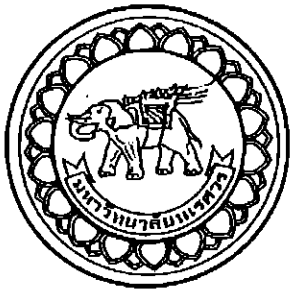


หุ่นยนต์วิ่งตามแสง

ROBOT RUNNING THE LIGHT

นายปราณ เปาประดิษฐ์ รหัส 47380244

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 19 มี.ค. 2555
เลขทะเบียน 1573963
เลขเรียกหนังสือ ม.ร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ม444น 2552

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2552

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน หุ่นยนต์วิ่งตามแสง

ผู้ดำเนินโครงงาน นายปราณ เปาประดิษฐ์ รหัส 47380244

ที่ปรึกษาโครงงาน ผศ.ดร.สุชาติ แย้มเม่น

สาขา วิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2552

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(ผศ.ดร.สุชาติ แย้มเม่น)

.....กรรมการ

(ดร.ชัยรัตน์ พินทอง)

.....กรรมการ

(ดร.อัครพันธ์ วงศ์กังแห)

หัวข้อโครงงาน	หุ่นยนต์วิ่งตามแสง
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายปราณ เปาประดิษฐ์ รหัส 47380244
ที่ปรึกษาโครงงาน	ผศ.ดร.สุชาติ แย้มเม่น
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2552

.....

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อออกแบบและพัฒนาหุ่นยนต์ที่สามารถเดินตามลำแสงของไฟฉายด้วยการใช้อุปกรณ์ตัวต้านทานไวแสง 2 ตัวร่วมกับทรานซิสเตอร์ 4 ตัวในการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ขับเคลื่อนล้อของหุ่นยนต์ทั้งด้านซ้ายและด้านขวา

จากผลการทดสอบการเดินหุ่นยนต์ตามลำแสงของไฟฉาย พบว่า หุ่นยนต์ที่พัฒนาขึ้นมีศักยภาพในการเดินไปตามทิศทางลำแสงที่กำหนดไปข้างหน้า เลี้ยวซ้าย และเลี้ยวขวา โดยมีระยะห่างระหว่างกระบอกไฟฉายถึงตัวหุ่นยนต์ที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 30 เซนติเมตร ถึง 40 เซนติเมตร ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ สามารถนำหุ่นยนต์ที่พัฒนาขึ้นไปประยุกต์ใช้งานในพื้นที่เสี่ยงอันตรายหรือสถานที่ซึ่งมนุษย์เข้าไม่ได้

Project title	Robot Running the Light		
Name	Mr.Parn	Paopradit	ID. 47380244
Project adviser	Mr.Suchart	Yammen, Ph.D	
Major	Electrical Engineering		
Department	Electrical and Computer Engineering		
Academic year	2009		

.....

Abstract

This project aims to design and develop a robot that can walk by the beam of the flashlight. This robot works by using the two light dependent resistors with the four transistors in order to control left and right motor driven wheels. From the testing results, the developed robot is capable of walking in the beam direction of moving forward and turning left and right. The optimum distance between the flashlight and the robot is efficiently in the range of 30 cm to 40 cm. In addition, the developed robot can be applied in a risk area or a place where people could not access.

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีก็ด้วยความช่วยเหลือและให้คำแนะนำจาก ผศ.ดร.สุชาติ แย้มเม่น อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้ และขอขอบคุณ ดร.อัครพันธ์ วงศ์กังแห และดร.ชัยรัตน์ พินทอง ที่ให้ความกรุณาในแนวคิด ช่วยชี้แนะแนวทางในการทำโครงงาน ตลอดจนเอื้อเฟื้อเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวกับการทำโครงงานนี้อีกทั้งยังช่วยแนะนำแหล่งข้อมูลในการค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม ทำให้เป็นประโยชน์ต่อโครงงานของผู้จัดทำเป็นอย่างมาก

ท้ายสุดขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ญาติพี่น้อง ที่คอยดูแลและคอยเป็นกำลังใจ เป็นผู้สนับสนุนในด้านต่างๆ มาโดยตลอดในการทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้ และขอขอบพระคุณบุคคลต่างๆ ที่ไม่ได้กล่าวถึง รวมทั้งแหล่งข้อมูลที่เอื้อต่อการทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้ด้วย

นายปราณ เปาประดิษฐ์

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค

กิตติกรรมประกาศ ..... ง

สารบัญ ..... จ

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญรูป ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 ขอบข่ายของโครงงาน 1

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน 1

1.5 แผนการดำเนินโครงงาน 2

1.6 ผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.7 งบประมาณของโครงการ 3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี 4

2.1 บทนำ 4

2.2 ตัวต้านทานไวแสง (Light Dependent Resistor: LDR) 4

2.2.1 คุณสมบัติทางแสงของตัวต้านทานไวแสง 4

2.2.2 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของตัวต้านทานไวแสง 5

2.2.3 การประยุกต์ใช้ Light Independent Resistor (LDR) ในวงจรปิดเปิดสวิตซ์ 6

2.3 มอเตอร์กระแสตรง (Direct Current Motor: D.C. Motor) 6

2.3.1 หลักการของมอเตอร์กระแสไฟฟ้าตรง 7

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.4 ทรานซิสเตอร์ (Transistor) 8

2.4.1 การประยุกต์ใช้งานทรานซิสเตอร์แบบสวิตซ์ 9

2.4.2 การประยุกต์ใช้งานทรานซิสเตอร์ทำงานเป็นตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้ 10

2.4.3 การไบอัสให้กับทรานซิสเตอร์ 11

2.5 กฎแบ่งแรงดัน (Voltage Dividers) 16

บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงการ 21

3.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง 21

3.2 ออกแบบวงจรควบคุมหุ่นยนต์ 21

3.3 พัฒนาหุ่นยนต์ 28

3.3.1 การพัฒนาส่วนของวงจรควบคุม 29

3.3.2 การพัฒนาส่วนของตัวหุ่นยนต์ 30

3.4 ทดสอบหุ่นยนต์ 32

3.5 วิเคราะห์และสรุปผลการทดสอบ 32

3.6 จัดทำรูปเล่มรายงาน 32

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง 33

4.1 ผลการทดสอบการควบคุมบังคับทิศทางของหุ่นยนต์วิ่งตามแสง 33

4.2 วิธีการทดสอบและผลการควบคุมหุ่นยนต์วิ่งตามแสงจากระยะไกล 36

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินโครงการ 37

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ 37

5.2 ปัญหาที่พบขณะที่ดำเนินโครงการ 37

5.3 ข้อเสนอแนะ 37

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

เอกสารอ้างอิง..... 38

ภาคผนวก..... 40

ภาคผนวก ก การติดตั้งโปรแกรม Eagle Layout Version 5.7.0..... 41

ภาคผนวก ข อุปกรณ์..... 44

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน..... 48

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.5 แผนการดำเนินโครงงาน 2

4.1 สถานะในการทำงานทรานซิสเตอร์และมอเตอร์ของหุ่นยนต์วิ่งตามแสง ที่ตกกระทบตัวต้านทานไวแสงทั้งสองด้าน 33

4.2 สถานะในการทำงานทรานซิสเตอร์และมอเตอร์ของหุ่นยนต์วิ่งตามแสง ที่ตกกระทบตัวต้านทานไวแสงทางด้านซ้าย 34

4.3 สถานะในการทำงานทรานซิสเตอร์และมอเตอร์ของหุ่นยนต์วิ่งตามแสง ที่ตกกระทบตัวต้านทานไวแสงทางด้านขวา 35

4.4 ผลการทดสอบควบคุมหุ่นยนต์เดินหน้าตามแสงจากระยะไกล 36

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 โครงสร้างของตัวต้านทานไวแสง LDR 4

2.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความไวของตัวต้านทาน LDR กับความยาวคลื่น 5

2.3 แสดงวงจรการประยุกต์ใช้ Light Independent Resistor (LDR) ในวงจรปิดเปิดสวิตซ์ 6

2.4 แสดงโครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 7

2.5 แสดงกฎมือซ้ายของเฟลมมิ่ง (Fleming 'left hand rule) 7

2.6 การเชื่อมต่อของสารกึ่งตัวนำและตำแหน่งขาของทรานซิสเตอร์ PNP และ NPN 8

2.7 แสดงการแยกประเภทของทรานซิสเตอร์ชนิด NPN และชนิด PNP 8

2.8 ทรานซิสเตอร์ที่ทำงานเป็นสวิตซ์ปิดเปิด 9

2.9 สภาวะ OFF ของทรานซิสเตอร์ 10

2.10 วงจรสมมูลของทรานซิสเตอร์ที่ใช้เป็นตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้ 10

2.11 การทำงานของทรานซิสเตอร์แบบ NPN 11

2.12 ผลของอุณหภูมิที่มีผลต่อ แรงดัน V_{BE} 13

2.13 ผลของอุณหภูมิที่มีผลต่อค่า h_{FE} 13

2.14 วงจรไบอัสแบบคงที่ 14

2.15 วงจรทางด้านอินพุตของการไบอัสแบบคงที่ 15

2.16 วงจรทางด้านเอาต์พุตของการไบอัสแบบคงที่ 16

2.17 แสดงวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบที่ไม่มีโหลดและแบบที่มีโหลด 17

2.18 วงจรแบ่งแรงดันที่ไม่มีโหลด 17

2.19 วงจรการแบ่งแรงดันที่มีโหลด 19

3.1 แสดงขั้นตอนการดำเนินงานโครงงานหุ่นยนต์วิ่งตามแสง 21

3.2 วงจรหุ่นยนต์วิ่งตามแสงตาม 22

3.3 ภาพไอคอนของโปรแกรม Eagle Layout 5.7.0 22

3.4 หน้าต่างคำสั่งในเมนู EAGLE License 23

3.5 หน้าต่างคำสั่งในเมนู "New Project" 23

3.6 แสดงการเลือกตามคำสั่ง Project > New > Schematic 23

3.7 แสดงหน้าต่างของ Schematic 24

3.8 ภาพแสดงปุ่ม "add" 24

3.9 หน้าต่างแสดงเมนู Frames ในการออกแบบวงจร 24

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.10 หน้าต่าง Frames ที่ได้รับจากการเลือกเมนูตามต้องการ	25
3.11 ค่าที่ใช้สำหรับการติดตั้ง Grid	25
3.12 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์	25
3.13 การลากเส้นระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ ของวงจรโดยใช้คำสั่ง “Wire”	26
3.14 ภาพเมนู “File”และเมนู “Switch to board”	26
3.15 หน้าต่างแสดงภาพการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งหมด	27
3.16 การจัดเรียงอุปกรณ์ที่ได้ออกแบบตามวงจรในรูปที่ 3.2	27
3.17 ภาพการตั้งค่าส่วนที่จะแสดงในDisplay	28
3.18 แผ่นพิมพ์ลายวงจรที่ได้ออกแบบตามความต้องการ	28
3.19 ลายชุดอุปกรณ์และตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ทางไฟฟ้า	29
3.20 ตำแหน่งในการติดตั้งกระบะถ่าน	30
3.21 ตำแหน่งในการติดตั้งล้อหลัง	30
3.22 ตำแหน่งในการติดตั้งมอเตอร์ทั้งสองและสายไฟ	31
3.23 แผ่นด้านบนและล่างของหุ่นยนต์	31
3.24 ภาพด้านข้างของหุ่นยนต์	31
4.1 ตำแหน่งความต้านทานไวแสง LDR 1 บนตัวหุ่นยนต์	34
4.2 ตำแหน่งความต้านทานไวแสง LDR 2 บนตัวหุ่นยนต์	35

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

เนื่องจากระบบการขนส่งในปัจจุบัน ทั้งทางเรือ ทางเครื่องบิน หรือทางรถ ราง ยังมีขีดจำกัดในการขนส่ง คือ ไม่สามารถที่จะขนส่งไปยังที่ที่อันตราย หรือขนส่งระหว่างดาวเคราะห์ต่างๆ เหตุผลหลักเพราะ การขนส่งใช้ระยะเวลาที่ยาวนาน สถานที่มีความปลอดภัยน้อย ใช้พลังงานเชื้อเพลิงมาก จึงทำให้เกิดแนวคิดที่จะสร้างหุ่นยนต์ที่มีความสามารถในการเดินตามแสง โดยอาศัยหลักการทำงานของความต้านทานไวแสง (Light Independent Resistor, LDR) และแรงขับเคลื่อนจากมอเตอร์ ทำให้สามารถควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ได้จากระยะที่ไกล รวมทั้งช่วยให้แก้ไขปัญหาเรื่องการขนส่งไปยังสถานที่ซึ่งมีความเสี่ยงสูงต่อมนุษย์

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อออกแบบ พัฒนา และทดสอบหุ่นยนต์วิ่งตามแสงจากไฟฉาย

1.3 ขอบข่ายของโครงงาน

ใช้แสงจากไฟฉายรุ่นพานาโซนิคบีเอฟสี่สี่สาม (Panasonic BF-443) ในการนำพาหุ่นยนต์

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ในการออกแบบ พัฒนา และทดสอบหุ่นยนต์วิ่งตามแสงจากไฟฉาย มีการดำเนินโครงงานทั้งหมด 7 ขั้นตอน คือ

1.4.1 ศึกษาทฤษฎีและงานที่เกี่ยวข้อง

1.4.2 รวบรวมข้อมูลที่จะใช้ในการทำโครงงาน

1.4.3 ศึกษาการทำงานของความต้านทานไวแสง (LDR)

1.4.4 ศึกษาและออกแบบหุ่นยนต์

1.4.5 ทดสอบและปรับปรุงแก้ไขหุ่นยนต์

1.4.6 วิเคราะห์และสรุปผลการทดสอบ

1.4.7 รวบรวมข้อมูลทั้งหมดเข้ารูปเล่มพร้อมรายงาน

1.5 แผนการดำเนินโครงงาน

กิจกรรม	ระยะเวลาดำเนินการ (เดือน)								
	ปี 2551						ปี 2552		
	ก.ค	ส.ค	ก.ย	ต.ค	พ.ย	ธ.ค	ม.ค	ก.พ	มี.ค
1.5.1 ศึกษาทฤษฎีและงานที่เกี่ยวข้อง	←	→							
1.5.2 รวบรวมข้อมูลที่จะใช้ในการทำโครงงาน	←	→							
1.5.3 ศึกษาการทำงานของความต้านทานวัดแสง (LDR)		←	→						
1.5.4 ศึกษาและออกแบบหุ่นยนต์		←	→						
1.5.5 ทดสอบและปรับปรุงแก้ไขหุ่นยนต์				←	→				
1.5.6 วิเคราะห์และสรุปผลการทดสอบ					←	→			
1.5.7 รวบรวมข้อมูลทั้งหมดเข้ารูปเล่มพร้อมรายงาน							←	→	

1.6 ผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 นักศึกษาได้เรียนรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและการทำงานของวงจรตัววัดแสงประเภท LDR

1.6.2 นักศึกษาได้ทักษะในการพัฒนาหุ่นยนต์วิ่งตามแสงและทดลองใช้งานจริง

1.6.3 นำความรู้ที่ได้รับจากการควบคุมการเคลื่อนของหุ่นยนต์ด้วยแสงมาประยุกต์ใช้งาน

1.7 งบประมาณของโครงการ

งบประมาณค่าใช้จ่ายในการทำโครงงาน "หุ่นยนต์วิ่งตามแสง" มีรายละเอียดค่าใช้จ่ายตลอดทั้งโครงงาน ดังนี้

ค่าอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	300	บาท
ค่ากระดาษและถ่ายเอกสาร	100	บาท
ค่าอุปกรณ์คอมพิวเตอร์	100	บาท
ค่าจัดทำรูปเล่ม	500	บาท
รวมเป็นเงิน	1,000	บาท (หนึ่งพันบาทถ้วน)

หมายเหตุ ถั่วเฉลี่ยทุกรายการ

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1บทนำ

ในการจัดทำโครงงานหุ่นยนต์วิ่งตามแสงมีความจำเป็นโดยจะต้องอาศัยหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องหลายเรื่อง คือ ต้านทานประเภทไวแสง (Light Independent Resistor: LDR) มอเตอร์กระแสตรง (DC Motor) ทรานซิสเตอร์ (Transistor) และวงจรแบ่งแรงดัน (Voltage Dividers)

2.2 ตัวต้านทานไวแสง (Light Dependent Resistor: LDR)

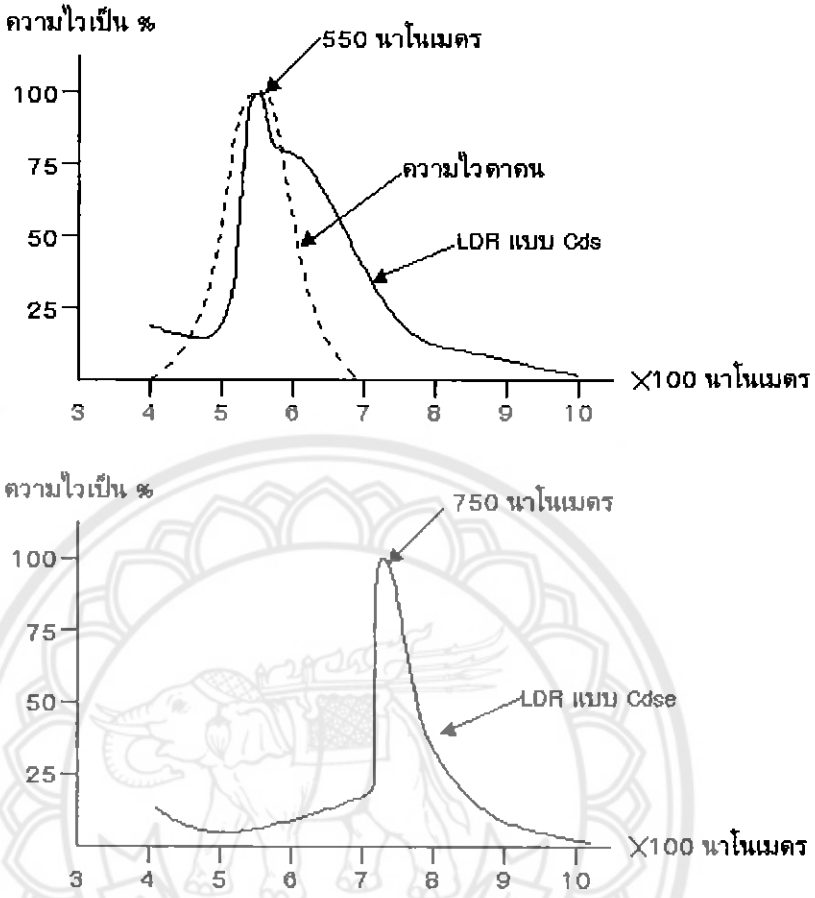
ตัวต้านทานไวแสงหรือเรียกย่อๆ ว่า "LDR" ทำมาจากสารแคดเมียมซัลไฟล์ (Cds) หรือแคดเมียมซีลิไนด์ (Cdse) และเป็นสารประกอบชนิดกึ่งตัวนำมาฉาบบนแผ่นเซรามิคที่ใช้เป็นฐานรอง พร้อมขาจากสารที่ฉาบไว้ดังโครงสร้าง ในรูปที่ 2.1

รูปที่ 2.1 โครงสร้างของตัวต้านทานไวแสง LDR

แหล่งอ้างอิง: http://www.elecnet.chandra.ac.th/learn/tipntrick/ldr/default.htm

2.2.1 คุณสมบัติทางแสงของตัวต้านทานไวแสง

จากรูป 2.2 ตัวต้านทาน LDR ไวต่อแสงในช่วงคลื่น 400 - 1000 นาโนเมตร (1 นาโนเมตร เท่ากับ 10^{-9} เมตร) ซึ่งครอบคลุมช่วงคลื่นที่ไวต่อตาคน (400 - 700 นาโนเมตร) คือตัว LDR ไวต่อแสงอาทิตย์และแสงจากหลอดไส้ หรือ หลอดเรืองแสง และยังไวต่อแสงอินฟาเรดที่ตามองไม่เห็น ช่วงคลื่นตั้งแต่ 700 นาโนเมตรขึ้นไป



รูปที่ 2.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความไวของตัวต้านทาน LDR กับความยาวคลื่น

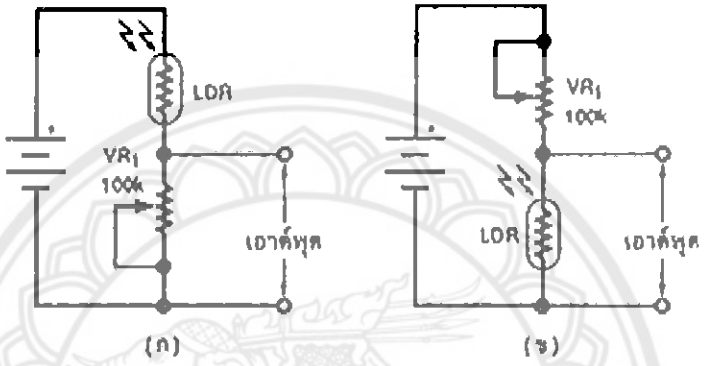
แหล่งอ้างอิง: http://www.elecnet.chandra.ac.th/learn/tipntrick/ldr/default.htm

2.2.2 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของตัวต้านทานไวแสง

อัตราส่วนของความต้านทาน LDR ขณะมีแสงกับไม่มีแสงมีค่าต่างกัน 100 ถึง 10,000 เท่า แล้วแต่ชนิดของความต้านทาน ค่าความต้านทานขณะไม่มีแสงมีค่าตั้งแต่ 0.5 MΩ (เมกะโอห์ม) ขึ้นไป และค่าความต้านทานขณะมีแสงจะมีค่าน้อยกว่า 10 KΩ(กิโลโอห์ม) ตัวตานทาน LDR มีความสามารถทนแรงดันสูงสุดได้มากกว่า 100 โวลต์ และทนกำลังไฟได้ 50 mW

2.2.3 การประยุกต์ใช้ Light Independent Resistor (LDR) ในวงจรปิดเปิดสวิตซ์

การประยุกต์ใช้ตัวต้านทาน LDR ในวงจรควบคุมปิดเปิดมอเตอร์ ทำโดยนำ LDR มาต่อแบบอนุกรมเข้ากับตัวต้านทานในรูปแบบของวงจรแบ่งแรงดัน ดังรูปวงจรที่ 2.3 (ก) ซึ่งมีหลักการทำงาน คือ ถ้ามีแสงสว่างมาก LDR จะมีความต้านทานต่ำทำให้แรงดันส่วนใหญ่ตกคร่อมที่ R1 แรงดันเอาท์พุตจึงมีค่าสูงเท่ากับแรงดันไฟเลี้ยง และถ้านำ LDR มาต่อแบบอนุกรมดังรูป 2.3 (ข) แล้ว เมื่อมีแสงสว่างตกกระทบ LDR มาก (จะมีความต้านทานต่ำ) แรงดันส่วนใหญ่ตกคร่อมที่ LDR มีค่าน้อยมาก

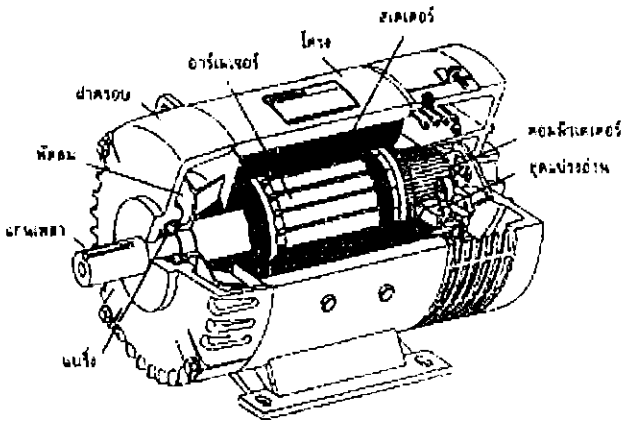


รูปที่ 2.3 แสดงวงจรการประยุกต์ใช้ Light Independent Resistor (LDR) ในวงจรปิดเปิดสวิตซ์

แหล่งอ้างอิง: http://www.mwit.ac.th/~ponchai/CAI_electronics/image/LDR.HTM

2.3 มอเตอร์กระแสตรง (Direct Current Motor: D.C. Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง(Direct Current Motor) หรือเรียกว่าดี.ซี มอเตอร์ (D.C. Motor) คือ เครื่องกลไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นพลังงานกลชนิดหมุน ภายในโครงสร้างของมอเตอร์กระแสตรงโดยสังเขปประกอบไปด้วย แบริ่ง แกนเพลา พัดลม ฝาครอบ แกนเหล็กอาร์เมเจอร์ ขดลวดอาร์เมเจอร์ สเตเตอร์ คอมมิวเตเตอร์ ชุดแปลงถ่านและตัวโครงสร้าง ของมอเตอร์ดังในรูปที่ 2.4

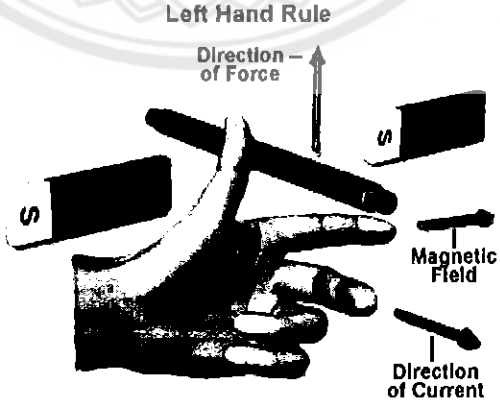


รูปที่ 2.4 แสดงโครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

แหล่งอ้างอิง: http://research.crma.ac.th/2549/index.php/%E0%B8%A0%E0%B8%B2%E0%B8%9E:Pp6.jpg

2.3.1 หลักการของมอเตอร์กระแสไฟฟ้าตรง

หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เมื่อมีแรงดันกระแสไฟฟ้าตรงเข้าไปในมอเตอร์ กระแสส่วนหนึ่งจะผ่านแปรงถ่านคอมมิวเตเตอร์เข้าไปที่ขดลวดอาร์มาเจอร์สร้างสนามแม่เหล็กขึ้น และกระแสไฟฟ้าอีกส่วนหนึ่งจะไหลเข้าไปในขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field coil) สร้างขั้วแม่เหล็กไฟฟ้าเหนือ-ใต้ขึ้น ในช่วงเวลาเดียวกัน ตามคุณสมบัติของเส้นแรงแม่เหล็กแล้วจะไม่ตัดกันแต่มีการหักล้างและการเสริมกัน ทำให้เกิดแรงบิดในตัวอาร์มาเจอร์ ซึ่งวางแกนเพลาอยู่กับตลับลูกปืนของมอเตอร์ ทำให้เกิดการหมุน ขณะที่ทิศทางการหมุนของขดลวดอาร์มาเจอร์ซึ่งอยู่บนแกน (Rotor) เป็นไปตามกฎมือซ้ายของเฟลมมิ่ง (Fleming 'left hand rule) ดังในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แสดงกฎมือซ้ายของเฟลมมิ่ง (Fleming 'left hand rule)

แหล่งอ้างอิง: http://www.magnet.fsu.edu/education/tutorials/java/handrules/index.html

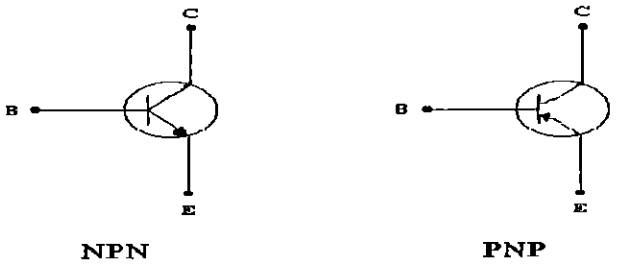
2.4 ทรานซิสเตอร์ (Transistor)

ทรานซิสเตอร์ เกิดจากวัสดุประเภทสารกึ่งตัวนำชนิด P และชนิด N มารวมกันที่มีรอยต่อระหว่างเนื้อสารสองรอยต่อ ทรานซิสเตอร์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ทรานซิสเตอร์ชนิด PNP จะมีการเชื่อมต่อของสารกึ่งตัวนำชนิด P ต่อกับชนิด N และ P ดังแสดงในรูปที่ 2.6 (ก) และทรานซิสเตอร์ชนิด NPN จะมีการเชื่อมต่อของสารกึ่งตัวนำชนิด N ต่อกับชนิด P และ N ดังแสดงในรูปที่ 2.6 (ข) รอยต่อจากสารกึ่งตัวนำนี้มีจุดต่อเป็นขาทรานซิสเตอร์ เพื่อเชื่อมโยงหรือบัดกรีกับอุปกรณ์อื่นๆ ทำให้ทรานซิสเตอร์มี 3 ขา ซึ่งเรียกแต่ละขาว่า คอลเลคเตอร์ (สัญลักษณ์ C) อิมิตเตอร์ (สัญลักษณ์ E) และ เบส (สัญลักษณ์ B)

รูปที่ 2.6 การเชื่อมต่อของสารกึ่งตัวนำและตำแหน่งขาของทรานซิสเตอร์ PNP และ NPN

แหล่งอ้างอิง: http://www.chontech.ac.th/~electric/e-learn/unit12/unit12.htm

ทรานซิสเตอร์ชนิด NPN และชนิด PNP ประกอบด้วยไดโอดจำนวน 2 ตัว ได้แก่ B-C ไดโอด และ B-E ไดโอด ทรานซิสเตอร์ชนิด NPN สังเกตจากไดโอดทั้งสองจะต่อกันแบบหลังชนหลัง แต่ถ้าเป็นทรานซิสเตอร์ชนิด PNP ไดโอดทั้งสองจะชี้เข้าไปยังขาเบสดังแสดงในรูปที่ 2.7

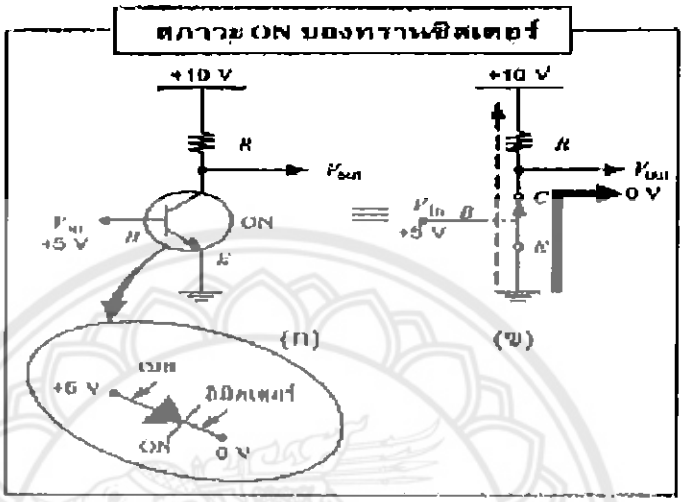


รูปที่ 2.7 แสดงการแยกประเภทของทรานซิสเตอร์ชนิด NPN และชนิด PNP

แหล่งอ้างอิง: http://www.chontech.ac.th/~electric/e-learn/unit12/unit12.htm

2.4.1 การประยุกต์ใช้งานทรานซิสเตอร์แบบสวิตซ์

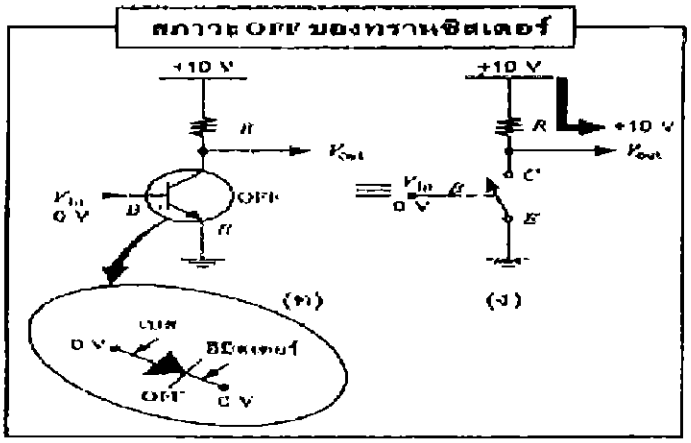
การใช้งานทรานซิสเตอร์เป็นสวิตซ์ปิด-เปิดวงจร ทรานซิสเตอร์จะถูกควบคุมโดยเบส-อิมิตเตอร์ไดโอด (B-E) เมื่อ เบส-อิมิตเตอร์ไดโอด ได้รับไบอัสตรงทรานซิสเตอร์จะอยู่สภาวะ ON ดังรูปที่ 2.8 (ก) แต่ถ้าเบส-อิมิตเตอร์ไดโอดได้รับไบอัสกลับทรานซิสเตอร์จะอยู่ในสภาวะ OFF ดังรูปที่ 2.9 (ค)



รูปที่ 2.8 ทรานซิสเตอร์ที่ทำงานเป็นสวิตซ์ปิดเปิด

แหล่งอ้างอิง: http://www.chontech.ac.th/~electric/e-learn/unit12/unit12.htm

โดยการป้อนกระแสเบส (I_B) ให้กับเบสของทรานซิสเตอร์ เพื่อให้รอยต่อระหว่างคอลเลคเตอร์กับ อิมิตเตอร์สามารถนำกระแสได้ จะต้องจ่ายกระแสเบสให้ทรานซิสเตอร์ให้เกิดการนำกระแสจนอิ่มตัวเพื่อให้เกิดกระแสไหลผ่านรอยต่อคอลเลคเตอร์กับอิมิตเตอร์ ณ จุด C และ E ทำให้ทรานซิสเตอร์สามารถทำงานเป็นสวิตซ์ได้โดยอาศัยจุดคอลเลคเตอร์และอิมิตเตอร์



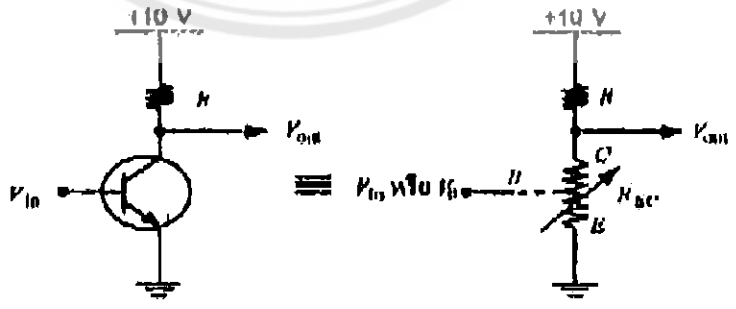
รูปที่ 2.9 สภาวะ OFF ของทรานซิสเตอร์

แหล่งอ้างอิง: http://www.chontech.ac.th/~electric/e-learn/unit12/unit12.htm

จากรูปที่ 2.9 (ง) เมื่อหยุดปล่อยกระแสเบส (I_B) ให้กับทรานซิสเตอร์ **ทรานซิสเตอร์จะไม่สามารถทำงานเป็นสวิตซ์** กระแสคอลเลคเตอร์จะไม่ไหลผ่านรอยต่อไปสู่อิมิตเตอร์ ($I_C = 0$) ขณะนี้ทรานซิสเตอร์จะอยู่ในสภาวะCut off ทำให้จุด C และ E เปิดทำให้ไม่มีกระแสไหลผ่าน

2.4.2 การประยุกต์ใช้งานทรานซิสเตอร์ทำงานเป็นตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้

การใช้งานทรานซิสเตอร์นอกจากจะใช้เป็นสวิตซ์เปิดปิดวงจรแล้วยังสามารถประยุกต์ใช้เป็นตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้ โดยมีวงจรสมมูล แสดงดังรูปที่ 2.10



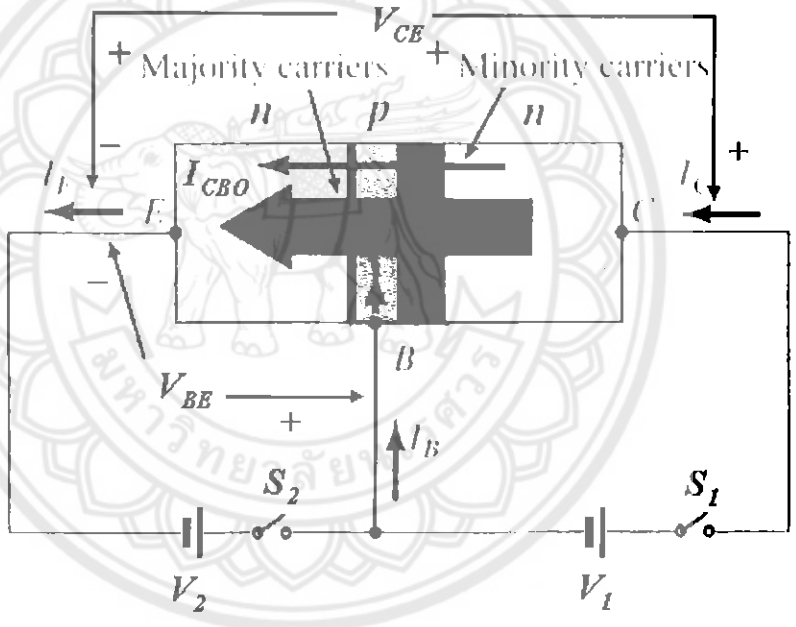
รูปที่ 2.10 วงจรสมมูลของทรานซิสเตอร์ที่ใช้เป็นตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้

แหล่งอ้างอิง: http://www.chontech.ac.th/~electric/e-learn/unit12/unit12.htm

จากรูปที่ 2.10 เมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้า +5 V ที่ขาเบสอินพุตทำให้เกิดค่าความต้านทานต่ำระหว่างอิมิตเตอร์และคอลเลคเตอร์จะทำให้ทรานซิสเตอร์มีสภาพเสมือนปิดสวิตซ์ และเมื่อให้แรงดันไฟฟ้า O V จ่ายเข้าที่เบสอินพุต กลับทำให้เกิดค่าความต้านทานสูงระหว่างอิมิตเตอร์และคอลเลคเตอร์ จะทำให้ทรานซิสเตอร์มีสภาพเสมือนเปิดสวิตซ์

2.4.3 การไบอัสให้กับทรานซิสเตอร์

การไบอัส (Biasing) หมายถึง การกำหนดค่าแรงดันและกระแสทางไฟฟ้ากระแสตรงให้กับอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์เพื่อให้ทรานซิสเตอร์ทำงานตามต้องการ (NPN) ดังรูปที่ 2.11 จากคุณสมบัติของทรานซิสเตอร์ที่ทำ มาจากสารเจอรมันเนียม มีค่าแรงดันตกคร่อม V_{BE} = 0.3 V และทำมาจากสารซิลิกอนมีค่า V_{BE} = 0.7 V (ที่ 25 องศาเซลเซียส)



รูปที่ 2.11 การทำงานของทรานซิสเตอร์แบบ NPN

แหล่งอ้างอิง: http://www.elecpnt.rmutl.ac.th/attachments/015_el_lesson4.pdf

จากกระแสของทรานซิสเตอร์

$$I_E = I_C + I_B \quad (1)$$

ซึ่งอัตราส่วนของกระแส I_C ต่อ I_B จะแทนด้วยสัญลักษณ์ β (เบต้า) หรือ h_{FE} ส่วนอัตราส่วนของกระแส I_C ต่อ I_E แทนด้วยสัญลักษณ์ α (อัลฟลา) และ อัตราส่วนของกระแส I_E ต่อ I_B แทนด้วยสัญลักษณ์ γ (แกรมม่า) ซึ่งแต่ละตัวจะมีความสัมพันธ์กัน ดังนี้คือ

เบต้าในเทอมอัลฟลา $$\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha} \quad (2)$$

เบต้าในเทอมแกรมม่า $$\beta = \gamma - 1 \quad (3)$$

อัลฟลาในเทอมเบต้า $$\alpha = \frac{\beta}{\beta+1} \quad (4)$$

อัลฟลาในเทอมแกรมม่า $$\alpha = \frac{\gamma-1}{\gamma} \quad (5)$$

แกรมม่าในเทอมมเบต้า $$\gamma = \beta+1 \quad (6)$$

แกรมม่าในเทอมอัลฟลา $$\gamma = \frac{1}{1-\alpha} \quad (7)$$

อัตราส่วนของของกระแสในตัวทรายซิสเตอร์ I_B และ I_C จากสมการ

$$I_C = h_{FE} I_B \quad (8)$$

หรือ

$$I_B = \frac{I_C}{h_{FE}}$$

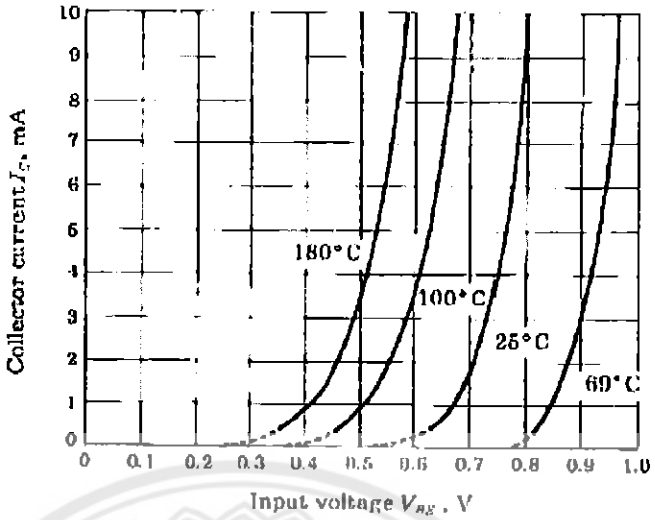
ดังนั้นจะได้

$$\begin{aligned} I_E &= I_B + h_{FE} I_B \\ &= (1 + h_{FE}) I_B \\ &\cong I_C \end{aligned}$$

และ

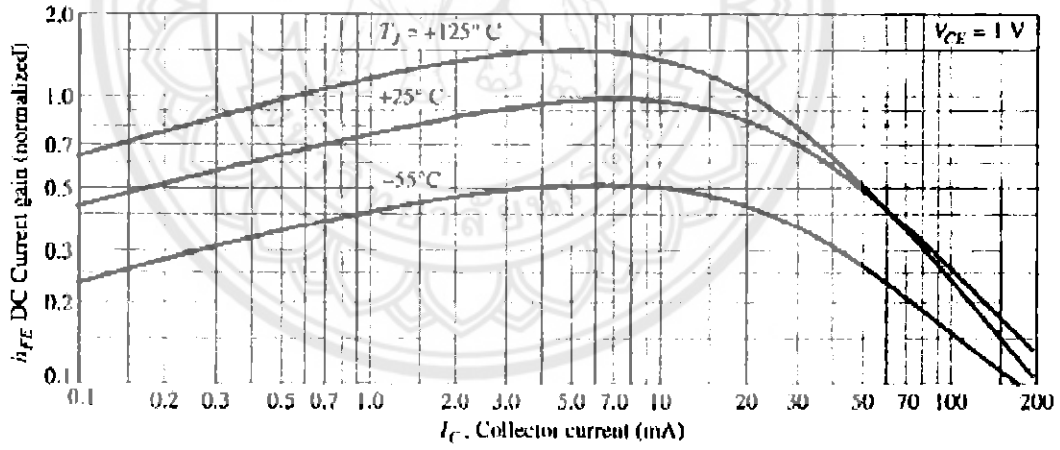
$$I_C = I_{C(\text{majority})} + I_{CBO(\text{minority})} \quad (9)$$

เมื่อทรานซิสเตอร์ทำงานที่อุณหภูมิที่ต่างจากอุณหภูมิห้องก็จะทำให้ค่ากระแส I_C เปลี่ยนแปลงตามแรงดัน V_{BE} ดังรูปที่ 2.12 และค่าของ h_{FE} จะเปลี่ยนแปลงตามกระแส I_C ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.12 ผลของอุณหภูมิที่มีผลต่อ แรงดัน V_{BE}

แหล่งอ้างอิง: http://www.elecpnt.rmutl.ac.th/attachments/015_el_lesson4.pdf



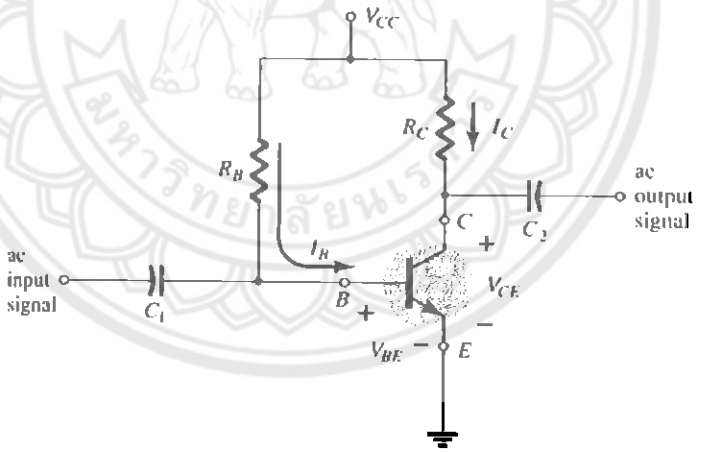
รูปที่ 2.13 ผลของอุณหภูมิที่มีผลต่อค่า h_{FE}

แหล่งอ้างอิง: http://www.elecpnt.rmutl.ac.th/attachments/015_el_lesson4.pdf

เมื่อนำเอาทรานซิสเตอร์ไปใช้งานจริง จะพบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นคือ ทรานซิสเตอร์แต่ละตัวจะมีคุณสมบัติและจุดทำงานที่แตกต่างกันออกไป ถ้าให้กระแสไหลในวงจรมากเกินไปจะทำ ให้ทรานซิสเตอร์อยู่ในสภาวะอิ่มตัวได้ และถ้าลดกระแสมากเกินไปก็อาจจะทำให้ถึงจุดคัทออฟได้

ปัญหาอีกอย่างหนึ่งคือ เวลาใช้งานเมื่อทรานซิสเตอร์แต่ละตัวต้องการกระแสไม่เท่ากัน หรือจุดทำงานแตกต่างกันไปแล้วแต่เบอร์ของทรานซิสเตอร์ จึงจำเป็นที่แหล่งจ่ายจะต้องเปลี่ยนแปลงตามไปด้วยแต่เวลาใช้งานจริงจะใช้แหล่งจ่ายหลาย ๆ ภาค ก็จะเป็นการสิ้นเปลืองโดยใช่เหตุ จึงจำเป็นต้องมีการจัดการทำงานให้กับทรานซิสเตอร์หรือที่เรียกว่า การจัดไบอัสทรานซิสเตอร์ การไบอัสทรานซิสเตอร์แบ่งออกเป็น 3 แบบคือ การไบอัสแบบคงที่ (Fixed Biasing) การไบอัสแบบป้อนกลับ (Self Biasing) การไบอัสแบบสเตบิไลซ์ (Stabilize Biasing) แต่ในกรณีศึกษาทำหุ่นยนต์จะกล่าวเฉพาะ การไบอัสแบบคงที่ (Fixed Biasing)

การไบอัสแบบคงที่เป็นการไบอัสแบบที่ง่ายที่สุด ซึ่งเป็นการพิจารณาวงจรไบอัสแบบคงที่ในขณะที่ไม่มีสัญญาณเข้ามาทาง อินพุต ซึ่ง C_1 เป็นตัวเก็บประจุทำหน้าที่ คับปลิ้งสัญญาณอินพุตเข้ามายังขาเบสของทรานซิสเตอร์ทำให้กระแสเบสแปรไปตามอินพุต และกระแสคอลเลคเตอร์ก็จะแปรผันตามกระแสเบสทำให้สัญญาณเอาต์พุตมีขนาดใหญ่กว่าอินพุต และจะถูกนำออกไปยังวงจรอื่นโดย C_2 แสดงดังรูปวงจรที่ 2.14



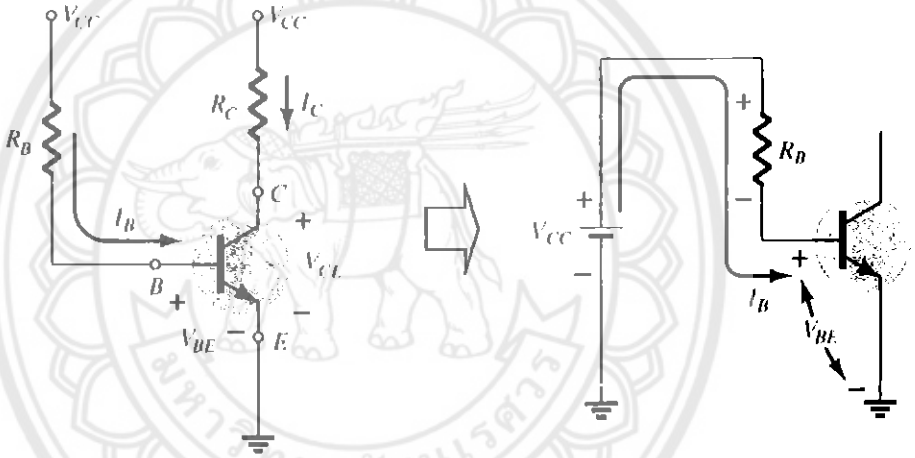
รูปที่ 2.14 วงจรไบอัสแบบคงที่

แหล่งอ้างอิง: http://www.elecpnt.rmutl.ac.th/attachments/015_el_lesson4.pdf

วงจรตามรูปที่ 2.14 ความต้านทาน R_B เป็นความต้านทานที่กำหนดค่ากระแส I_B โดยมีแรงดันV_{CC} จ่ายไบอัสตรงให้กับขา B เทียบกับขา E เมื่อกระแส I_B ไหลจะทำให้กระแส I_C ไหลด้วย ทรานซิสเตอร์เมื่อนำกระแสจะเกิดความร้อน ทำให้ความต้านทานรอยต่อระหว่างขา C และขา E ลดลงกระแส I_C จะไหลมากขึ้น ซึ่งถ้ายังจ่าย V_{BE} เท่าเดิม กระแส I_B จะไหลมากขึ้น นั่นหมายถึง

ไบอัสที่จ่ายให้ขา B ของทรานซิสเตอร์มากเกินไป R_B ซึ่งถูกกำหนดไบอัสให้ขา B ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ทำให้ไบอัสถูกจ่ายให้ขา B ของทรานซิสเตอร์มากขึ้นตลอดเวลา กระแส I_C ก็จะไหลมากขึ้นตลอดเวลาทรานซิสเตอร์จะร้อนมากขึ้นทุกขณะจนชำรุดเสียหายได้

นอกจากนี้ I_{CBO} ยังมีความไวต่ออุณหภูมิสูง เช่น ทรานซิสเตอร์ที่ทำจากเยอรมันเนียม ค่า I_{CBO}จะเพิ่มขึ้นประมาณหนึ่งเท่าตัวทุก ๆ อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ที่เพิ่มขึ้นสูงกว่าอุณหภูมิห้อง เป็นผลให้ค่าของกระแส IC มีค่าสูงขึ้นตามไปด้วย มีข้อดี คือ ใช้อุปกรณ์น้อย และมีข้อเสีย คือ ไม่คงที่ต่ออุณหภูมิ ไม่สามารถนำไปใช้งานแบบต่อเนื่องได้จากวงจรที่ในรูปที่ 2.14 สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วงจร คือวงจรการไบอัสทางอินพุต แสดงวงจรดังรูปที่ 2.15 และ วงจรการไบอัสทางเอาต์พุต แสดงวงจรดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.15 วงจรทางด้านอินพุตของการไบอัสแบบคงที่

แหล่งอ้างอิง: http://www.elecpnt.rmuti.ac.th/attachments/015_el_lesson4.pdf

จากรูปที่ 2.15 เมื่อพิจารณาโดยใช้กฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์ (KVL) จะได้สมการ

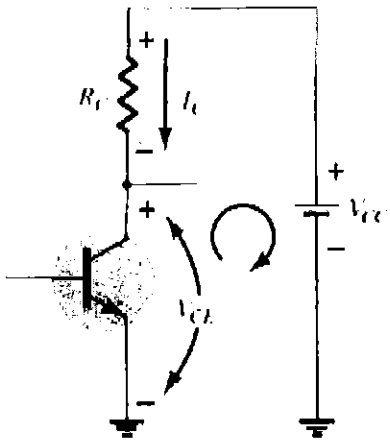
$$V_{CC} - I_B R_B - V_{BE} = 0$$

$$V_{CC} = I_B R_B + V_{BE} \quad (10)$$

ดังนั้น I_B จึงถูกจำกัดค่า ด้วย R_B ดังนี้

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B} \quad (11)$$

$$R_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{I_B} \quad (12)$$



รูปที่ 2.16 วงจรทางด้านเอาต์พุตของการไบอัสแบบคงที่

แหล่งอ้างอิง: http://www.elecpnt.rmutl.ac.th/attachments/015_el_lesson4.pdf

จากรูปที่ 2.16 เขียนสมการเพื่อหาค่า I_C และ V_{CE} จากความสัมพันธ์ของ I_C กับ I_B **จะได้**

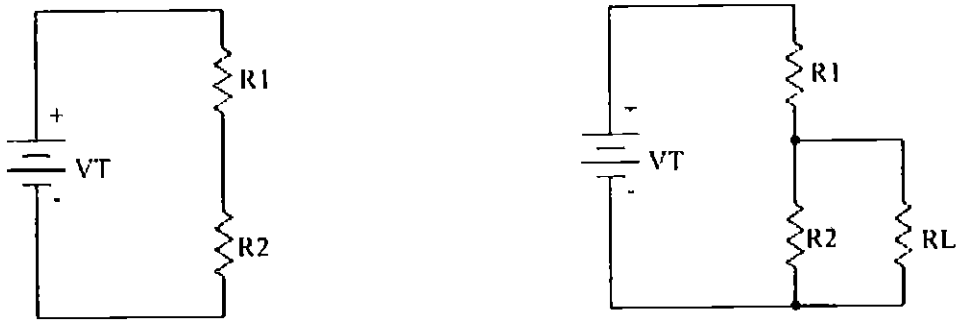
$$V_{CC} = (I_C R_C) + V_{CE} \quad (13)$$

$$R_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{I_C} \quad (14)$$

2.5 กฎการแบ่งแรงดัน (Voltage Dividers)

วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า เรียกว่า "โวลต์เตจ ดีไวเดอร์" (Voltage Dividers) **ใช้หลักการของวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม** (Series Circuit) **เนื่องจากวงจรอนุกรมมีแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานหรือโหลดที่ไม่เท่ากัน แต่เมื่อเอาแรงดันที่ตกคร่อมโหลดทุกตัวในวงจรมารวมกันแล้วจะมีค่าเท่ากับแรงดันที่จ่ายให้แก่วงจร**

วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า (Voltage Divider Circuit) **หมายถึงวงจรที่ประกอบด้วยตัวต้านทาน 2 ตัว ขึ้นไปต่อแบบอนุกรม** (Series) **อยู่ระหว่างแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า** (Power Supply) **ซึ่งค่าความต้านทานในวงจร จะเป็นตัวแบ่งแรงดันไฟฟ้าในวงจรนั้นๆ วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าถูกพัฒนาตามแนวคิดจากกฎของโอห์ม** (V=IR) **ซึ่งรวดเร็วและสะดวกกว่าการคิดตามกฎของโอห์มตามตรง วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 2 แบบ ได้แก่ วงจรแบ่งแรงดันที่ไม่มีโหลด** (Unloaded Voltage Divider) **ดังรูปที่ 2.17 (ก) และวงจรแบ่งแรงดันที่มีโหลด** (Load Voltage Divider) **ดังรูปที่ 2.17 (ข)**

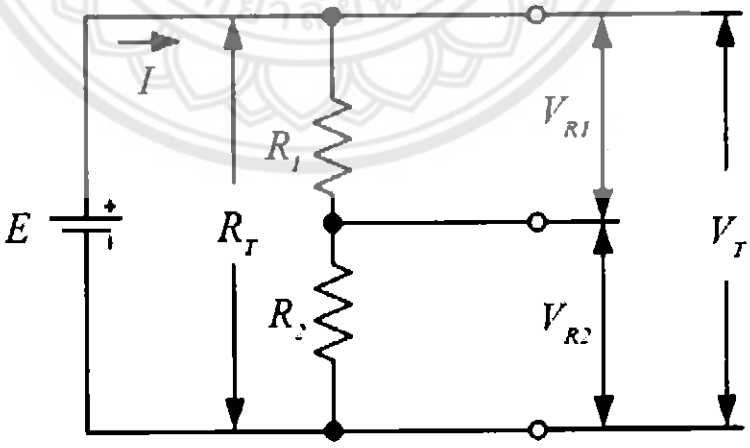


ก) วงจรแบ่งแรงดันที่ไม่มีโหลด ข) วงจรแบ่งแรงดันที่มีโหลด

รูปที่ 2.17 แสดงวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบที่ไม่มีโหลดและแบบที่มีโหลด

แหล่งอ้างอิง: www.lamptech.ac.th/webprg/vitsawa/file_ar/a289448เนื้อหา7.pdf

วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าที่ไม่มีโหลดเป็นวงจรในสภาวะที่ยังไม่ต่อโหลดเข้ากับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า โดยจะมีตัวต้านทานต่ออนุกรม อยู่กับวงจร ในสภาวะนี้ยังไม่มีกระแส ไฟฟ้าจ่ายสู่โหลด (Load) ที่ต่ออยู่ภายนอก ดังรูปวงจรที่ 2.18



รูปที่ 2.18 วงจรแบ่งแรงดันที่ไม่มีโหลด

แหล่งอ้างอิง: www.lamptech.ac.th/webprg/vitsawa/file_ar/a289448เนื้อหา7.pdf

จากรูปวงจรที่ 2.18 จะได้สมการแบ่งแรงดัน ดังนี้

$$R_T = R_1 + R_2 \quad (1)$$

จากกฎของโอห์ม (V=IR) จะได้สมการกระแส คือ

$$I = \frac{E}{R_T} \quad (2)$$

และ $$V_{R1} = IR_1 \quad (3)$$

แทนค่าสมการที่ (2) ลงในสมการที่ (3) จะได้

$$V_{R1} = E\frac{R_1}{R_T} \quad (4)$$

เมื่อ $$R_T = R_1 + R_2 \quad (5)$$

ดังนั้น $$\boxed{V_{R1} = E\left(\frac{R_1}{R_1 + R_2}\right)} \quad (6)$$

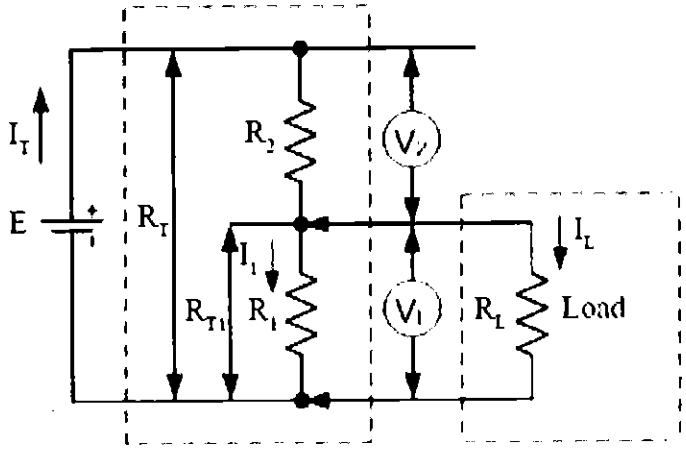
และ $$V_{R2} = IR_2 \quad (7)$$

แทนค่าลงในสมการที่ (2) ลงในสมการที่ (7) จะได้

$$V_{R2} = E\frac{R_2}{R_T} \quad (8)$$

ดังนั้น $$\boxed{V_{R2} = E\frac{R_1}{R_1 + R_2}} \quad (9)$$

สำหรับวงจรแบ่งแรงดันที่มีโหลดเป็นสภาวะของวงจรที่ต่อโหลด (Load) เข้ากับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าซึ่งทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจร ดังรูปที่ 2.19 กระแสที่ไหลผ่านความต้านทานแต่ละตัว ซึ่งทำหน้าที่แบ่งแรงดันวงจร เรียกว่า กระแสบรีดเดอร์ (Bleeder Current) วงจรแบ่งแรงดันนี้ค่ากระแสบรีดเดอร์ควรมีค่าน้อยประมาณ 10 – 20 เปอร์เซ็นต์ของกระแสโหลด



รูปที่ 2.19 วงจรการแบ่งแรงดันที่มีโหลด

แหล่งอ้างอิง: www.lamptech.ac.th/webprg/vitsawa/file_ar/a289448เนื้อหา7.pdf

เมื่อ

E	คือ	แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าของวงจร
R_1,R_2	คือ	ความต้านทานที่ต่ออยู่ภายในวงจร
R_L	คือ	ความต้านทานของโหลด
R_T	คือ	ความต้านทานรวมทั้งหมดของวงจร
I_T	คือ	กระแสที่ไหลในวงจรทั้งหมด
I_1	คือ	กระแสที่ไหลผ่านความต้านทาน R_1
I_L	คือ	กระแสที่ไหลผ่านโหลด
V_L	คือ	แรงดันตกคร่อมโหลด
V_2	คือ	แรงดันตกคร่อมความต้านทาน R_2

จากรูปวงจรที่ 2.19 ความต้านทานรวมระหว่าง R_1 กับ R_2 คือ

$$R_{T1} = \frac{R_1 \times R_L}{R_{1+} R_L} \quad (10)$$

ดังนั้นความต้านทานรวมของวงจรคือ

$$R_T = R_{T1} + R_2 \quad (11)$$

และหาค่าแรงดันที่ตกคร่อมโหลด

คือ

$$V_L = E \frac{R_{T1}}{R_T} \quad (12)$$

และแรงดันตกคร่อมความต้านทาน R_2 คือ

$$V_2 = E \frac{R_2}{R_T} \quad (13)$$

หรือ

$$V_2 = E - V_L \quad (14)$$

ค่ากระแสที่ไหลผ่านโหลด คือ

$$I_L = \frac{V_L}{R_L} \quad (15)$$

และค่ากระแสที่ไหลผ่านความต้านทาน R_1 คือ

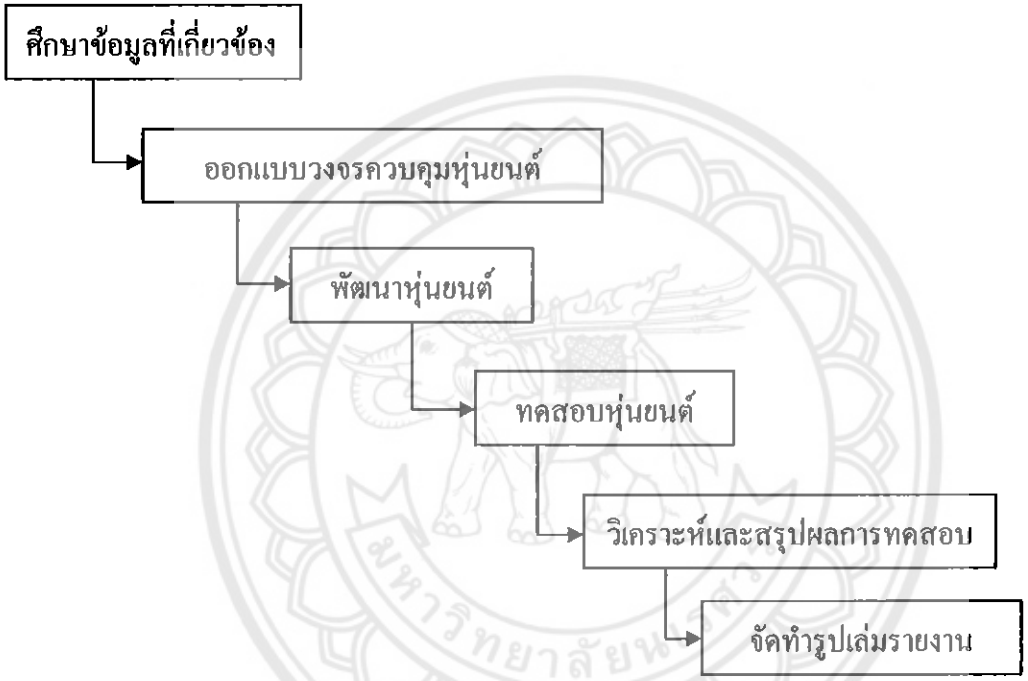
$$I_1 = \frac{V_L}{R_1} \quad (16)$$

ดังนั้นกระแสรวมของวงจร คือ

$$I_T = I_1 + I_2 \quad (17)$$

บทที่ 3
วิธีการดำเนินโครงงาน

ในบทนี้ จะกล่าวถึงขั้นตอนวิธีการออกแบบและพัฒนาหุ่นยนต์วิ่งตามลำแสงของกระบอกไฟฉาย โดยมีวิธีการดำเนินงานหลัก 6 ขั้นตอน ดังแผนภาพสรุปขั้นตอนในรูปที่ 3.1 คือ ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ออกแบบฮาร์ดแวร์ พัฒนาหุ่นยนต์ ทดสอบหุ่นยนต์ วิเคราะห์ผลการทดสอบ และสรุปผลการทดสอบ



รูปที่ 3.1 แผนผังขั้นตอนการดำเนินงานโครงงานหุ่นยนต์วิ่งตามแสง

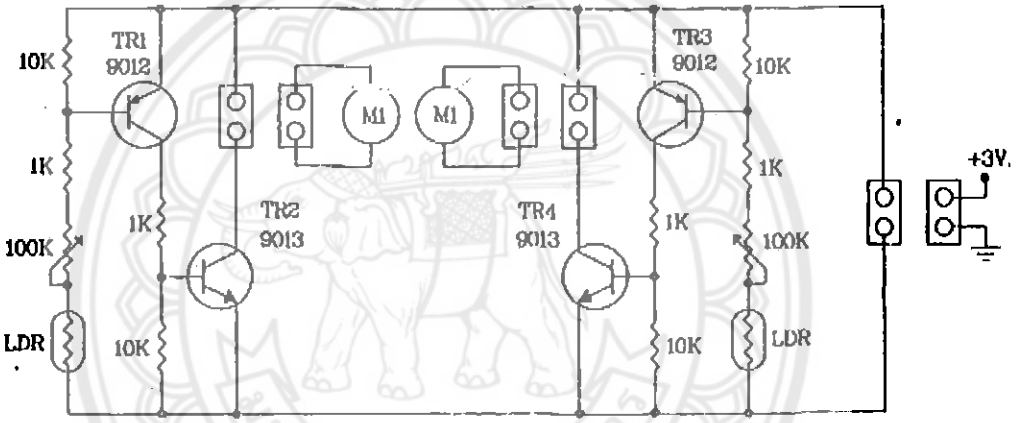
3.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ได้ศึกษาคุณสมบัติตัวต้านทานไวแสง มอเตอร์กระแสตรง ทรานซิสเตอร์ และกฎแบ่งแรงดัน ตามที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 2

3.2 ออกแบบวงจรควบคุมหุ่นยนต์

หุ่นยนต์วิ่งตามแสงที่พัฒนาขึ้นในโครงงานนี้ถูกออกแบบให้สามารถตอบสนองลำแสงจากกระบอกไฟฉายรุ่นพานาโซนิคบีเอฟสี่สี่สาม (Panasonic BF-443) โดยการนำพาหุ่นยนต์ด้วยแรงดันไฟฟ้าจากแหล่งจ่าย 3 V

สำหรับการออกแบบวงจรควบคุมหุ่นยนต์ดังรูปที่ 3.2 เมื่อตัวความต้านทานไวแสง (LDR) ได้รับปริมาณแสงที่มากทำให้ค่าความต้านทานลดน้อยเพื่อทำให้ทรานซิสเตอร์สามารถไบอัสได้ ส่งผลให้มอเตอร์มีการทำงาน แต่ในทางตรงข้ามเมื่อไม่มีแสงเข้ามาจะทำให้ค่าความต้านทานไวแสงมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นและทำให้ทรานซิสเตอร์ไม่สามารถไบอัสได้ ส่งผลให้มอเตอร์ไม่มีการทำงาน จากหลักการดังกล่าวจึงใช้ตัวต้านทานไวแสง 2 ตัวและมอเตอร์ขับล้อหุ่นยนต์ 2 ตัว สำหรับล้อเลี้ยวซ้าย 1 ชุด (ตัวต้านทานไวแสง 1 ตัวและมอเตอร์ขับล้อหุ่นยนต์ 1 ตัว) และล้อเลี้ยวขวา 1 ชุด (ตัวต้านทานไวแสง 1 ตัวและมอเตอร์ขับล้อหุ่นยนต์ 1 ตัว) หากตัวต้านทานไวแสงทั้งสองตัวมีปริมาณแสงตกกระทบมากพอ จะทำให้มอเตอร์ทั้งคู่ทำงานพร้อมกัน ส่งผลให้หุ่นยนต์เดินไปข้างหน้า



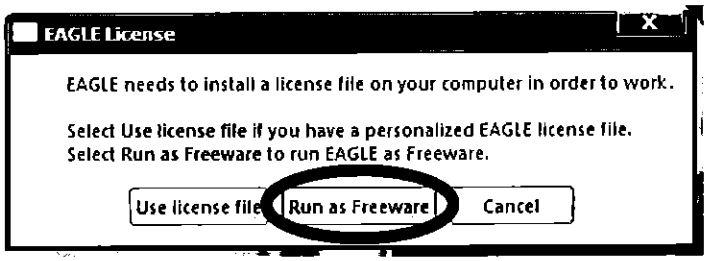
รูปที่ 3.2 วงจรควบคุมหุ่นยนต์วิ่งตามลำแสง

ต่อมา นำวงจรควบคุมหุ่นยนต์ไปออกแบบลงบนลายแผ่นพิมพ์ (Print Circuit Board: PCB) โดยใช้โปรแกรม Eagle Layout Version 5.7.0 การออกแบบและสร้างลายแผ่นพิมพ์วงจรหุ่นยนต์ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

3.2.1 ทำการเปิดโปรแกรมโดยการดับเบิ้ลคลิกที่ไอคอนดังรูปที่ 3.3

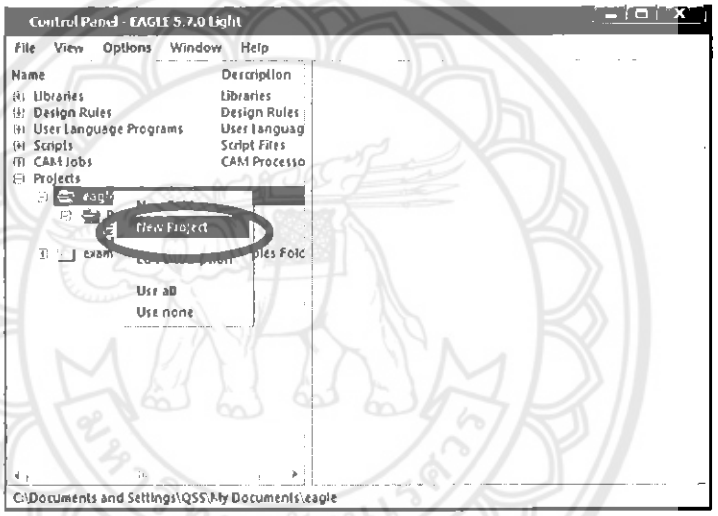
รูปที่ 3.3 ภาพไอคอนของโปรแกรม Eagle Layout 5.7.0

3.2.2 เลือกเมนู "Run as Freeware" จากหน้าต่างดังรูปที่ 3.4



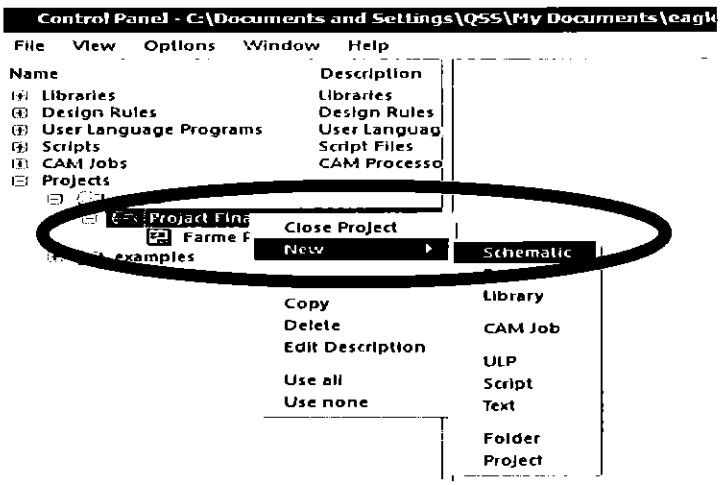
รูปที่ 3.4 หน้าต่างคำสั่งในเมนู EAGLE License

3.2.3 เลือกเมนู "New Project" จากหน้าต่างดังรูปที่ 3.5

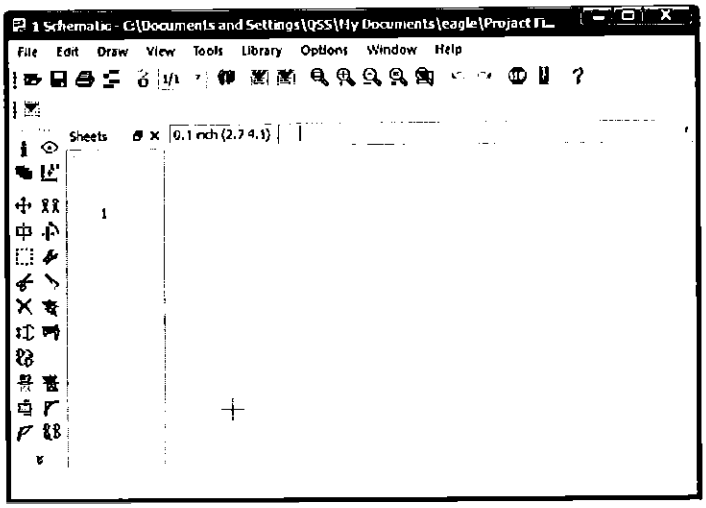


รูปที่ 3.5 หน้าต่างคำสั่งในเมนู "New Project"

3.2.4 เลือกเมนู "Project"และเลือกเมนู "New"และเมนู "Schematic" ดังรูปที่ 3.6 และ **รูปที่** 3.7



รูปที่ 3.6 เลือกคำสั่ง Project > New > Schematic

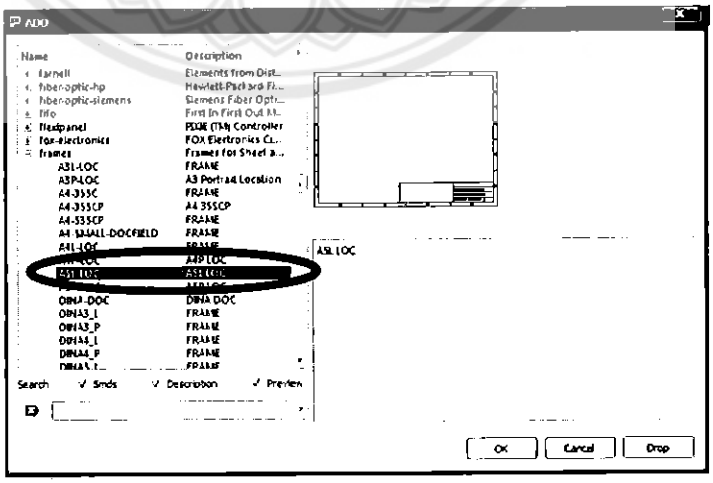


รูปที่ 3.7 หน้าต่างหลังจากเลือกเมนู "Schematic"

3.2.5 คลิกปุ่มคำสั่งเมนู "add" ดังรูป 3.8 เพื่อกำหนดเฟรมที่ใช้ในการออกแบบวงจร

รูปที่ 3.8 ภาพปุ่มคำสั่งเมนู "add"

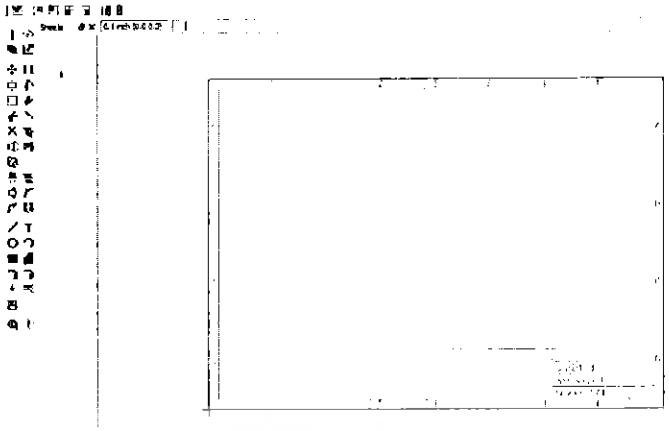
3.2.6 หลังจากกดปุ่มเมนู "add" แล้ว จะปรากฏหน้าต่างดังในรูปที่ 3.9 ต่อมาเลือกเมนูรูปแบบเฟรมที่ต้องการใช้และกด "OK"



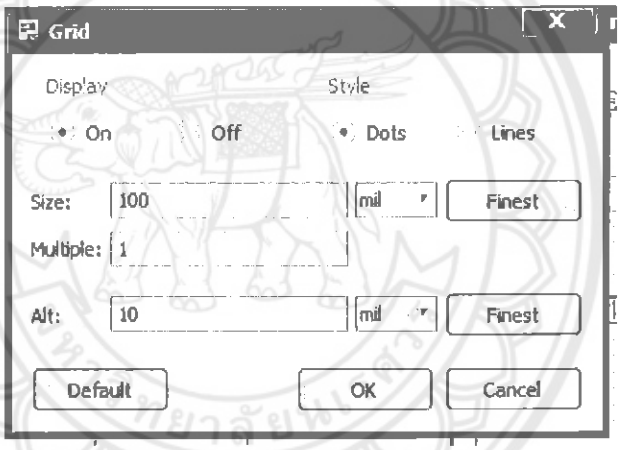
รูปที่ 3.9 หน้าต่างแสดงเมนู Frames ในการออกแบบวงจร

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

3.2.7 คลิกซ้ายยังที่ว่างในหน้าต่างของ Schematic ในรูปที่ 3.10 และตั้งค่า Grid ตามรูปที่ 3.11

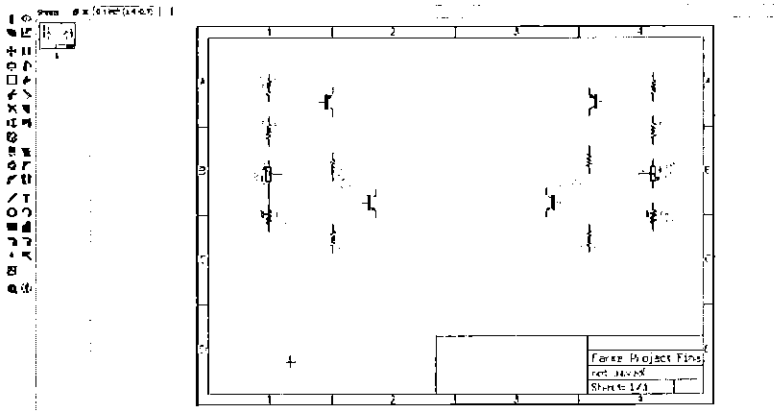


รูปที่ 3.10 หน้าต่าง Frames ที่ได้รับจากการเลือกเมนูตามต้องการ



รูปที่ 3.11 ค่าที่ใช้สำหรับการติดตั้ง Grid

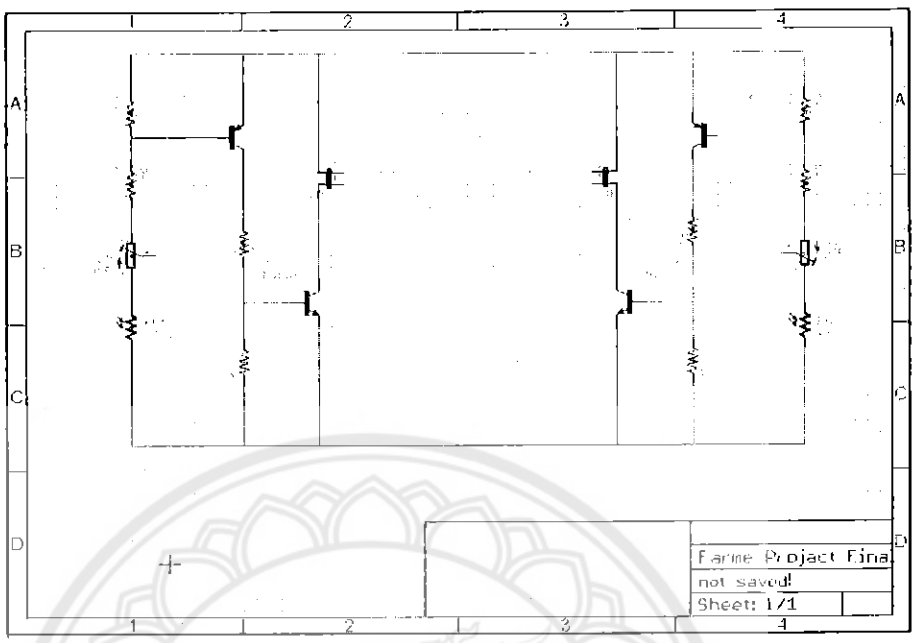
3.2.8 เลือกเมนู "add" และเลือกอุปกรณ์ตามที่ออกแบบวงจรไว้ จะได้ผลตามหน้าต่างในรูป 3.12



รูปที่ 3.12 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์

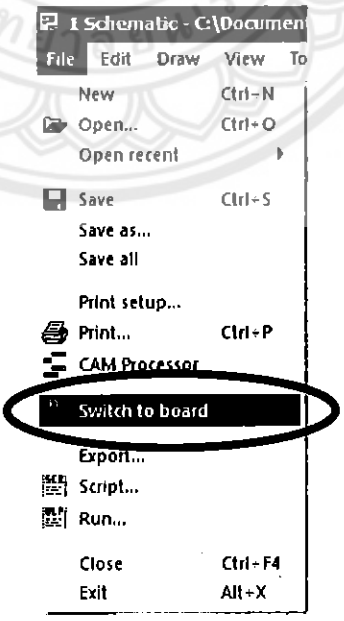
157379 53
ม5.
ม444 น
2552

3.2.9 เลือกเมนู "Wire" และลากเส้นลายวงจรดังรูปที่ 3.13

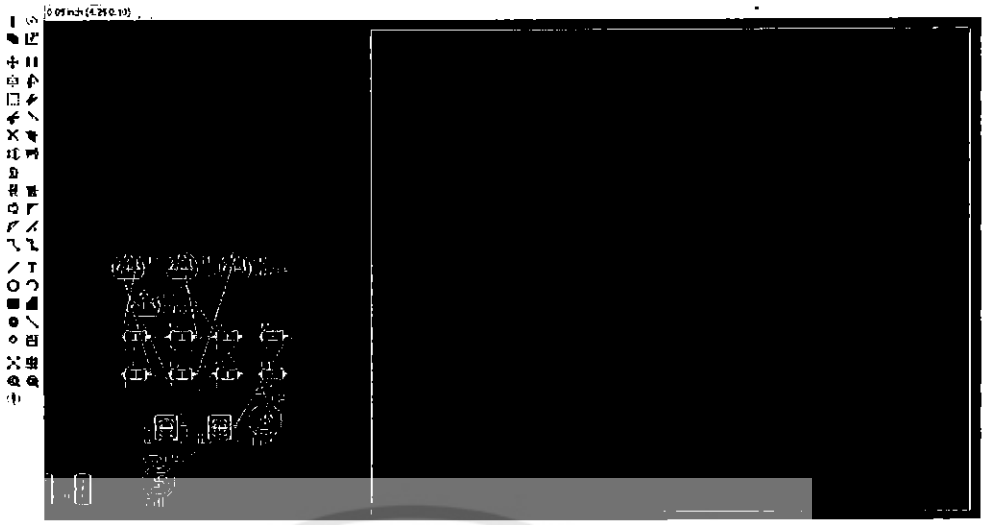


รูปที่ 3.13 การลากเส้นระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ ของวงจรโดยใช้คำสั่ง "Wire"

3.2.10 เลือกเมนู "File" และเมนู "Switch to board" ดังรูปที่ 3.14 ทำให้ได้หน้าต่างแสดงภาพการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งหมดดังรูปที่ 3.15

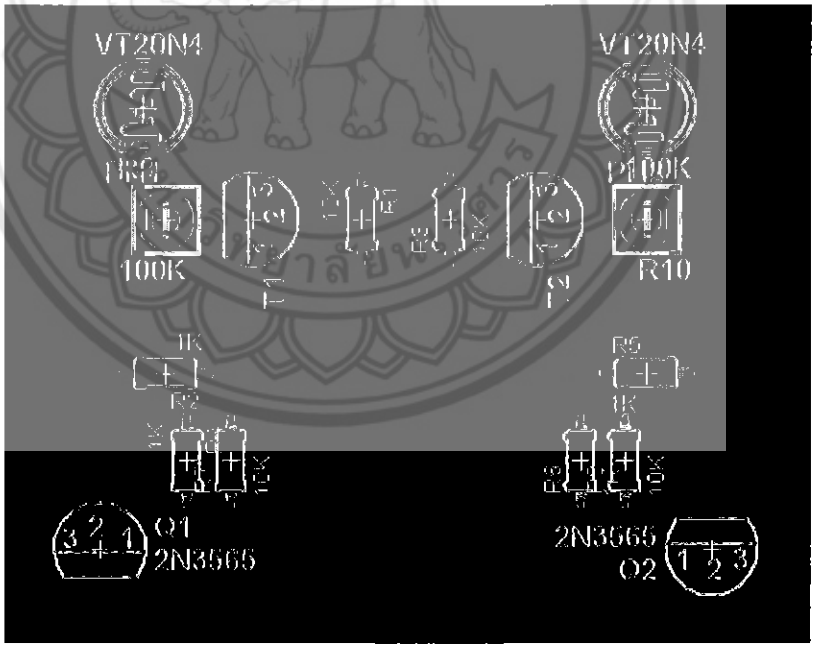


รูปที่ 3.14 ภาพเมนู "File"และเมนู "Switch to board"



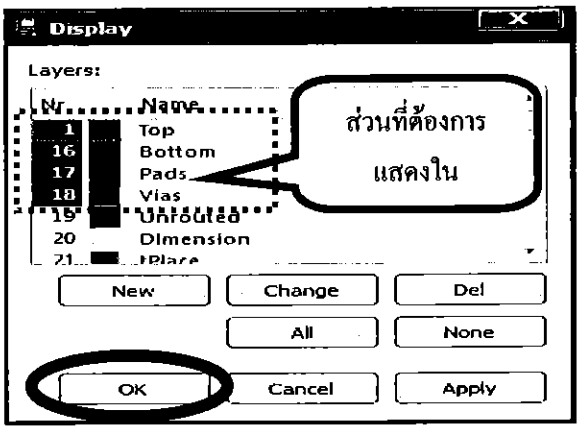
รูปที่ 3.15 หน้าต่างแสดงภาพการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งหมด

3.2.11 ลากอุปกรณ์ด้านซ้ายมือของรูป 3.15 นำไปจัดเรียงวางอุปกรณ์ตามที่ต้องการออกแบบที่ว่างบริเวณด้านขวามือ เมื่อดำเนินการเสร็จสิ้นขั้นตอนนี้จะได้ผลการจัดเรียงอุปกรณ์ดังรูปที่ 3.16

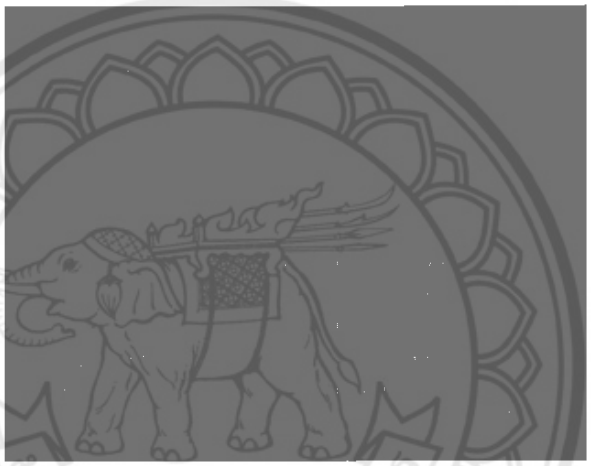


รูปที่ 3.16 การจัดเรียงอุปกรณ์ที่ได้ออกแบบตามวงจรในรูปที่ 3.2

3.2.12 เลือกเมนู "File" และเมนู "Display" ทำให้ได้หน้าต่างแสดงผลดังรูปที่ 3.17 ต่อจากนั้นทำลายวงจรแผ่นพิมพ์ด้วยการเลือกสีที่จะแสดงผลตามลายวงจรซึ่งจะได้ผลลัพธ์แผ่นลายวงจรดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.17 ภาพการตั้งค่าส่วนที่จะแสดงใน Display



รูปที่ 3.18 แผ่นพิมพ์ลายวงจรที่ได้ออกแบบตามความต้องการ

3.3 พัฒนาหุ่นยนต์

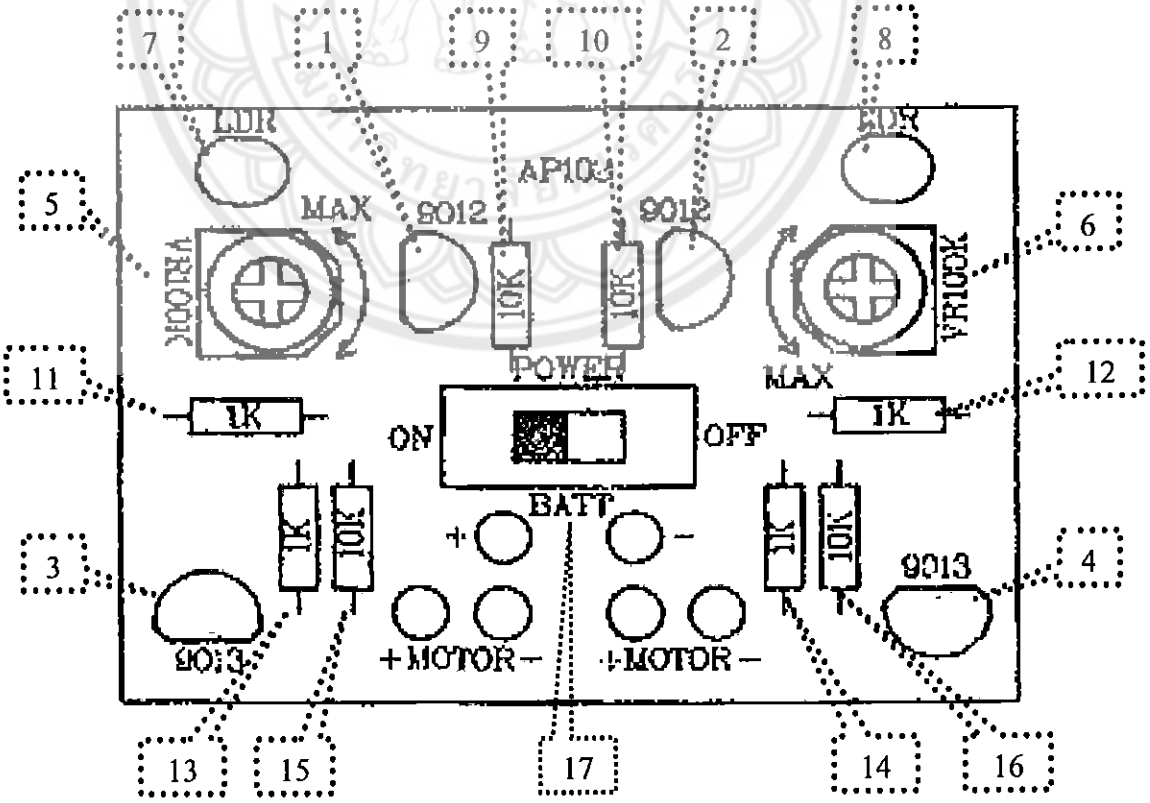
ในการพัฒนาหุ่นยนต์ต้องคำนึงถึงปัญหาที่คาดว่าจะพบในการทดสอบและหุ่นยนต์ต้องสามารถเคลื่อนที่ตามลำแสงได้ ดังนั้นเรื่องขนาด น้ำหนักของหุ่นยนต์มีผลต่อการพัฒนาหุ่นยนต์ โดยหุ่นยนต์ต้องมีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา หากหุ่นยนต์มีน้ำหนักมากแล้วจะส่งผลทำให้แรงบิดในตัวของมอเตอร์ไม่เพียงพอต่อการเคลื่อนที่จึงทำให้มีการออกแบบลายแผ่นพิมพ์ที่ใช้อุปกรณ์ที่มีน้ำหนักเบาดังรูปที่ 3.16 ที่สอดคล้องกับวงจรควบคุมหุ่นยนต์ตามวงจรในรูปที่ 3.2

การพัฒนาหุ่นยนต์วิ่งตามแสง แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การพัฒนาส่วนของวงจรควบคุมและการพัฒนาส่วนของตัวหุ่นยนต์

3.3.1 การพัฒนาส่วนของวงจรควบคุม

ในการพัฒนาในส่วนของแผงวงจรควบคุมที่ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ จะต้องประกอบอุปกรณ์ทางไฟฟ้าเข้ากับวงจรแผ่นพิมพ์ที่ได้ออกแบบไว้ตามลายชุดของอุปกรณ์ดังรูปที่ 3.19 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

เริ่มจากนำทรานซิสเตอร์ 4 ตัวต่อเข้ากับแผงวงจร โดยนำทรานซิสเตอร์ (9012) ตัวที่ 1 ไปติดตั้งที่ตำแหน่งที่ 1 ในรูปที่ 3.19 ต่อมานำทรานซิสเตอร์ (9012) ตัวที่ 2 ติดตั้งยังตำแหน่งที่ 2 จากนั้นนำทรานซิสเตอร์ (9013) ตัวที่ 1 ติดตั้งยังตำแหน่งที่ 3 และทรานซิสเตอร์ (9013) ตัวที่ 2 ติดตั้งยังตำแหน่งที่ 4 หลังจากเสร็จสิ้นการติดตั้งทรานซิสเตอร์แล้วจึงติดตั้งตัวต้านทานที่มีค่าความต้านทาน 1 KΩ จำนวน 4 ตัวไปยังตำแหน่งที่ 11,12,13 และ 14 ตามลำดับ เสร็จแล้วนำตัวต้านทาน 10 KΩ จำนวน 4 ตัว ติดตั้งยังตำแหน่งที่ 9,10,15 และ 16 ตามลำดับ จากนั้นนำตัวต้านทานปรับค่าได้ 100 KΩ จำนวน 2 ตัวต่อไปยังตำแหน่งที่ 5 และ 6 หลังจากนั้นต่อตัวต้านทานไวแสง (LDR) จำนวน 2 ตัวไปยังตำแหน่งที่ 7 และ 8 สุดท้ายนำสวิทซ์ปิด – เปิด ติดตั้งยังตำแหน่งที่ 17 จากนั้นทำการบัดกรีโดยใช้หัวแร้งขนาด 35-40 วัตต์ และใช้ตะกั่วบัดกรี 60/40 ในการบัดกรี เมื่อเสร็จสิ้นการบัดกรีเรียบร้อยแล้วให้ตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้งถ้าใส่อุปกรณ์ผิดตำแหน่งให้ใช้ที่ดูดตะกั่วหรือลวดซับตะกั่วแก้ไข เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้น

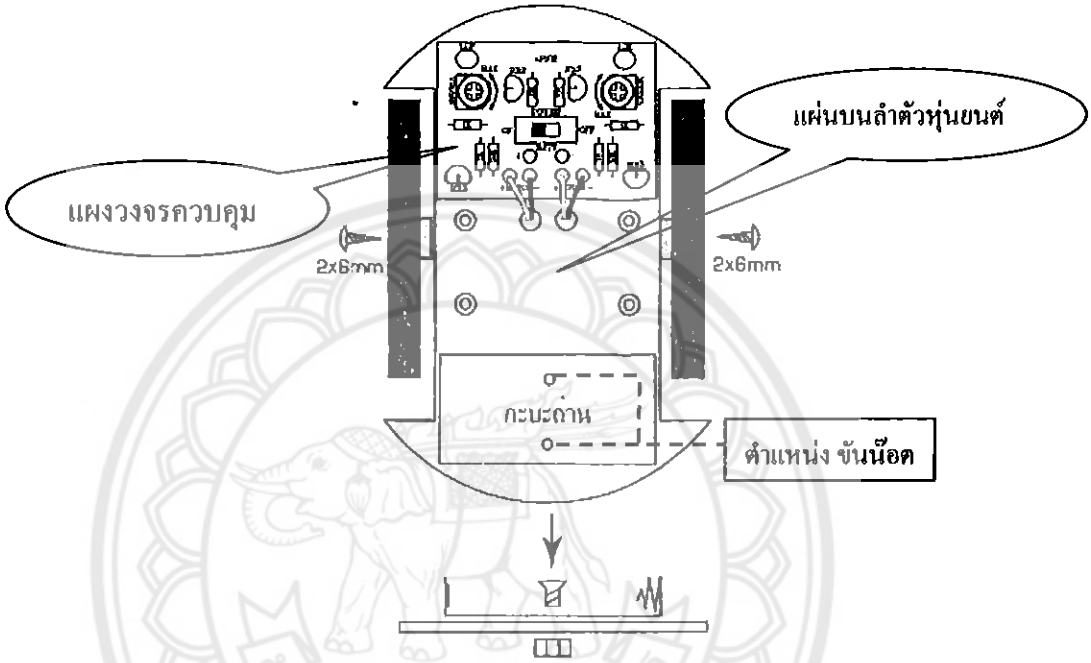


รูปที่ 3.19 ลายชุดอุปกรณ์และตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ทางไฟฟ้า

3.3.2 การพัฒนาส่วนของตัวหุ่นยนต์

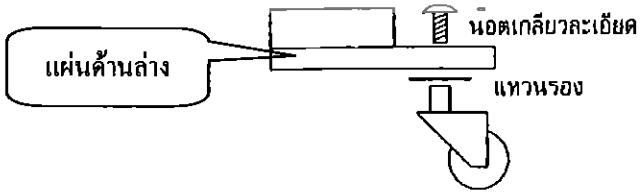
ในการพัฒนาตัวของหุ่นยนต์วิ่งตามแสง มีขั้นตอนการประกอบตัวหุ่นยนต์รวมทั้งหมด 5 ขั้นตอนดังนี้

3.3.2.1 ขั้นตอนที่ 1 ประกอบส่วนกระบะถ่านเข้ากับแผ่นบนลำตัวหุ่นยนต์ รวมทั้งขันน็อตให้แน่น ดังรูปที่ 3.20



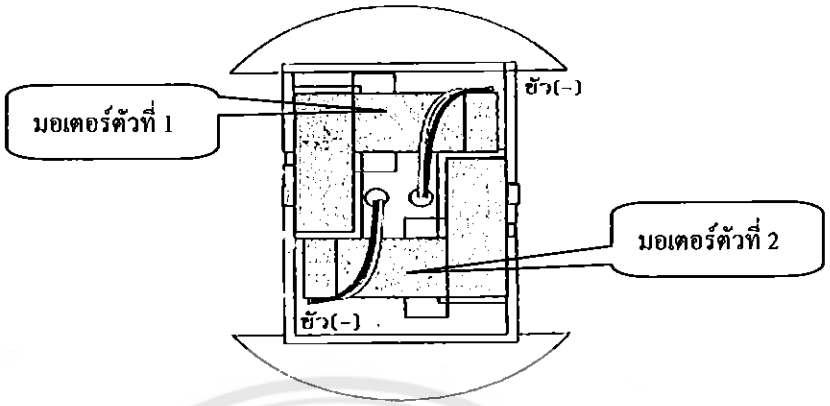
รูปที่ 3.20 ตำแหน่งในการติดตั้งกระบะถ่าน

3.3.2.2 ขั้นตอนที่ 2 ประกอบล้อหลังเข้ากับแผ่นด้านล่าง และขันน็อตให้แน่น ดังรูปที่ 3.21



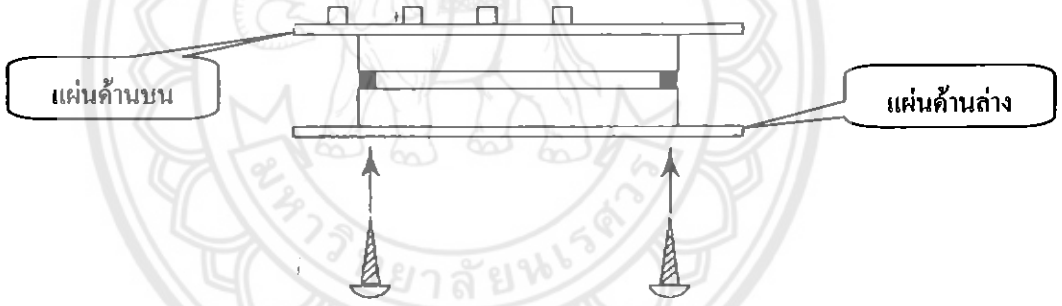
รูปที่ 3.21 ตำแหน่งในการติดตั้งล้อหลัง

3.3.2.3 **ขั้นตอนที่ 3 บัดกรีสายไฟเข้ากับมอเตอร์ และประกอบเข้ากับแผ่นลำตัวแผ่นบนตามตำแหน่งที่เจาะรูไว้ ให้สอดสายไฟขึ้นด้านบน ดังรูปที่** 3.22



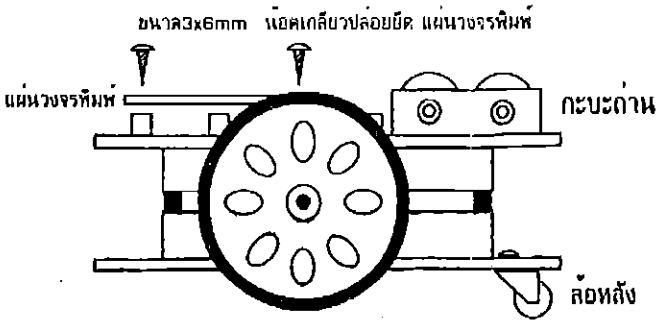
รูปที่ 3.22 ตำแหน่งในการติดตั้งมอเตอร์ทั้งสองและสายไฟ

3.3.2.4 ขั้นตอนที่ 4 ประกอบแผ่นด้านล่างของตัวหุ่นยนต์เข้ากับแผ่นด้านบน**ของตัวหุ่นยนต์ และขันน็อต**ให้แน่น ดังรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.23 แผ่นด้านบนและล่างของหุ่นยนต์

3.3.2.5 ขั้นตอนที่ 5 ประกอบสายไฟมอเตอร์เข้ากับแผ่นวงจร ยึดแผ่นวงจรเข้ากับแผ่นด้านบนของตัวหุ่นยนต์ ยึดล้อหลักเข้ากับเกียร์ และขันน็อตให้แน่น เพื่อได้หุ่นยนต์วิ่งตามแสง ดังรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.24 ภาพด้านข้างของหุ่นยนต์

3.4 ทดสอบหุ่นยนต์

ในการทดสอบหุ่นยนต์วิ่งตามแสง จะวัดประสิทธิภาพการทำงานของหุ่นยนต์วิ่งตามแสง 3 กรณี คือ กรณีที่ 1 หุ่นยนต์เดินเลี้ยวซ้าย กรณีที่ 2 หุ่นยนต์เดินเลี้ยวขวา และกรณีที่ 3 หุ่นยนต์เดินตรงกลางของหุ่นยนต์ นอกจากนี้ยังมีการทดสอบการควบคุมหุ่นยนต์วิ่งตามแสงจากระยะไกล

3.5 วิเคราะห์และสรุปผลการทดสอบ

หลักจากทดสอบหุ่นยนต์ทุกกรณีเสร็จสิ้นจะนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาสมรรถนะและประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ที่พัฒนาขึ้น พร้อมสรุปผลการทดสอบที่ได้รับ

3.6 จัดทำรูปเล่มรายงาน

รวบรวมข้อมูล และเนื้อหาที่เกี่ยวข้องทั้งหมด เพื่อจัดทำและเผยแพร่ผลงานเป็นรูปเล่มรายงานตามแบบฟอร์มของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 4
ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ในบทนี้ จะกล่าวถึงการทดสอบหุ่นยนต์วิ่งตามแสงพร้อมกับนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เพื่อวัดสมรรถนะและขีดจำกัดของหุ่นยนต์วิ่งตามแสงที่สร้างขึ้นโดยจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่แสดงการควบคุมบังคับทิศทางของการทำงานของหุ่นยนต์วิ่งตามแสง และ ส่วนที่แสดงการควบคุมหุ่นยนต์วิ่งตามแสงจากระยะไกลซึ่งมีผลการทดสอบดังนี้

4.1. ผลการทดสอบการควบคุมบังคับทิศทางของหุ่นยนต์วิ่งตามแสง

ในหัวข้อนี้ต้องการศึกษาการควบคุมบังคับทิศทางการทำงานของหุ่นยนต์วิ่งตามแสง ดังที่กล่าวมาแล้วตามหัวข้อที่ 3.2.1 ซึ่งมีขั้นตอนการทดสอบ 3 กรณี คือ กรณีที่1 ทดสอบความสามารถในการเดินหน้าของหุ่นยนต์วิ่งตามแสง กรณีที่ 2 ทดสอบความสามารถในการเลี้ยวซ้ายของหุ่นยนต์วิ่งตามแสง และกรณีที่ 3 ทดสอบความสามารถในการเลี้ยวขวาของหุ่นยนต์วิ่งตามแสง

<u>กรณีที่ 1</u> ทดสอบความสามารถในการเดินหน้าของหุ่นยนต์วิ่งตามแสง

ในการทดสอบหุ่นยนต์เดินหน้าตามแสง เริ่มด้วยการฉายแสงเข้าไปยังตัวต้านทานไวแสง LDR 1 ซึ่งติดตั้งอยู่ทางด้านซ้ายของหุ่นยนต์ และ LDR 2 ซึ่งติดตั้งอยู่ทางด้านขวาของหุ่นยนต์พร้อมกัน จากนั้นสังเกตและบันทึกสถานะในการทำงานทรานซิสเตอร์และมอเตอร์ทั้งสองด้าน ลงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 สถานะในการทำงานทรานซิสเตอร์และมอเตอร์ของหุ่นยนต์วิ่งตามแสงที่ตกกระทบตัวต้านทานไวแสงทั้งสองด้าน

สถานะ					
TR1 9012	TR2 9013	มอเตอร์ซ้าย	TR3 9012	TR4 9013	มอเตอร์ขวา
On	On	ทำงาน	On	On	ทำงาน

จากผลการทดสอบในกรณีที่ 1 พบว่า เมื่อมีการฉายแสงเข้ามาที่ LDR 1 ซึ่งติดตั้งอยู่ทางด้านซ้ายของหุ่นยนต์ และ LDR 2 ที่ติดตั้งอยู่ทางด้านขวาของหุ่นยนต์พร้อมกัน ทำให้ความต้านทานของ LDR 1 และ LDR 2 มีค่าลดต่ำลงจากเดิม ส่งผลให้เกิดการไบอัสที่ทรานซิสเตอร์ TR1 9012 และ TR3 9012 ซึ่งจะนำกระแสไปขับมอเตอร์ด้านขวาของหุ่นยนต์ พร้อมทั้งทรานซิสเตอร์ TR2 9013 และ TR4 9013 จะนำกระแสไปขับมอเตอร์ด้านซ้ายของหุ่นยนต์ด้วย เมื่อมอเตอร์ทั้งสองด้านเดินพร้อมกัน จะทำให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปข้างหน้าเข้าหาลำแสงที่ตกกระทบตัวต้านทานไวแสงทั้งสองด้าน

<u>กรณีที่ 2</u> ทดสอบความสามารถในการเลี้ยวซ้ายของหุ่นยนต์วิ่งตามแสง

ในการทดสอบหุ่นยนต์เดินเลี้ยวซ้ายตามแสง เริ่มด้วยการฉายแสงเข้าไปยังตัวต้านทานไวแสง LDR 1 ซึ่งติดตั้งอยู่ทางด้านซ้ายของหุ่นยนต์ดังรูปที่ 4.1 จากนั้นสังเกตและบันทึกสถานะในการทำงานทรานซิสเตอร์และมอเตอร์ ลงในตารางที่ 4.2

รูปที่ 4.1 ตำแหน่งความต้านทานไวแสง LDR 1 บนตัวหุ่นยนต์

ตารางที่ 4.2 สถานะในการทำงานทรานซิสเตอร์และมอเตอร์ของหุ่นยนต์วิ่งตามแสงที่ตกกระทบตัวต้านทานไวแสงทางด้านซ้าย

สถานะ					
TR1 9012	TR2 9013	มอเตอร์ซ้าย	TR3 9012	TR4 9013	มอเตอร์ขวา
On	On	ไม่ทำงาน	Off	Off	ทำงาน

จากผลการทดสอบในกรณีที่ 2 พบว่า เมื่อมีการฉายแสงเข้ามาที่ LDR 1 ซึ่งติดตั้งอยู่ทางด้านซ้ายของหุ่นยนต์ ทำให้ความต้านทานของ LDR 1 มีค่าลดต่ำลงจากเดิม ส่งผลให้เกิดการไบอัสที่ทรานซิสเตอร์ TR1 9012 และ TR3 9012 ซึ่งจะนำกระแสไปขับมอเตอร์ด้านขวาของหุ่นยนต์ จะทำให้หุ่นยนต์เลี้ยวซ้ายตามลำแสงที่ตกกระทบตัวต้านทานไวแสงทางด้านซ้าย

<u>กรณีที่ 3</u> ทดสอบความสามารถในการเลี้ยวขวาของหุ่นยนต์วิ่งตามแสง

ในการทดสอบหุ่นยนต์เดินเลี้ยวขวา เริ่มด้วยการฉายแสงเข้าไปยังตัวต้านทานไวแสง LDR 1 ซึ่งติดตั้งอยู่ทางด้านขวาของหุ่นยนต์ดังรูปที่ 4.2 จากนั้นสังเกตและบันทึกสถานะในการทำงานทรานซิสเตอร์และมอเตอร์ ลงในตารางที่ 4.3

รูปที่ 4.2 ตำแหน่งความต้านทานไวแสง LDR 2 บนตัวหุ่นยนต์

ตารางที่ 4.3 สถานะในการทำงานทรานซิสเตอร์และมอเตอร์ของหุ่นยนต์วิ่งตามแสงที่ตกกระทบตัวต้านทานไวแสงทางด้านขวา

สถานะ					
TR1 9012	TR2 9013	มอเตอร์ซ้าย	TR3 9012	TR4 9013	มอเตอร์ขวา
Off	Off	ทำงาน	On	On	ไม่ทำงาน

จากผลการทดสอบในกรณีที่ 3 พบว่า เมื่อมีการฉายแสงเข้ามาที่ LDR 2 ซึ่งติดตั้งอยู่ทางด้านขวาของหุ่นยนต์ ทำให้ความต้านทานของ LDR 2 มีค่าลดต่ำลงจากเดิม ส่งผลให้เกิดการไบอัสที่ทรานซิสเตอร์ TR2 9012 และ TR4 9012 ซึ่งจะนำกระแสไปขับมอเตอร์ด้านซ้ายของหุ่นยนต์ จะทำให้หุ่นยนต์เลี้ยวขวาตามลำแสงที่ตกกระทบตัวต้านทานไวแสงทางด้านขวา

4.2 วิธีการทดสอบและผลการควบคุมหุ่นยนต์วิ่งตามแสงจากระยะไกล

ในการทดสอบการตอบสนองของหุ่นยนต์เดินหน้าตามแสงที่ระยะต่างๆ เพื่อหาระยะห่างระหว่างตำแหน่งจุดกำเนิดแสงกับหุ่นยนต์ที่เหมาะสม เริ่มด้วยการฉายแสงจากไฟฉายรุ่นพานาโซนิคบีเอฟสี่สี่สาม (Panasonic BF-443) ไปยังตัวต้านทานไวแสง LDR 1 และ LDR 2 ทั้งสองด้านพร้อมกัน ด้วยระยะห่างจากตัวหุ่นยนต์ 5 กรณี คือ 10, 20, 30, 40 และ 50 เซนติเมตร ต่อมาสังเกตการตอบสนองของหุ่นยนต์และบันทึกผลการทดสอบลงตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบควบคุมหุ่นยนต์เดินหน้าตามแสงจากระยะไกล

ระยะห่างระหว่างหุ่นยนต์กับไฟฉาย (cm)	ผลการตอบสนองของหุ่นยนต์
10	หุ่นยนต์ตอบสนองรวดเร็ว ควบคุมการทำงานได้ยาก เคลื่อนที่รวดเร็ว
20	หุ่นยนต์ตอบสนองเร็ว ควบคุมการทำงานได้ค่อนข้างยาก เคลื่อนที่เร็ว
30	หุ่นยนต์ตอบสนองปานกลาง ควบคุมการทำงานง่าย เคลื่อนที่ปานกลาง
40	หุ่นยนต์ตอบสนองช้า ควบคุมการทำงานง่าย เคลื่อนที่ได้ช้าลง
50	หุ่นยนต์มีการตอบสนองช้ามาก ควบคุมการทำงานยาก เคลื่อนที่ช้ามากบาง

จากผลการทดสอบควบคุมหุ่นยนต์เดินหน้าตามแสงดังตารางที่ 4.4 พบว่า ระยะห่างระหว่างกระบอกไฟฉายกับหุ่นยนต์ที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 30 เซนติเมตร ถึง 40 เซนติเมตร เนื่องจากระยะดังกล่าวนี้ทำให้ง่ายต่อการควบคุมหุ่นยนต์ในการเคลื่อนที่เดินไปข้างหน้า ถ้าระยะห่างระหว่างตัวหุ่นยนต์กับไฟฉายใกล้มากเกินไปทำให้หุ่นยนต์มีการตอบสนองช้ามากและมีการควบคุมการทำงานได้ยาก ในขณะที่ถ้าระยะห่างกระบอกไฟฉายกับหุ่นยนต์น้อยเกินไปทำให้หุ่นยนต์มีการตอบสนองเร็ว ทำให้ยากต่อการควบคุมเนื่องจากหุ่นยนต์เคลื่อนที่เร็วเกินไปทำให้หลุดออกจากรัศมีวงกลมของลำแสงจากกระบอกไฟฉาย

บทที่ 5
บทสรุป

ในบทนี้ จะกล่าวถึงบทสรุปการดำเนินโครงงานหุ่นยนต์วิ่งตามแสง ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ สรุปผลการดำเนินโครงการ ปัญหาที่พบขณะที่ดำเนินโครงการ และ ข้อเสนอแนะ ซึ่งมีผลการสรุปดังนี้

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ

โครงงานนี้ ได้ออกแบบ พัฒนา และทดสอบหุ่นยนต์ที่สามารถเดินหน้า เดินเลี้ยวซ้ายและเดินเลี้ยวขวาด้วยวิธีการการฉายแสงจากกระบอกไฟฉาย จากการทดสอบการเดินทั้ง 3 กรณีดังกล่าวข้างต้นของหุ่นยนต์ พบว่า หุ่นยนต์มีศักยภาพในการเดินไปตามทิศทางลำแสงที่ถูกกำหนดโดยมีระยะห่างระหว่างกระบอกไฟฉายถึงตัวหุ่นยนต์ที่เหมาะสม 30 เซนติเมตร ถึง 40 เซนติเมตร ถ้าระยะห่างไม่เป็นไปตามระยะที่กำหนดช่วงนี้ จะทำให้การควบคุมการเดินของหุ่นยนต์ที่มีการตอบสนองช้า อาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการเดินได้

5.2 ปัญหาที่พบขณะที่ดำเนินโครงการ

5.2.1 ในการประกอบวงจรควบคุมหุ่นยนตร์ปัญหาที่พบคือ เรื่องของการบัดกรี ซึ่งการบัดกรีที่ไม่แน่นหรือบัดกรีติดกันส่งผลให้เกิดข้อผิดพลาดเกิดขึ้นในวงจรแผ่นพิมพ์

5.2.2 ในการออกแบบส่วนของวงจรตัวต้านทานไวแสง หากมีระยะห่างระหว่างตัวต้านทานทั้งสองมากเกินไปส่งผลให้ รัศมีของลำแสงที่สองมีค่าความเข้มแสงที่ไม่เท่ากัน ทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการทำงานของหุ่นยนต์

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ในการบัดกรีควรใช้ตัวประสานเข้าช่วยเพื่อให้บัดกรีได้ง่ายขึ้นและหมั่นเช็ดหัวแร้งบ่อยๆ

5.3.2 การสร้างแผ่นพิมพ์ลายวงจร ควรพึ่งระวังกรดกัดแผ่นทองแดง ถึงจะมีค่า HP ที่ไม่มาก แต่ควรระวังอย่าให้เข้าตา หรือไปบริเวณผิวหนังที่บอบบาง เพราะจะทำให้เกิดการระคายเคือง และเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคอื่นตามมาได้

5.3.3 ในการออกแบบวงจรหุ่นยนต์ในโครงงานนี้สามารถประยุกต์ใช้แผงพลังงานแสงอาทิตย์และความรู้เรื่อง Microcontroller มาพัฒนาระบบได้

เอกสารอ้างอิง

[1] มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (D.C. Motor).
[Online].Available http://research.crma.ac.th/2549/index.php/D.C._Motor)

[2] DC MOTOR.
[Online].Available http://www.sine2tech.com/index.php/articles/25-Technology-articles/42-dc-motor

[3] Basic Electronics.
[Online].Available http: //www.fivedots.coe.psu.ac.th/~kpatimakorn/240-206/chap3/Chap3-2.html

[4] ทรานซิสเตอร์.
[Online].Available http: //www.chontech.ac.th/~electric/e-learn/unit12/unit12.htm

[5] ชนิดของตัวต้านทาน.
[Online].Available http:// www.chontech.ac.th/~abhichat/WBTPI_Model/Resistor/resistor2.html

[6] สัญลักษณ์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้า (Circuit Symbols).
[Online].Available http:// www.neutron.rmutphysics.com/news/index.php?option=com_content&task=90

[7] ทฤษฎีหุ่นยนต์วิ่งตามแสง [Online].Available http://
www.basiclite.com/robot/project/lightbeam/lightbeam.htm
www.basiclite.com/robot/project/lightbeam/lightbeam2.htm
www.basiclite.com/robot/project/lightbeam/lightbeam3.htm

[8] กฎแบ่งแรงดัน, จิราภรณ์ จันแดง. วงจรไฟฟ้า 1. กรุงเทพ ฯ: เอมพันธ์, 2551.

[9] กฎแบ่งแรงดัน, ธวัชชัย จารุจิตร์, ไวพจน์ ศรีธัญ. วงจรไฟฟ้า 1. กรุงเทพ ฯ: วังอักษร, 2549.

[10] กฎแบ่งแรงดัน, มงคล พรหมเทศ, ณรงค์ชัย กล่อมสุนทร. ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพ ฯ : เอมพันธ์, 2546.

[11] กฎแบ่งแรงดัน, ไวพจน์ ศรีธัญ. วงจรไฟฟ้ากระแสตรง. กรุงเทพ ฯ : วังอักษร, 2549.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การติดตั้งโปรแกรม Eagle Layout Version 5.7.0

ภาคผนวก ก

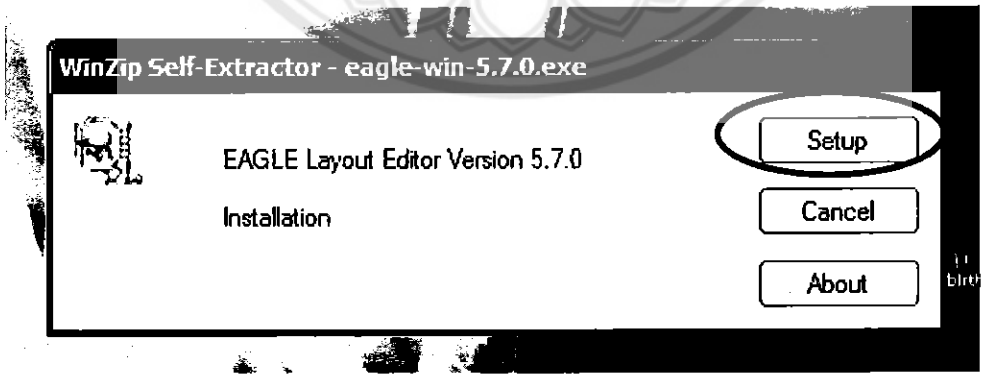
การติดตั้งโปรแกรม Eagle Layout Version 5.7.0

ในการติดตั้งโปรแกรม Eagle Layout มีขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรมทั้งหมด 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำการติดตั้งโปรแกรมโดยการดับเบิ้ลคลิกที่ไอคอน ดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 ภาพไอคอนของไฟล์ที่ใช้ในการติดตั้งโปรแกรม

ขั้นตอนที่ 2 เลือกเมนู "Setup" จากหน้าต่าง ดังรูปที่ 2 เพื่อทำการติดตั้งโปรแกรม



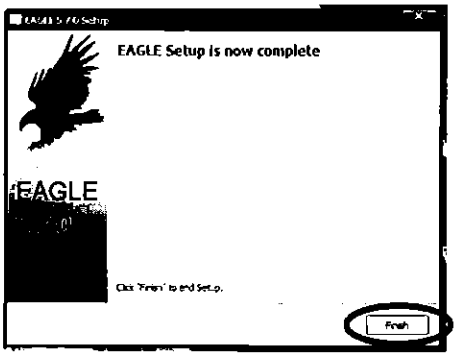
รูปที่ 2 หน้าต่างคำสั่งเมนู "Setup"

ขั้นตอนที่ 3 เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนที่ 2 เลือกเมนู "Next" แล้วคลิกซ้ายไปเรื่อยๆ ดังรูปที่ 3 แล้วเลือกโฟลเดอร์ที่ใช้ในการติดตั้งโปรแกรม

รูปที่ 3 หน้าต่างคำสั่งเมนู "Next"

ขั้นตอนที่ 4 รอการติดตั้งโปรแกรมดังรูปที่ 4 เมื่อโหลดข้อมูลเสร็จแล้วเลือกเมนู "Finish" ดังรูปที่ 5

รูปที่ 4 หน้าต่างขณะรอการติดตั้งโปรแกรม



รูปที่ 5 หน้าต่างแสดงเมนู "Finish"

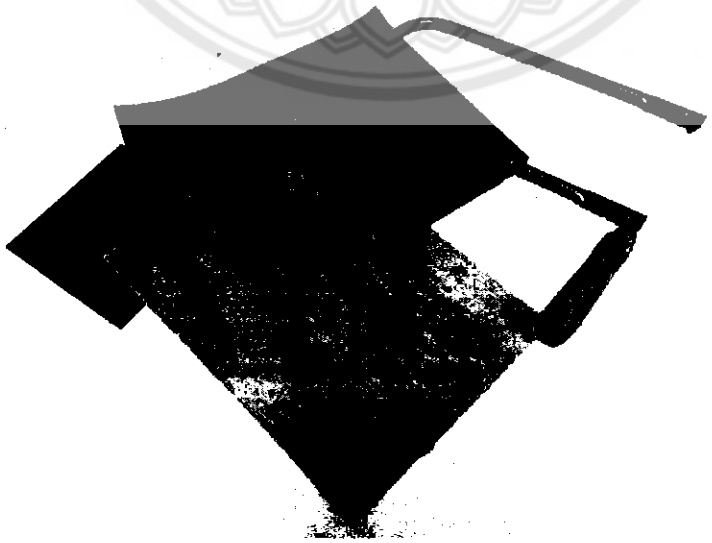
ภาคผนวก ข

อุปกรณ์

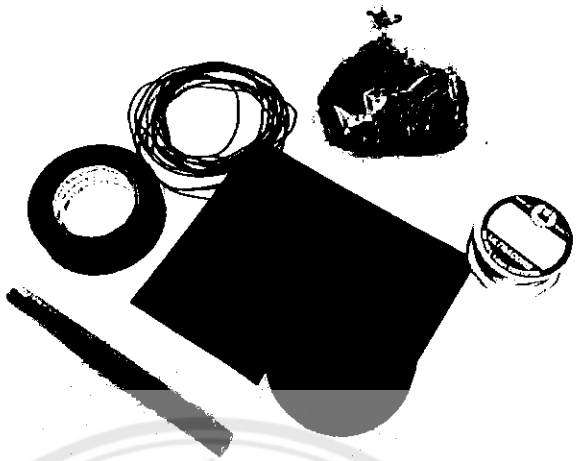
ภาคผนวก ข

อุปกรณ์

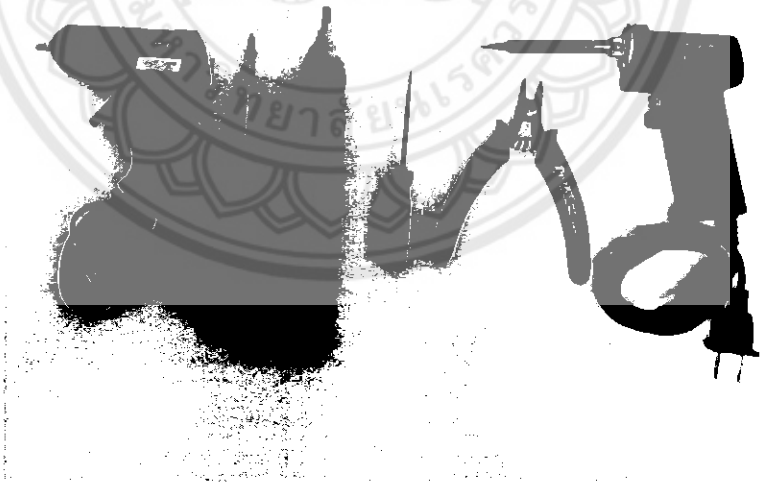
รูปที่ 1 ความต้านทาน ความต้านทานปรับค่าได้ LED LDR ทรานซิสเตอร์



รูปที่ 2 เลื่อยฉลุ ไม้อัด กระดาษทราย แผ่นทองแดง



รูปที่ 3 สายไฟ เทปพันสายไฟ คัตเตอร์ สติ๊กเกอร์ ตัวประสาน กรดกัดปริ้น ตะกั่วเชื่อม



รูปที่ 4 ที่อัดกาว ไขควงสี่แฉก ที่ดูดตะกั่ว ไขควงปากแบน คีม หัวแร้ง

รูปที่ 5 ไฟฉาย ที่ชาร์ตถ่าน ถ่าน AAA ถ่าน AA

รูปที่ 6 หุ่นยนต์วิ่งตามแสง

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นายปราณ เปาประดิษฐ์

ภูมิลำเนา 178 ม.1 ต.หย่วน อ.เชียงคำ จ.พะเยา 56110

ประวัติการศึกษา

- จบมัธยมจาก โรงเรียนเชียงคำวิทยาคม
- ปัจจุบัน กำลังศึกษาในระดับ ปริญญาตรี ชั้นปี 6 สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: Parn_Paopradit@hotmail.com