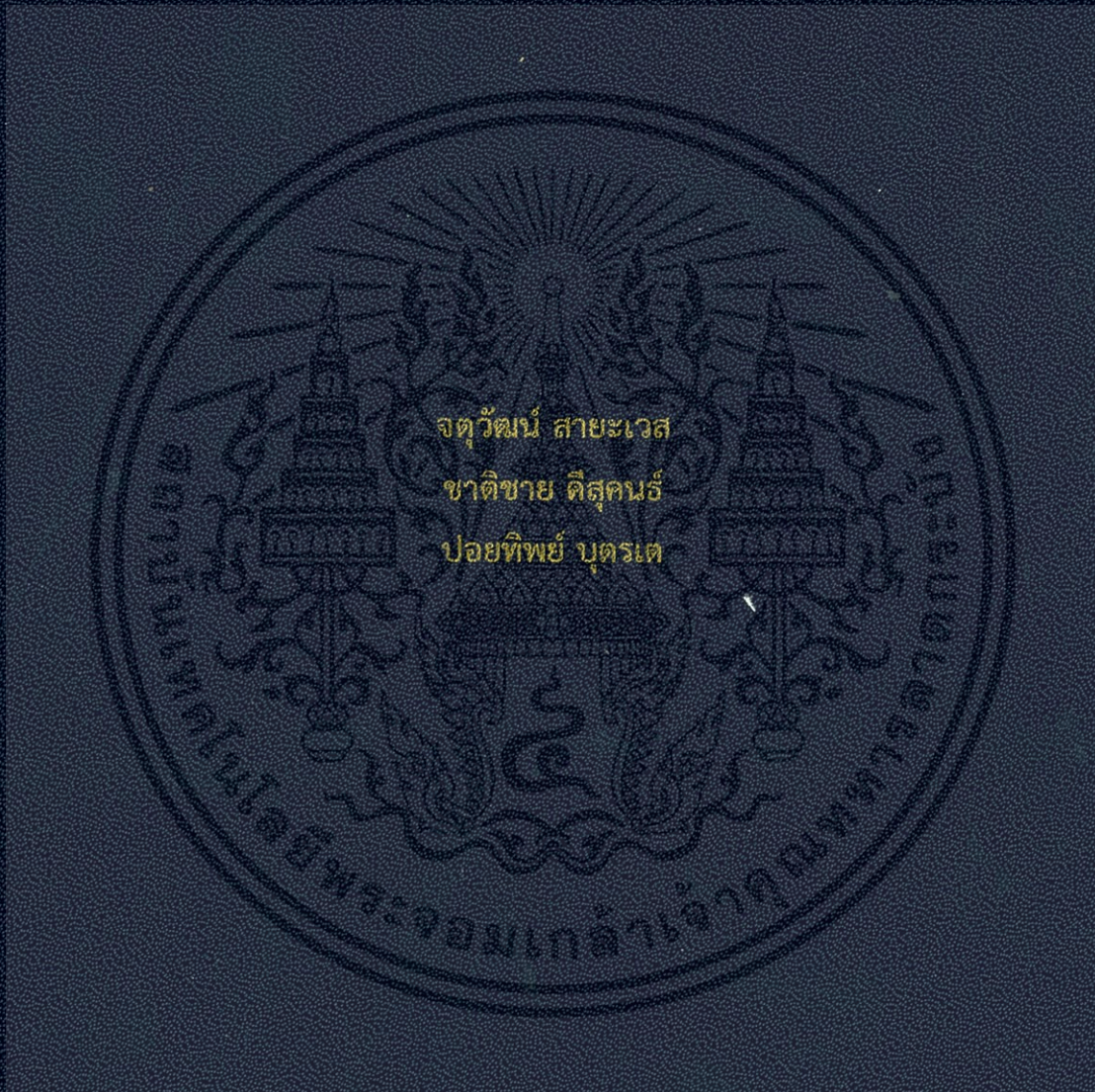


ลูกบอลสอดแนม
Rolling Control



จตุวัฒน์ สายะเวส
ชาติชาย ศิสุคนธ์
ปอຍทิพย์ บุตรเต

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

ลูกบอลสอดแนม

Rolling Control



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rolling Control



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2556
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

หัวข้อปริญญาานิพนธ์ ลูกบอลสอดแนม

Rolling Control

นักศึกษาผู้จัดทำ นายจตุวัฒน์ สายะเวส รหัสนักศึกษา 53010179


นายชาติชาย ตีสุคนธ์ รหัสนักศึกษา 53010356

นางสาวปอยทิพย์ บุตรเต รหัสนักศึกษา 53010967

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุม

ปีการศึกษา 2556

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาานิพนธ์	ลายมือชื่อ
อาจารย์นรินทร์ ธรรมารักษ์วัฒน์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญาานิพนธ์	ลูกบอลสอดแนม		
	Rolling Control		
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายจตุวัฒน์ สายะเวส	รหัสนักศึกษา	53010179
	นายชาติชาย ดีสุคนธ์	รหัสนักศึกษา	53010356
	นางสาวปอยทิพย์ บุตรเต	รหัสนักศึกษา	53010967
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์นรินทร์ ธรรมารักษ์วัฒน์		
ปีการศึกษา	2556		

บทคัดย่อ

โครงการนี้ นำเสนอโครงสร้างหุ่นยนต์ลูกบอลสอดแนม(Rolling Control) โดยตัวโครงสร้างที่จะกล่าวถึงจะประกอบไปด้วยตัวโครงสร้างภายในทั้งหมด แผงวงจรที่ใช้ควบคุมหุ่นยนต์ลูกบอล โดยตัวหุ่นยนต์ลูกบอลจะเคลื่อนที่ผ่านโครงสร้างด้านในซึ่งการเคลื่อนที่จะใช้ล้อช่วยให้หุ่นยนต์ลูกบอลเคลื่อนที่ โดยจะใช้ IC drv8843ในการขับมอเตอร์ เพื่อให้มอเตอร์ไปขับล้อรถ และจะควบคุมการเคลื่อนที่ของลูกบอลด้วยมอดูล RN42N Class2 Bluetooth Module โดยจะใช้ Arduino เป็นตัวควบคุมมอเตอร์ เพื่อให้หุ่นยนต์ลูกบอลหมุนตามแนวที่ต้องการ

Thesis Title Rolling Control
Authors Mr.Jatuwat Sayaves
Mr.Chartchai Deesukon
Miss.Poytip Butta
Thesis Advisor Mr. Narin Tammarugwattana

Year 2556

ABSTRACT

This project is Rolling Control,(The Robot Ball) structure is composed of circuit which control The Robot Ball. Circuit is composed of IC drv8843 which drives motors Bluetooth RN42N which can move robot ball and Arduiono nano which controls motors.



กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากการสนับสนุนของอาจารย์นรินทร์ ธรรมารักษ์วัฒน์ ที่ให้คำปรึกษาและสนับสนุนอุปกรณ์ต่างๆ ในการทำโครงงานนี้มาโดยตลอด ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุมที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ต่างๆ ในการทำโครงงานนี้ ขอขอบคุณเพื่อนๆทุกท่าน ที่ให้การช่วยเหลือจนทำให้โครงงานสำเร็จไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณบิดา มารดาผู้ที่ให้กำเนิด ผู้เลี้ยงดูเรามาและผู้ที่ยกย่องให้กำลังใจมาโดยตลอด ความรู้ใดๆที่ผู้รักการศึกษา ค้นคว้า ได้รับจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ อันจะเป็นประโยชน์ต่องานเชิงวิศวกรรมหรืองานวิจัยต่อไป ชึ่งนับว่าเป็นความดีประการหนึ่ง ข้าพระเจ้าขออุทิศให้แด่ท่านเจ้าคุณทหารและคุณหญิงเยี่ยม ผู้ซึ่ง มอบที่ดินสำหรับสร้างสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังแห่งนี้

คณะผู้จัดทำ



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์.....	1
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์.....	1
1.4 ขั้นตอนการศึกษา.....	1
บทที่ 2 ทฤษฎี.....	3
2.1 หุ่นยนต์.....	3
2.1.1 ประวัติความเป็นมาของหุ่นยนต์.....	3
2.1.2 ประเภทของหุ่นยนต์.....	4
2.2 มอเตอร์.....	8
2.2.1 ประเภทของมอเตอร์.....	9
2.2.1.1 มอเตอร์กระแสตรง (DC Motor).....	9
2.2.1.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ.....	9
2.2.2 โครงสร้างมอเตอร์.....	9
2.3 โปรแกรม solidwork.....	10
2.3.1 ประสิทธิภาพการทำงาน.....	11
2.3.2 ลักษณะการทำงาน.....	11
2.4 เครื่องพิมพ์งาน 3 มิติ.....	12
2.4.1 หลักการทั่วไป.....	13
2.4.2 การพิมพ์.....	14
2.4.3 ความสำเร็จ.....	14
2.4.4 กระบวนการเสริม.....	14

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.5 โปรแกรม altium designer.....	15
2.5.1 การออกแบบ PCB.....	16
2.5.2 ออกแบบชิ้นงานให้มีความถูกต้องตั้งแต่เริ่มต้น.....	16
2.5.3 กฎการออกแบบที่แม่นยำ.....	16
2.5.4 การรักษาความแม่นยำของวงจร.....	16
2.5.5 การรักษาความสอดคล้องระหว่างชิ้นงาน.....	16
2.5.6 การเคลื่อนไปในข้อมูลการออกแบบ.....	17
2.5.7 การออกแบบชนิดเป็นโครงสร้าง.....	17
2.5.8 การจัดเรียงและเดินสายเส้น PCB.....	17
2.5.9 การเดินสายเส้นด้วยตนเอง.....	17
2.5.10 รูปแบบการเดินสายที่หลากหลายน.....	18
2.5.11 การเดินสายทองแดงอัตโนมัติ.....	18
2.5.12 การออกแบบวงจรความเร็วสูง.....	18
2.6 Arduino Nano.....	19
2.6.1 ข้อมูลจำเพาะ.....	19
2.6.2 หน่วยความจำ.....	19
2.6.3 การสื่อสาร.....	19
2.7 เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายบลูทูธ Bluetooth Technology.....	20
2.7.1 หลักการพื้นฐานของบลูทูธ.....	20
2.7.2 ระยะเชื่อมต่อของบลูทูธ.....	21
2.7.3 มาตรฐานของบลูทูธ.....	21
2.7.4 ลักษณะจำเพาะหลักๆของ PPUs ในระบบบลูทูธ.....	21
2.8 แบตเตอรี่.....	23
2.8.1 การแพคแบตเตอรี่.....	23
2.8.2 การประจุไฟฟ้า หรือ การชาร์จ.....	24
2.8.3 ตรวจสอบก่อนชาร์จ.....	24
2.8.4 การเก็บรักษา.....	24
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ.....	26
3.1 โมเดลคณิตศาสตร์ของดีซีมอเตอร์.....	26

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.1.1 โมเดลอิเล็กทรอนิกส์โทรแมคคานิคอล.....	26
3.1.1.1 ทรานสเฟอร์ฟังก์ชันของดีซีมอเตอร์.....	30
3.2 พฤติกรรมของหุ่นยนต์สมดุล.....	32
3.3 หลักการของอินเวอร์ทแพนดูลัม.....	34
3.4 โครงสร้างแบบจำลองจากโปรแกรม Solidwork.....	36
3.5 โครงสร้างที่ได้จากเครื่องปริ้น3มิติ.....	39
3.6 โครงสร้างของหุ่นยนต์ลูกบอล.....	41
3.7 สายวงจรอิเล็กทรอนิกส์.....	42
3.8 ส่วนของตัวโปรแกรม.....	43
3.9 อุปกรณ์.....	44
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง.....	45
4.1 คำนำ.....	45
4.2 วิธีการทดลอง.....	45
4.3 ผลการทดลอง.....	50
บทที่ 5 บทวิจารณ์และบทสรุป.....	54
5.1 การทดสอบทางอิเล็กทรอนิกส์.....	54
5.2 การทดสอบทางด้านแมคคานิค.....	54
5.3 ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน.....	54
5.4 แนวทางการพัฒนาและการปรับปรุง.....	54
บรรณานุกรม.....	55
ภาคผนวก.....	56

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ตารางแสดงค่าแรงดันของขา Out put ของArduino NANO.....	50
4.2 ตารางแสดงค่าแรงดันของขา Out put ของไอซีL293D.....	50



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 หุ่นยนต์ที่ติดตั้งอยู่กับที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้.....	4
2.2 หุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนไหวและเคลื่อนที่ได้.....	5
2.3 Humanoid Robot	5
2.4 Android.....	6
2.5 Gynoid.....	6
2.6 Actriod.....	7
2.7 Cyborg.....	7
2.8 Nanorobot.....	8
2.9 โปรแกรม Solidwork.....	11
2.10 เครื่องพิมพ์งาน3มิติ รุ่น Makerbot 3D printer.....	13
2.11 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเครื่องพิมพ์3มิติ.....	15
2.12 ตัวอย่างโปรแกรม altium designer.....	15
2.13 ตัวอย่างลายวงจรที่ได้จากโปรแกรม altium designer.....	18
2.14 Arudino nano.....	20
2.15 Bluetooth.....	23
2.16 แบตลิโพอ.....	24
3.1 แสดงอินพุตและเอาต์พุตของโมเดลทางคณิตศาสตร์ของมอเตอร์.....	26
3.2 แสดงโมเดลของดีซีมอเตอร์แบบฟิลด์แยกกระตุ้น.....	26
3.4 แสดงถึงแรงบิดต่างๆที่เกิดขึ้นต่อโหลดของมอเตอร์.....	28
3.5 แสดงบล็อกไดอะแกรมของดีซีมอเตอร์โมเดล.....	29
3.6 แผนภาพวัตถุอิสระของล้อทั้งสองข้าง.....	32
3.7 รูปแสดงรูปแบบของเพนดูลัมผกผันและตัวแปรที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์.....	34
3.8 Body Ball.....	36
3.9 Circuit Stage.....	36
3.10 Plate Connecting.....	37
3.11 Motor Box.....	37
3.12 Support Core.....	38
3.13 Top Slip.....	38
3.14 แบบจำลองโครงสร้างทั้งหมด.....	39
3.15 Support Core for Markerbot.....	39
3.16 Top Slip for Markerbot.....	40
3.17 Body Ball for Markerbot.....	40
3.18 Circuit Stage forMarkerbot.....	41

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.19 โครงสร้างภายในของหุ่นยนต์ลูกบอล.....	41
3.20 โครงสร้างภายนอกของหุ่นยนต์ลูกบอล.....	42
3.21 ลายวงจรอิเล็กทรอนิกส์.....	42
3.22 Flow chart โปรแกรม.....	43
4.1 รูปวงจรอิเล็กทรอนิกส์.....	45
4.2 รูปการเชื่อมต่อบลูทูธกับแอปพลิเคชัน Bluetooth SPP.....	46
4.3 รูปมัลติมิเตอร์.....	46
4.4.ก โครงสร้างภายในหุ่นยนต์ลูกบอล.....	47
4.4.ข โครงสร้างภายนอกหุ่นยนต์ลูกบอล.....	47
4.5 รูปกดคำสั่ง Forward จากแอปพลิเคชัน Bluetooth SPP.....	47
4.6 รูปกดคำสั่ง Left จากแอปพลิเคชัน Bluetooth SPP.....	48
4.7 รูปกดคำสั่ง Right จากแอปพลิเคชัน Bluetooth SPP.....	48
4.8 รูปกดคำสั่ง Back จากแอปพลิเคชัน Bluetooth SPP.....	49
4.9 รูปกดคำสั่ง Stop จากแอปพลิเคชัน Bluetooth SPP.....	49
4.10 รูปหุ่นยนต์ลูกบอลขณะไม่ได้รับคำสั่งใดๆ.....	51
4.11 รูปหุ่นยนต์ลูกบอลขณะรับคำสั่ง Forward.....	51
4.12 หุ่นยนต์ลูกบอลก่อนได้รับคำสั่ง.....	52
4.13 รูปหุ่นยนต์ลูกบอลหลังได้รับคำสั่งLeft.....	52
4.14 รูปหุ่นยนต์ลูกบอลหลังได้รับคำสั่งRight.....	53
4.15 รูปหุ่นยนต์ลูกบอลหลังได้รับคำสั่ง Back.....	53

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปริญญาโท

ปัจจุบันเทคโนโลยีในด้านต่าง ๆ ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้มนุษย์มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น มีความสะดวกสบายและความปลอดภัยมากขึ้น ทางด้านเทคโนโลยีทางด้านหุ่นยนต์ก็เช่นกันก็ถูกพัฒนามาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เทคโนโลยีทางด้านหุ่นยนต์มีประโยชน์หลายด้านไม่ว่าจะเป็นด้านการแพทย์มีการเริ่มนำเอาหุ่นยนต์แขนกลเข้ามาในการช่วยทำการผ่าตัด ด้านงานวิจัยหุ่นยนต์สามารถทำการสำรวจงานวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ร่วมกับมนุษย์ เช่น การสำรวจท้องทะเลที่มีความลึกเป็นอย่างมาก ด้านอุตสาหกรรมหุ่นยนต์เริ่มมีบทบาททางด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรมในขณะทำงานด้านอุตสาหกรรม มีความต้องการด้านแรงงานเป็นอย่างมาก

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญาโท

- 1.ศึกษาการทำงานของหุ่นยนต์ที่มีลักษณะทรงกลม
- 2.ศึกษาการออกแบบอุปกรณ์ด้วยโปรแกรม Solid Work และสามารถนำไปประยุกต์ออกแบบชิ้นงานอื่นได้
- 3.ศึกษาการสร้างอุปกรณ์ด้วยเครื่อง Makerbot 3D printer
- 4.ศึกษาการสร้างลายวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม altium designer
- 5.ศึกษาการเขียนภาษาซี

1.3 ขอบเขตของปริญญาโท

- 1.สามารถทำให้หุ่นยนต์ทรงกลมเคลื่อนที่ได้โดยไม่มีแรงภายนอกมากระทำ
- 2.สามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ได้โดยใช้อุปกรณ์รับส่งข้อมูล

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

- 1.ศึกษาการทำงานของหุ่นยนต์ที่มีลักษณะทรงกลม
- 2.ศึกษาการออกแบบอุปกรณ์ด้วยโปรแกรม Solid Work และสามารถนำไปประยุกต์ออกแบบชิ้นงานอื่นได้
- 3.ศึกษาการสร้างอุปกรณ์ด้วยเครื่อง Makerbot 3D printer
- 4.ศึกษาการสร้างลายวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม altium designer
- 5.ศึกษาการเขียนภาษาซี
- 6.ศึกษาการทำงานของ Arduino Nano

7. ศึกษาการติดต่อสื่อสารข้อมูลแบบไร้สาย
8. ศึกษาการทำงานแอปพลิเคชันBLUETOOTH SPP



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 หุ่นยนต์

2.1.1 ประวัติความเป็นมาของหุ่นยนต์

คำว่า Robot มาจากคำว่า Robota ในภาษาเช็ก ซึ่งแปลโดยตรงว่า *การทำงานเสมือนทาส* ถู้อำนาจขึ้นจากละครเวทีเรื่อง "Rassum's Universal Robots" ในปี ค.ศ. 1920 ซึ่งเป็นบทประพันธ์ของ คาเวล คาเปก (Karel Capek) เนื้อหาของละครเวทีมีความเกี่ยวพันกับจินตนาการของมนุษย์ ในการใฝ่หาสิ่งใดมาช่วยในการปฏิบัติงาน การประดิษฐ์คิดค้นสร้างหุ่นยนต์จึงถือกำเนิดขึ้นเพื่อเป็นเสมือนทาสคอยรับใช้มนุษย์ การใช้ชีวิตร่วมกันระหว่างหุ่นยนต์และมนุษย์ดำเนินต่อไปจนกระทั่งหุ่นยนต์เกิดมีความคิดเช่นเดียวกับมนุษย์ การถูกกดขี่ข่มเหงเช่นทาสจากมนุษย์ทำให้หุ่นยนต์เกิดการต่อต้านไม่ยอมเป็นเบี้ยล่างอีก ซึ่งละครเวทีเรื่องนี้โด่งดังมากจนทำให้คำว่า Robot เป็นที่รู้จักทั่วโลก

ในปี ค.ศ. 1942 คำว่า robot ได้กลายเป็นจุดสนใจของคนทั่วโลกอีกครั้ง เมื่อไอแซค อสิมอฟ นักเขียนนวนิยายแนววิทยาศาสตร์ได้เขียนเรื่องนวนิยายสั้นเรื่อง Runaround ซึ่งได้ปรากฏคำว่า robot ในนิยายเรื่องนี้ และต่อมาได้นำมารวบรวมไว้ในนิยายวิทยาศาสตร์เรื่อง I-Robot ทำให้นักวิทยาศาสตร์ได้ทำความรู้จักกับคำว่า Robot เป็นครั้งแรกจากนวนิยายเรื่องนี้ หุ่นยนต์จึงกลายเป็นจุดสนใจและเป็นแนวคิดและจินตนาการของนักวิทยาศาสตร์ ในการคิดค้นและประดิษฐ์หุ่นยนต์ในอนาคต

ปี ค.ศ. 1940 - 1950 หุ่นยนต์ชื่อ Alsie the Tortoise ได้ถือกำเนิดขึ้นโดย Grey Walter หุ่นยนต์รูปเต่าสร้างจากมอเตอร์ไฟฟ้านำมาประกอบเป็นเครื่องจักร สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยล้อทั้ง 3 ต่อมาหุ่นยนต์ชื่อ Shakey ได้ถูกสร้างขึ้นให้สามารถเคลื่อนที่ได้เช่นเดียวกับ Alsie the Tortoise โดย Stanford Research Institute:SRI แต่มีความสามารถเหนือกว่าคือมีความคิดเป็นของตนเองโดยที่ Shakey จะมีสัญญาณเซนเซอร์เป็นเครื่องบอกสัญญาณในการเคลื่อนที่ไปมา ซึ่งนอกเหนือจากหุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนที่ไปมาด้วยล้อแล้ว ในปี ค.ศ. 1960 หุ่นยนต์ชื่อ General Electric Walking Truck ที่สามารถเดินได้ด้วยขาถือกำเนิดขึ้น มีขนาดโครงสร้างใหญ่โตและหนักถึง 3,000 ปอนด์ สามารถก้าวเดินไปด้านหน้าด้วยขาทั้ง 4 ข้างด้วยความเร็ว 4 ไมล์/ชั่วโมงโดยการใช้คอมพิวเตอร์ในการควบคุมการเคลื่อนไหวของขา General Electric Walk Truck ได้รับการพัฒนาโครงสร้างและศักยภาพโดยวิศวกรประจำบริษัท General Electric ชื่อ Ralph Moser

ภายหลังจากที่หุ่นยนต์เริ่มเป็นที่รู้จักไปทั่วโลก หุ่นยนต์เริ่มเข้ามามีบทบาทความสำคัญในด้านต่าง ๆ เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับชีวิตของมนุษย์ โรงงานอุตสาหกรรมเริ่มมีความคิดใช้หุ่นยนต์แทนแรงงานมนุษย์เดิม หุ่นยนต์ด้านอุตสาหกรรมตัวแรกที่ชื่อ Unimates ได้ถือกำเนิดขึ้นในปี ค.ศ. 1950 - 1960 โดย George Devol และ Joe Engleberger ซึ่งต่อมา Joe ได้แยกตัวออกมาจาก George โดยเปิดบริษัทสร้างหุ่นยนต์ในชื่อของ Unimation ซึ่งต่อมาผลงานในด้านหุ่นยนต์ของ Joe ได้รับสมญานามว่า "บิดาแห่งหุ่นยนต์ด้านอุตสาหกรรม"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ประเภทของหุ่นยนต์

ประเภทของหุ่นยนต์ สามารถแบ่งแยกได้หลากหลายรูปแบบตามลักษณะเฉพาะของการใช้งาน ได้แก่การแบ่งประเภทตามการเคลื่อนที่ นอกจากนี้อาจจำแนกตามรูปลักษณ์ภายนอกด้วยก็ได้

การแบ่งประเภทตามการเคลื่อนที่ได้

1.) หุ่นยนต์ที่ติดตั้งอยู่กับที่ที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้

หุ่นยนต์ที่ติดตั้งอยู่กับที่ สามารถเคลื่อนไหวไปมาแต่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ หุ่นยนต์ในประเภทนี้ได้แก่ แขนกลของหุ่นยนต์ที่ใช้ในงานด้านอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่นงานด้านอุตสาหกรรมผลิตรถยนต์ แขนกลของหุ่นยนต์ที่ใช้ในงานด้านการแพทย์ เช่นแขนกลที่ใช้ในการผ่าตัด หุ่นยนต์ประเภทนี้จะมีลักษณะโครงสร้างที่ใหญ่โต เทอะทะและมีน้ำหนักมาก ใช้พลังงานให้สามารถเคลื่อนไหวได้จากแหล่งจ่ายพลังงานภายนอก และจะมีการกำหนดขอบเขตการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์เอาไว้ ทำให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนไหวไปมาได้ในเฉพาะที่ที่กำหนดเอาไว้เท่านั้น

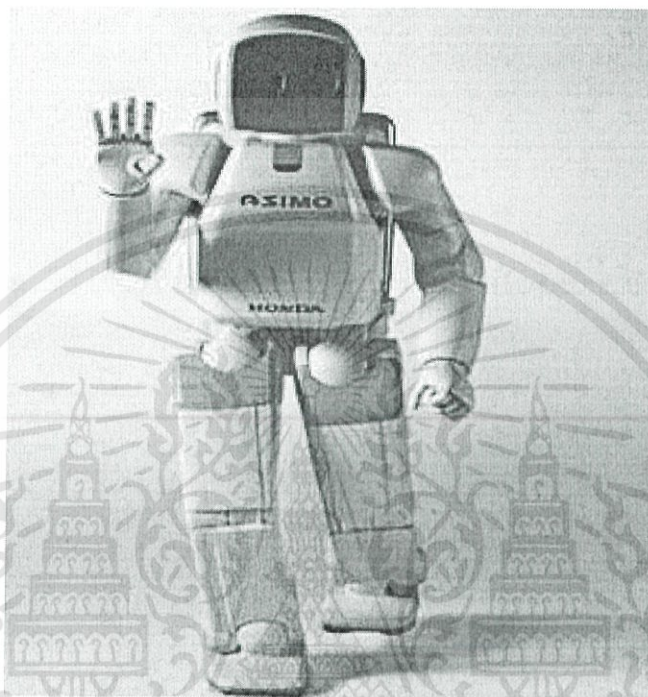


รูปที่ 2.1 หุ่นยนต์ที่ติดตั้งอยู่กับที่ที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้

2.) หุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนไหวและเคลื่อนที่ได้

หุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนไหวร่างกายไปมาได้อย่างอิสระ หมายความว่าหุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนย้ายตัวเองจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีก ตำแหน่งหนึ่งได้อย่างอิสระ หรือมีการเคลื่อนที่ไปมาในสถานที่ต่าง ๆ เช่น หุ่นยนต์ที่ใช้ในการสำรวจดวงจันทร์ของ องค์การนาซ่า หุ่นยนต์สำรวจใต้พิภพหรือ หุ่นยนต์ที่ใช้ในการขนถ่ายสินค้า ซึ่งหุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนไหวได้นี้ ถูกออกแบบลักษณะของโครงสร้างให้มีขนาดเล็กและมีระบบเคลื่อนที่ไปมา รวมทั้งมีแหล่งจ่ายพลังสำรองภายในร่างกายของตนเอง แตกต่างจากหุ่นยนต์ที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ไปมาได้ ซึ่งจะต้องมีแหล่งจ่ายพลังงานอยู่ภายนอก เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แหล่งจ่ายพลังสำรองภายในร่างกายของหุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนไหวร่างกาย และสามารถเคลื่อนที่ไปมาได้นั้น โดยปกติแล้วจะถูกออกแบบลักษณะของโครงสร้างให้มีขนาดเล็กรวมทั้งมีปริมาณ น้ำหนักไม่มาก เพื่อไม่ให้เป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติงานของหุ่นยนต์หรืออุปสรรคในการเคลื่อนที่



รูปที่2.2 หุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนไหวและเคลื่อนที่ได้

การแบ่งประเภทตามลักษณะรูปร่างภายนอก

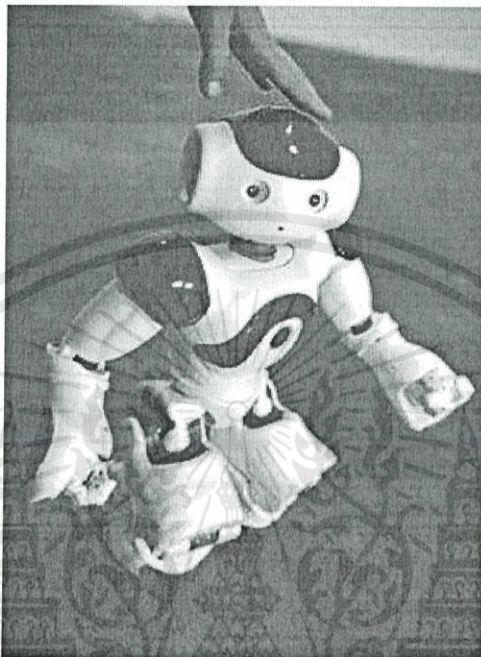
- 1). Humanoid Robot เป็นลักษณะหุ่นยนต์ที่เหมือนกับมนุษย์



รูปที่2.3 Humanoid Robot

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2). Android เป็นการเรียกหุ่นยนต์คล้ายมนุษย์ที่สามารถแสดงออกเหมือนมนุษย์ แม้ว่ารากศัพท์ภาษากรีกของคำนี้หมายถึงเพศชาย แต่การใช้ในบริบทภาษาอังกฤษมักไม่ได้มีความหมายเจาะจงว่าเป็นเพศใด



รูปที่ 2.4 Android

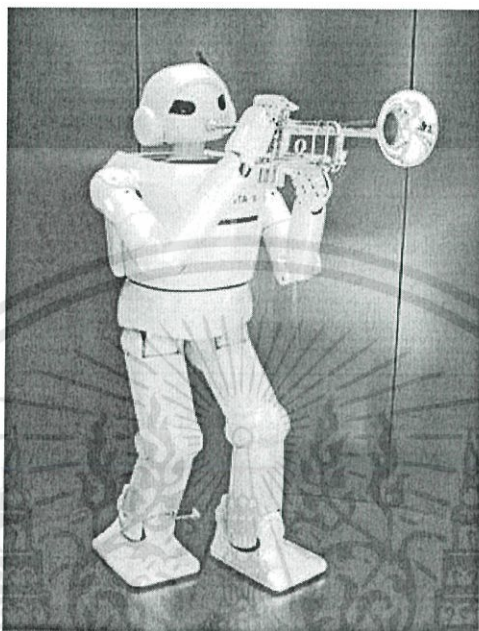
3). เป็นการเรียกหุ่นยนต์คล้ายมนุษย์เพศหญิง



รูปที่ 2.5 Gynoid

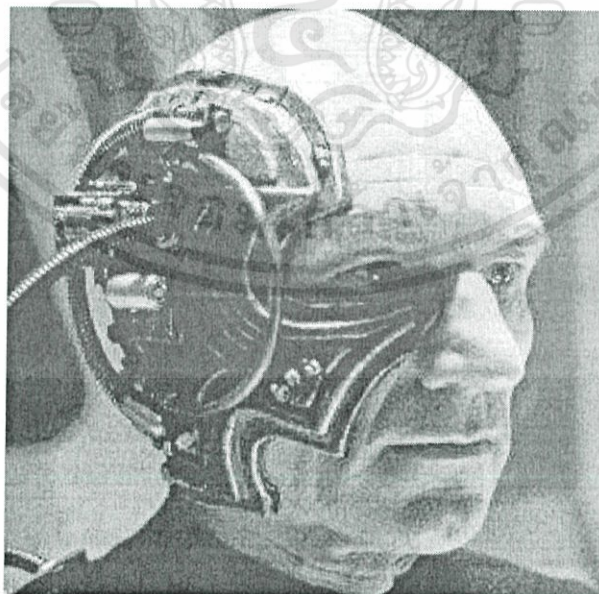
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 4). Actriod เป็นหุ่นยนต์ที่เลียนแบบพฤติกรรมมนุษย์ เช่น กระพริบตา หายใจ เริ่มพัฒนาโดยมหาวิทยาลัยโอซาก้าและบริษัทโคโคโระ



รูปที่ 2.6 Actriod

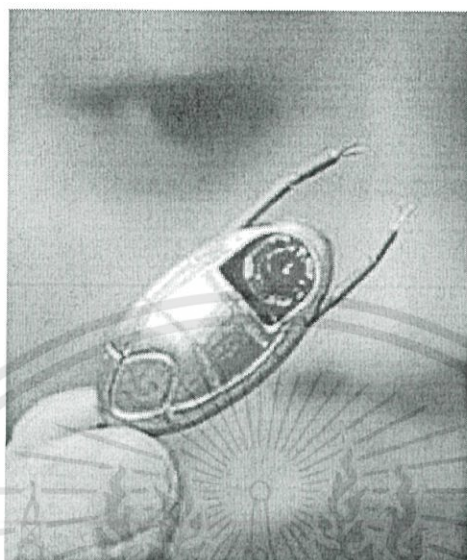
- 5). Cyborg เป็นหุ่นยนต์ที่เชื่อมต่อกับสิ่งมีชีวิต หรือ ครึ่งคนครึ่งหุ่น เริ่มปรากฏครั้งแรกในเรื่องแต่งปี 1960



รูปที่ 2.7 Cyborg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6). Nanorobot เป็นหุ่นยนต์ขนาดเล็กมาก ขนาดประมาณ 0.5-3 ไมครอน



รูปที่ 2.8 Nanorobot

2.2 มอเตอร์

มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล ในโหมดการทำงานปกติ มอเตอร์ไฟฟ้าส่วนใหญ่ทำงานผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสนามแม่เหล็กของแม่เหล็กในตัวมอเตอร์ และสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสในขดลวดทำให้เกิดแรงดูดและแรงผลักของสนามแม่เหล็กทั้งสอง ในการใช้งานบางอย่างเช่น ในอุตสาหกรรมการขนส่งที่ใช้มอเตอร์อุตสาหกรรมมอเตอร์ไฟฟ้าสามารถทำงานได้ทั้งการสร้างพลังงานกล และการผลิตพลังงานไฟฟ้า โดยที่ในขณะที่มอเตอร์ไฟฟ้ายังผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานกล

มอเตอร์ไฟฟ้าถูกนำไปใช้งานที่หลากหลายเช่น พัดลมอุตสาหกรรม เครื่องเป่า บีม เครื่องมือ เครื่องใช้ในครัวเรือน และดิสก์ไดรฟ์ มอเตอร์ไฟฟ้าสามารถขับเคลื่อนโดยแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง (DC) เช่น จากแบตเตอรี่, ยานยนต์หรือวงจรเรียงกระแส หรือจากแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ (AC) เช่น จากไฟบ้าน อินเวอร์เตอร์ หรือ เครื่องปั่นไฟ มอเตอร์ขนาดเล็กอาจพบในนาฬิกาไฟฟ้า มอเตอร์ทั่วไปที่มีขนาดและคุณลักษณะมาตรฐานสูงจะให้พลังงานกลที่สะดวกสำหรับใช้ในอุตสาหกรรม มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใหญ่ที่สุดใช้สำหรับการใช้งานลากจูงเรือ และการบีบอัดท่อส่งน้ำมันและปั๊มสูบ จัดเก็บน้ำมันซึ่งมีกำลังถึง 100 เมกะวัตต์ มอเตอร์ไฟฟ้าอาจจำแนกตามประเภทของแหล่งที่มาของพลังงานไฟฟ้าหรือตามโครงสร้างภายในหรือตามการใช้งานหรือตามการเคลื่อนไหวของเอาต์พุต และอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 ประเภทของมอเตอร์

มอเตอร์กระแสตรง (DC:Direct Current Motor) หรือ ดีซี มอเตอร์มอเตอร์ชนิดนี้ต้องการแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ส่วนมากใช้งานกับเครื่องเล่นเด็ก อุปกรณ์ที่ใช้มอเตอร์กระแสตรง เช่น มอเตอร์ในรถจักรยานไฟฟ้า ที่ปัดน้ำฝน เป็นต้น มอเตอร์กระแสตรงยังสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด

2.2.1.1 มอเตอร์กระแสตรง (DC Motor)

มอเตอร์กระแสตรง เป็นมอเตอร์ที่หมุนได้ทันทีเมื่อมีการป้อนแรงดันที่เหมาะสม ทิศทางการหมุนจะขึ้นอยู่กับขั้วแรงดันที่ป้อน หากต้องการให้มอเตอร์หมุนกับทางก็เพียงแคร์กับขั้วของแหล่งจ่าย เท่านั้น มอเตอร์ก็จะเปลี่ยนทิศทางทันที มอเตอร์ชนิดนี้ทำงานเพียง 3 แบบ คือ หมุนตามเข็มนาฬิกา หมุนทวนเข็มนาฬิกา และหยุดหมุน ซึ่งอัตราความเร็วที่หมุนขึ้นอยู่กับกระแสและแรงดันที่จ่ายให้มอเตอร์ ถ้าหากแรงบิดไม่เพียงพอสามารถหดรอบของการหมุนได้ มอเตอร์ต้องแรงดันไฟฟ้าในระดับต่างกัน ก่อนไปใช้ควรดูว่ามอเตอร์นี้ต้องการแรงเท่าไร

2.2.1.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

มอเตอร์กระแสสลับ (AC:Alternating current Motor) หรือ เอซี มอเตอร์ เป็นมอเตอร์ที่ใช้กันแพร่หลายในอาคารบ้านเรือน หรือโรงงานอุตสาหกรรมเช่น เครื่องไฟฟ้าที่ต้องใช้แรงขับ จำพวกพัดลม แอร์ ตู้เย็น เครื่องดูดฝุ่น และอื่นๆ ซึ่งมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับยังสามารถแบ่งชนิดได้อีกดังนี้

- 1). มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส จะใช้กับแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์มีสายไฟ เข้า 2 สาย มีแรงม้าไม่สูง ส่วนใหญ่ตามบ้านเรือน
- 2). มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟส เป็นมอเตอร์ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมต้องใช้ระบบไฟฟ้า 3 เฟส ใช้แรงดัน 380 โวลต์ มีสายไฟเข้ามอเตอร์ 3 สาย

2.2.2 โครงสร้างมอเตอร์

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วนดังนี้

- 1). ส่วนที่อยู่กับที่หรือที่เรียกว่าสเตเตอร์ (Stator) ประกอบด้วย เฟรมหรือโยค (Frame or Yoke) เป็นโครงภายนอกทำหน้าที่เป็นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็กจากขั้ว ขั้วแม่เหล็ก (Pole) ประกอบด้วย 2 ส่วนคือแกนขั้วแม่เหล็กและขดลวด

ส่วนแรกแกนขั้ว (Pole Core) ทำด้วยแผ่นเหล็กบางๆ กั้นด้วยฉนวนประกบกันเป็นแท่งยึดติดกับเฟรม ส่วนปลายที่ทำเป็นรูปโค้งนั้นเพื่อโค้งรับรูปกลมของตัวโรเตอร์เรียกว่าขั้วแม่เหล็ก (Pole Shoes) มีวัตถุประสงค์ให้ขั้วแม่เหล็กและโรเตอร์ใกล้ชิดกันมากที่สุดเพื่อให้เกิดช่องอากาศน้อยที่สุดเพื่อให้เกิดช่องอากาศน้อยที่สุดจะมีผลให้เส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วแม่เหล็กจากขั้วแม่เหล็กผ่านไปยังโรเตอร์มากที่สุดแล้วทำให้เกิดแรงบิดหรือกำลังบิดของโรเตอร์มากเป็นการทำให้มอเตอร์มีกำลังหมุน (Torque) ลักษณะของขั้วแม่เหล็ก

ส่วนที่สอง ขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil) จะพันอยู่รอบๆ แกนขั้วแม่เหล็กขดลวดนี้ทำหน้าที่รับกระแสจากภายนอกเพื่อสร้างเส้นแรงแม่เหล็กให้เกิดขึ้น และเส้นแรงแม่เหล็กนี้จะเกิดการหักล้างและเสริมกันกับสนามแม่เหล็กของอาร์มาเจอร์ทำให้เกิดแรงบิดขึ้น

2). ตัวหมุน (Rotor) ตัวหมุนหรือเรียกว่าโรเตอร์ตัวหมุนนี้ทำให้เกิดกำลังงานมีแกนวางอยู่ในตลับลูกปืน (Ball Bearing) ซึ่งประกอบอยู่ในแผ่นปิดหัวท้าย (End Plate) ของมอเตอร์

ตัวโรเตอร์ประกอบด้วย 4 ส่วนด้วยกัน คือ

- 1). แกนเพลลา (Shaft) เป็นตัวสำหรับยึดคอมมิวเตเตอร์ และยึดแกนเหล็กอาร์มาเจอร์ (Armature Core) ประกอบเป็นตัวโรเตอร์แกนเพลลานี้จะวางอยู่บนแบร็ง เพื่อบังคับให้หมุนอยู่ในแนวหนึ่งไม่มีการสั่นสะเทือนได้
- 2). แกนเหล็กอาร์มาเจอร์ (Armature Core) ทำด้วยแผ่นเหล็กบางอาบฉนวน (Laminated Sheet Steel) เป็นที่สำหรับพันขดลวดอาร์มาเจอร์ซึ่งสร้างแรงบิด (Torque)
- 3). คอมมิวเตเตอร์ (Commutator) ทำด้วยทองแดงออกแบบเป็นซี่แต่ละซี่มีฉนวนไมก้า (mica) คั่นระหว่างซี่ของคอมมิวเตเตอร์ ส่วนหัวซี่ของคอมมิวเตเตอร์ จะมีร่องสำหรับใส่ปลายสาย ของขดลวดอาร์มาเจอร์ ตัวคอมมิวเตเตอร์นี้อัดแน่นติดกับแกนเพลลา เป็นรูปกลมทรงกระบอก มีหน้าที่สัมผัสกับแปรงถ่าน (Carbon Brushes) เพื่อรับกระแสจากสายป้อนเข้าไปยัง ขดลวดอาร์มาเจอร์เพื่อสร้างเส้นแรงแม่เหล็กอีกส่วนหนึ่งให้เกิดการหักล้างและเสริมกันกับเส้นแรงแม่เหล็กอีกส่วน ซึ่งเกิดจากขดลวดขั้วแม่เหล็ก ดังกล่าวมาแล้วเรียกว่าปฏิกิริยามอเตอร์ (Motor action)
- 4). ขดลวดอาร์มาเจอร์ (Armature Winding) เป็นขดลวดพันอยู่ในร่องสลอต (Slot) ของแกนอาร์มาเจอร์ ขนาดของลวดจะเล็กหรือใหญ่และจำนวนรอบจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับวิธีการออกแบบของตัวโรเตอร์ชนิดนั้นๆ เพื่อที่จะให้เหมาะสมกับงานต่างๆ ที่ต้องการ ทำด้วยคาร์บอนมีรูปร่างเป็นแท่งสี่เหลี่ยมผืนผ้าในช่องแปรงมีสปริงกดอยู่ด้านบนเพื่อให้ถ่านนี้สัมผัสกับซี่คอมมิวเตเตอร์ตลอดเวลาเพื่อรับกระแส และส่งกระแสไฟฟ้าระหว่างขดลวดอาร์มาเจอร์ กับวงจรไฟฟ้าจากภายนอก คือถ้าเป็นมอเตอร์กระแสไฟฟ้าตรงจะทำหน้าที่รับกระแสจากภายนอกเข้าไปยังคอมมิวเตเตอร์ให้ลวดอาร์มาเจอร์เกิดแรงบิดทำให้มอเตอร์หมุนได้

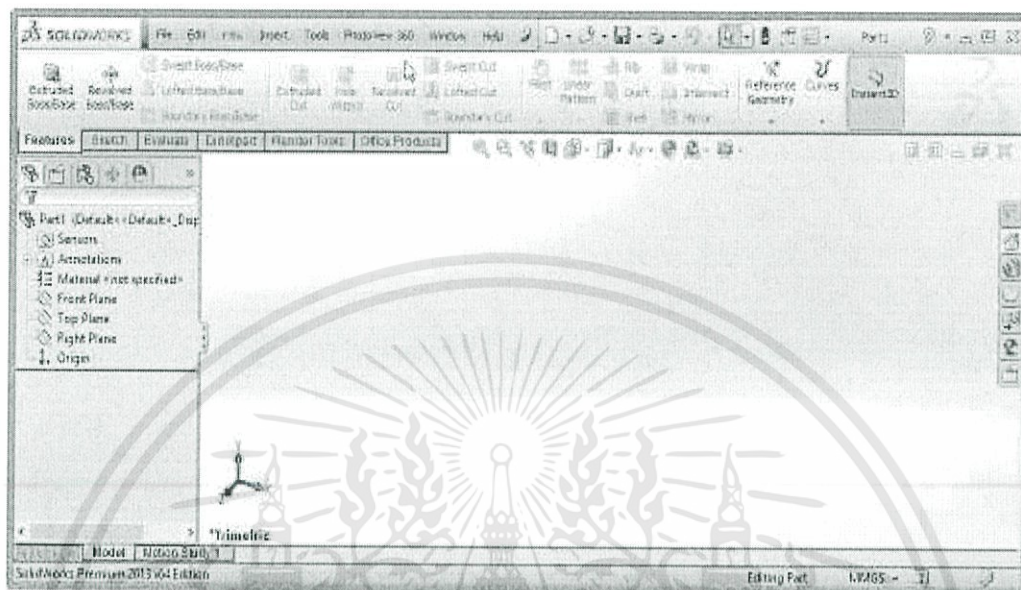
2.3 โปรแกรม solidwork

SolidWorks พัฒนาขึ้นในปี 1995 โดยบริษัทDassault System ในฝรั่งเศส เป็นซอฟต์แวร์เพื่อให้แก้ออกแบบใช้ เป็นเครื่องมือในการออกแบบทางวิศวกรรม เพื่อสร้างตัวอย่างผลิตภัณฑ์จำลองใน Computer ก่อนที่จะสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบจริง โดยตัวซอฟต์แวร์จะจัดอยู่ในตระกูล CAD (Computer Aided Design) ซึ่งสามารถสร้างชิ้นงานจำลองในรูปแบบ 3D Solid Models เป็นแบบงานแยกชิ้น (Part) และแบบงานประกอบ (Assembly) เพื่อนำไปสร้างเป็น 2D Standard Engineering (CADD = Computer Aided Design and Drafting)

โปรแกรม Solidwork เป็นโปรแกรมที่มีความยืดหยุ่นในการทำงานสูงมาก คือ สามารถที่จะทำงานมากมายหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นชิ้นงานที่ต้องขึ้นเป็น solid หรือ surface ก็มีเครื่องที่รองรับเป็นอย่างดี เมื่อสร้างชิ้นงานเสร็จเรียบร้อยแล้วสามารถที่จะประกอบชิ้นงานได้ใน Mode ของชุดคำสั่ง Assembly รวมทั้งผู้ต้องการ Drawing ของชิ้นงาน ก็เพียงลากชิ้นงานมาวางในใบงานแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาด จะมองเห็นได้ว่าผู้ใช้งาน สามารถ ที่จะประหยัดเวลาในการทำงานและสนุกกับการทำงานอีกด้วย



รูปที่ 2.9 โปรแกรม Solidwork

2.3.1 ประสิทธิภาพการทำงาน

ประสิทธิภาพของ SolidWorks เป็นการเจาะลึกให้นักออกแบบสามารถสร้างชิ้นงานจำลองทางด้าน Mechanical Engineering Design ได้อย่างสมบูรณ์แบบ นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ในการคำนวณทางวิศวกรรม และการตรวจสอบความผิดพลาดของ 3D Solid Models เพื่อลดต้นทุนในการผลิต และลดระยะเวลาการทำงานในการออกแบบ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในบริษัทและองค์กร

2.3.2 ลักษณะการทำงาน

SolidWorks แบ่งหมวดการทำงานหลักออกเป็น 3 หมวดคือ Part, Assembly และ Drawing โดยรูปแบบการทำงานทั้ง 3 หมวดมีลักษณะการใช้งานดังนี้

Part Mode เป็นหมวดการทำงานเริ่มต้นก่อนที่จะก้าวสู่การทำงานในหมวด Assembly และ Drawing ในขั้นนี้จะมีการแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ การใช้ 2D Sketch เพื่อนำไปสู่การสร้างเป็น 3D Feature และมีเงื่อนไขเป็น Feature-Based Modeling และ Parametric โดยมีการอ้างอิงจาก Solid Mode

1). Feature-Based Modeling คือ การออกแบบซอฟต์แวร์ให้สามารถทราบถึงคุณสมบัติต่างๆของ Solid Model ที่สร้างขึ้นมา เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเปลี่ยนแปลงและแก้ไข Model ในลำดับการทำงานแต่ละขั้นได้ง่ายและรวดเร็ว

2). Parametric Model คือ การออกแบบซอฟต์แวร์ซึ่งใช้เงื่อนไขทางคณิตศาสตร์ในการแก้ไขขนาดรูปร่าง ทางเรขาคณิตของ Model ที่สร้างขึ้นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3). Solid Model คือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ที่สามารถแสดงค่าต่างๆ เช่น Density, Material, Mass, Weight เป็นต้น และยังสามารถมองเห็น 3D Model ได้ทุกมุมมอง

Assembly Mode เป็นหมวดการทำงานเพื่อนำ Part Model เข้าไปประกอบเป็นเครื่องจักรกลหรือกลไกต่างๆ และมีเงื่อนไขเป็น Feature Base และ Parametric เช่นเดียวกับ Part Model โดย Part Model และ Assembly จะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เมื่อทำการแก้ไขในหมวดใด อีก หรือมีการประกอบที่ซ้อนหรือทับกันหมวดจะมีการเปลี่ยนแปลงตามการแก้ไขไปด้วย การทำงานใน Assembly สามารถช่วยให้เห็นก๊อบแบบหรือวิศวกรสามารถตรวจสอบความผิดพลาดในการสร้าง Part ได้โดยการใช้คำสั่งต่างๆ เช่น คำสั่ง Interference Detection เพื่อตรวจสอบการขัดกัน เมื่อมีการเคลื่อนที่ โดยใช้คำสั่ง Move Component เพื่อตรวจสอบการเคลื่อนที่ของกลไก คำสั่ง Simulation เพื่อจำลองต้นกำลังในการทำงานจริงของเครื่องจักร หรือหากชิ้นงานจำลองที่ออกแบบมีข้อผิดพลาด ก็สามารถแก้ไข Part ใน Assembly ได้เลย ทำให้การออกแบบเป็นเรื่องง่าย และผู้ออกแบบจะสนุกกับการทำงาน Design

การทำงานใน Assembly Mode มีลักษณะการทำงาน 2 กรณีได้แก่

- 1). Bottom-Up Assembly คือ การนำ 3D Models ต่างๆ ที่สร้างเสร็จแล้วใน Part Mode ไปวางในหน้าต่าง Assembly เพื่อทำการประกอบ โดยการใช้คำสั่ง Mate หรือ Smart Mate ซึ่งวิธีนี้จะเหมาะสำหรับผู้ใช้ในระดับเริ่มต้นหรือขั้น Basic
- 2). Top-Down Assembly คือการสร้าง 2D Sketch เป็นโครงร่างระหว่างชิ้นส่วนต่าง ๆ ระหว่าง Part หรือการสร้าง Part ใน Assembly โดยให้มีขนาดและรูปร่างที่มีการอ้างอิงกับ Part อื่น ๆ ทั้งในส่วน Sketch และ Feature วิธีนี้เหมาะกับผู้ใช้ในระดับ Advance

Drawing Mode เป็นหมวดการทำงานเพื่อสร้าง 2D Standard Engineering โดยในหมวดนี้เป็นการสร้างมุมมองและกำหนดรายละเอียดตามระบบมาตรฐานต่าง ๆ โดยจะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วนคือ

- 1). Generative Drafting ซึ่งเป็นการสร้าง 2D Sketch และ Interaction Drafting ซึ่งเป็นการนำ 3D Model จาก Part และ Assembly มาวางใน Drawing เพื่อสร้างเป็น 2D Drafting จะมีลักษณะเป็น Parametric และ Relation เช่นกัน แต่จะไม่สามารถใช้คำสั่งใน Drawing Commands ได้ เพราะคำสั่งต่าง ๆ จะต้องอ้างอิงกับ 3D Model
- 2). Interaction Drafting คือการนำ 3D Model จาก Part และ Assembly มาวาง Drawing เพื่อสร้างเป็น 2D Drafting การทำงานในหมวดนี้สามารถใช้คำสั่งจาก Annotation Command และ Drawing Command เพื่อสร้างมุมมองและกำหนดรายละเอียดได้โดยอัตโนมัติ

2.4 เครื่องพิมพ์งาน 3 มิติ

การพิมพ์ภาพ 3D เป็นกระบวนการพิมพ์ภาพ 3D ให้มีรูปร่างเหมือนของจริงจากรูปแบบดิจิทัล การพิมพ์ภาพ 3D คือความสำเร็จในกระบวนการเติมแต่ง วัสดุที่วางของแต่ละชั้นจะมีรูปร่างที่แตกต่างกัน การพิมพ์ภาพ 3D เป็นการพิจารณาความแตกต่างจากเทคนิคของเครื่องจักรเติม ซึ่งส่วนใหญ่การกำจัดวัสดุจะใช้วิธีการเช่น การตัดหรือการเจาะ(กระบวนการลด) เครื่องพิมพ์ที่ดำเนินการพิมพ์ภาพ 3D จะใช้กระบวนการเทคโนโลยีดิจิทัล ตั้งแต่ทศวรรษ 21 ที่มีการเจริญเติบโตในการขายเครื่องจักรเหล่านี้และราคาได้ปรับลดลงอย่างมาก เทคโนโลยีที่ใช้สำหรับสร้างต้นแบบและผลิตเครื่องประดับ, รองเท้า, ออกแบบอุตสาหกรรม, สถาปัตยกรรมและการก่อสร้าง อุตสาหกรรมยานยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบินและอวกาศ หันตกรรมและการแพทย์ การศึกษาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ วิศวกรรมโยธาและสาขาอื่นๆ



รูปที่ 2.10 เครื่องพิมพ์งาน3มิติ รุ่น Makerbot 3D printer

เครื่องพิมพ์ 3D เครื่องแรกถูกสร้างขึ้นในปี 1984 โดย 3D Systems Corp โดย Chuck Hull เป็นนักประดิษฐ์เครื่องพิมพ์ 3D ที่ทันสมัยและเป็นผู้ริเริ่มเทคโนโลยีมาตรฐาน de facto ครั้งแรกที่บัญญัติถูกตีพิมพ์จากการพิมพ์ในรูปแบบของแข็งถูกสร้างขึ้นในปี 1981 โดย Hideo Kodama จากสถาบันวิจัยนาโกยา เทคโนโลยีที่ได้รับการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ครั้งแรกที่ตีพิมพ์บัญญัติในระยะยาวการผลิตเสริมแต่งหมายถึงเทคโนโลยีที่สร้างวัตถุผ่านกระบวนการแลกเปลี่ยนตามลำดับชั้น วัตถุที่มีการผลิตเสริมแต่งสามารถใช้งานได้ที่ใดก็ได้ตลอดชีวิตของผลิตภัณฑ์ จากการผลิตก่อน เช่น การสร้างต้นแบบอย่างรวดเร็ว การผลิตเต็มรูปแบบ นอกเหนือการใช้งานของเครื่องมือและการปรับแต่งหลังการผลิต ในการผลิต และโดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องจักรกล วิธีการลดการสร้างโดยเป็นวิธีการดั้งเดิม การลดระยะการผลิต การพัฒนาในปีที่ผ่านมาจะแตกต่างจากเทคนิคการผลิตใหม่ที่เพิ่มขึ้น แม้ว่าการผลิตได้รวมวิธีการที่เป็นพื้นฐานเพิ่มมาหลายศตวรรษ เช่น การรวมงาน,แผ่น, การตีขึ้นรูปและการกลึง การเชื่อม ไม่ได้รวมองค์ประกอบของเทคโนโลยีแบบจำลอง เครื่องจักร(การสร้างรูปแบบที่แน่นอนด้วยความแม่นยำสูง) จะได้รับการลดจากการเก็บและเปลี่ยนเป็นการไม่และบด

2.4.1 หลักการทั่วไป

การผลิตเสริมแต่งที่ใช้พิมพ์ภาพเสมือนจากการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ หรือซอฟต์แวร์การสร้างแบบจำลองการเคลื่อนไหวเป็นเครื่องดิจิทัลตัดตามขวางเพื่อความต่อเนื่องสำหรับการพิมพ์ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเครื่องที่ใช้ วัสดุที่รวมกันวางบนแพลตฟอร์มที่เป็นชั้นจนเสร็จสมบูรณ์สุดท้ายเป็นรูปแบบ 3D ที่ได้รับการพิมพ์ เป็นกระบวนการแบบ WYSIWYG ที่เป็นรูปแบบเสมือนและรูปแบบจำลองทางกายภาพเกือบจะเหมือนกัน มาตรฐานการติดต่อระหว่างซอฟต์แวร์ CAD และเครื่องจักรที่เป็นรูปแบบไฟล์ STL ไฟล์ STL ใกล้เคียงกับส่วนหนึ่งของรูปแบบหรือการใช้มุมสามเหลี่ยมประกอบ มุมที่มีขนาดเล็กจะสร้างพื้นผิวที่มีคุณภาพสูง ใช้รูปแบบไฟล์ที่สร้างขึ้นเข้าเครื่องสแกนและไฟล์ VRML หรือWRL จะใช้อินพุตสำหรับเทคโนโลยีการพิมพ์3Dที่สามารถพิมพ์ได้เต็มรูปแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 การพิมพ์

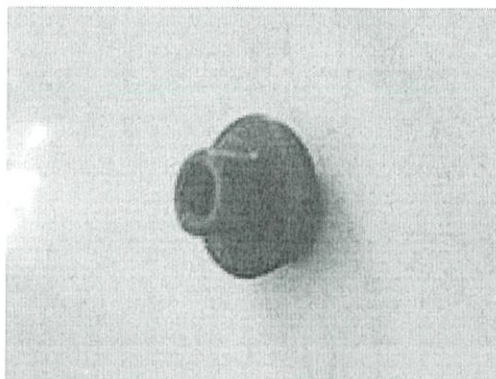
การพิมพ์ เครื่องจะอ่านการออกแบบจากไฟล์ STL แต่ละชั้นจะมีของเหลว แป้ง กระจก หรือแผ่นวัสดุเพื่อสร้างแบบจำลองจากชุดข้อมูล แต่ละชั้นจะสอดคล้องกับกลุ่มตัวอย่างเสมือนจริงจากรูปแบบ CAD จะร่วมกันหรือรวมโดยอัตโนมัติเพื่อสร้างรูปแบบสุดท้าย ประโยชน์ของเทคนิคนี้คือความสามารถในการสร้างรูปแบบหรือคุณลักษณะทางเรขาคณิต ความละเอียดของเครื่องพิมพ์อธิบายความหนาของแต่ละชั้นและความละเอียด x-y dpi (จุดต่อนิ้ว)หรือไม่โครเมตร ความหนาของชั้นทั่วไปคือประมาณ 100 ไมโครเมตร (0.1 มม.) แม้ว่าบางเครื่องเช่น ชุด objet connex และชุด 3D system?projet สามารถพิมพ์ชั้นที่บาง 16 ไมโครเมตร แม้ว่า x-y มีความละเอียดเปรียบได้กับเครื่องพิมพ์เลเซอร์ อนุภาค(จุด 3D) เส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ที่ประมาณ 50-100 ไมโครเมตร การสร้างรูปแบบที่ทันสมัยสามารถใช้ได้ทุกที่ขึ้นอยู่กับการใช้ ขนาด ความซับซ้อนของรูปแบบ การเพิ่มระบบสามารถลดเวลาไม่กี่ชั่วโมง แม้ว่าความแตกต่างจะขึ้นอยู่กับเครื่องที่ใช้และขนาดและจำนวนรูปแบบที่ผลิตพร้อมกัน เทคนิคดั้งเดิม เช่น การฉีดขึ้นรูปมีราคาแพงน้อยกว่าการผลิต ผลิตภัณฑ์โพลีเมอร์ในปริมาณที่สูง แต่การเพิ่มการผลิตสามารถทำให้เร็วขึ้น มีความยืดหยุ่นมากขึ้นและราคาไม่แพงเมื่อปริมาณ การผลิตจำนวนชิ้นค่อนข้างเล็ก ให้นักออกแบบและทีมพัฒนาแนวคิดความสามารถในการผลิตชิ้นส่วนและรูปแบบแนวคิดการใช้เครื่องพิมพ์ 3D ขนาดใหญ่

2.4.3 ความสำเร็จ

แม้ว่าความละเอียดของเครื่องพิมพ์ที่ผลิตเพียงพอสำหรับการใช้งานมาก การพิมพ์รุ่นที่มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุเล็กน้อยต้องให้ความละเอียดมาตรฐานและจากนั้นถอดวัสดุที่มีการลดความละเอียดสูงกว่าสามารถให้ความแม่นยำมากขึ้น บางเทคนิค การผลิตสารเติมแต่งที่มีความสามารถในการใช้วัสดุที่หลากหลายในการสร้างชิ้นส่วน บางครั้งมีความสามารถในการพิมพ์หลายสีหรือผสมสีในเวลาเดียวกัน มีการใช้ประโยชน์จากการสนับสนุนเมื่อมีการสร้างรองรับการถอดออกหรือละลายได้เมื่อเสร็จสิ้นการพิมพ์และใช้สนับสนุนคุณสมบัติที่ยืดหยุ่นในระหว่างการสร้าง

2.4.4 กระบวนการเสริม

กระบวนการพิมพ์ 3D ที่มีความแตกต่างกันได้รับการประดิษฐ์คิดค้นตั้งแต่ปี 1970 เดิมเครื่องพิมพ์ที่มีขนาดใหญ่ ราคาแพงและสูง มีความจำกัดในการผลิต จำนวนกระบวนการเสริมที่มีตอนนี้ มีความแตกต่างในแต่ละชั้นที่การสร้างชิ้นส่วนและวัสดุที่นำมาใช้ วิธีหลอมละลายหรือในชั้นการผลิตทำให้วัสดุมีผิวอ่อนนุ่ม ตัวอย่างเช่น การขึ้นรูปชิ้นงานโดยการยิงแสงเลเซอร์ (SLS) และขึ้นรูปชิ้นงานโดยการหลอมละลาย (FDM) รักษาวัสดุของเหลวโดยใช้เทคโนโลยีที่มีความซับซ้อนที่แตกต่างกัน เช่น การขึ้นรูปชิ้นงานขึ้นรูปชิ้นงานโดยการยิงเลเซอร์ไปบนของเหลว (SLS) การตัดแผ่น laminated ด้วยเลเซอร์ (LOM) ชั้นบางๆที่ถูกตัดเพื่อรูปร่างและเข้าด้วยกัน แต่ละวิธีมีข้อดีและข้อเสียของตัวเองและบางบริษัทจึงเสนอทางเลือกวัสดุระหว่างแป้งกับพอลิเมอร์สำหรับการสร้างวัตถุ บางบริษัทใช้มาตรฐานธุรกิจกระดาษปิดชิ้นวางสร้างวัสดุในการผลิตต้นแบบที่คงทน ที่ต้องคำนึงในการเลือกเครื่องจักรโดยทั่วไปคือความเร็ว ค่าใช้จ่ายเครื่องพิมพ์ 3D ค่าใช้จ่ายในการพิมพ์ต้นแบบและค่าใช้จ่ายวัสดุ ประสิทธิภาพของสี



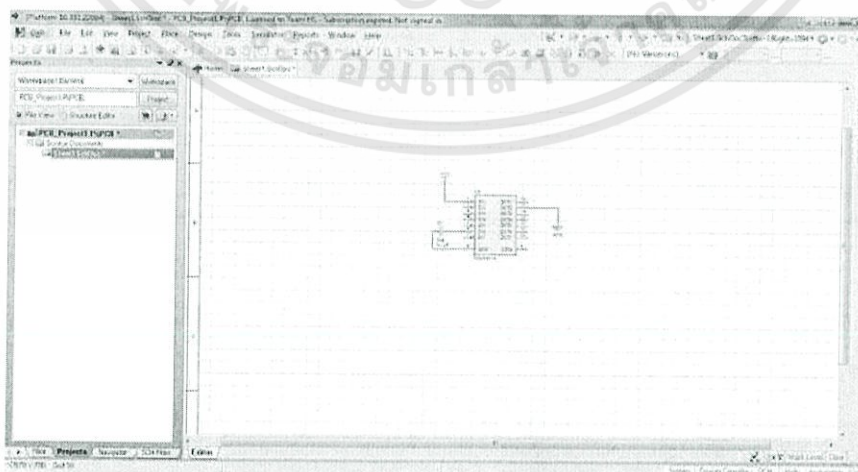
รูปที่ 2.11 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเครื่องพิมพ์3มิติ

2.5 โปรแกรม altium designer

Altium Designer โปรแกรมที่ใช้สำหรับออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ขนาด 32 บิต ใช้งานบนโปรแกรมวินโดว์ NT/XP โปรแกรม Altium Designer มีชุดเครื่องมือออกแบบที่ทำให้ ท่านสามารถออกแบบวงจรตั้งแต่ขั้นวางแผนความคิด จนกระทั่งเป็นชิ้นงานแผ่นวงจรได้อย่างง่ายดาย

เครื่องมือทั้งหมดของโปรแกรม Altium Designer ใช้งานภายใต้โปรแกรมประยุกต์เดียวคือ Design Explorer ทันทีที่เริ่มใช้งาน หน้าต่าง Design Explorer จะถูกเปิดขึ้น เครื่องมือออกแบบต่างๆจะปรากฏให้ท่านเลือกใช้งานได้อย่างง่าย ภายใต้สภาวะการใช้งานที่เป็นไปในแนวเดียวกัน ความสามารถหลักๆครอบคลุมฟังก์ชันการออกแบบทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ 6 ด้านดังนี้

- 1). board level design – การออกแบบ PCB
- 2). Programmable device – การจัดการอุปกรณ์โปรแกรมได้ ทั้ง embedded และ FPGA
- 3). .FPGA/PCB integration – การประสานระหว่างการใช้งาน FPGA และการออกแบบ PCB
- 4). Design to manufacture – การออกแบบให้สามารถนำไปเข้าสู่กระบวนการผลิตได้
- 5). Library management – การจัดการไลบรารี
- 6). Document management – การจัดการเอกสารทั้งหมดของชิ้นงาน



รูปที่ 2.12 ตัวอย่างโปรแกรม altium designer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 การออกแบบ PCB

การออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์ สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ย่อยๆเข้าด้วยกัน ปัจจุบันวงจรมีความซับซ้อนสูงขึ้น อุปกรณ์มีขนาดเล็กลง ขนาดบอร์ดเล็กลง ความหนาแน่นการออกแบบสูงขึ้น รวมทั้งความต้องการเช่น การออกแบบดิจิทัลความเร็วสูง เป็นโจทย์ที่ท้าทายซอฟต์แวร์ Altium Designer 6 สามารถรองรับความต้องการเหล่านี้ได้เป็นอย่างดี ความสามารถปลีกย่อยแบ่งได้ดังนี้

Altium Designer ได้ถูกออกแบบให้เป็นศูนย์รวมการออกแบบ การใส่วงจร (Design Entry) การตรวจสอบวงจร (Design Verification) การจำลองวงจร (Circuit Simulation) การออกแบบ PCB ได้รวมอยู่ภายใต้ศูนย์กลางเดียวกัน ภายใต้โปรเจ็คเดียวกัน ทำให้ข้อมูลไหลลื่น และเป็นไปอย่างอัตโนมัติ ไม่จำเป็นต้องส่งผ่านด้วยตนเองไปยังโปรแกรมเฉพาะที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการรวม FPGA เข้ามาในระบบทำให้การประสานงานระหว่างการออกแบบ PCB และการจัดการ I/O ของ FPGA กับ VHDL เป็นไปได้อย่างราบรื่น

2.5.2 ออกแบบชิ้นงานให้มีความถูกต้องตั้งแต่เริ่มต้น

ปัจจุบันงานต้องแข่งกับเวลา การออกแบบผลิตภัณฑ์จำเป็นต้องแม่นยำเพื่อลดโอกาสผิดพลาดให้มากที่สุด Altium Designer สนับสนุนการออกแบบ PCB โดยใช้ “กฎการออกแบบ” สำหรับควบคุมกระบวนการโดยกฎเหล่านี้มีความหลากหลาย ครอบคลุมตั้งแต่การเดินเส้น, การจัดเรียงอุปกรณ์ ไปถึงการควบคุมการผลิตและความสมบูรณ์ของสัญญาณ (Signal Integrity)

2.5.3 กฎการออกแบบที่แม่นยำ

กฎการออกแบบ (Design rules) ใช้บังคับวัตถุต่างๆในชิ้นงาน เช่น ลายเส้น เวีย อุปกรณ์ ฯลฯ เนื่องจากปัจจุบันชิ้นงานมีความหลากหลายมากขึ้น ทำให้การเลือกใช้กฎกับวัตถุจำเป็นต้องคล่องตัวกว่าเดิม Altium Designer ใช้วิธี Query Language ซึ่งเป็นภาษาสำหรับคัดเลือกวัตถุตามเกณฑ์เพื่อให้กฎการออกแบบบังคับ กรณีตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเช่น การใช้เส้นทองแดงขนาดใหญ่กับกระแสสูง หรือการใช้เวียหลายๆขนาด สำหรับเส้นทองแดงต่างขนาด หรือการควบคุมสัญญาณนาฬิกา ซึ่งต้องเดินเส้นให้สั้นที่สุดและห้ามเดินเส้นข้ามเลเยอร์เป็นต้น กฎที่แม่นยำและคล่องตัวเช่นนี้ทำให้ผู้ออกแบบสร้างสรรค์วิธีควบคุมชิ้นงาน ให้มีความถูกต้องในขั้นตอนการออกแบบ ลดความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้ ผู้ออกแบบสามารถตรวจสอบผ่านทางพาแนล ถึงวัตถุในพื้นที่ออกแบบถูกกฎข้อใดบังคับได้ตลอดเวลาหรือตรวจสอบจากวัตถุในพื้นที่โดยคลิกเมาส์ขวาและเลือกกฎที่บังคับอยู่

2.5.4 การรักษาความแม่นยำของวงจร

Altium Designer ควบคุมความถูกต้องของการใส่วงจร (Schematic Capture) โดยใช้แนวคิดเรื่องการคอมไพล์โปรเจ็ค ในระหว่างการคอมไพล์นี้หากซอฟต์แวร์ตรวจสอบพบความผิดพลาดเช่น การต่อวงจรผิด, เชื่อมเอาต์พุตเข้ากับเอาต์พุต, ปลั๊กอินอุปกรณ์ลอยโดยไม่ตั้งใจ รวมทั้งการกำหนดพัทพรีนทีให้กับ IC ต่างๆ เหล่านี้จะแจ้งเตือนให้ทราบ ผู้ออกแบบสามารถแก้ไขให้ถูกต้อง ก่อนนำข้อมูลไปใช้สำหรับออกแบบ PCB ในขั้นต่อไป การคอมไพล์สามารถทำได้ตลอดเวลา ระหว่างใส่วงจร

2.5.5 การรักษาความสอดคล้องระหว่างชิ้นงาน

ความสอดคล้องของข้อมูลระหว่างวงจร (Schematic) และลายวงจรพิมพ์ (PCB) มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากโดยปกติแล้วข้อมูลวงจร และลายวงจรพิมพ์จะเก็บภายใต้ไฟล์ต่างกัน การแก้ไขข้อมูลทั้งวงจรจะต้องแก้ไขที่ลายวงจรพิมพ์ให้สอดคล้องกันด้วย Altium Designer มีกระบวนการตรวจสอบ และปรับแก้ข้อมูลทั้งสองด้านให้มีความสอดคล้อง ถูกต้องตลอดเวลา ผ่านทาง Design Synchronization การตรวจสอบและการส่งผ่านทำได้ทั้งสองทิศทาง คือจากวงจรไปลายวงจร หรือจากลายวงจรไปวงจร รายงานความแตกต่างและรายการปรับปรุง (Engineering change order) จะถูกรวบรวมและรายงานออกมาอย่างเป็นระบบ

2.5.6 การเคลื่อนไปข้อมูลการออกแบบ

การแสดงผลชิ้นงานบนพื้นที่ออกแบบมักแสดงในรูปกราฟฟิก เช่น รูปร่าง IC, ลายเส้นทองแดง ฯลฯ เป็นต้น แต่เนื่องจากข้อมูลของชิ้นงานไม่ได้มีแต่ในรูปกราฟฟิกเท่านั้น ยังมีข้อมูลเชิงข้อความประกอบอีกมากมาย เช่น เบอร์ IC, หมายเลขอ้างอิง เรียกรวมๆเป็นแอททริบิว ทำให้การเรียกดูข้อมูลผ่านทางกราฟฟิกเป็นไปได้ยาก Altium Designer ได้เตรียมพร้อมโดยทำได้หลายทาง เช่นผ่านทาง พาแนลบราวซิ่งซึ่งแสดงผลเป็นรายวัตถุ เมื่อคลิกที่ชื่อวัตถุในพาแนล วัตถุที่สอดคล้องกันบนกราฟฟิกพื้นที่ออกแบบจะไฮไลต์ตาม หรือเรียกดูข้อมูลอย่างง่ายโดยวางเมาส์เหนือวัตถุในพื้นที่กราฟฟิก Altium Designer จะแสดงข้อมูลที่สอดคล้องบนแถบด้านล่าง เช่น ชื่อเน็ต, ความยาวเส้น เป็นต้น

2.5.7 การออกแบบชนิดเป็นโครงสร้าง

การจัดการวงจรที่ซับซ้อน สามารถแบ่งระดับเป็นโครงสร้าง(Hierarchy) โดย Altium Designer สนับสนุนการออกแบบชนิดลำดับชั้น โดยไม่จำกัดจำนวนหน้ากระดาษของวงจรและไม่จำกัดระดับของโครงสร้าง การออกแบบทำได้ทั้งจากบนลงล่าง และจากล่างขึ้นบน ผู้ออกแบบสามารถใช้เครื่องมือเคลื่อนไปในแต่ละหน้ากระดาษ แต่ละกล่องโครงสร้าง ลึกลงไปในวงจรภายในได้อย่างสะดวก ในลักษณะเดียวกับโครงสร้าง การออกแบบวงจรที่มีลักษณะเหมือนกัน ซ้ำๆกันหลายๆครั้ง สามารถทำได้ง่าย ผู้ออกแบบเพียงใส่วงจรครั้งเดียว และนำมาใช้หลายครั้งโดยไม่จำเป็นต้องวาดใหม่ การทำงานในลักษณะนี้จะประสานกับ PCB โดย Altium Designer จะรวมกลุ่มอุปกรณ์ในกล่องเดียวกันภายใน“ห้อง” (Placement Room) เพื่อจะได้จัดเรียงอุปกรณ์ในตำแหน่งใกล้ๆกัน

2.5.8 การจัดเรียงและเดินลายเส้น PCB

Altium Designer ทำงานประสานอย่างใกล้ชิดระหว่างส่วนใส่วงจร (Schematic) และส่วนออกแบบลายวงจรพิมพ์ (PCB) โครงสร้างลำดับชั้น (Hierarchy) และการใช้ซ้ำชุดวงจร จะส่งต่อมายัง PCB ในรูปแบบของคลาส (Class) โดยอัตโนมัติ ทั้งคลาสของอุปกรณ์และคลาสของเน็ตต่างๆ เนื่องจากอุปกรณ์เหล่านี้อยู่ในหน้ากระดาษเดียวกัน ดังนั้นเมื่อนำมาออกแบบ PCB จึงควรจัดเรียงในบริเวณใกล้เคียงกัน รวมทั้งแนวคิดเรื่องห้องของอุปกรณ์ ทำให้ระหว่างออกแบบ PCB ผู้ออกแบบจะจัดเรียงอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง สะดวกทั้งในด้านการเดินลายเส้นทองแดง และมั่นใจในชิ้นการทำงานของวงจร

2.5.9 การเดินลายเส้นด้วยตนเอง

การออกแบบบอร์ดในปัจจุบันมีความหนาแน่นสูงขึ้น พื้นที่ชิ้นงานจำเป็นต้องนำมาใช้ให้มากที่สุดเพื่อให้สามารถเชื่อมต่อลายทองแดงได้อย่างสมบูรณ์ ซอฟต์แวร์ Altium Designer มีเครื่องมือสำหรับจัดการเดินหลายรูปแบบ รวมทั้งการบังคับกฎการออกแบบที่เข้มงวด ทำให้การเดินเส้นเป็นไปตามที่ต้องการอย่างสมบูรณ์

2.5.10 รูปแบบการเดินเส้นที่หลากหลาย

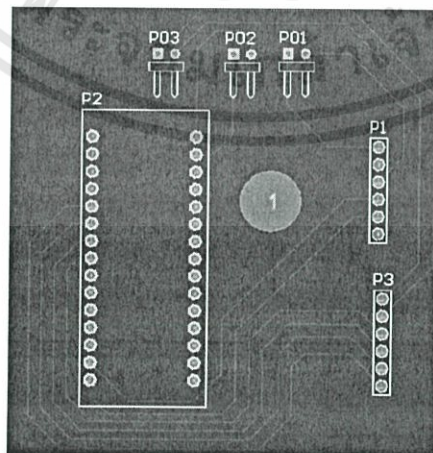
ความสามารถเด่นที่ช่วยการเดินสายเส้นทองแดงเช่น การคาดเดาล่วงหน้า (Predictive) โดยซอฟต์แวร์จะแนะนำการวางเส้นตามการเลื่อนของเมาส์และให้ผู้ออกแบบตัดสินใจเลือกตามที่ซอฟต์แวร์แนะนำ หรือผู้ออกแบบสามารถเปลี่ยนแนวทางตามต้องการได้เช่นกัน แต่ทั้งนี้ จะต้องเป็นตามกฎการออกแบบ ทั้งขนาดเส้น (Track Width) และระยะห่างระหว่างเส้น (Clearance Constraint) ความสามารถในการหาช่องว่าง (Push aside) โดยเลื่อนสายเส้นก่อนหน้าที่ยาวก่อนวางเส้นใหม่ การจัดเส้นที่เดินเสร็จทำได้ง่ายเช่นกันโดย เดินเส้นใหม่ ทับเส้นเดิม Altium Designer จะยกเลิกเส้นที่ซ้ำซ้อนให้อัตโนมัติ สำหรับการออกแบบ IC แบบใหม่ๆเช่น BGA (Ball Grid Array) จะมีความสามารถในการเดินเส้นสั้นๆ (Stub) ออกจากแพ็คของขา IC มาสู่ภายนอกโดยอัตโนมัติ เพื่อเดินเส้นเชื่อมกับสายเส้นทองแดงภายนอกได้ง่ายขึ้น

2.5.11 การเดินเส้นทองแดงอัตโนมัติ

Altium แนะนำเทคโนโลยีใหม่สำหรับการเดินสายเส้นอัตโนมัติ Situ Auto Router สามารถค้นหาช่องทางการเดินเส้น โดยรูปแบบไม่จำเป็นต้องเป็นแนวตั้งฉากเสมอไป สามารถเดินเส้นในแนวทแยง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและเดินสายได้สำเร็จมากขึ้น นอกจากนี้ Altium Designer ยังสนับสนุนการส่งไฟล์ไปเข้า Spectra® Auto Router โดยสามารถเปลี่ยนรูปแบบไฟล์ที่เข้ากันได้ ทั้งไปและกลับ และสนับสนุนกฎการออกแบบจากภายใน ให้เข้ากันได้กับ pad stack ของ spectra อีกด้วย

2.5.12 การออกแบบวงจรความเร็วสูง

วงจรดิจิทัลอิเล็กทรอนิกส์ในปัจจุบันทำงานที่ความเร็วสูงขึ้น ทำให้การเดินสายเส้นทองแดงจำเป็นรัดกุม เพราะมีผลกระทบต่อความสมบูรณ์ของสัญญาณ และผลต่อการทำงานของวงจร Altium Designer สนับสนุนการออกแบบความเร็วสูง ทั้งในลักษณะดิฟเฟอเรนเชียล (differential signal) และความสมบูรณ์สัญญาณ (Signal Integrity) การควบคุมเหล่านี้ผ่านทางกฎการออกแบบ (Design Rules) ทำให้ควบคุมได้สะดวกเช่นเดียวกับการควบคุมกฎข้ออื่นๆ ผ่านทางเมนูลักษณะเดียวกัน



รูปที่ 2.13 ตัวอย่างลายวงจรที่ได้จากโปรแกรม altium designer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 Arduino Nano

Arduino คือ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สำเร็จรูป ที่รวมเอาตัวไมโครคอนโทรลเลอร์และอุปกรณ์อื่นๆที่จำเป็น มาในบอร์ดเดียว แถมยังเปิดเผยข้อมูลทุกอย่าง ทั้งลายวงจรและตัวอย่างโปรแกรม ทำให้ผู้ใช้สามารถนำไปพัฒนาต่อได้ง่าย เพียงแค่เรามีบอร์ด Arduino กับคอมพิวเตอร์อีกซักเครื่อง ก็พร้อมใช้งานได้แล้ว โดยที่ไม่ต้องมาปวดหัว กับการทำวงจรที่ซับซ้อน หรือการติดตั้งโปรแกรมที่ยุ่งยาก

โดยทาง Arduino ได้ผลิตบอร์ดสำเร็จรูปออกมาหลายรุ่น หลายขนาด โดยแต่ละรุ่นก็มีข้อดีแตกต่างกันออกไป Arduino nano ซึ่งเป็นรุ่นที่มีขนาดเล็ก เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการเริ่มต้นเขียนโปรแกรมบนไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อศึกษา หรือเพื่อนำมาประยุกต์ใช้สร้างงานอดิเรกง่ายๆ

Arduino nano มีขนาดเพียง 1.8 x 4.8 เซนติเมตร หรือมีขนาดประมาณนิ้วหัวแม่มือของเรา ซึ่งถือว่าขนาดเล็กมาก เมื่อเทียบกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อื่น บนบอร์ด Arduino nano นั้นมีวงจรสำหรับปรับแรงดันไฟฟ้าให้เหมาะสมกับตัวมันเองอยู่แล้ว เพียงแค่เราเสียบสาย USB เข้ากับ Arduino nano และต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ บอร์ดก็พร้อมใช้งานได้ทันที

2.6.1 ข้อมูลจำเพาะ

ไมโครคอนโทรลเลอร์	Atmel ATmega168 หรือ ATmega328
แรงดันไฟฟ้าปฏิบัติการ (ระดับตรรกะ)	5 V
Input Voltage (แนะนำ)	7-12 V
Input Voltage (จำกัด)	6-20 V
ดิจิตอล I / O Pins	14 (ซึ่งให้ผลผลิต 6 PWM)
Pins อินพุตอนาล็อก	8
ปัจจุบันซีต่อขา I / O	40 มิลลิแอมป์
หน่วยความจำแฟลช	16 กิโลไบต์ (ATmega168) หรือ 32 กิโลไบต์ (ATmega328) ซึ่ง 2 กิโลไบต์ที่ใช้โดย bootloader
SRAM	1 กิโลไบต์ (ATmega168) หรือ 2 กิโลไบต์ (ATmega328)
EEPROM	512 ไบต์ (ATmega168) หรือ 1 กิโลไบต์ (ATmega328)
ความเร็วสัญญาณนาฬิกา	16 เมกะเฮิร์ตซ์
ขนาด	0.73 "x 1.70"

2.6.2 หน่วยความจำ

ATmega168 มี 16 กิโลไบต์ ATmega328 มี 32 กิโลไบต์

2.6.3 การสื่อสาร

Arduino นาโนมีจำนวนของสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ Arduino อื่นหรือตัวควบคุมขนาดเล็กอื่น ๆ ATmega168 และ ATmega328 ให้ UART TTL (5V) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสื่อสารแบบอนุกรมที่สามารถใช้ได้บนขาคิจิตอล 0 (RX) และ 1 (TX) FTDI232RL ช่องทางคณะกรรมการการสื่อสารแบบอนุกรมนี้ผ่าน USB และ ไดรเวอร์ FTDI (รวมกับซอฟต์แวร์ Arduino) จัดให้มีพอร์ต com เสมือนกับซอฟต์แวร์ในคอมพิวเตอร์ ซอฟต์แวร์ Arduino รวมถึงจอแสดงผลแบบอนุกรมซึ่งจะช่วยให้ข้อมูลเกี่ยวกับใจเรื่องง่ายที่จะถูกส่งไปยังและจากคณะกรรมการ Arduino RX และ TX ไฟ LED บนกระดานจะกะพริบเมื่อข้อมูลจะถูกส่งผ่านทางชิป FTDI และการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ (แต่ไม่ได้สำหรับการสื่อสารแบบอนุกรมที่ขา 0 และ 1)



รูปที่ 2.14 Arudino nano

2.7 เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายบลูทูธ Bluetooth Technology

บลูทูธ คือ เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายระยะใกล้แบบเครือข่ายไร้สายส่วนบุคคล(wireless personal area networks: WPAN)เป็นมาตรฐานที่ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไร้สายขนาดเล็ก เช่น เครื่องพีดีเอ (personal digital assistant:PDA) อุปกรณ์สื่อสารแบบพกพาหรือเคลื่อนที่รวมไปถึงการเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่านอุปกรณ์ปลายทางที่ให้บริการ อุปกรณ์บลูทูธแต่ละตัวจะมีแอดเดรส (Address) หรือการระบุตำแหน่ง ซึ่งเป็นรหัสประจำตัวที่ไม่ซ้ำกับอุปกรณ์ตัวอื่น มีความยาวขนาด ๔๘ บิต เรียกว่า บิต แอดเดส (BD_ADDR) ใช้ในการจำแนกอุปกรณ์แต่ละตัว และใช้ในการระบุความถี่ที่ใช้สำหรับอุปกรณ์ตัวนั้นๆ ด้วย

2.7.1 หลักการพื้นฐานของบลูทูธ

เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายบลูทูธ ถูกนำมาประยุกต์ใช้งานในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆทำให้สะดวกต่อการใช้งาน เนื่องจากไม่จำกัดพื้นที่ มีต้องใช้อุปกรณ์ที่เป็นสายสัญญาณ สามารถเชื่อมต่อได้ไกล เช่น การส่งข้อมูลจากโทรศัพท์เคลื่อนที่เครื่องหนึ่งไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่อีกเครื่องหนึ่ง หากส่งผ่านสายสัญญาณจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์เสริมเพื่อให้อุปกรณ์ทั้งสองเชื่อมต่อกันได้ แต่

เทคโนโลยีบลูทูธ ช่วยให้การส่งข้อมูลของอุปกรณ์ทั้งสองสะดวกขึ้นโดยการส่งผ่านคลื่นวิทยุความถี่คลื่นวิทยุ ความถี่มาตรฐานสำหรับเทคโนโลยีบลูทูธประมาณ 2.4 – 2.483 กิกะเฮิรตซ์ (GHz)

ซึ่งช่วงความถี่ที่ใช้งานอาจแตกต่างกันบ้างในบางประเทศ เนื่องจากความถี่ที่ใช้สำหรับบลูทูธ เป็นความถี่สาธารณะ (Unlicensed frequency) ไม่ต้องขออนุญาตการใช้งานความถี่ดังกล่าวจากหน่วยงานกำหนดหรือจัดสรรความถี่ของประเทศนั้นๆ ทำให้การใช้งานความถี่นี้เอนออด อาจถูกรบกวนจากสิ่งต่าง ๆ เช่น คลื่นสัญญาณรบกวนจากเครือข่าย ที่อยู่ใกล้กันได้ง่าย ดังนั้นประสิทธิภาพของการใช้งานบลูทูธจึงขึ้นอยู่กับคุณภาพของอุปกรณ์ จำนวนหรือความหนาแน่นของการใช้งานด้วย

2.7.2 ระยะเชื่อมต่อของบลูทูธ

อุปกรณ์บลูทูธถูกแบ่งออกเป็นสามระดับ ตามความสามารถในการส่งข้อมูล ดังนี้
ระดับหนึ่ง (Class 1) สามารถรับส่งข้อมูลในรัศมี 100 เมตร ใช้พลังงานประมาณ 100 มิลลิวัตต์
ระดับสอง (Class 2) สามารถรับส่งข้อมูลในรัศมี 10 เมตร ใช้พลังงานประมาณ 2.5 มิลลิวัตต์
ระดับสาม (Class 3) สามารถรับส่งข้อมูลในรัศมี 1 เมตร ใช้พลังงานประมาณ 1.0 มิลลิวัตต์

2.7.3 มาตรฐานของบลูทูธ

เทคโนโลยีบลูทูธได้กำหนดมาตรฐานหรือรุ่นของระบบการทำงานโดยได้มีการพัฒนาประสิทธิภาพขึ้นเรื่อยๆ ดังนี้

- 1). บลูทูธ 1.0 และบลูทูธ 1.0B เป็นบลูทูธรุ่นแรกซึ่งได้รับการพัฒนาขึ้นในปี พ.ศ. 2542 (ค.ศ. 1999) แต่ยังคงมีปัญหาอยู่มาก
- 2). บลูทูธ 1.1 ได้รับการพัฒนาขึ้นในปี พ.ศ. 2544 (ค.ศ. 2001) โดยได้แก้ปัญหที่เกิดขึ้นจากบลูทูธรุ่นก่อนทำให้บลูทูธรุ่นนี้ทำงานได้ดีขึ้น ใช้มาตรฐาน IEEE Standard 802.15.1 รองรับช่องสัญญาณที่ไม่มีการเข้ารหัส และมีเครื่องมือบอกระดับความแรงของสัญญาณด้วย
- 3). บลูทูธ 1.2 :ได้รับการพัฒนาขึ้นในปี พ.ศ. 2546 (ค.ศ. 2003) สามารถทำงานร่วมกับบลูทูธ 1.1 ได้ ซึ่งคุณสมบัติที่สำคัญของบลูทูธรุ่นนี้ได้แก่ การค้นหาสัญญาณและการเชื่อมต่อที่เร็วขึ้น ปรับปรุงความสามารถในการส่งข้อมูลโดยลดสัญญาณรบกวน นอกจากนี้เมื่อเกิดข้อผิดพลาดในการส่งข้อมูลระบบก็จะส่งข้อมูลนั้นใหม่อีกครั้ง.....
- 4). บลูทูธ 2.0 + EDR บลูทูธรุ่นนี้สามารถทำงานร่วมกับบลูทูธ 1.1 ได้เช่นกัน ถูกพัฒนาขึ้นในปี พ.ศ. 2547 (ค.ศ. 2004) คุณสมบัติสำคัญเน้นในเรื่องของความเร็วในการรับ ส่งข้อมูล ซึ่งสามารถส่งข้อมูลได้เร็วถึง 2.1 เมกกะบิตต่อวินาที ด้วยความเร็วสูงสุดของช่องสัญญาณ 3.0 เมกกะบิตต่อวินาที

2.7.4 ลักษณะจำเพาะหลักๆของ PPU's ในระบบบลูทูธ

- 1). IMO Standard AIS Pilot Plug interfaces for mariners which imported from USA.ใช้ปลั๊กเชื่อมต่อกับ AIS pilot plug (APP) ตามมาตรฐานที่กำหนดสำหรับนักเดินเรือ จึงมั่นใจได้นำไปใช้ได้เลยโดยไม่ต้องดัดแปลงอะไรอีกและเข้าได้กับ APP มาตรฐานที่ติดตั้งอยู่แล้วบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อนั้นๆ เรานำเข้าปลั๊กตัวนี้จากอเมริกา

2). Fully NMEA0183 compatible (Differential RS422) and Standard sentence of navigation equipment. รองรับ NMEA0183 differential RS422 ซึ่งเป็นมาตรฐานการรับ/ส่งข้อมูลของอุปกรณ์เดินเรือต่างๆ มั่นใจได้ว่าข้อมูลที่ถ่ายทอดออกมาถูกต้องตามข้อตกลง

3). Wire Wizard - auto polarity corrects for wiring errors on the pilot plug. มีระบบตรวจสอบขั้วสายสัญญาณและสลับให้เองอัตโนมัติ Wire Wizard - auto polarity correction หากช่างที่ติดตั้ง AIS pilot plug ต่อสายสัญญาณสลับกันระหว่าง Tx+ Tx- ระบบวงจรภายในเครื่องก็จะสลับขั้วสัญญาณให้และสามารถใช้งานได้เป็นปกติ

4). Bidirectional communication, also support sending messages or commands to AIS รองรับการสื่อสารสองทางคือ การรับ/การส่ง ข้อมูลกับ AIS

5). Bluetooth class 1 version 2.0, Over 100 meters radius's Bluetooth active range in the open space. เป็นอุปกรณ์บลูทูธ class 1 version 2.0 ระยะการส่งประมาณ 100 เมตร และรองรับรูปแบบการรับส่งข้อมูลแบบ SPP

6). Even communicate with a cheap, common Class 2 bluetooth USB dongle or laptop imbedded bluetooth, its bluetooth active range is over 10 meters, if work with a high quality Class 1 bluetooth USB dongle, its bluetooth active range will be over 100 meters. สำหรับบลูทูธราคาถูกที่ติดมากับคอมพิวเตอร์จะเป็น Class 2 ระยะการรับส่งจะอยู่ประมาณ 7-10 เมตร นั้นทำให้เกิดปัญหา สัญญาณหลุดบ่อยๆ แนะนำให้ใช้ USB Bluetooth Class.1 เราได้ผลิตและราคาถูกกว่าท้องตลาด 40-50%

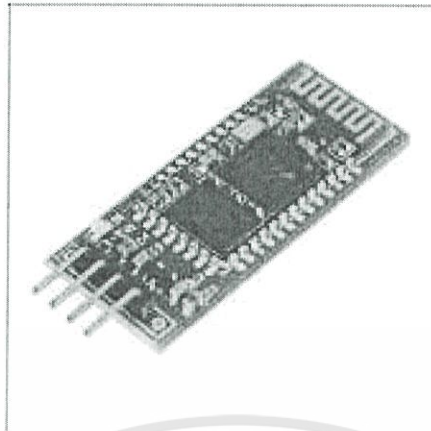
7). Run Serial splitter program to secure wireless network connection, (Free - Do not connect internet).

8). WiFi antenna 2dB long range data transmission but depends on the local conditions.เสาอากาศ WiFi 2dB เพิ่มระยะการรับส่งสัญญาณได้ไกลขึ้น แต่ก็ขึ้นอยู่กับปัจจัยของสภาพแวดล้อมที่ใช้งานด้วย

9). Bluetooth-USB cable 2 in 1 Double-Insurance design, USB 2.0(1.0 compliant)เพิ่มความมั่นใจด้วยการเพิ่มพอร์ต USB ให้ หากจากการติดต่อทางบลูทูธมีปัญหาหรือต้องการแบ่งอีกคนใช้พอร์ต USB (จะลงไดรเวอร์ในครั้งแรกของการใช้งาน)

10). LED for Power, Bluetooth status, AIS plug socket polarity status, TX/RX status.สัญญาณไฟแสดงสถานะการทำงานของ ไฟฟ้าในระบบ, WiFi, การรับ/ส่งข้อมูลกับ AIS, การรับสัญญาณจาก GPS

11). No battery and maintenance require.ไม่ต้องรอเวลาใช้งาน เนื่องจากไม่ต้องใช้แบตเตอรี่ ไม่ต้องบำรุงรักษาอะไรมากมาย



รูป 2.15 รูป Bluetooth

2.8 แบตลิโ

แบตเตอรี่ที่เราเรียกกันสั้นๆว่า lipo ชื่อเต็มๆของมันคือ lithium polymer เป็น แบตเตอรี่ชนิดใหม่ ข้อดีของมันคือสามารถเก็บพลังงานไฟฟ้าได้มากกว่าแบบ Nickel Cadmium (NiCd) ถึง 350 % และน้ำหนักที่น้อยกว่า 10 - 20 % โดยประมาณ และอัตราของแรงดันไฟฟ้าที่ลดลงเอง โดยที่เราไม่ได้ใช้งาน (Self Discharge) อยู่ที่ประมาณ 5% ซึ่ง แบตเตอรี่แบบ NiHM มีอัตราอยู่ที่ 30% และ NiCd ที่ 20% พุดง่าย ๆ lipo ดีกว่าครับ (แต่ข้อเสียของมันคือห้ามใช้จนแรงดันไฟฟ้าต่ำกว่า 3.0 v เพราะอาจเสียหายได้) แบตเตอรี่ lipo แต่ละก้อนโดยปกติจะระบุ spec ของมันเองไว้อย่างชัดเจน ระบุจำนวน V , mAh และ C เอาไว้

2.8.1 การแพคแบตเตอรี่ลิโ

การแพคแบตเตอรี่ลิโ มีการแพคอยู่ 2 ลักษณะเหมือนแบตเตอรี่ทั่วไป

1). แบบอนุกรม (Series)

การต่อแบบนี้เพื่อเป็นการเพิ่มแรงดันไฟฟ้า คือ

1 Cell = 3.7 V

2 Cells = 7.4 V

3 Cells = 11.1 V

4 Cells = 14.8 V

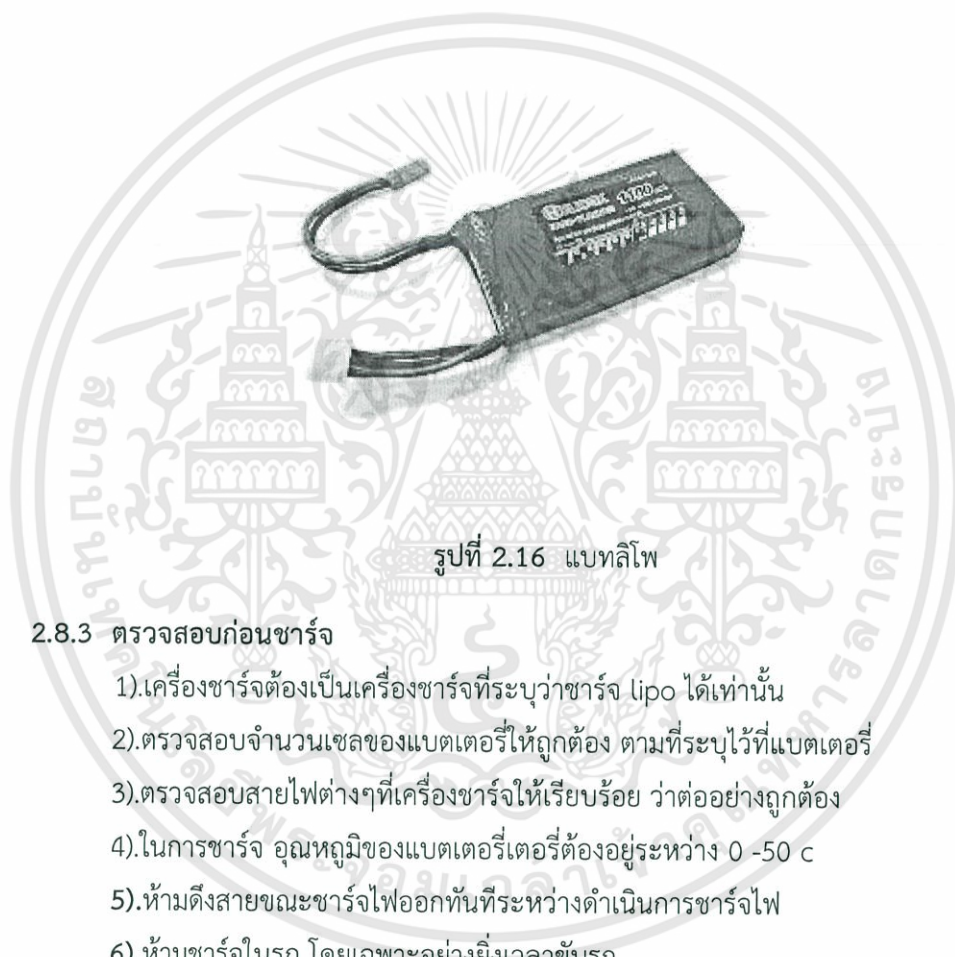
สรุป ยิ่งต่อกันมาก จำนวนแรงดันไฟฟ้าก็จะมากขึ้น

2). แบบขนาน (Parallel)

การต่อแบบนี้เพื่อเป็นการเพิ่มค่า " C " ของแบตเตอรี่ทั้งระบบ

2.8.2 การประจุไฟฟ้า หรือ การชาร์จ

แบตเตอรี่ li-po ต้องการเครื่องชาร์จที่สามารถชาร์จได้เท่านั้น 1 cell ของ lipo โดยปกติแล้วจะมีไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้าที่ 3.7 v เมื่อชาร์จจนเต็มจะมีแรงดันไฟฟ้าที่ 4.2 v และห้ามให้แรงดันไฟฟ้าในตัวแบตเตอรี่เหลือน้อยกว่า 3.0 v เพราะอาจทำให้แบตเตอรี่เสียหายอย่างถาวรได้เวลาชาร์จจะต้องระบุจำนวน เซลของแบตเตอรี่ และจำนวน มิลลิแอมป์ ในการตั้งค่าที่เครื่องชาร์จ ให้ถูกต้องตรงตามที่ระบุไว้ที่แบตเตอรี่เท่านั้นห้ามตั้งค่าเกินกว่าที่ระบุอย่างเด็ดขาด อาจทำให้เกิดไฟไหม้ได้ (ในเครื่องชาร์จราคาแพงบางรุ่นสามารถตรวจสอบได้โดยอัตโนมัติ)



รูปที่ 2.16 แบตลิโป

2.8.3 ตรวจสอบก่อนชาร์จ

- 1).เครื่องชาร์จต้องเป็นเครื่องชาร์จที่ระบุว่าชาร์จ lipo ได้เท่านั้น
- 2).ตรวจสอบจำนวนเซลล์ของแบตเตอรี่ให้ถูกต้อง ตามที่ระบุไว้ที่แบตเตอรี่
- 3).ตรวจสอบสายไฟต่างๆที่เครื่องชาร์จให้เรียบร้อย ว่าต่ออย่างถูกต้อง
- 4).ในการชาร์จ อุณหภูมิของแบตเตอรี่ต้องอยู่ระหว่าง 0 -50 c
- 5).ห้ามดึงสายขณะชาร์จไฟออกทันทีระหว่างดำเนินการชาร์จไฟ
- 6).ห้ามชาร์จในรถ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเวลาขับรถ
- 7).ห้ามชาร์จแบตเตอรี่ที่มีอาการบวม หรือเสียหาย
- 8).หากเกิดไฟไหม้ให้ใช้ทรายดับนะครับ ไม่ควรใช้น้ำ
- 9).หากชาร์จอยู่แล้วแบตเตอรี่เกิดบวม ให้หยุดชาร์จทันที และสังเกตอาการประมาณ 15 นาที ก่อนนำไปทิ้งเพื่อความปลอดภัย

2.8.4 การเก็บรักษา

- 1).เก็บให้ห่างจากเด็ก
- 2).อย่าเก็บในกระเป๋าหรือถุงที่อาจทำให้เกิดการช็อตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3)อย่าเก็บในที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 0 c และมากกว่า 50 c
- 4)ควรเก็บในถุงสำหรับเก็บเท่านั้น (เพื่อความปลอดภัย)
- 5)เพื่อประสิทธิภาพสูงสุด ไม่ควรทิ้งไว้โดยไม่ได้นำมาใช้งานเกิน 6 เดือน (ควรมีการชาร์จใหม่ภายใน 3-6 เดือน)
- 6)ห้ามเผาทำลาย ทบ หรือทำให้เกิดการลัดวงจรอย่างเด็ดขาด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานและการคำนวณ

3.1 โมเดลคณิตศาสตร์ของดีซีมอเตอร์

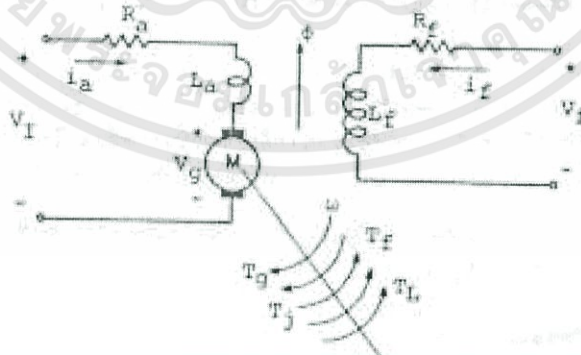
ดีซีมอเตอร์ที่ใช้ร่วมกับดีซีแอมพลิฟาย์ทั้งในระบบการบังคับตำแหน่งและการบังคับความเร็ว มักจะได้รับการประยุกต์ใช้เป็นส่วนประกอบสร้างกำลังงานในระบบการนำร่องและระบบบังคับต่างๆ และเนื่องจากวิทยาการเกี่ยวกับสารแม่เหล็กและการขยายด้วยโซลิตสเทททำให้ดีซีมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวรได้รับความนิยมใช้เป็นส่วนประกอบการขับเคลื่อนในระบบการบังคับแบบปิดลูปต่างๆ มากขึ้น การออกแบบและการชดเชยระบบดังกล่าวได้อย่างเหมาะสมจะต้องใช้โมเดลทางคณิตศาสตร์ของส่วนประกอบทั้งหมดในระบบ



รูปที่ 3.1 แสดงอินพุตและเอาต์พุตของโมเดลทางคณิตศาสตร์ของมอเตอร์

3.1.1 โมเดลอิเล็กทรอนิกส์โทรมแมคคานิคอล

ส่วนสำคัญของดีซีมอเตอร์แบบฟิลด์แยกกระตุ้นมีโมเดลดังแสดงในรูป



รูปที่ 3.2 แสดงโมเดลของดีซีมอเตอร์แบบฟิลด์แยกกระตุ้น

R_a : ความต้านทานของอาร์เมเจอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

L_a : อินдукแตนซ์ของอาร์เมเจอร์

V_g : โวลต์เต็จกำเนิดในอาร์เมเจอร์(โวลต์เต็จย้อนกลับ)

R_f : ความต้านทานของฟิลต์

L_f : อินдукแตนซ์ของฟิลต์

ϕ : ช่องว่างอากาศของเส้นแรงสนามแม่เหล็ก

ω : ความเร็วของเพลลาอาร์เมเจอร์

T_g : แรงบิดที่พัฒนาขึ้นในมอเตอร์

T_f : แรงบิดเสียดทานของมอเตอร์

T_j : แรงเฉื่อยของมอเตอร์

T_L : แรงบิดโหลดบนเพลลาของมอเตอร์

ขั้นแรกจะหาสมการพื้นฐานโมเดลของดีซีมอเตอร์ได้จากลูปของอาร์เมเจอร์

$$V_i(t) = R_a i_a(t) + L_a \frac{di_a(t)}{dt} + V_g(t) \quad (3.1)$$

เทอมโวลต์เต็จ $V_g(t)$ ในสมการ (3.1) คือโวลต์เต็จย้อนกลับของมอเตอร์ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อเส้นลวดตัวนำของอาร์มาเจอร์หมุนตัดเส้นแรงแม่เหล็กซึ่งเกิดขึ้นในกระแสของฟิลต์ (i_f) ตามกฎของฟาราเดย์ลูปของเส้นลวดตัวนำหมุนในฟิลต์แม่เหล็กคงที่จะมีการเหนี่ยวนำโวลต์เต็จขึ้นในขดลวดนั้น

$$V_i(t) = \frac{d\lambda(t)}{dt} \quad (3.2)$$

เมื่อ $\lambda(t)$ คือเส้นแรงแม่เหล็กที่ลิงเคจ(linkages) ไปยังขดลวดและ t คือเวลาในการหมุนของค้อมนิวเทเตอร์ของมอเตอร์ การควบคุมวงจรของแต่ละส่วนของตัวนำในโรเตอร์จะเกิดโวลต์เต็จขึ้นในส่วนของตัวนำนั้นตามสมการ (3.2) เมื่อ $\frac{d\lambda(t)}{dt}$ จะเป็นสัดส่วนต่อเส้นแรงแม่เหล็กในช่องว่างอากาศและความเร็วเชิงมุม $\omega(t)$ เราจะได้ว่า

$$V_g(t) = K\phi(t)\omega(t) \quad (3.3)$$

สมมติให้กระแสของฟิลต์มีค่าคงที่และไม่คิดถึงส่วนการเปลี่ยนแปลงในเส้นแรงฟิลต์เนื่องจากอาร์เมเจอร์รีแอกซ์ชันเส้นแรงฟิลต์ก็จะมีค่าคงที่ดังนั้นสมการ (3.3) ก็จะเป็น

$$V_g(t) = K_e\omega(t) \quad (3.4)$$

เมื่อเราสมมติให้เส้นแรงของฟิลต์มีค่าคงที่ แรงบิดของแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งเกิดขึ้นแกโรเตอร์ของมอเตอร์จะเป็นสัดส่วนกับกระแสของอาร์มาเจอร์

$$T_g(t) = K_t i_a(t) \quad (3.5)$$

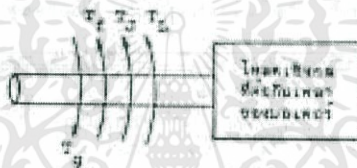
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ K_t คือ ค่าคงที่ของแรงบิดของมอเตอร์

กำลังงานเชิงกลที่เกิดขึ้นในโรเตอร์คือผลคูณของแรงบิดที่เกิดขึ้นและความเร็วเชิงมุม

$$P_g(t) = T_g(t) \omega(t) \quad (3.6)$$

กำลังงานเชิงกลที่เกิดขึ้นในโรเตอร์ทั้งหมดนี้จะจ่ายไปยังโหลดที่ต่ออยู่กับเพลลาของมอเตอร์ แต่กำลังงานนี้บางส่วนจะสูญเสียไปในมอเตอร์ การสูญเสียจากแรงเสียดทาน หมายถึงความหน่วงเนื่องจากลมที่มีต่อโรเตอร์ แรงเสียดทานตัวรองรับโรเตอร์ กระแสที่ไหลวนในเหล็กของโรเตอร์และฮีสเทรีซิส โดยแรงบิดต่างๆแสดงดังนี้



รูปที่ 3.4 แสดงถึงแรงบิดต่างๆที่เกิดขึ้นต่อโหลดของมอเตอร์

$T_g(t)$: แรงบิดของมอเตอร์

$T_r(t)$: แรงบิดที่ต้องขณะการสูญเสียเนื่องจากการเสียดทาน

$T_L(t)$: แรงบิดเพื่อใช้เพิ่มอัตราเร่งแก่ความเฉื่อยของโหลด

$T_e(t)$: แรงบิดโหลด

ในช่วงเวลาใดๆก็ตาม แรงบิดของมอเตอร์จะต้องเท่ากับและมีทิศทางตรงข้ามกับผลรวมของแรงบิด $T_r(t)$, $T_L(t)$ และ $T_e(t)$ ดังนี้

$$T_g(t) = T_r(t) + T_L(t) + J \frac{d\omega(t)}{dt} \quad (3.7)$$

เมื่อ J คือผลรวมของโมเมนต์แรงเฉื่อยของโรเตอร์และโหลดที่ต่ออยู่ที่เพลลาของมอเตอร์

ผลรวมของแรงบิดเสียดทานที่ประกอบกันขึ้นที่เพลลาของมอเตอร์ซึ่งเป็นลิเนียร์ฟังก์ชันกับความเร็วเชิงมุมของโรเตอร์เรียกว่า ส่วนประกอบของวิสคอสฟริกชันและมักจะอยู่ในเทอมที่แยกออกจากฟริกชันอื่นๆ ซึ่งแสดงได้ด้วยสมการต่อไปนี้

$$T_g(t) = T_r(t) + T_L(t) + J \frac{d\omega(t)}{dt} + B\omega(t) \quad (3.8)$$

เมื่อ B คือสัมประสิทธิ์ของวิสคอสฟริกชันของมอเตอร์และโหลดที่ต่ออยู่กับเพลลาของมอเตอร์

$T_r(t)$ คือผลรวมของฟริกชันของโหลดและมอเตอร์ทั้งหมด มีแรงต้านของลมและการสูญเสียกำลังใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล็กของเพลมอเตอร์ยักเว้นวิสคอสฟริกชัน

สมการ (3.1) (3.4) (3.5) และ (3.8) เป็นชุดสมการพื้นฐานของดีซีมอเตอร์โมเดลและสมการเหล่านี้เราสามารถจะหาทรานสเฟอร์ฟังก์ชันของดีซีมอเตอร์ได้ โดยใส่ลาปลาซทรานสฟอร์มทั้งสองข้างของชุดสมการพื้นฐานได้เป็น

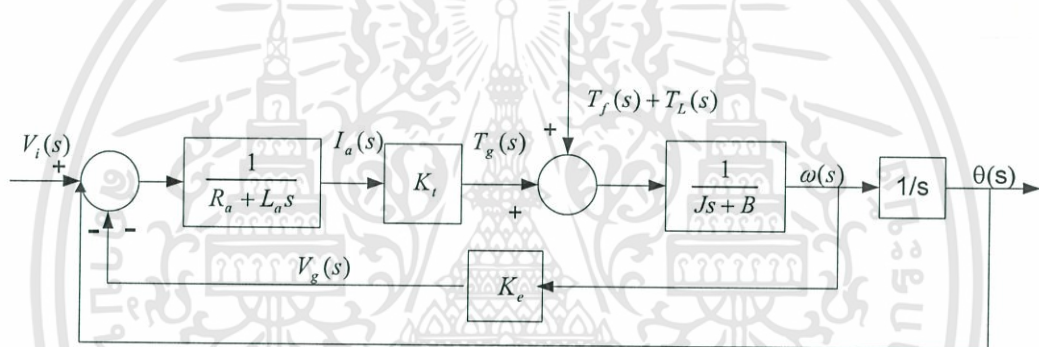
$$V_i(s) - V_g(s) = (R_a + sL_a) I_a(s) \quad (3.9)$$

$$V_g(s) = K_e \omega(s) \quad (3.10)$$

$$T_g(s) = K_t I_a(s) \quad (3.11)$$

$$\dots T_g(s) - T_f(s) - T_L(s) = (B + sJ) \omega(s) \quad (3.12)$$

สามารถเขียนเป็นบล็อกไดอะแกรมที่แสดงสมการพื้นฐานเหล่านี้ได้ดังนี้



รูปที่ 3.5 แสดงบล็อกไดอะแกรมของดีซีมอเตอร์โมเดล

ข้อสังเกต

สมมติว่าโวลต์เดจที่ป้อนให้กับวงจรอาร์มาเจอร์ของมอเตอร์มีค่าคงที่ ดังนั้นมอเตอร์จะหมุนด้วยความเร็วคงที่คือทำงานอยู่ที่สภาวะสงบนิ่งด้วยโหลดที่คงที่ กำลังงานเชิงกลที่เกิดขึ้นโดยมอเตอร์จะหาได้จากสมการ (6) จะได้

$$P_g = T_g \omega = K_t I_a \omega \quad (3.13)$$

เมื่อทุกเทอมในสมการสุดท้ายมีค่าคงที่เนื่องจากมอเตอร์ทำงานอยู่ที่สภาวะสงบนิ่งกำลังไฟฟ้าที่ถูกดูดกลืนโดยอาร์มาเจอร์ต้องเท่ากับ

$$P = V_g I_a = K_e \omega I_a \quad (3.14)$$

ดังนั้นเราจะได้ว่ากำลังงานเชิงกลที่เกิดขึ้นต้องเท่ากับกำลังงานไฟฟ้าที่ถูกดูดกลืนในโรเตอร์คือสรุปได้ว่า $K_e = K_t$

3.1.1.1 ทรานสเฟอร์ฟังก์ชันของดีซีมอเตอร์

บล็อกไดอะแกรมของรูปที่ 3.5 แสดงถึงระบบที่มีสองอินพุท และมีเอาต์พุท เป็นความเร็วเชิงมุม $\omega(s)$ และการเคลื่อนที่แบบเชิงมุม $\theta(s)$ จากรูปที่ 5 ความเร็วเอาต์พุทของระบบเขียนได้เป็น

$$\omega(s) = G_1(s)V_i(s) + G_2(s)[T_f(s) + T_L(s)] \quad (3.15)$$

เมื่อ

$$G_1(s) = \left. \frac{\omega(s)}{V_i(s)} \right|_{T_f(s)+T_L(s)=0} \quad (3.16)$$

$$G_2(s) = \left. \frac{\omega(s)}{T_f(s) + T_L(s)} \right|_{V_i(s)=0} \quad (3.17)$$

$G_1(s)$ คือทรานสเฟอร์ฟังก์ชันระหว่างโวลต์เต็จและความเร็ว

$$\begin{aligned} G_1(s) &= \frac{\omega(s)}{V_i(s)} = \frac{K_t}{(L_a s + R_a)(J s + B) + K_t K_e} \\ &= \frac{K_m}{\alpha s^2 + \beta s + 1} \end{aligned} \quad (3.18)$$

เมื่อ

$$K_m = \frac{K_t}{R_a B + K_t K_e}$$

$$\alpha = \frac{L_a J}{R_a B + K_t K_e}$$

$$\beta = \frac{R_a J + L_a B}{R_a B + K_t K_e}$$

สมการ (3.18) เป็นโวลต์เต็จทรานสเฟอร์ฟังก์ชันของดีซีมอเตอร์ในเมื่อสมมติว่า T_f และ T_L มีค่าเป็นศูนย์ สมการ (3.18) สามารถเขียนใหม่ได้เป็น

$$G_1(s) = \frac{K_t}{R_a B(1 + \tau_e s)(1 + \tau_m s) + K_t K_e}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ $\tau_e = \frac{L_a}{R_a} =$ ไทม์คอนสแตนต์ทางไฟฟ้า

$\tau_m = \frac{J}{B} =$ ไทม์คอนสแตนต์ทางเชิงกล

ถ้าอินดักแตนซ์ของอาร์มาเจอร์มีค่าน้อย ไทม์คอนสแตนต์ทางไฟฟ้าสามารถตัดทิ้งได้และได้สมการเป็น

$$G_V(s) = \frac{\omega(s)}{V_i(s)} = \frac{K_t}{R_a(Js + B) + K_t K_e} = \frac{K_m}{\tau s + 1} \quad (3.19)$$

เมื่อ $\tau = \frac{R_a J}{R_a B + K_t K_e}$

ในสมการ (3.19) ค่าคงที่ K_m อาจเรียกได้ว่าเป็นค่าคงที่ของมอเตอร์ทรานสเฟอร์ฟังก์ชันแรงบิดโพลด์ $G_2(s)$ หาได้เป็น

$$G_2(s) = \frac{\omega(s)}{T_f(s) + T_L(s)} = \frac{1}{1 + \frac{Js + B}{K_t K_e}} = \frac{-\frac{R_a}{K_t} K_m \left[\frac{L_a}{R_a} s + 1 \right]}{\alpha s^2 + \beta s + 1} \quad (3.20)$$

ซึ่งถ้าอินดักแตนซ์ของอาร์มาเจอร์ไม่นำมาคิด จะทำให้ได้สมการ ดังนี้

$$G_L(s) = \frac{\omega(s)}{T_f(s) + T_L(s)} = \frac{-\frac{R_a}{K_t} K_m}{\tau s + 1}$$

ซึ่งจากสมการที่ (15) เมื่อให้ค่าของ τ และ T_m มีค่าเป็นศูนย์จะทำให้ค่าทรานสเฟอร์ฟังก์ชันมีค่าดังนี้

$$\omega(s) = G_V(s) V_i(s) = \frac{K_m}{\tau s + 1} V_i(s)$$

โมเดลคณิตศาสตร์ในการควบคุมตำแหน่งของมอเตอร์ จาก transfer function ในหัวข้อที่ 3.3 โมเดลคณิตศาสตร์ของดีซีมอเตอร์ ซึ่งจะได้ model ของการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ในรูปแบบของสมการอันดับหนึ่งเป็นดังนี้ คือ

$$\omega(s) = G_v(s)V_i(s) = \frac{K_m}{\tau s + 1}V_i(s)$$

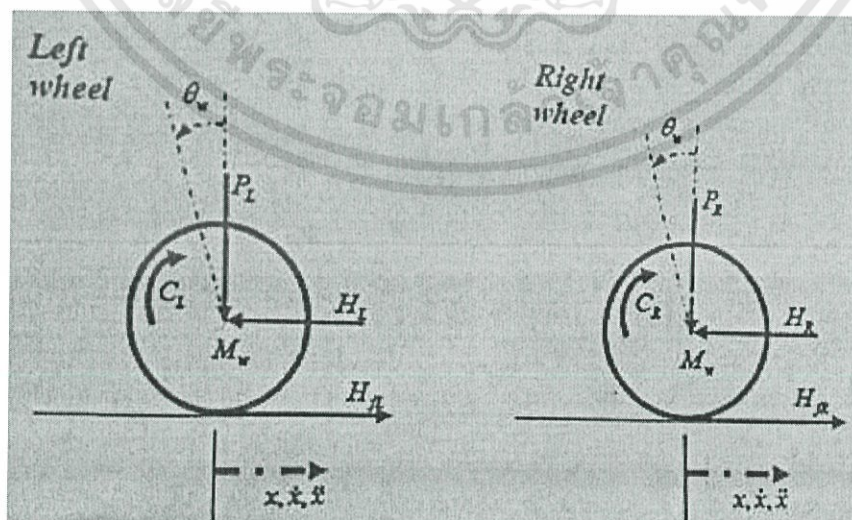
จากสมการข้างต้นดังกล่าวนั้นจะเห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุม (output) และ ค่าแรงดันที่ป้อน (input)

ในการควบคุมตำแหน่งจะมีการผ่านตัว Integrator (1/s) ทำให้ได้เอาท์พุตคือ $\Theta(s)$ transfer function ที่ได้จากหัวข้อที่ 3.2 ข้างต้นนั้นเมื่อทำการผ่าน Integrator (1/s) เข้าไปจะทำให้ได้ค่าของ output เป็นมุมในการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ ซึ่งเขียนในรูปของสมการได้ดังนี้

$$\theta(s) = \frac{\omega(s)}{s} = \left[\frac{1}{s} \right] \left[\frac{K_m V_i(s)}{\tau s + 1} \right]$$

3.2 พฤติกรรมของหุ่นยนต์สมดุล

ในการอธิบายพฤติกรรมของหุ่นยนต์สมดุล เราจะทำการแยกพิจารณาออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของล้อ ส่วนของแพนดูลัม โดยทั้งสองส่วนนี้สามารถอธิบายพฤติกรรมของหุ่นยนต์สมดุล ได้พิจารณาแผนภาพวัตถุอิสระ(Free Body diagram) ข้องล้อทั้งสองข้าง



รูปที่ 3.6 แผนภาพวัตถุอิสระของล้อทั้งสองข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.ใช้กฎของนิวตันโดยพิจารณาผลรวมของแรงแนวแกนนอนในทิศทาง x

$$\sum F_x = Ma \quad (3.21)$$

$$M_w \ddot{x} = H_{fR} - H_R \quad (3.22)$$

โมเมนต์รอบจุดศูนย์กลางของล้อ.

$$\sum M_0 = I\alpha$$

$$I_w \ddot{\omega} = C_R - H_{fR}r \quad (3.23)$$

จากดีซีมอเตอร์และทอร์คสามารถแทนด้วย

$$\tau_m = I_R \frac{d\omega}{dt} + \tau_a \quad (3.24)$$

เปลี่ยนรูปสมการโดยการแทนค่าตัวแปรของดีซีมอเตอร์โดยทอร์คที่มอเตอร์ให้กับล้อคือ

$$C = I_R \frac{d\omega}{dt} = \frac{-k_m k_e}{R} \dot{\theta}_w + \frac{k_m}{R} V_a \quad (3.25)$$

แทนค่า(3.25)ใน(3.23)

$$I_w \ddot{\theta}_w = \frac{-k_m k_e}{R} \dot{\theta}_w + \frac{k_m}{R} V_a - H_{fR}r \quad (3.26)$$

$$H_{fR} = \frac{-k_m k_e}{Rr} \dot{\theta}_w + \frac{k_m}{Rr} V_a - \frac{I_w}{r} \ddot{\theta}_w \quad (3.27)$$

นำ(3.27)แทนค่าใน(3.22)

ล้อข้างซ้าย

$$M_w \ddot{x} = \frac{-k_m k_e}{Rr} \dot{\theta}_w + \frac{k_m}{Rr} V_a - \frac{I_w}{r} \ddot{\theta}_w - H_L \quad (3.28)$$

ล้อข้างขวา

$$M_w \ddot{x} = \frac{-k_m k_e}{Rr} \dot{\theta}_w + \frac{k_m}{Rr} V_a - \frac{I_w}{r} \ddot{\theta}_w - H_R \quad (3.29)$$

เปลี่ยนการเคลื่อนที่เชิงมุมเป็นการเคลื่อนที่เชิงเส้น

ล้อข้างซ้าย

$$M_w \ddot{x} = \frac{-k_m k_e}{Rr^2} \dot{x} + \frac{k_m}{Rr} V_a - \frac{I_w}{r^2} \ddot{x} - H_L \quad (3.30)$$

ล้อข้างขวา

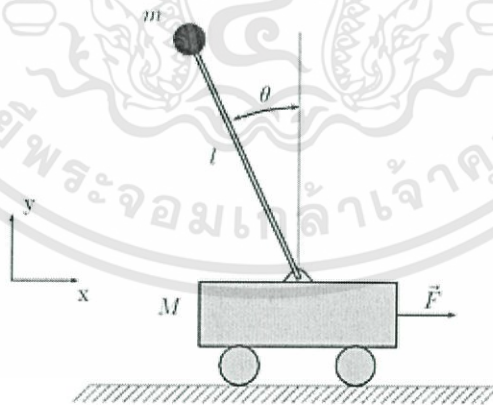
$$M_w \ddot{x} = \frac{-k_m k_e}{Rr^2} \dot{x} + \frac{k_m}{Rr} V_a - \frac{I_w}{r^2} \ddot{x} - H_R \quad (3.31)$$

รวมสมการทั้งสองล้อโดยการบวกสมการ(3.30)เข้ากับ(3.31)

$$2 \left(M_w + \frac{I_w}{r^2} \right) \ddot{x} = \frac{-2k_m k_e}{Rr^2} \dot{x} + \frac{2k_m}{Rr} V_a - (H_L + H_R) \quad (3.32)$$

3.3 หลักการของอินเวิร์ทแพนดูลัม

ในที่นี้เราจะหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของเพนดูลัมผกผันโดยใช้กลศาสตร์แบบลากรางจ์ (Lagrange's equations) และตั้งสมมติฐานเพื่อความง่ายต่อความเข้าใจและยังคงไม่สูญเสียความเป็นรูปแบบทั่วไปว่าระบบเคลื่อนที่อยู่ในระนาบ 2 มิติ แกน $x - y$ ได้เท่านั้น โดยตัวแปรต่างๆเราจะอ้างอิงตัวแปรเดียวกับที่ปรากฏในภาพ กล่าวคือ $\theta(t)$ คือ มุมที่แท่งเพนดูลัมทำกับแนวตั้งฉากกับพื้นโลก และให้แท่งเพนดูลัมมีความยาว l ให้แรงจากภายนอกเป็น F กระทำในทิศ x ดังภาพ และแรงโน้มถ่วงของโลกกระทำในแนวแกน y และกำหนดให้ $x(t)$ เป็นระยะของรถในแกน x ที่แปรผันตามเวลา และสมการลากรางจ์ (Lagrangian) ของระบบเป็นดังต่อไปนี้ $L = T - V$ โดย T คือพลังงานจลน์ของระบบ และ V คือพลังงานศักย์ของระบบ



□

รูปที่ 3.7 รูปแสดงรูปแบบของเพนดูลัมผกผันและตัวแปรที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

$$L = \frac{1}{2} M v_1^2 + \frac{1}{2} m v_2^2 - mgl \cos \theta$$

โดย v_1 เป็นความเร็วของของตัวรถ v_2 เป็นความเร็วของจุดศูนย์กลางมวล m ของมวลบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แท่งเพนดูลัม.

ทั้งนี้ v_1 และ v_2 สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของ x และ θ ดังต่อไปนี้

$$v_1^2 = \dot{x}^2$$

$$v_2^2 = \left(\frac{d}{dt}(x - \ell \sin \theta) \right)^2 + \left(\frac{d}{dt}(\ell \cos \theta) \right)^2$$

ทำการลดรูป v_2 ได้ผลเป็น

$$v_2^2 = \dot{x}^2 - 2\ell\dot{x}\dot{\theta} \cos \theta + \ell^2\dot{\theta}^2$$

แทนสมการข้างต้นลงในสมการลากรางจ์ ได้ว่า:

$$L = \frac{1}{2}(M+m)\dot{x}^2 - m\ell\dot{x}\dot{\theta} \cos \theta + \frac{1}{2}m\ell^2\dot{\theta}^2 - mg\ell \cos \theta$$

และสมการการเคลื่อนที่:

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{x}} - \frac{\partial L}{\partial x} = F$$

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}} - \frac{\partial L}{\partial \theta} = 0$$

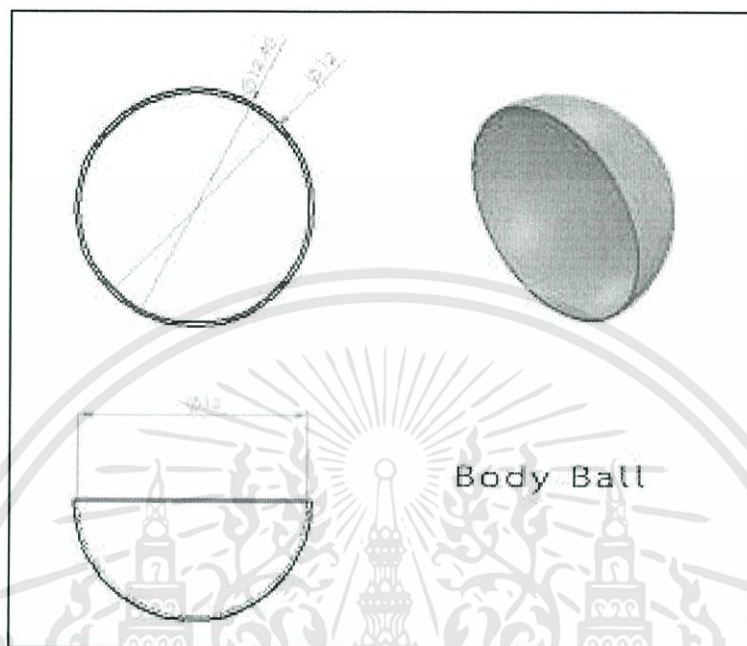
แทนที่ L ในสมการข้างต้นจะได้สมการที่อธิบายการเคลื่อนที่ของเพนดูลัมแบบผกผันดังนี้

$$(M+m)\ddot{x} - m\ell\ddot{\theta} \cos \theta + m\ell\dot{\theta}^2 \sin \theta = F$$

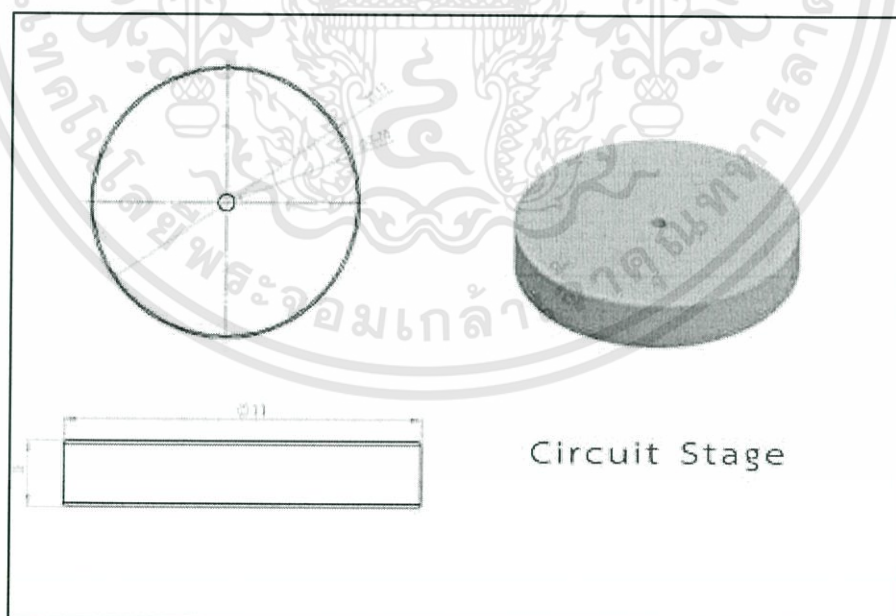
$$\ell\ddot{\theta} - g \sin \theta = \ddot{x} \cos \theta$$

จะเห็นได้ว่าสมการที่ได้เป็นสมการไม่เชิงเส้นซึ่งยากที่จะนำไปออกแบบตัวควบคุม ในทางปฏิบัติผู้ออกแบบจะนิยมแปรสมการไม่เชิงเส้นให้เป็นสมการเชิงเส้นก่อน โดยสมมุติว่าแท่งเพนดูลัมแกว่งอยู่ในช่วงมุมเล็กๆซึ่งประมาณเป็น 0 ได้ ($\theta \approx 0$) ทั้งนี้เพื่อความสะดวกต่อการออกแบบตัวควบคุมและง่ายต่อการอธิบายพฤติกรรมของระบบ

3.4 โครงสร้างแบบจำลองจากโปรแกรม Solidwork

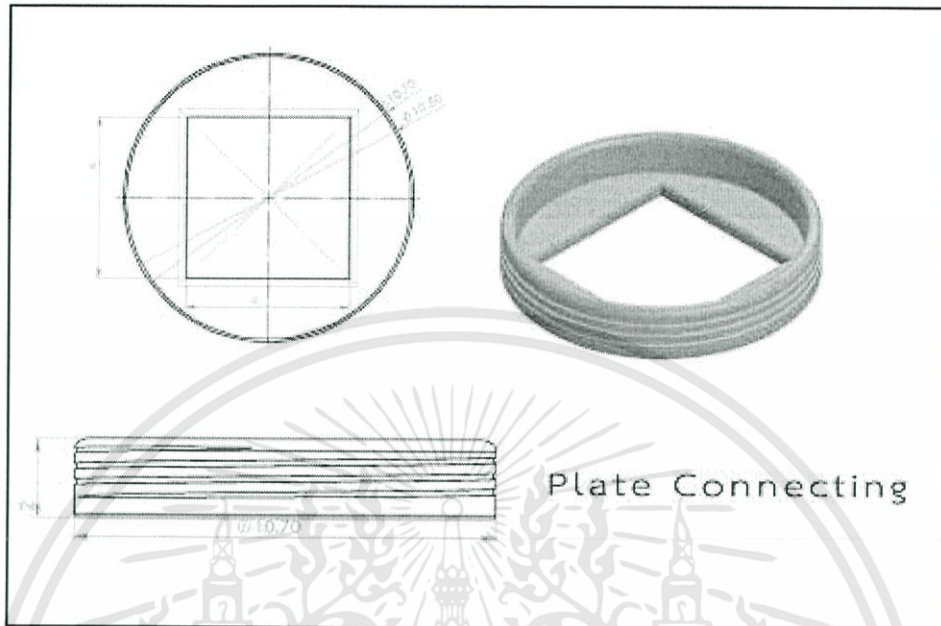


รูปที่ 3.8 Body Ball

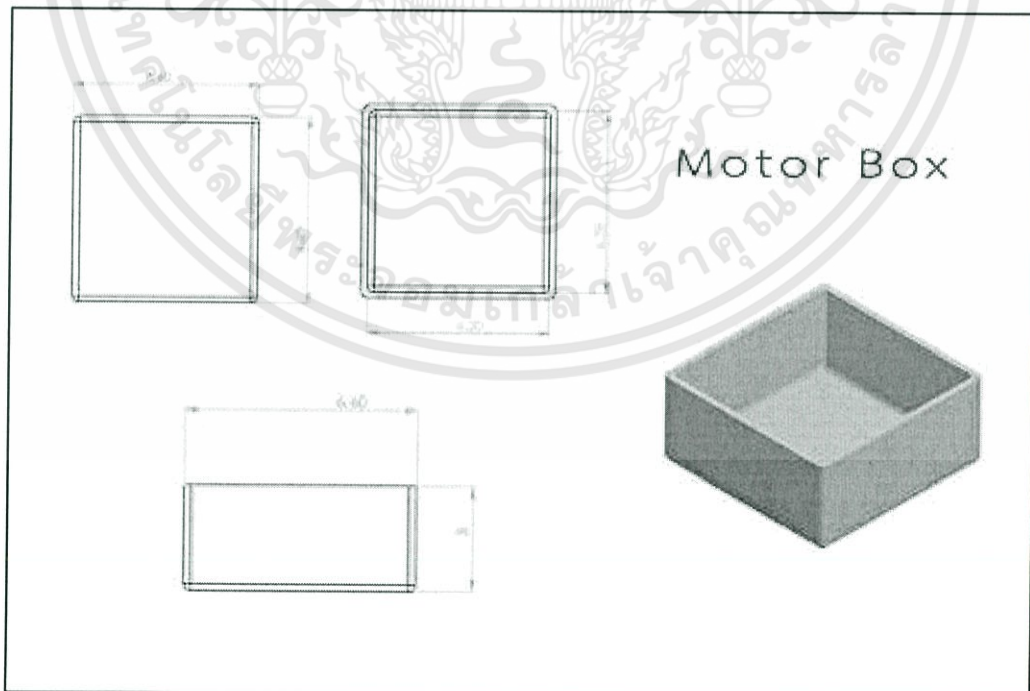


รูปที่ 3.9 Circuit Stage

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

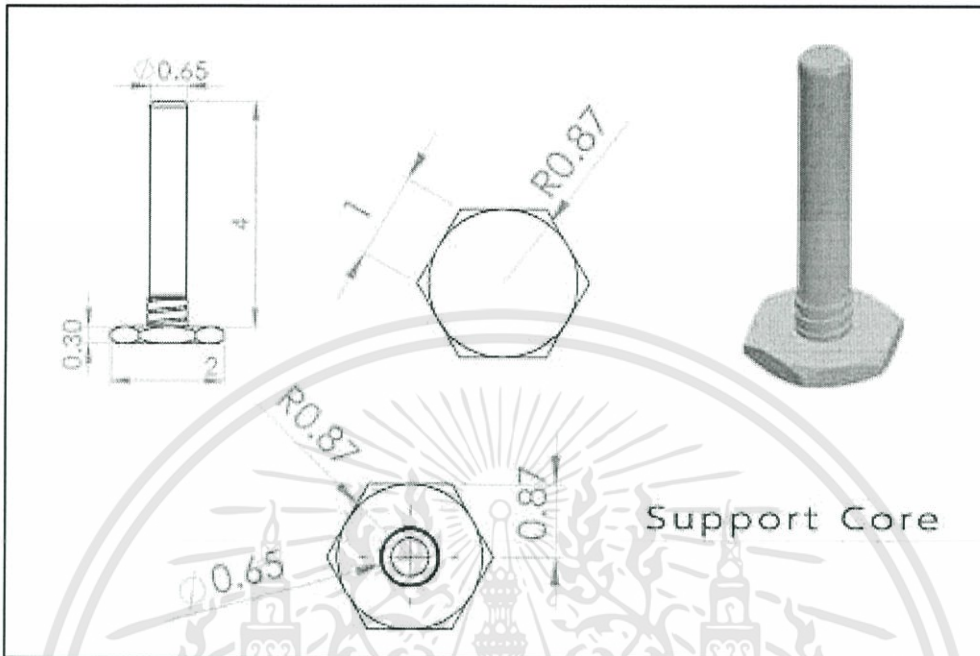


รูปที่ 3.10 Plate Connecting

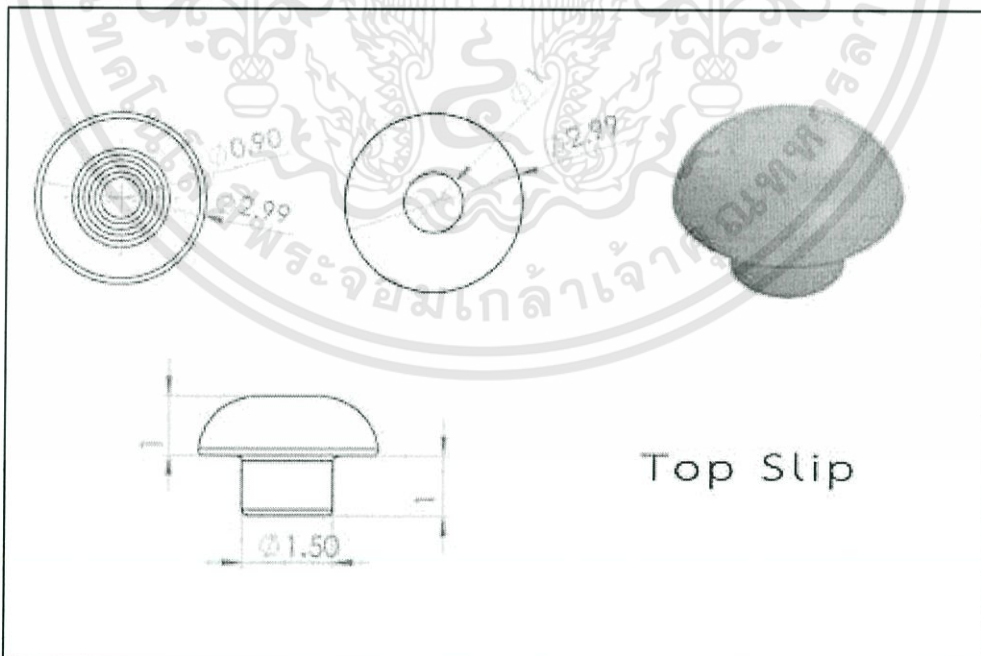


รูปที่ 3.11 Motor Box

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

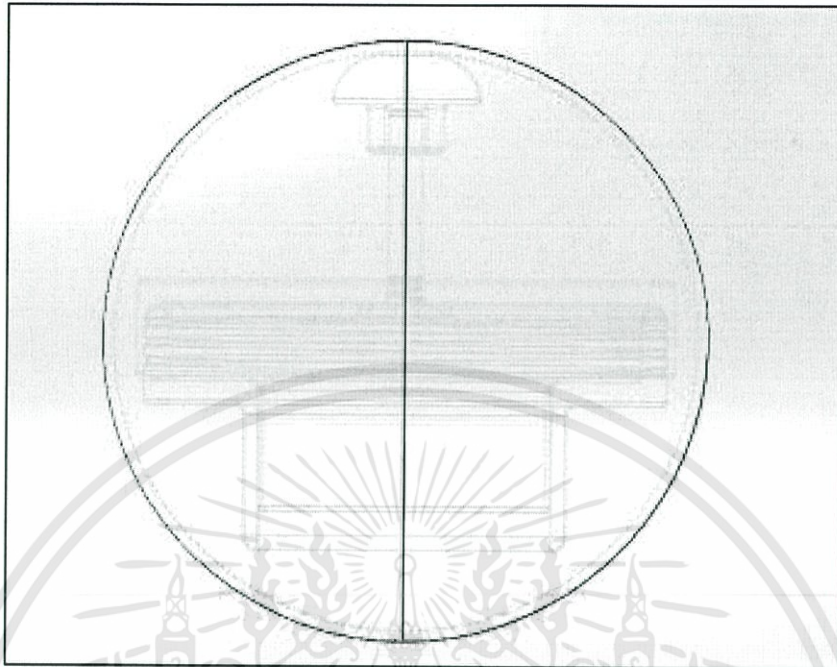


รูปที่ 3.12 Support Core



รูปที่ 3.13 Top Slip

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



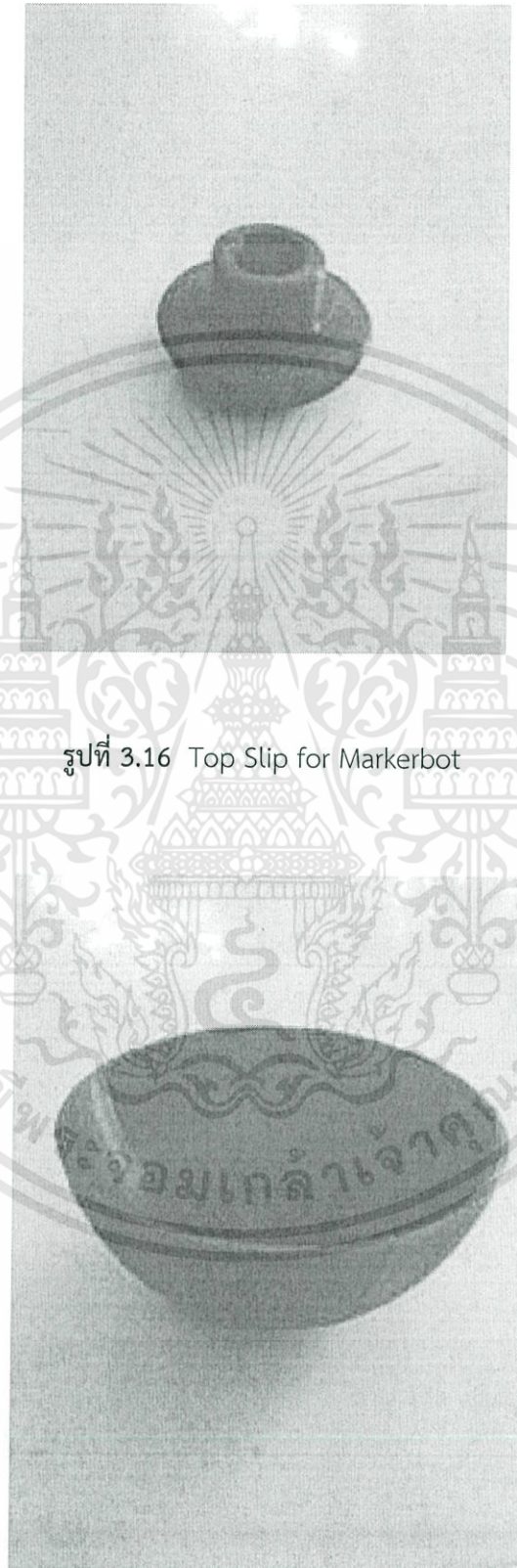
รูปที่ 3.14 แบบจำลองโครงสร้างทั้งหมด

3.5 โครงสร้างที่ได้จากเครื่องปรีน3มิติ



รูปที่ 3.15 Support Core for Markerbot

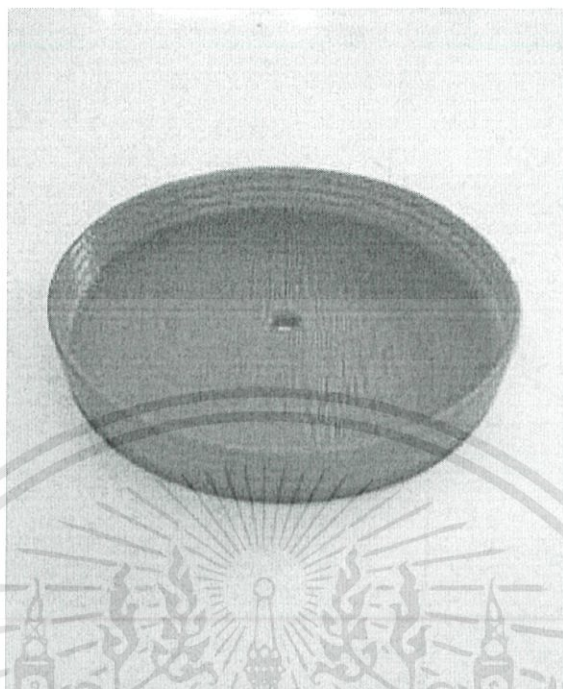
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 Top Slip for Markerbot

รูปที่ 3.17 Body Ball for Markerbot

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



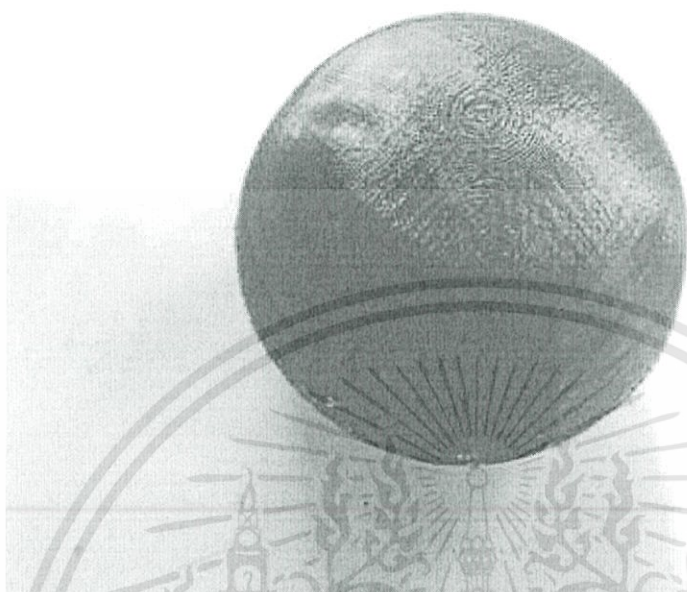
รูปที่ 3.18 Circuit Stage for Markerbot

3.6 โครงสร้างของหุ่นยนต์ลูกบอล



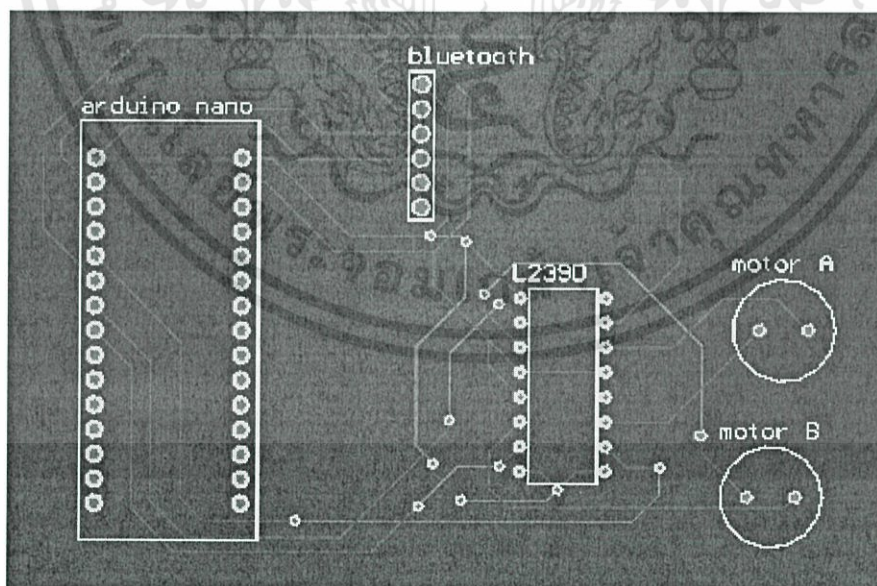
รูปที่ 3.19 โครงสร้างภายในของหุ่นยนต์ลูกบอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.20 โครงสร้างภายนอกของหุ่นยนต์ลูกบอล

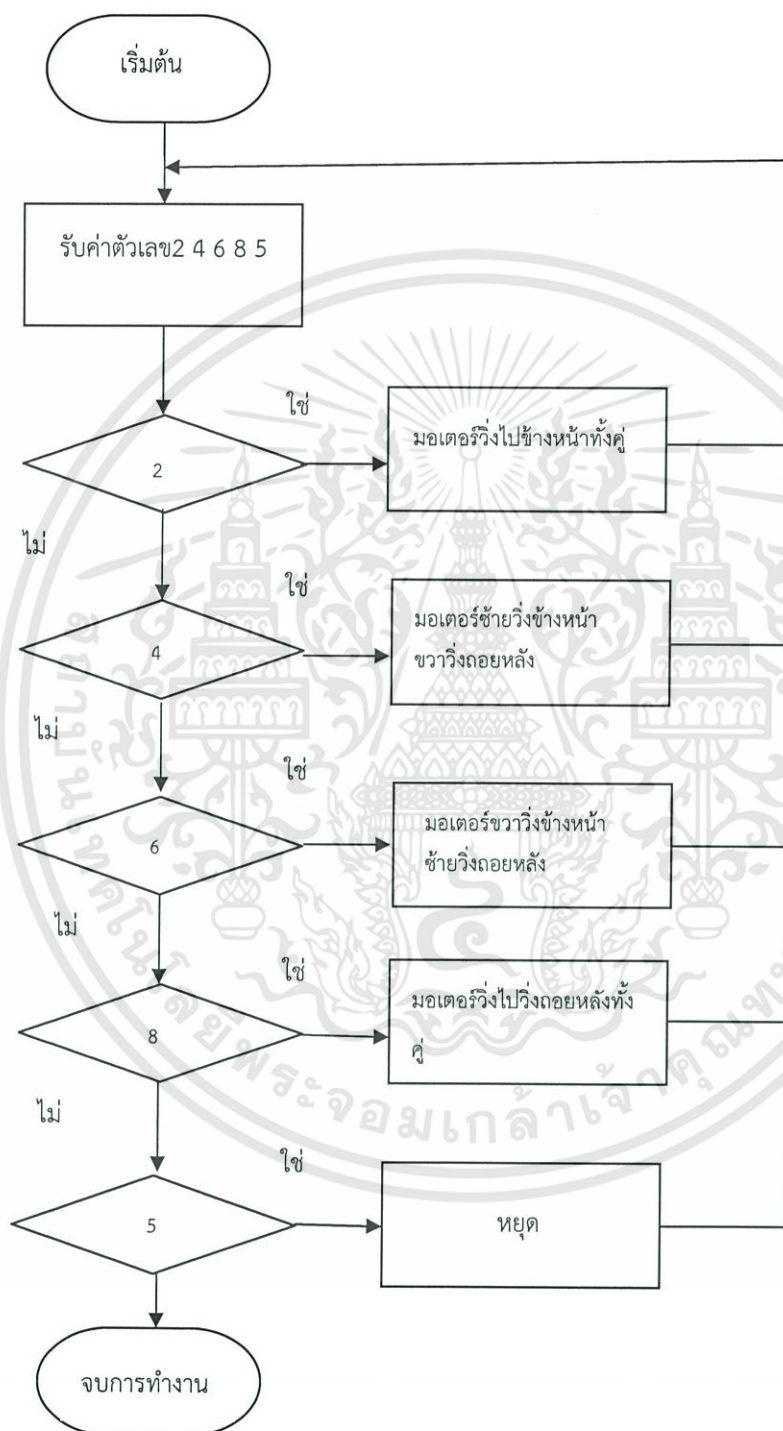
3.7 ลายวงจรอิเล็กทรอนิกส์



รูปที่ 3.21 ลายวงจรอิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 ส่วนของตัวโปรแกรม



รูปที่ 3.22 Flow chart โปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 อุปกรณ์

- 1).มอเตอร์ DC 6 V 2 ตัว
- 2).Arudino Nano 1 ตัว
- 3).ไอซีขับมอเตอร์ เบอร์ L293D 1 ตัว
- 4). Bluetooth เบอร์ HC-06 1ตัว
- 5). แบตลิโธ ขนาด 1500 mA 7.4 V 1ก้อน
- 6). แบตลิโธ ขนาด 900 mA 7.4 V 1ก้อน



บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

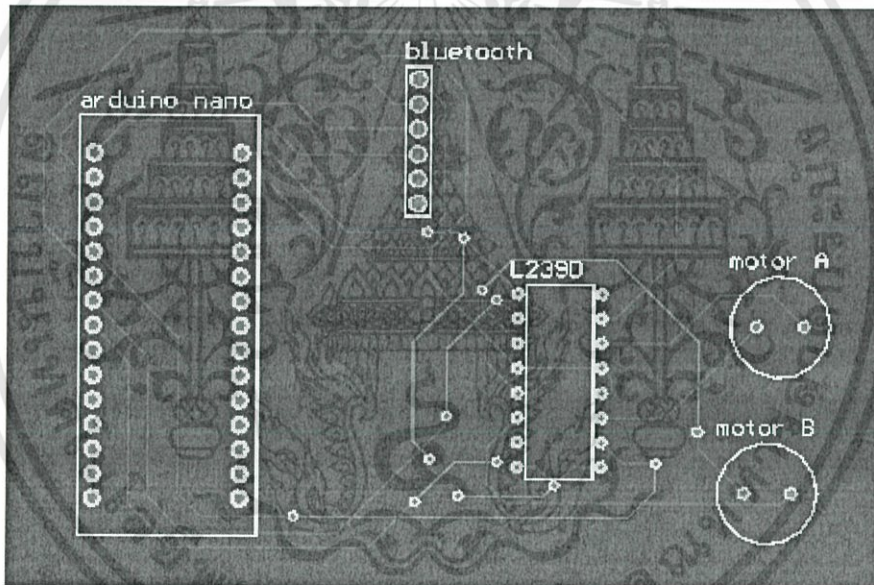
4.1 คำนำ

บทนี้จะกล่าวถึงวิธีการทดลอง และผลการทดลองเพื่อทดสอบหาแหล่งจ่ายไฟที่เหมาะสมกับอุปกรณ์ เพื่อที่จะนำมาใช้งานจริง

4.2 วิธีการทดลอง

การทดลองที่1 ตรวจสอบลอจิกที่ออกจาก Arduino NANOและไอซีขับมอเตอร์

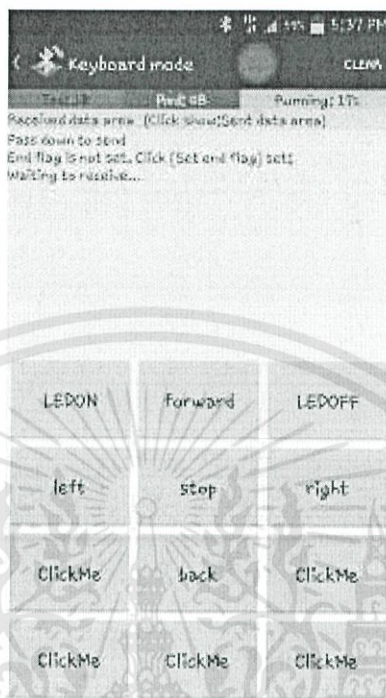
1).ต่ออุปกรณ์ตามรูป



รูปที่ 4.1 รูปวงจรอิเล็กทรอนิกส์

2).ต่อแบตเตอรี่ขนาด 7.4 โวลต์ เข้ากับอุปกรณ์

3).เชื่อมต่อลูทูลกับแอปพลิเคชัน Bluetooth SPP ที่ใช้ควบคุม



รูปที่4.2 รูปการเชื่อมต่อลูทูลกับแอปพลิเคชัน Bluetooth SPP

4).กดปุ่ม 2 4 5 6 8 แล้ววัดค่าค่าแรงดันจากขาOut putของArduino NANOและไอซีขับมอเตอร์เบอร์L293Dทั้ง4ขา



รูปที่ 4.3 รูปมัลติมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

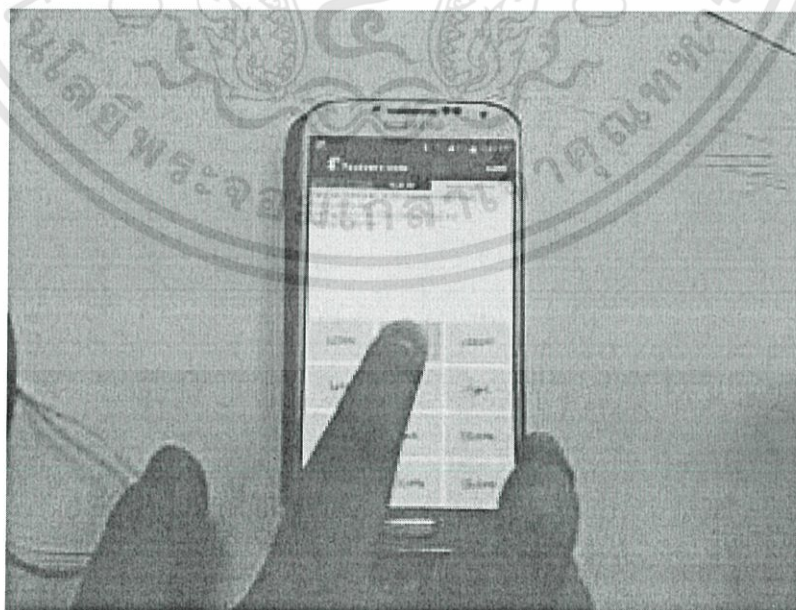
การทดลองที่ 2 ทดสอบการเคลื่อนที่ของลูกบอล

1. ประกอบหุ่นยนต์ลูกบอลตามรูปที่ 4.4 แปะลวดรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.4ก. โครงสร้างภายในหุ่นยนต์ลูกบอล รูปที่ 4.4ข. โครงสร้างภายนอกหุ่นยนต์ลูกบอล

2). กดปุ่ม Forward จากแอปพลิเคชัน Bluetooth SPP เพื่อสั่งการหุ่นยนต์ลูกบอล

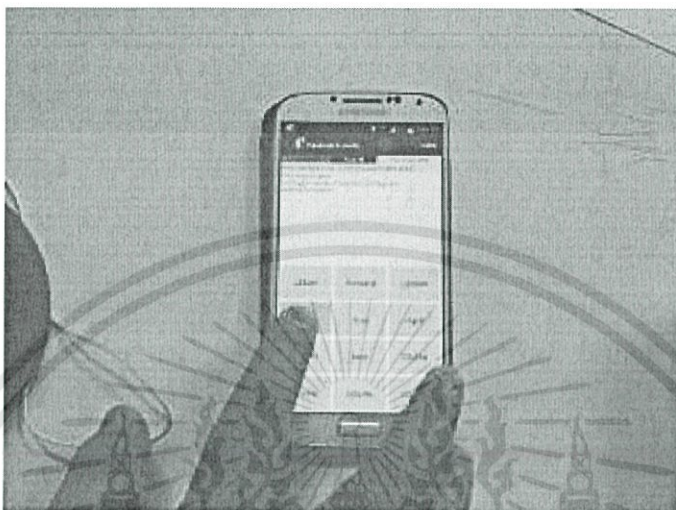


รูปที่ 4.5 รูปกดคำสั่ง Forward จากแอปพลิเคชัน Bluetooth SPP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3).ถ่ายภาพผลการทดลองและบันทึกผลการทดลอง

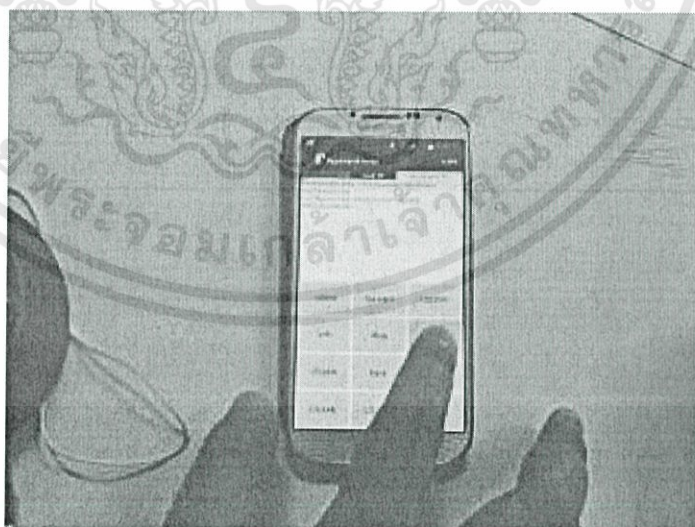
4).กดปุ่ม Left จากแอปพลิเคชัน Bluetooth SPP เพื่อสั่งการหุ่นยนต์ลูกบอล



รูปที่ 4.6 รูปกดคำสั่ง Left จากแอปพลิเคชัน Bluetooth SPP

5).ถ่ายภาพผลการทดลองและบันทึกผลการทดลอง

6).กดปุ่ม Right จากแอปพลิเคชัน Bluetooth SPP เพื่อสั่งการหุ่นยนต์ลูกบอล

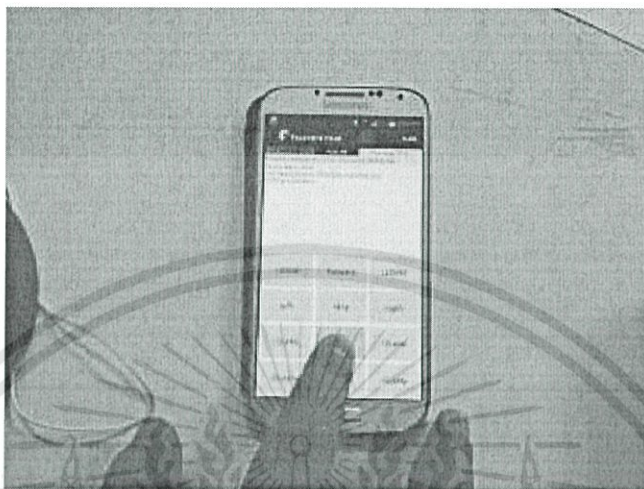


รูปที่ 4.7 รูปกดคำสั่ง Right จากแอปพลิเคชัน Bluetooth SPP

7). ถ่ายภาพผลการทดลองและบันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

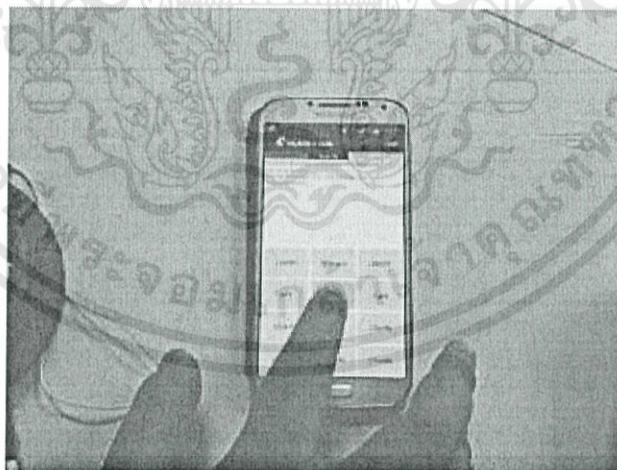
8). กดปุ่ม Back จากแอปพลิเคชัน Bluetooth SPP เพื่อสั่งการหุ่นยนต์ลูกบอล



รูปที่ 4.8 รูปกดคำสั่ง Back จากแอปพลิเคชัน Bluetooth SPP

9). ถ่ายภาพผลการทดลองและบันทึกผลการทดลอง

10). กดปุ่ม Stop จากแอปพลิเคชัน Bluetooth SPP เพื่อสั่งการหุ่นยนต์ลูกบอล



รูปที่ 4.9 รูปกดคำสั่ง Stop จากแอปพลิเคชัน Bluetooth SPP

11). ถ่ายภาพผลการทดลองและบันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการทดลอง

การทดลองที่1 ตรวจสอบลอจิกที่ออกจาก Arduino NANOและไอซีขั้วมอเตอร์

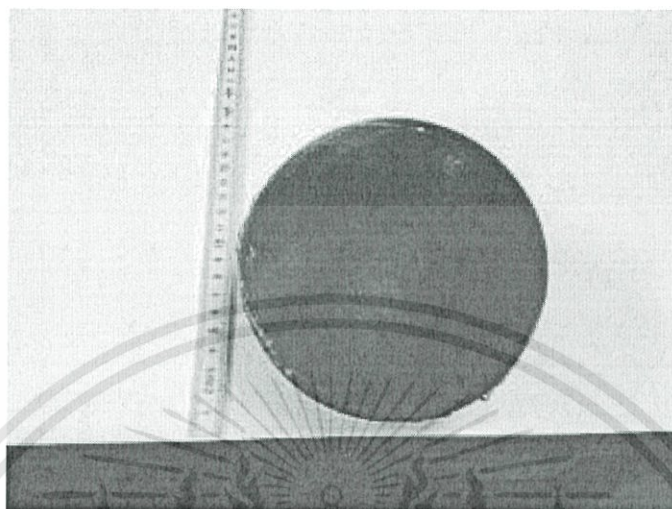
ขาของ Arduino NANO	Forward (V)	Left (V)	Stop (V)	Right (V)	Back (V)
D2	0	4.87	0	0	4.87
D3	3.72	0	0	3.15	0
D4	0	3.5	0	3.13	3.48
D5	4.79	4.81	0	0	0

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงค่าแรงดันของขา Out put ของArduino NANO

ขาของ ไอซี L293D	Forward (V)	Left (V)	Stop (V)	Right (V)	Back (V)
ขาA1	0	4	0	0	3.9
ขาA2	4	0	0	3.9	0
ขาB1	0	0	0	3.9	3.9
ขาB2	4	4	0	0	0

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงค่าแรงดันของขา Out put ของไอซีL293D

การทดลองที่2 ตรวจสอบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ลูกบอล



รูปที่ 4.10 รูปหุ่นยนต์ลูกบอลขณะไม่ได้รับคำสั่งใดๆ



รูปที่ 4.11 รูปหุ่นยนต์ลูกบอลขณะรับคำสั่ง Forward

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 หุ่นยนต์ลูกบอลก่อนได้รับคำสั่ง

รูปที่ 4.13 รูปหุ่นยนต์ลูกบอลหลังได้รับคำสั่งLeft

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 รูปหุ่นยนต์ลูกบอลหลังได้รับคำสั่ง Right

รูปที่ 4.15 รูปหุ่นยนต์ลูกบอลหลังได้รับคำสั่ง Back

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทวิจารณ์และบทสรุป

โครงการลูกบอลสอดแนมนี่ เป็นการควบคุมการเคลื่อนที่ของลูกบอลโดยผ่านแอปพลิเคชัน BLUETOOTH SPP ในระบบปฏิบัติการ Android และได้ทำการทดลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการ ออกแบบวงจรและศึกษาการเคลื่อนที่ของลูกบอล จากนั้นก็ได้ออกแบบลูกบอลที่สามารถเคลื่อนที่ได้จริงจากการสั่งการภายนอก การทดลองสามารถสรุปได้ดังนี้

5.1 การทดสอบทางอิเล็กทรอนิกส์

ผลการทดลองพบว่าในการใช้แหล่งจ่ายไฟเพียงแหล่งเดียวจ่ายให้กับอุปกรณ์ทั้งหมดจะทำให้ การเชื่อมต่อBLUETOOTH กับแอปพลิเคชันBLUETOOTH SPPเกิดการหลุดการเชื่อมต่อเป็นผลทำให้ไม่สามารถควบคุมหุ่นยนต์ลูกบอลได้ ดังนั้นควรใช้แหล่งจ่ายไฟ2แหล่ง เพื่อจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์และมอเตอร์

5.2 การทดสอบทางด้านแมคคานิค

ในการเลือกใช้อุปกรณ์ควรคำนึงถึงขนาดและน้ำหนักเป็นสิ่งสำคัญเนื่องจากหุ่นยนต์มีขนาดเล็กไม่สามารถใส่อุปกรณ์ที่มีขนาดใหญ่ลงไปได้ ส่วนทางด้านน้ำหนักถ้าน้ำหนักรวมของหุ่นยนต์ลูกบอลมี น้ำหนักมากเกินไปจะทำให้มอเตอร์ในลูกบอลทำงานไม่ไหวเป็นผลทำให้ลูกบอลไม่สามารถเคลื่อนที่ได้

5.3 ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน

- 1).อุปกรณ์เกิดความเสียหายขณะทำการทดลอง
- 2).การเชื่อมต่อBLUETOOTHกับแอปBLUETOOTH SPPหลุดขณะทำการทดลอง
- 3).น้ำหนักของหุ่นยนต์ลูกบอลมีน้ำหนักมากเกินไปทำให้หุ่นยนต์ลูกบอลไม่สามารถเคลื่อนที่ได้

5.4 แนวทางการพัฒนา และการปรับปรุง

- 1).ติดกล้องเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ลูกบอลในการทำงาน
- 2).ลดเสียงที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ลูกบอล

บรรณานุกรม

- 1.ณัฐพงษ์ ชูลิขิต. 2552. “ชุดชาร์ดแบทเตอรีสำหรับระบบโซลาร์เซลล์.”
วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
บัณฑิตวิทยาลัย,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- 2.ณัฐพล รติธรรมกุล. 2553 “หุ่นยนต์ขับเคลื่อนสองล้อแบบสมดุลง”
วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
บัณฑิตวิทยาลัย,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- 3.<http://www.student.chula.ac.th/~53371068/robot02.html#nomovement>
- 4.<http://www.maximumdev.com/Knowledge/Technology/3d-printing.html>
- 5.<http://wara.com/article-330.html>
- 6.<http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardNano#.Uwbv5fldVLI>
- 7.<http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardNano#.UwbxJfldVLI>
- 8.<http://thaieciclub.com/index.php?topic=596.0>
9. <http://www.thaigoodview.com/node/99033>
- 10.<http://www.t4rbm.ac.th/~electronichunsa/motor>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

#include <SoftwareSerial.h>

// Vcc ต่อขา 2 ของ icsp

// GND ต่อขา 6 ของ ICSP

// TX ต่อขา 4 ของ ICSP

// RX ต่อขา 1 ของ ICSP

/* กำหนด Bluetooth Serial TXD เป็นขา DIO 11 หรือตรงกับขา MOSI บน ICSP Connector */
#define BT_SERIAL_TX_DIO 11

/* กำหนด Bluetooth Serial RXD เป็นขา DIO 12 หรือตรงกับขา MISO บน ICSP Connector */
#define BT_SERIAL_RX_DIO 12

// Output

#define left1 5
#define left2 6
#define right1 7
#define right2 8

// Input

#define forward 2

#define backward 8

#define right 6

#define left 4

#define Stop 5

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

int tesla; // ตัวรับข้อมูลของ Bluetooth

int led = 13; //ตัวทดสอบว่า Bluetooth ว่าใช้ได้ไหม

int delay_=10;

void control (int x);

/* สร้าง software serial port สำหรับเชื่อมต่อกับ Bluetooth*/
SoftwareSerial BluetoothSerial(BT_SERIAL_TX_DIO, BT_SERIAL_RX_DIO);

void setup()
{
  /* Set the baud rate for the hardware serial port */
  Serial.begin(9600);
  /* Set the baud rate for the software serial port */
  BluetoothSerial.begin(9600);
  // กำหนดตัว LED ให้เป็น OUTPUT
  pinMode(led,OUTPUT);
  for (int l=5;l<9;l++)
  {
    pinMode (l,OUTPUT);
    digitalWrite(l,LOW);
  }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
/* Main loop that will pass any data to and from the Bluetooth mode to the host PC */
```

```
void loop()
```

```
{
```

```
/* If data is available from the Bluetooth module then pass it on to the hardware serial port. */
```

```
if (BluetoothSerial.available())
```

```
{
```

```
tesla=BluetoothSerial.read(); // ค่าที่ได้มาจากบลูทูธมาเข้ากับตัวแปร tesla
```

```
if(tesla=='1') // ถ้า tesla = 1 สั่งการให้ไฟใน arduino ติด
```

```
{
```

```
digitalWrite(led,HIGH);
```

```
}
```

```
else if(tesla=='2')// ถ้า tesla = 2 สั่งการให้ไฟใน arduino ดับ
```

```
{
```

```
control(forward);
```

```
}
```

```
else if(tesla=='4')// ถ้า tesla = 3 สั่งมอเตอร์ผ่านบลูทูธ ด้วยไฟ 1.25 v
```

```
{
```

```
control (left);
```

```
}
```

```
else if(tesla=='5')// ถ้า tesla = 3 สั่งมอเตอร์ผ่านบลูทูธ ด้วยไฟ 3.75 v
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{
    control(Stop);
}

else if(tesla=='6')// ถ้า tesla = 3 สั่งมอเตอร์ผ่านบลูทูธ ด้วยไฟ 3.75 v
{
    control(right);
}

else if (tesla=='8')// ถ้า tesla = 3 สั่งมอเตอร์ผ่าน Potentiometer
{
    control(backward);
}

else if (tesla=='0')// ถ้า tesla = 0 สั่งให้ส่งค่า Amp มา
{
    digitalWrite(led,LOW);
}

}

/* If data is available from the hardware serial port then pass it on to the Bluetooth
module. */

if (Serial.available())
{
    BluetoothSerial.write(Serial.read());
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
```

```
void control (int x)
```

```
{
```

```
  if (x == forward)
```

```
  {
```

```
    digitalWrite (left1,LOW);
```

```
    digitalWrite (left2,HIGH);
```

```
    digitalWrite (right1,LOW);
```

```
    digitalWrite (right2,HIGH);
```

```
    Serial.println ("FORWARD");
```

```
    delay(delay_);
```

```
  }
```

```
  else if (x == backward)
```

```
  {
```

```
    digitalWrite (left1,HIGH);
```

```
    digitalWrite (left2,LOW);
```

```
    digitalWrite (right1,HIGH);
```

```
    digitalWrite (right2,LOW);
```

```
    Serial.println ("BACKWARD");
```

```
    delay(delay_);
```

```
  }
```

```
  else if (x == left)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{
    digitalWrite (left1,HIGH);

    digitalWrite (left2,LOW);

    digitalWrite (right1,LOW);

    digitalWrite (right2,HIGH);

    Serial.println ("LEFT");

    delay(delay_);
}
else if (x == right)
{
    digitalWrite (left1,LOW);
    digitalWrite (left2,HIGH);
    digitalWrite (right1,HIGH);
    digitalWrite (right2,LOW);
    Serial.println ("RIGHT");
    delay(delay_);
}
else if (x == Stop)
{
    digitalWrite (left1,LOW);

    digitalWrite (left2,LOW);

    digitalWrite (right1,LOW);

    digitalWrite (right2,LOW);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

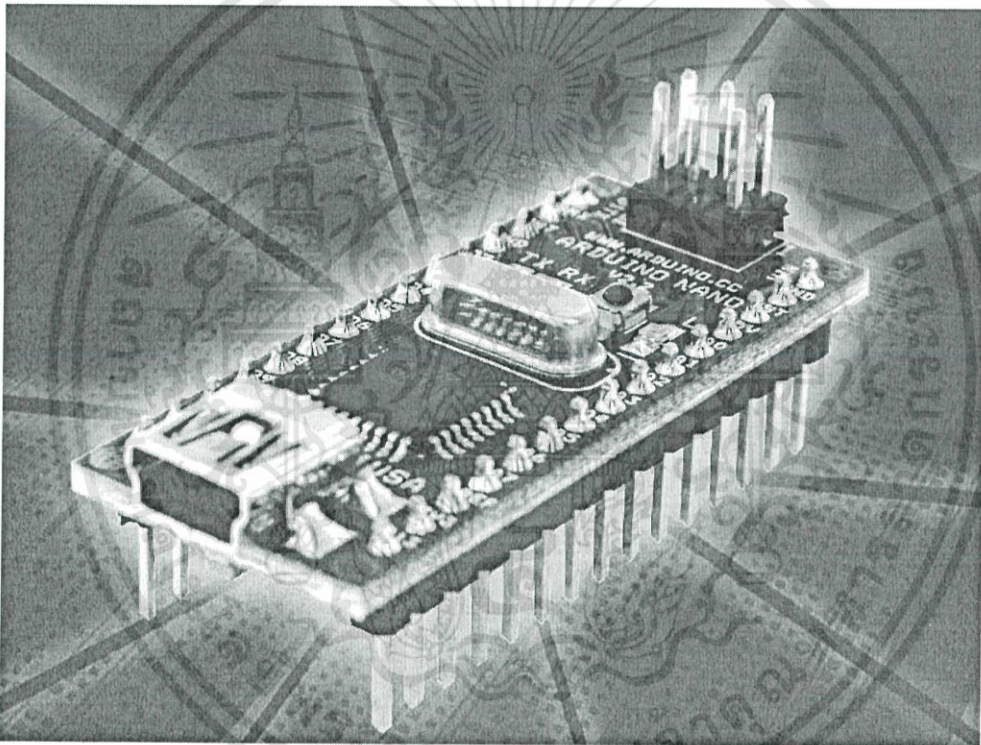
```
Serial.println ("STOP");  
  
delay(delay_);  
  
}  
  
}
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Arduino Nano (V2.3)

User Manual



Released under the Creative Commons Attribution Share-Alike 2.5 License

<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/>

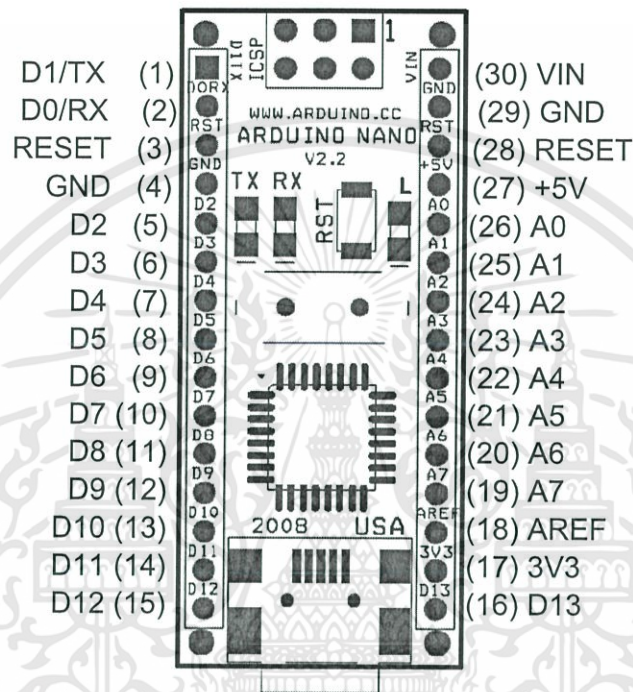
More information:

www.arduino.cc

Rev. 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

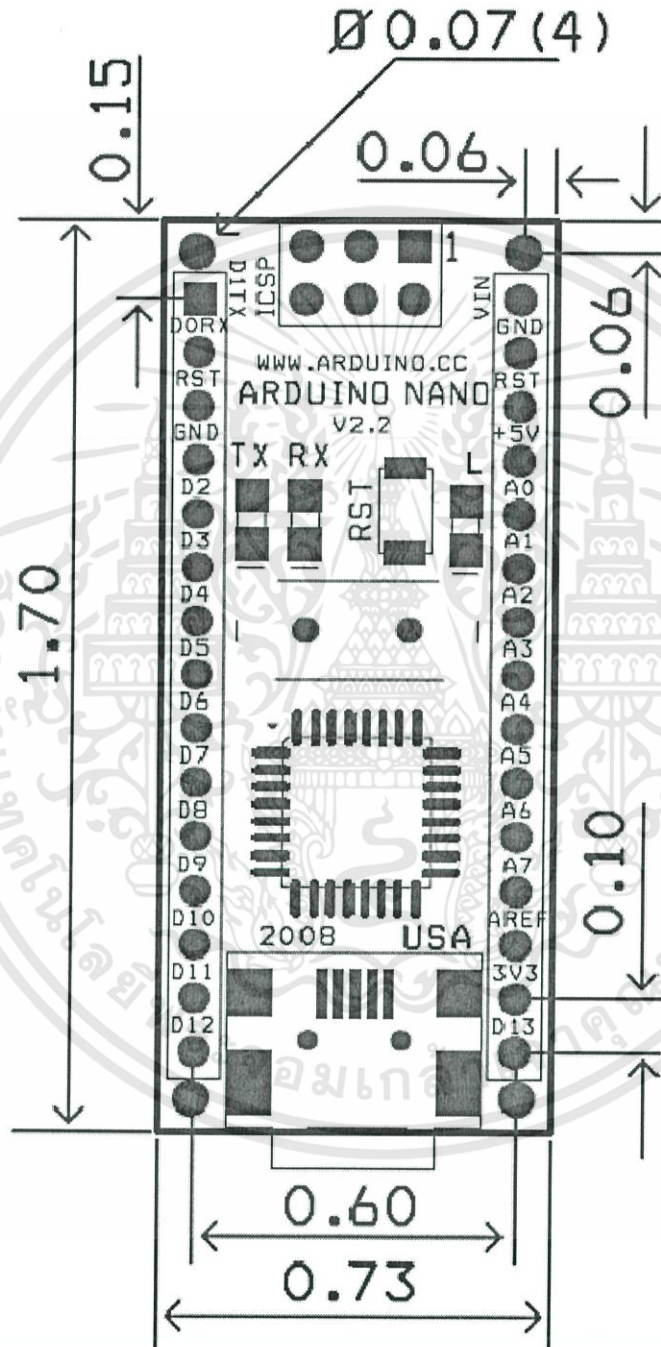
Arduino Nano Pin Layout



Pin No.	Name	Type	Description
1-2, 5-16	D0-D13	I/O	Digital input/output port 0 to 13
3, 28	RESET	Input	Reset (active low)
4, 29	GND	PWR	Supply ground
17	3V3	Output	+3.3V output (from FTDI)
18	AREF	Input	ADC reference
19-26	A7-A0	Input	Analog input channel 0 to 7
27	+5V	Output or Input	+5V output (from on-board regulator) or +5V (input from external power supply)
30	VIN	PWR	Supply voltage

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Arduino Nano Mechanical Drawing



ALL DIMENSIONS ARE IN INCHES

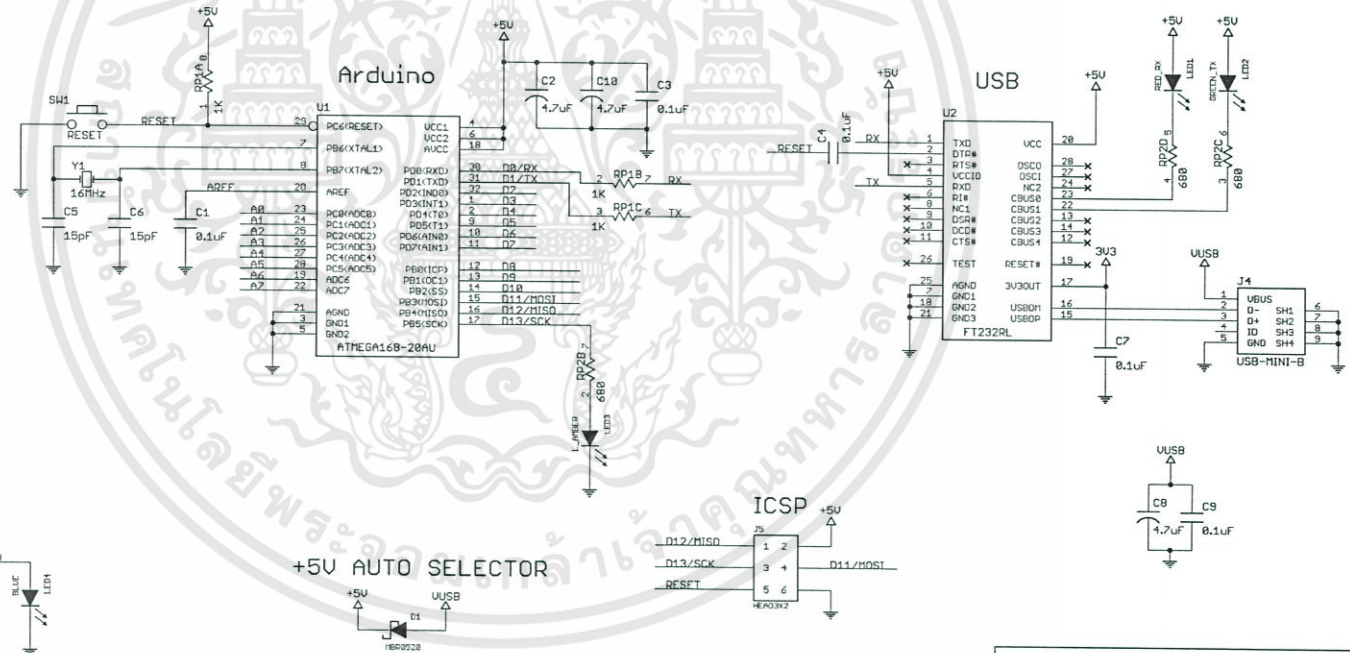
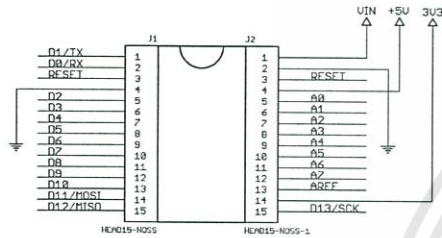
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Arduino Nano Bill of Material

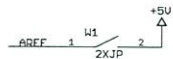
Item Number	Qty.	Ref. Dest.	Description	Mfg. P/N	MFG	Vendor P/N	Vendor
1	5	C1,C3,C4,C7,C9	Capacitor, 0.1uF 50V 10% Ceramic X7R 0805	C0805C104K5RACTU	Kemet	80-C0805C104K5R	Mouser
2	3	C2,C8,C10	Capacitor, 4.7uF 10V 10% Tantalum Case A	T491A475K010AT	Kemet	80-T491A475K010	Mouser
3	2	C5,C6	Capacitor, 18pF 50V 5% Ceramic NOP/COG 0805	C0805C180J5GACTU	Kemet	80-C0805C180J5G	Mouser
4	1	D1	Diode, Schottky 0.5A 20V	MBR0520LT1G	ONsemi	863-MBR0520LT1G	Mouser
5	1	J1,J2	Headers, 36PS 1 Row	68000-136HLF	FCI	649-68000-136HLF	Mouser
6	1	J4	Connector, Mini-B Recept Rt. Angle	67503-1020	Molex	538-67503-1020	Mouser
7	1	J5	Headers, 72PS 2 Rows	67996-272HLF	FCI	649-67996-272HLF	Mouser
8	1	LD1	LED, Super Bright RED 100mcd 640nm 120degree 0805	APT2012SRCPRV	Kingbright	604-APT2012SRCPRV	Mouser
9	1	LD2	LED, Super Bright GREEN 50mcd 570nm 110degree 0805	APHCM2012CGCK-F01	Kingbright	604-APHCM2012CGCK	Mouser
10	1	LD3	LED, Super Bright ORANGE 160mcd 601nm 110degree 0805	APHCM2012SECK-F01	Kingbright	04-APHCM2012SECK	Mouser
11	1	LD4	LED, Super Bright BLUE 80mcd 470nm 110degree 0805	LTST-C170TBKT	Lite-On Inc	160-1579-1-ND	Digikey
12	1	R1	Resistor Pack, 1K +/-5% 62.5mW 4RES SMD	YC164-JR-071KL	Yageo	YC164J-1.0KCT-ND	Digikey
13	1	R2	Resistor Pack, 680 +/-5% 62.5mW 4RES SMD	YC164-JR-07680RL	Yageo	YC164J-680CT-ND	Digikey
14	1	SW1	Switch, Momentary Tact SPST 150gf 3.0x2.5mm	B3U-1000P	Omron	SW1020CT-ND	Digikey
15	1	U1	IC, Microcontroller RISC 16kB Flash, 0.5kB EEPROM, 23 I/O Pins	ATmega168-20AU	Atmel	556-ATMEGA168-20AU	Mouser
16	1	U2	IC, USB to SERIAL UART 28 Pins SSOP	FT232RL	FTDI	895-FT232RL	Mouser
17	1	U3	IC, Voltage regulator 5V, 500mA SOT-223	UA78M05CDCYRG3	TI	595-UA78M05CDCYRG3	Mouser
18	1	Y1	Cystal, 16MHz +/-20ppm HC-49/US Low Profile	ABL-16.000MHZ-B2	Abracon	815-ABL-16-B2	Mouser

Arduino Nano Schematic

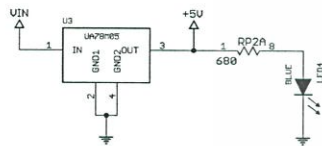
Copyright 2008 under the Creative Commons Attribution Share-Alike 2.5 License
<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/>



+5V AREF OPTION



+5V REG



+5V AUTO SELECTOR



NOT USED



v2.3 - Modify FT232RL to use +5V	
TITLE: Arduino Nano	
Document Number:	REV: 2.3
Date: 6/26/2008 8:35:54 PM	Sheet: 1/1

PUSH-PULL FOUR CHANNEL DRIVER WITH DIODES

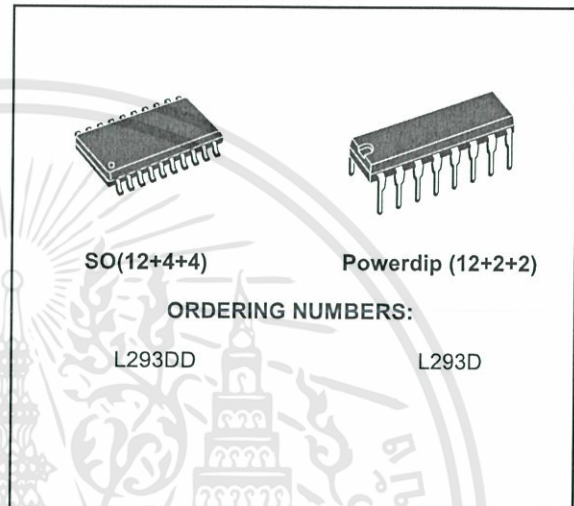
- 600mA OUTPUT CURRENT CAPABILITY PER CHANNEL
- 1.2A PEAK OUTPUT CURRENT (non repetitive) PER CHANNEL
- ENABLE FACILITY
- OVERTEMPERATURE PROTECTION
- LOGICAL "0" INPUT VOLTAGE UP TO 1.5 V (HIGH NOISE IMMUNITY)
- INTERNAL CLAMP DIODES

DESCRIPTION

The Device is a monolithic integrated high voltage, high current four channel driver designed to accept standard DTL or TTL logic levels and drive inductive loads (such as relays solenoides, DC and stepping motors) and switching power transistors.

To simplify use as two bridges each pair of channels is equipped with an enable input. A separate supply input is provided for the logic, allowing operation at a lower voltage and internal clamp diodes are included.

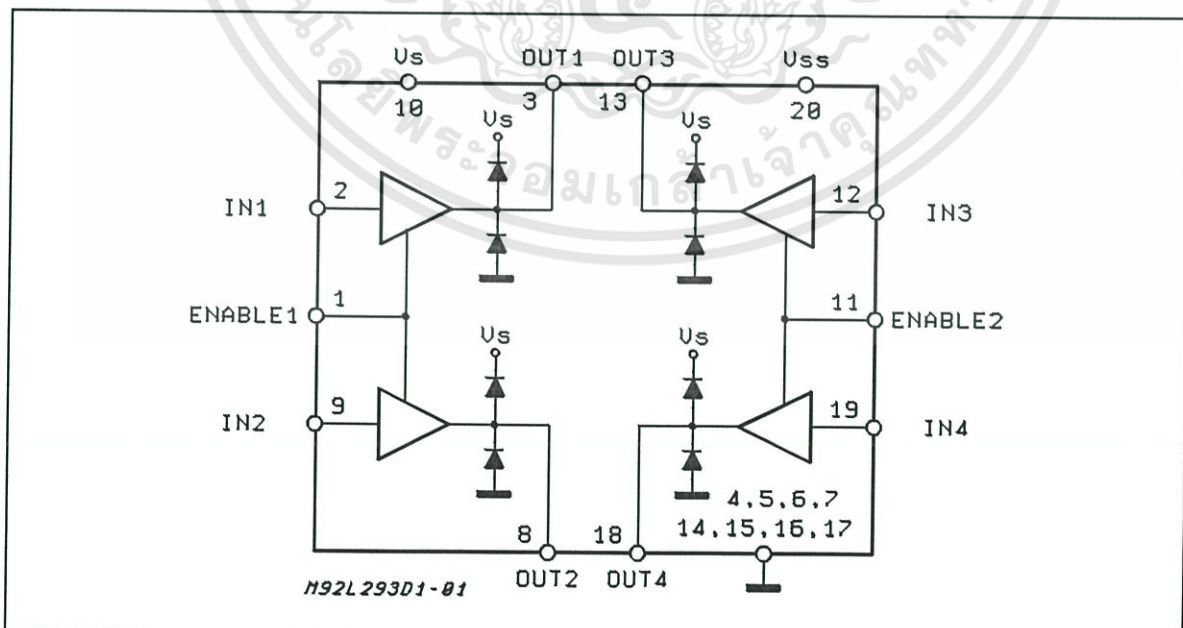
This device is suitable for use in switching applications at frequencies up to 5 kHz.



The L293D is assembled in a 16 lead plastic package which has 4 center pins connected together and used for heatsinking

The L293DD is assembled in a 20 lead surface mount which has 8 center pins connected together and used for heatsinking.

BLOCK DIAGRAM

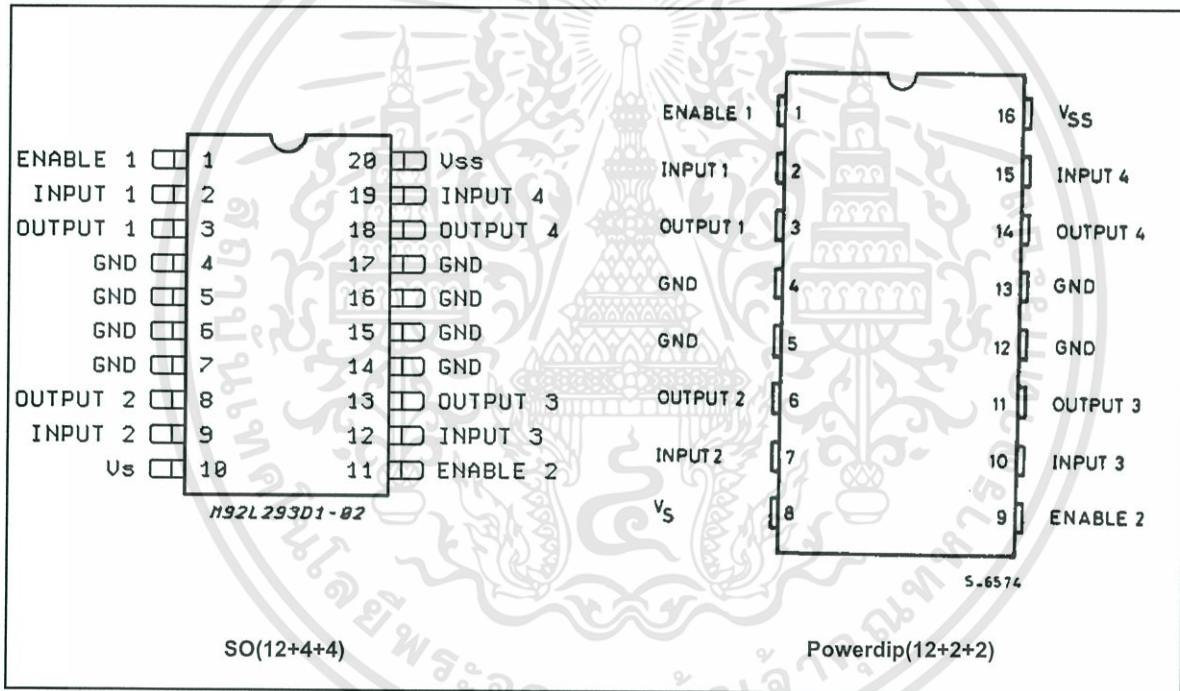


L293D - L293DD

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_S	Supply Voltage	36	V
V_{SS}	Logic Supply Voltage	36	V
V_i	Input Voltage	7	V
V_{en}	Enable Voltage	7	V
I_o	Peak Output Current (100 μ s non repetitive)	1.2	A
P_{tot}	Total Power Dissipation at $T_{pins} = 90\text{ }^\circ\text{C}$	4	W
T_{stg}, T_j	Storage and Junction Temperature	- 40 to 150	$^\circ\text{C}$

PIN CONNECTIONS (Top view)



THERMAL DATA

Symbol	Description	DIP	SO	Unit
$R_{th\ j-pins}$	Thermal Resistance Junction-pins	max.	14	$^\circ\text{C/W}$
$R_{th\ j-amb}$	Thermal Resistance junction-ambient	max.	50 (*)	$^\circ\text{C/W}$
$R_{th\ j-case}$	Thermal Resistance Junction-case	max.	14	

(*) With 6sq. cm on board heatsink.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (for each channel, $V_S = 24\text{ V}$, $V_{SS} = 5\text{ V}$, $T_{amb} = 25\text{ }^\circ\text{C}$, unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_S	Supply Voltage (pin 10)		V_{SS}		36	V
V_{SS}	Logic Supply Voltage (pin 20)		4.5		36	V
I_S	Total Quiescent Supply Current (pin 10)	$V_i = L$; $I_O = 0$; $V_{en} = H$		2	6	mA
		$V_i = H$; $I_O = 0$; $V_{en} = H$		16	24	mA
		$V_{en} = L$			4	mA
I_{SS}	Total Quiescent Logic Supply Current (pin 20)	$V_i = L$; $I_O = 0$; $V_{en} = H$		44	60	mA
		$V_i = H$; $I_O = 0$; $V_{en} = H$		16	22	mA
		$V_{en} = L$		16	24	mA
V_{IL}	Input Low Voltage (pin 2, 9, 12, 19)		-0.3		1.5	V
V_{IH}	Input High Voltage (pin 2, 9, 12, 19)	$V_{SS} \leq 7\text{ V}$	2.3		V_{SS}	V
		$V_{SS} > 7\text{ V}$	2.3		7	V
I_{iL}	Low Voltage Input Current (pin 2, 9, 12, 19)	$V_{iL} = 1.5\text{ V}$			-10	μA
I_{iH}	High Voltage Input Current (pin 2, 9, 12, 19)	$2.3\text{ V} \leq V_{iH} \leq V_{SS} - 0.6\text{ V}$		30	100	μA
V_{enL}	Enable Low Voltage (pin 1, 11)		-0.3		1.5	V
V_{enH}	Enable High Voltage (pin 1, 11)	$V_{SS} \leq 7\text{ V}$	2.3		V_{SS}	V
		$V_{SS} > 7\text{ V}$	2.3		7	V
I_{enL}	Low Voltage Enable Current (pin 1, 11)	$V_{enL} = 1.5\text{ V}$		-30	-100	μA
I_{enH}	High Voltage Enable Current (pin 1, 11)	$2.3\text{ V} \leq V_{enH} \leq V_{SS} - 0.6\text{ V}$			± 10	μA
$V_{CE(sat)H}$	Source Output Saturation Voltage (pins 3, 8, 13, 18)	$I_O = -0.6\text{ A}$		1.4	1.8	V
$V_{CE(sat)L}$	Sink Output Saturation Voltage (pins 3, 8, 13, 18)	$I_O = +0.6\text{ A}$		1.2	1.8	V
V_F	Clamp Diode Forward Voltage	$I_O = 600\text{ nA}$		1.3		V
t_r	Rise Time (*)	0.1 to 0.9 V_O		250		ns
t_f	Fall Time (*)	0.9 to 0.1 V_O		250		ns
t_{on}	Turn-on Delay (*)	0.5 V_i to 0.5 V_O		750		ns
t_{off}	Turn-off Delay (*)	0.5 V_i to 0.5 V_O		200		ns

(*) See fig. 1.

L293D - L293DD

TRUTH TABLE (one channel)

Input	Enable (*)	Output
H	H	H
L	H	L
H	L	Z
L	L	Z

Z = High output impedance

(*) Relative to the considered channel

Figure 1: Switching Times

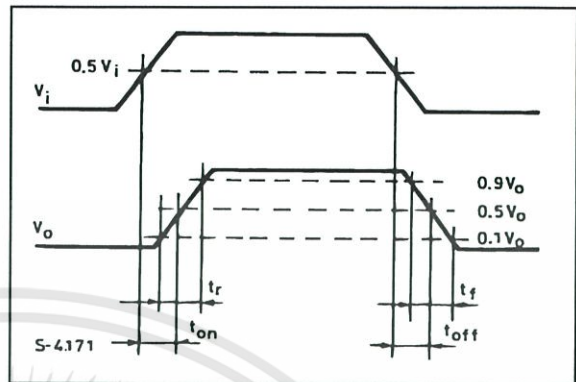
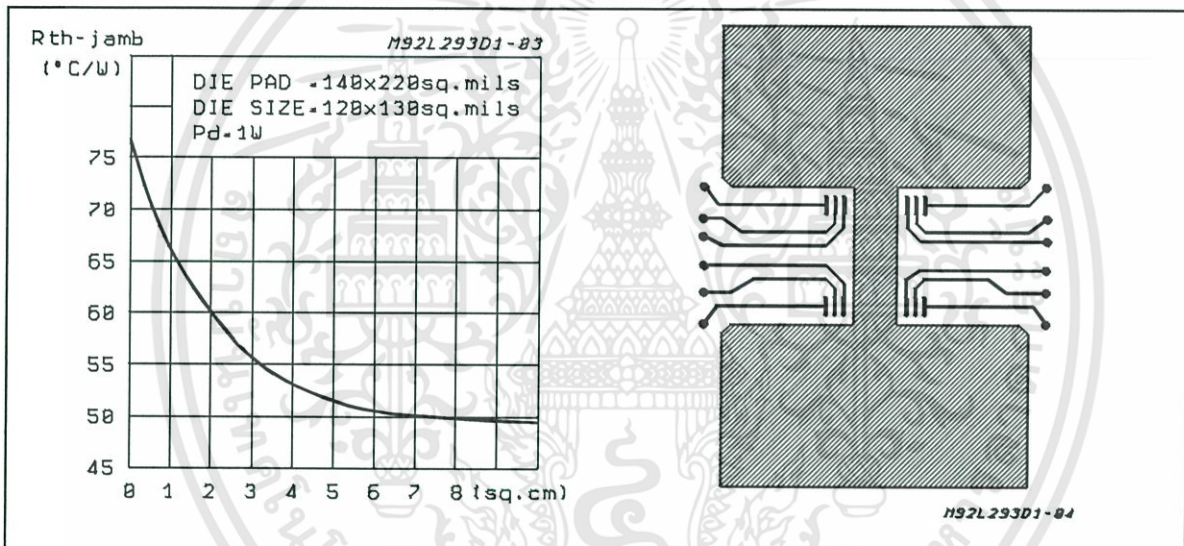
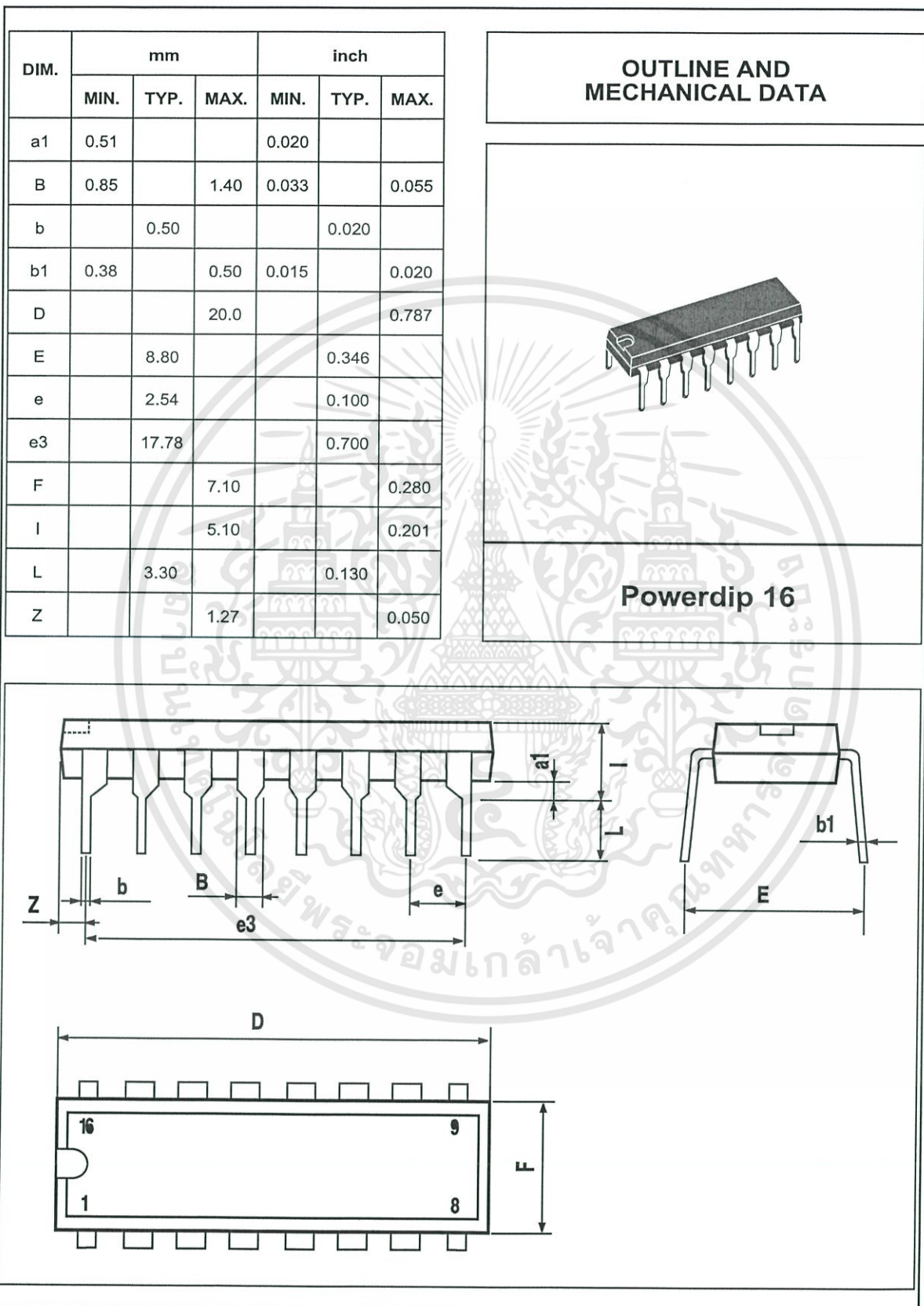


Figure 2: Junction to ambient thermal resistance vs. area on board heatsink (SO12+4+4 package)

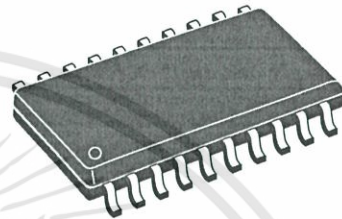




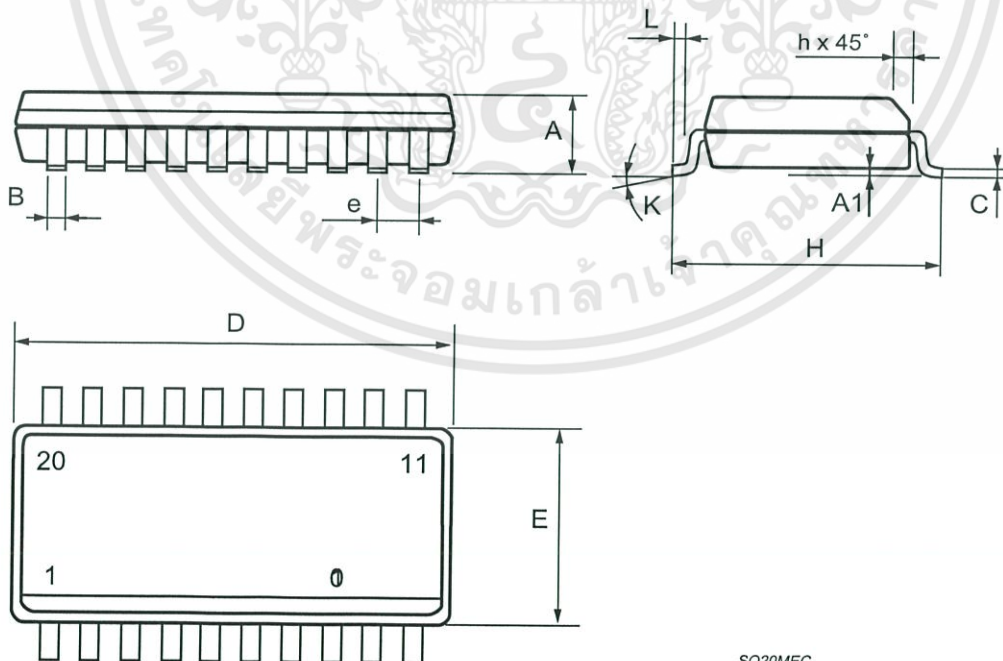
L293D - L293DD

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	2.35		2.65	0.093		0.104
A1	0.1		0.3	0.004		0.012
B	0.33		0.51	0.013		0.020
C	0.23		0.32	0.009		0.013
D	12.6		13	0.496		0.512
E	7.4		7.6	0.291		0.299
e		1.27			0.050	
H	10		10.65	0.394		0.419
h	0.25		0.75	0.010		0.030
L	0.4		1.27	0.016		0.050
K	0° (min.)8° (max.)					

OUTLINE AND MECHANICAL DATA



SO20



SO20MEC



Information furnished is believed to be accurate and reliable. However, STMicroelectronics assumes no responsibility for the consequences of use of such information nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of STMicroelectronics. Specification mentioned in this publication are subject to change without notice. This publication supersedes and replaces all information previously supplied. STMicroelectronics products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of STMicroelectronics.

The ST logo is a registered trademark of STMicroelectronics

© 2003 STMicroelectronics – Printed in Italy – All Rights Reserved

STMicroelectronics GROUP OF COMPANIES

Australia - Brazil - Canada - China - Finland - France - Germany - Hong Kong - India - Israel - Italy - Japan - Malaysia - Malta - Morocco - Singapore - Spain - Sweden - Switzerland - United Kingdom - United States.

<http://www.st.com>

