ในตัวไอซี UM66T

และเมื่อ LDR ไม่ได้รับแสง ทำให้ LDR มีค่าความต้านทานสูงขึ้น ทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน LDR ได้ ส่งผลให้เกิดมีศักดิ์ไฟฟ้าบวกที่ขา B ทรานซิสเตอร์ Q_1 ทำให้ความต้านทานภายในสูงขึ้น กระแสไฟฟ้าที่ขา E ไม่มีไหลไปยังขา C ของทรานซิสเตอร์ Q_1 ส่งผลทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลไปยังตัวต้านทาน R_3 และตัวซีเนอร์ไดโอดได้ ทำให้ไม่มีแรงดันไฟฟ้าไปจ่ายให้กับขาอินพุตของไอซี UM66T ส่งผลทำให้ไอซี UM66T ไม่กำเนิดสัญญาณเสียงดนตรีออกขาเอาต์พุตของไอซี จึงทำให้ไม่มีสัญญาณส่งไปให้ขา B ของทรานซิสเตอร์ Q_2 จึงทำให้ทรานซิสเตอร์ Q_2 ไม่นำกระแส และไม่มีสัญญาณเสียงส่งไปให้กับลำโพงเพื่อแปลงสัญญาณไฟฟ้าเป็นสัญญาณเสียงได้ ส่งผลทำให้ลำโพงไม่มีสัญญาณเสียงเพลงดังออกมาได้ แสดงดังในภาพที่ 10.3

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรโดยใช้ Input เป็นตัวต้านทานแปรค่าตามแสง (LDR) โดยให้เลือกใช้โหลดเป็นลำโพง
2. ต่อวงจรตามภาพที่ 10.3 ลงในแผงการทดลองที่ 10 ซึ่งแสดงดังในภาพที่ 10.4 โดยในการทดลองให้เลือกใช้ไอซี เบอร์ UM66T ในการใช้ต่อทดลองวงจร



ภาพที่ 10.3 แผงการทดลองที่ 10 สำหรับใช้ต่อวงจรตรวจจับแสง กำเนิดสัญญาณเสียงด้วยไอซี UM66T

3. ให้ทดลองปรับค่าแรงดันไฟฟ้าที่ออกเอาต์พุตให้มีค่าเท่ากับ 9 V_{DC} จากนั้นให้เลือกใช้โหลดเป็นลำโพง 9 V_{DC} มาต่อใช้งาน แล้วทำการสังเกตผลการทดลอง พร้อมทั้งวัดและบันทึกหาค่าต่างๆ ตามตารางที่ 10.1 กำหนดไว้ตามลำดับ

ตารางที่ 10.1 ผลการบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าในวงจร

สภาวะการทำงาน LDR กรณี	V_{ZD}	V_{BE}	I_C	**เอาต์พุตแสดงผล** (ลำโพง ดัง/ไม่ดัง)
รับแสง	*3.3 V*	*0.7 V*	*35 mA*	*ดัง*
ไม่รับแสง	*0 V*	*9 V*	*0 mA*	*ไม่ดัง*

คำถามหลังการทดลอง

1. เมื่อใส่ลำโพงเข้าไปเป็นโหลดในวงจรแล้ว ให้สังเกตเสียงที่ออกจากลำโพงจะมีเสียงดังออกเป็นลักษณะใด

   ตอบ

   เมื่อ LDR ได้รับแสง จะทำให้มีแรงดันตกคร่อมเป็นศักดิ์ไฟลบเกิดขึ้นที่ขา B ของทรานซิสเตอร์ Q_1 ส่งผลทำให้ทรานซิสเตอร์ Q_1 ทำงาน เกิดแรงดันตกคร่อมที่ตัวซีเนอร์ไดโอด ประมาณ 3.3 V จ่ายแรงดันไฟฟ้าไปยังขาอินพุตของไอซี เบอร์ UM66T จึงทำไอซีทำงานจะเกิดมีสัญญาณเสียงเพลงส่งออกไปยังขา B ของทรานซิสเตอร์ Q_2 ทำงานทำให้ทรานซิสเตอร์ Q_2 ทำหน้าที่ ขยายสัญญาณเสียงเพลงให้มีสัญญาณสูงขึ้น ส่งผลทำให้ลำโพงเกิดมีเสียงเพลงดังขึ้น

2. ให้ผู้เรียนช่วยกันแสดงความคิดเห็นว่าวงจรที่ทดลองนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวันอะไรได้บ้าง

   ตอบ

   สามารถนำไปใช้เป็นเสียงปลุกยามเช้า หรือกล่องของขวัญเสียงเพลง เป็นต้น

สรุปผลการทดลอง

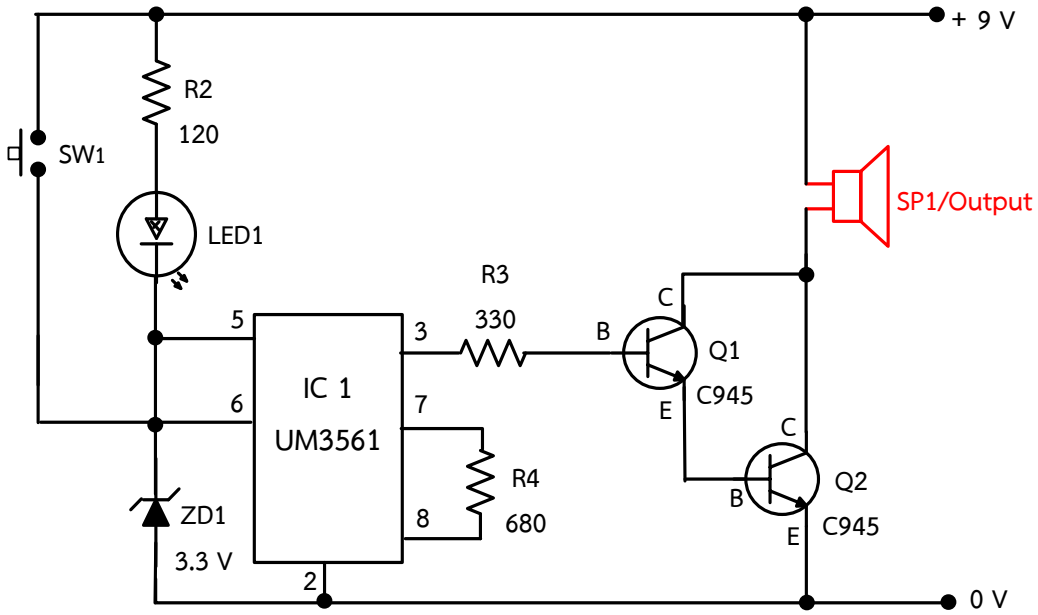
ไอซี UM66 เป็นไอซีที่ทำหน้าที่ กำเนิดเสียงเมโลดี้หรือเสียงเพลงตามการบรรจุหรือกำหนดเสียงเพลงต่าง ๆ ไว้ สำหรับ ไอซี UM66 จะเก็บความจำหรือบรรจุเพลงไว้ เบอร์ละ 1 เพลง เท่านั้น การใช้งานแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่จะจ่ายให้มีข้อจำกัดใช้ได้ตั้งแต่ 1.5 – 4.5 V เท่านั้น มีขาต่อใช้งาน 3 ขา โดยระบุขาใช้งานชัดเจนว่าขา 1 เป็นขา GND , ขา 2 เป็นขา Input และขา 3 เป็นขา Output เมื่อนำไปต่อใช้งานต้องต่อให้ถูกขาเท่านั้น ถ้าต่อผิดอาจส่งผลทำให้ไอซีพังเสียหายได้

	เฉลยใบงานการทดลองที่ 11 การใช้งานวงจรไอซีกำเนิดสัญญาณเสียง	หน่วยที่ ..... สัปดาห์ที่ .....
	ชื่อวิชา วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน	สอนครั้งที่ .....
	เรื่อง การทดสอบวงจรกำเนิดสัญญาณเสียงด้วยไอซี เบอร์ UM3561T	จำนวน ..... คาบ

ทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การต่อวงจรประยุกต์ใช้งานไอซีกำเนิดสัญญาณเสียงดนตรีด้วยไอซีเบอร์ 3561T

ตัวอย่าง วงจรกำเนิดเสียงด้วยไอซีเบอร์ UM3561T กรณี แหล่งจ่ายไฟตรงคือ +9V สำหรับใช้ทดลองปฏิบัติ แสดงดังในภาพที่ 11.3



ภาพที่ 11.3 วงจรกำเนิดเสียงด้วยไอซีเบอร์ UM3561T กรณี แหล่งจ่ายไฟตรงคือ +9V
ที่มา : [Online], https://www.electroschematics.com/6116/tiny-door-guard/, [2558].

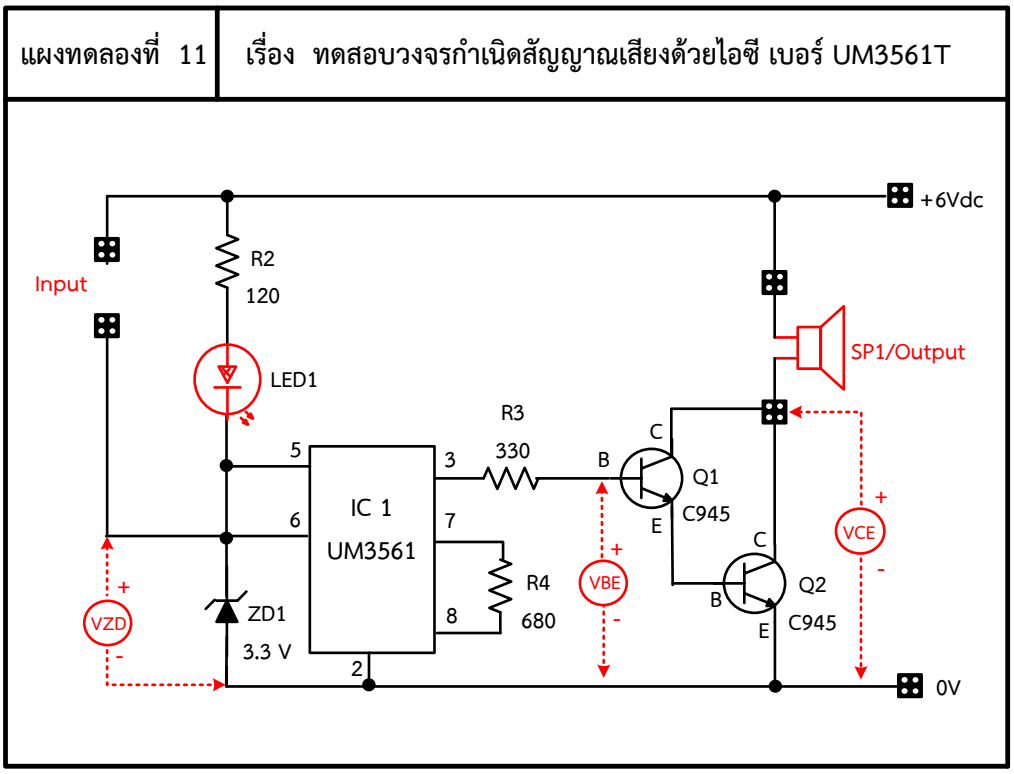
อธิบายหลักการทำงานของวงจร

จากภาพที่ 11.3 หลักการทำงานของวงจรกำเนิดเสียงด้วยไอซีเบอร์ UM3561T คือ กรณีจ่ายแรงดันไฟตรงให้กับวงจร + 9V ซึ่งมีค่าแรงดันมากกว่าที่ตัวไอซีต้องการ ดังนั้น ก่อนจ่ายแรงดันเข้าไปที่ขา 5 ของไอซี ผ่านสวิตช์แม่เหล็กนั้น ในการออกแบบจึงควรต้องใช้ซีเนอร์ไดโอด 3.3 V มาต่อใช้งานเพิ่ม เพื่อทำหน้าที่ คอยควบคุมแรงดันไฟฟ้าให้เหลือค่าแรงดันตกคร่อมประมาณ 3.3 V ก่อน

จ่ายเข้าขาอินพุตที่ขา 5 ของไอซี ทำให้เกิดข้อมูลสัญญาณเสียงต่าง ๆ ตามการเลือกกดสวิตช์ใช้งาน ส่งผลให้เกิดสัญญาณเสียงออกมาที่ขา 3 ของไอซีผ่านตัวต้านทานไปที่ขา B ของทรานซิสเตอร์ Q_1 และ Q_2 ทำให้ทรานซิสเตอร์มีกระแสไฟฟ้าไหลไปที่ขา E ของทรานซิสเตอร์ลงกราวด์ครบวงจร ทรานซิสเตอร์ทำงานขยายสัญญาณเสียง ส่งผลทำให้ลำโพงดัง จากวงจรภาพที่ 11.3 นี้ เลือกวิธีการไม่ต่อใช้งานขา 6 และขา 1 จึงทำให้ไอซีทำงานกำเนิดสัญญาณเสียงเป็นเสียงไซเรนตำรวจ

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ให้ต่อวงจรตามภาพที่ 11.3 ลงในแผงการทดลองที่ 11 ซึ่งแสดงดังในภาพที่ 11.4 โดยในการทดลองให้เลือกใช้ไอซี เบอร์ UM3561T ในการใช้ต่อทดลองวงจร



ภาพที่ 11.4 แผงการทดลองที่ 11 สำหรับใช้ต่อวงจร ทดสอบวงจรกำเนิดสัญญาณเสียงด้วยไอซี เบอร์ UM3561T

2. ให้ทดลองปรับค่าแรงดันไฟฟ้าที่ออกเอาต์พุตให้มีค่าเท่ากับ 9 V_{DC} จากนั้นให้เลือกใช้โหลดเป็นลำโพง 9 V_{DC} มาต่อใช้งาน แล้วทำการสังเกตผลการทดลอง พร้อมทั้งวัดและบันทึกหาค่าต่าง ๆ ตามตารางที่ 10.1 กำหนดไว้ตามลำดับ

ตารางที่ 10.1 ผลการบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าในวงจร

สภาวะการทำงาน สวิตช์ SW_1 กรณี	V_{ZD}	V_{BE}	V_{CE}	I_C	**เอาต์พุตแสดงผล** (ลำโพง ดัง/ไม่ดัง)
OFF	*0 V*	*0 V*	*9 V*	*0 mA*	*ไม่ดัง*
ON	*3.3 V*	*1.4 V*	*0.7 V*	*65 mA*	*ดัง*

คำถามหลังการทดลอง

1. ให้ผู้เรียนเปลี่ยน Input เป็น LDR แล้วลองทดลองว่าการทำเป็นอย่างไร

   ตอบ

   วงจรจะทำงานเมื่อมีแสงเข้ามา และวงจรจะหยุดการทำงานเมื่อไม่มีแสง

2. ให้ผู้เรียนคิดว่าวงจรนี้สามารถไปประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวันอย่างไรควรเปลี่ยนอินพุตไหม และใช้เอาต์พุตอะไร

   ตอบ

   สามารถประยุกต์ใช้เป็นวงจรเตือนน้ำล้นโดยปล่อยเอาต์พุตลอยไว้พอน้ำขึ้นมาถึงวงจรจะทำงานและลำโพงจะดัง

สรุปผลการทดลอง

ไอซีเบอร์ 3561T ทำหน้าที่ กำเนิดสัญญาณไฟฟ้าหรือกำเนิดสัญญาณเสียงดนตรีสามารถสร้างเสียงไซเรนได้ 4 แบบ ดังนี้ เสียงไซเรนตำรวจ ไซเรนรถพยาบาล ไซเรนดับเพลิง และเสียงปืนกล ไอซีเบอร์ UM66T นี้ใช้งานพลังงานต่ำ และเป็นไอซีกำเนิดไฟฟ้าไซเรนต้นทุนต่ำที่ออกแบบมาเพื่อใช้กับของเล่นเด็ก โครงสร้างภายในของตัวไอซีมีวงจรออสซิลเลเตอร์ และวงจรปรับเลือกโทนเสียงได้

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ – นามสกุล นางสาวธัญญ์พิชชา ท้วมทับ
วัน เดือน ปีเกิด 22 กันยายน พ.ศ. 2517
ที่อยู่ปัจจุบัน 9 หมู่ 4 ต. วังกะพี้ อ. เมือง จ.อุตรดิตถ์ 53170
เบอร์โทรที่สามารถติดต่อได้ 097 – 945 - 6245

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2536	สำเร็จระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคอุตรดิตถ์
พ.ศ. 2538	สำเร็จประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์
พ.ศ. 2541	สำเร็จระดับประกาศนียบัตรครูเทคนิคชั้นสูง (ปทส.) สาขาเอก ครูไฟฟ้าสื่อสาร วิทยาลัยช่างกลปทุมวัน กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2548	สำเร็จระดับปริญญาโท ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต (ค.อ.ม.) สาขาไฟฟ้า แขนงเอก อิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ประวัติการทำงานปัจจุบัน

พ.ศ. 2542 - 2544	ปฏิบัติการสอน วิทยาลัยเทคนิคตราด สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์
พ.ศ. 2544 - ปัจจุบัน	ปฏิบัติการสอน วิทยาลัยเทคนิคอุตรดิตถ์ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์