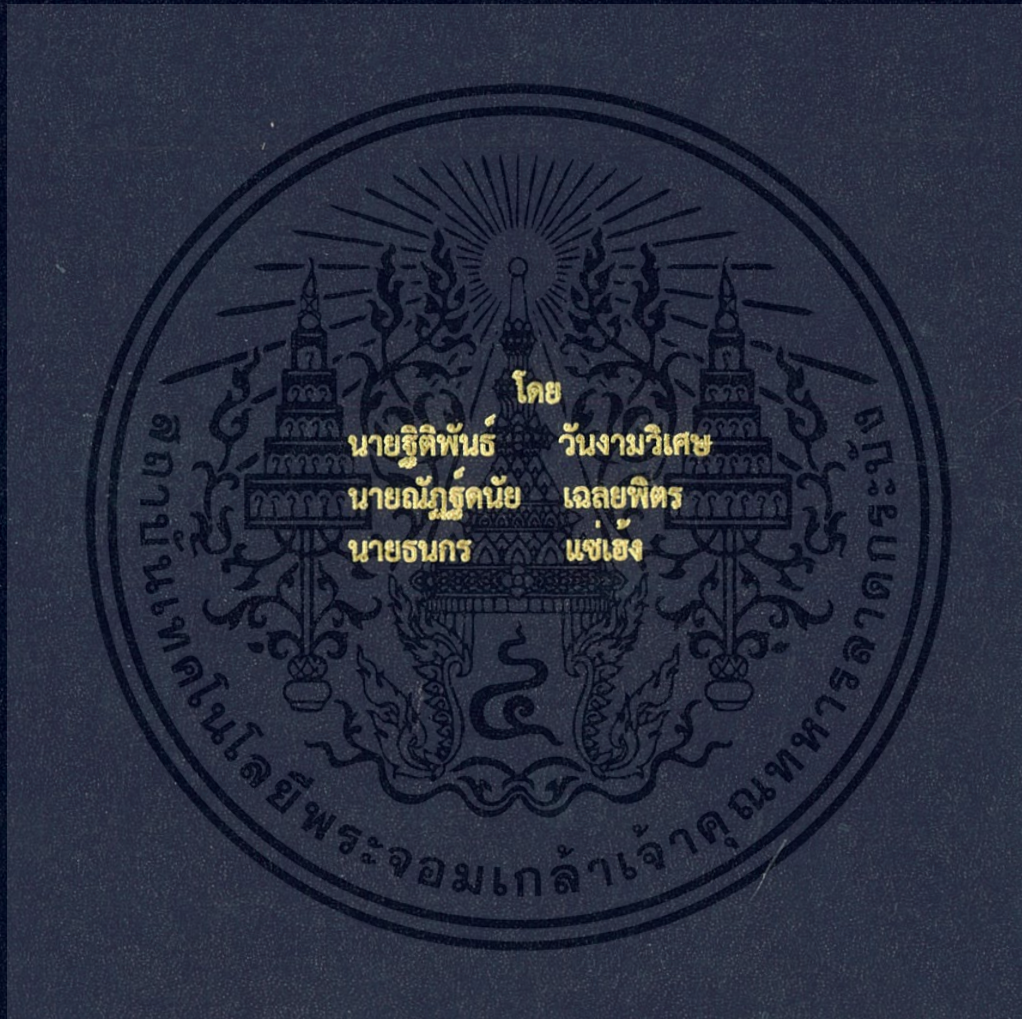


เครื่องจ่ายยาส่วนบุคคลแจ้งเตือนด้วยสมาร์ทโฟน
Personal Medicine Box Alerts with Smart Phone



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

เครื่องจ่ายยาส่วนบุคคลแจ้งเตือนด้วยสมาร์ทโฟน
Personal Medicine Box Alerts with Smart Phone



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องจ่ายยาส่วนบุคคลแจ้งเตือนด้วยสมาร์ทโฟน
Personal Medicine Box Alerts with Smart Phone

โดย

นายฐิติพันธ์ วันงามวิเศษ	56010339
นายณัฐดนัย เฉลยพิตร	56010368
นายธนกร แซ่เฮ้ง	56010496

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.มนตรี คำเงิน

รศ.ดร.พิพัฒน์ พรหมมี

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว


อาจารย์ที่ปรึกษา
ไม่ว่ากรณีใด ๆ 19/05/60

วิศวกรรมโทรคมนาคม
Telecommunications Engineering

ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว


กรรมการผู้ตรวจชิ้นงาน
19/5/60

วิศวกรรมโทรคมนาคม

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2559

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องจ่ายยาส่วนบุคคลแจ้งเตือนด้วยสมาร์ทโฟน


PERSONAL MEDICINE BOX ALERTS WITH SMART PHONE

ผู้จัดทำ

1. นายฐิติพันธ์ วันงามวิเศษ 56010339
2. นายณัฐรัตน์ เฉลยพิตร 56010368
3. นายธนกร แซ่เอ็ง 56010496


.....
(ผศ.ดร.มนตรี คำเงิน)

อาจารย์ที่ปรึกษา


.....
(รศ.ดร.พิพัฒน์ พรหมมี)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการค้นคว้าและจัดทำโครงการงานชิ้นนี้คงจะสำเร็จลุล่วงเป็นมิได้หากปราศจากการช่วยเหลือจากหลายฝ่ายขอขอบคุณ ผศ.ดร.มนตรี คำเงิน อาจารย์ที่ปรึกษาและ รศ.ดร.พิพัฒน์ พรหมมี อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมของโครงการ ที่ให้ความช่วยเหลือทั้งในด้านความคิดสร้างสรรค์ การออกแบบชิ้นงาน หลักความคิด และความรู้ด้านภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมต่างๆรวมถึงอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมที่สอนให้ข้าพเจ้ามีความรู้ ความสามารถจนเกิดเป็นองค์ความรู้ในการทำโครงการชิ้นนี้ และสุดท้ายขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆในภาควิชาของข้าพเจ้าทุกคน ที่คอยให้กำลังใจ และเป็นທີ່ปรึกษาในการทำงานจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นายฐิติพันธ์ วันงามวิเศษ
นายณัฐดนัย เฉลยพิตร
นายธนกร แซ่เฮ้ง

ผู้จัดทำ

เครื่องจ่ายยาส่วนบุคคลแจ้งเตือนด้วยสมาร์ทโฟน

PERSONAL MEDICINE BOX ALERTS WITH SMART PHONE

โดย	นายฐิติพันธ์ วันงามวิเศษ	56010339
	นายณัฐดนัย เฉลยพิตร	56010368
	นายธนกร แซ่เฮ้ง	56010496

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.มนตรี คำเงิน
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รศ.ดร.พิพัฒน์ พรหมมี

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้จัดทำ เครื่องจ่ายยาส่วนบุคคลแจ้งเตือนด้วยสมาร์ทโฟน วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ มอเตอร์ และแอปพลิเคชัน เพื่อเป็นต้นแบบของเครื่องจ่ายยาส่วนบุคคลในอนาคต และอำนวยความสะดวกในการรับประทานยาและป้องกันการรับประทานยาผิดพลาดซึ่งอาจจะทำให้ยาทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ โดยหลักการของเครื่องจ่ายยาส่วนบุคคลเราสามารถควบคุมได้ผ่านทางสมาร์ตโฟนนั้น ท่างานโดยผู้ป่วยจะต้องตั้งเวลา ชนิดของยา และจำนวนยา ของแต่ละวัน และทำโดยผ่านทางแอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนของตนเอง และทำการเชื่อมต่อข้อมูลกับไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนกลาง เพื่อให้จัดการแจ้งเตือนและจ่ายยาตามเงื่อนไขที่กำหนด เมื่อผู้ป่วยทำการรับยาตามที่กำหนดแล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งข้อมูลกลับเพื่อปิดการแจ้งเตือน

ABSTRACT

This project implements a “Personal Medicine Box Alerts with Smart Phone”. The purposes of this project are helping the patient to be received correctness medicine for efficiently treatment. This prototype can facilitate to take

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

a medicine on time and prevent to take a wrong medicine. This prototype consists of microcontroller and mechanism which programmed by application on smartphone. User can program using the following conditions, how many medicines, which medicine and schedule of medicine by his/her smartphone application.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VI
สารบัญตาราง	VIII
บทที่ 1	
บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	1
บทที่ 2	
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ทฤษฎีเบื้องต้นของจาวา	3
2.2 การเขียนแอปพลิเคชันด้วย ANDROID STUDIO	6
2.3 บอร์ด ARDUINO	7
2.4 ความหมายการทำงานของ BLUETOOTH	8
2.5 สเต็ปเปอร์มอเตอร์ (STEPPER MOTOR)	14
2.6 DRIVE BOARD MODULE ULN2003	21
บทที่ 3	
การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์	23
3.1 การออกแบบ	23
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	34
3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	34

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า	
บทที่ 4	ผลการทดลอง	36
	4.1 การทดลองในส่วนของสตีปเปอร์มอเตอร์และบลูทูธ	36
	4.2 การทดสอบระบบทั้งหมด	40
บทที่ 5	สรุปผลและข้อเสนอแนะ	49
	5.1 สรุปผล	49
	5.2 ข้อเสนอแนะ	50
บรรณานุกรม		51
ภาคผนวก ก	คำสั่งที่ใช้กับ ARDUINO	53
ภาคผนวก ข	คำสั่ง APPLICATION บนสมาร์ตโฟน	58
ภาคผนวก ค	อุปกรณ์ที่ใช้งาน	77

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 ภาพรวมของโครงงาน	2
2.1 บอร์ด ARDUINO MEGA 2560 R3	8
2.2 BLUETOOTH HC-05 MODULE	14
2.3 โครงสร้างอย่างง่ายของสเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบไฮบริด	16
2.4 ลักษณะการพันขดลวดสเต็ปเปอร์มอเตอร์ไบโพลาร์	17
2.5 ลักษณะการพันขดลวดสเต็ปเปอร์มอเตอร์ยูนิโพลาร์	18
2.6 DRIVE BOARD MODULE ULN2003	21
3.1 FLOWCHART ของแอปพลิเคชันแอนดรอยด์	24
3.2 ต้นแบบการแจ้งเตือนการทำงานของแอปพลิเคชัน	25
3.3 การออกแบบหน้าจอบนแอปพลิเคชันแอนดรอยด์	26
3.4 คำสั่งที่ใช้เขียนหน้าจอบนแอปพลิเคชันแอนดรอยด์	26
3.5 คำสั่งที่ใช้เชื่อมต่อส่วนหน้าจอที่ออกแบบกับคำสั่งในจาวา	27
3.6 คำสั่งที่ใช้ในการตั้งเวลาและส่งค่าในการแจ้งเตือน	27
3.7 คำสั่งที่ใช้ในการเก็บค่าและส่งค่าไปยังยังหน้าที่แจ้งเตือน	28
3.8 การรับคำสั่งการตั้งเวลาและส่งต่อเพื่อการแสดงผลต่อไป	28
3.9 การออกแบบหน้าจอเมื่อถึงเวลาการแจ้งเตือน	29
3.10 วงจรการเชื่อมต่อสเต็ปเปอร์มอเตอร์กับ ARDUINO MEGA 2560, DRIVE BOARD, HC-05	30
3.11 การออกแบบกล่องคัตแยกเม็ดยาโดยใช้โปรแกรม AUTOCAD	31
3.12 กล่องคัตแยกเม็ดยาเมื่อประกอบเสร็จแล้ว	31
3.13 การออกแบบโมเดลเครื่องจ่ายยาแบบ 3 มิติ	32
3.14 ลักษณะภายในโมเดลเครื่องจ่ายยาแบบ 3 มิติ	32
3.15 การออกแบบกล่องจ่ายยาโดยใช้โปรแกรม ADOBE ILLUSTRATOR	33
3.16 กล่องจ่ายยาเมื่อประกอบเสร็จแล้ว	33
4.1 การเชื่อมต่อวงจร	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2	หน้าจอเพื่อทดลองรับ – ส่ง ข้อมูลจากแอปพลิเคชันกับบลูทูธ	37
4.3	วัตรระยะการเชื่อมต่อบลูทูธระยะ 9 เมตร	37
4.4	สตีปเปอร์มอเตอร์ก่อนหมุน (22.5 องศา)	38
4.5	สตีปเปอร์มอเตอร์หลังหมุน (22.5 องศา)	38
4.6	ลักษณะสัญญาณของสตีปเปอร์มอเตอร์ก่อนหมุนขาที่ 1 และ 3	39
4.7	ลักษณะสัญญาณของสตีปเปอร์มอเตอร์ก่อนหมุนขาที่ 2 และ 4	39
4.8	ลักษณะสัญญาณของสตีปเปอร์มอเตอร์หลังหมุนขาที่ 1,2,3 และ 4	40
4.9	การตั้งเวลาและวันที่ ที่ต้องการรับประทาน	41
4.10	เมื่อถึงเวลาที่เรากำหนดแอปพลิเคชันจะแจ้งเตือน	42
4.11	การเชื่อมต่อบลูทูธกับอุปกรณ์	42
4.12	ช่องจ่ายยาในกรณีที่ 1 โดยช่องที่หนึ่ง 1 เม็ด ช่องที่สอง 1 เม็ด ช่องที่สาม 1 เม็ด	43
4.13	ช่องจ่ายยาในกรณีที่ 2 โดยช่องที่หนึ่ง 1 เม็ด ช่องที่สาม 2 เม็ด	44
4.14	ช่องจ่ายยาในกรณีที่ 3 โดยช่องที่หนึ่ง 2 เม็ด ช่องที่สอง 1 เม็ด	45
4.15	ช่องจ่ายยาในกรณีที่ 4 โดยช่องที่สอง 2 เม็ด ช่องที่สาม 3 เม็ด	46
4.16	ช่องจ่ายยาในกรณีที่ 5 โดยช่องที่สาม 2 เม็ด	47

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	รูปแบบการกระตุ้นขดลวดสตีปเปอร์มอเตอร์แบบเวฟหรือฟูลสตีป 1 เฟส	19
2.2	รูปแบบการกระตุ้นขดลวดสตีปเปอร์มอเตอร์แบบฟูลสตีป 2 เฟส	20
2.3	รูปแบบการกระตุ้นขดลวดสตีปเปอร์มอเตอร์แบบครึ่งสตีปหรือฮาล์ฟสตีป	21
4.1	ผลการทดลองกรณีที่ 1 ช่องที่หนึ่ง 1 เม็ด ช่องที่สอง 1 เม็ด ช่องที่สาม 1 เม็ด (111)	43
4.2	ผลการทดลองกรณีที่ 2 ช่องที่หนึ่ง 1 เม็ด ช่องที่สาม 2 เม็ด (102)	44
4.3	ผลการทดลองกรณีที่ 3 ช่องที่หนึ่ง 2 เม็ด ช่องที่สอง 1 เม็ด (210)	45
4.4	ผลการทดลองกรณีที่ 4 ช่องที่สอง 2 เม็ด ช่องที่สาม 3 เม็ด (023)	46
4.5	ผลการทดลองกรณีที่ 5 ช่องที่สาม 2 เม็ด (002)	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการแจ้งเตือนการรับประทานยาผ่านสมาร์ทโฟน ซึ่งในปัจจุบันคนเราป่วยกันมากขึ้นและจะต้องรับประทานยาเป็นจำนวนมากในแต่ละมื้ออาหารหรือตามช่วงเวลา ในบางครั้งบุคคลที่รับประทานยานั้นอาจจะรับประทานยาผิดหรือไม่ตรงเวลาซึ่งการรับประทานยาที่ไม่ตรงเวลาหรือผิดชนิดอาจจะส่งผลเสียโดยตรงต่อผู้รับประทานยาไม่มากนักน้อย ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำจึงเล็งถึงปัญหาในส่วนนี้ที่สำคัญ จึงจัดทำเครื่องจ่ายยาส่วนบุคคลโดยแจ้งเตือนผ่านทางสมาร์ทโฟน เพื่อที่จะเตือนการรับประทานยาได้อย่างตรงเวลาและรับประทานยาถูกต้องตามที่กำหนด ซึ่งจะอำนวยความสะดวกได้มากยิ่งขึ้นไม่มากนักน้อย

1.2 วัตถุประสงค์

- 1) นำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการอำนวยความสะดวก
- 2) ทำให้บุคคลที่จะต้องรับประทานยานั้นสามารถรับประทานยาได้อย่างถูกต้อง
- 3) เพื่อลดความผิดพลาดในการรับประทานยาและสามารถรับประทานยาได้ตรงตามเวลา
- 4) ช่วยป้องกันการเกิดอันตรายจากการรับประทานยาผิดชนิดหรือผิดเวลา

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

เมื่อถึงเวลารับประทานยา Smart Phone จะมีการแจ้งเตือนและส่งข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ที่อยู่บนเครื่องจ่ายยา โดยจะไม่สามารถปิดการแจ้งเตือนได้จนกว่าผู้ป่วยจะได้รับยา เมื่อผู้ป่วยได้รับยาครบแล้วระบบจะส่งข้อมูลกลับไปยัง Application บน Smart Phone เพื่อปิดการแจ้งเตือน



Smart Phone จะแจ้งเตือนเมื่อถึงเวลาที่กำหนด โดยสามารถกำหนดเงื่อนไขของแต่ละช่วงเวลาได้

เมื่อได้รับข้อมูลจาก Smart Phone ไมโครคอนโทรลเลอร์จะประมวลผลตามที่เรากำหนด เมื่อประมวลผลเสร็จแล้วระบบจะส่งข้อมูลกลับไปยัง Smart Phone เพื่อปิดการแจ้งเตือน

รูปที่ 1.1 ภาพรวมของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีเบื้องต้นของจาวา

2.1.1 ประวัติภาษาจาวา

ภาษาจาวา เป็นภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุที่พัฒนาขึ้นโดย “เจมส์ กอสลิง” และทีมวิศวกรของเขา ซึ่งบริษัท ซันไมโครซิสเต็ม ต้องการนำภาษาจาวามาใช้แทนภาษา C++ ชื่อของ “จาวา” มาจากชื่อกาแฟที่ทีมวิศวกรของซันดื่มตอนที่ร่วมกันพัฒนาภาษาจาวาขึ้นมา Java ถูกคิดค้นและสร้างโดย บริษัท Sun Microsystems ซึ่งเป็นบริษัทผู้ขายระบบ Unix ที่มีชื่อว่า Solaris ซึ่งจุดเด่นของภาษา Java อยู่ที่ผู้เขียนโปรแกรมสามารถใช้หลักการของ Object-Oriented Programming มาพัฒนาโปรแกรมของตนด้วย Java ได้ พัฒนาขึ้นโดยทีมวิจัยของ บริษัท ซันไมโครซิสเต็ม (Sun Microsystems) พัฒนามาจากโครงการที่ต้องการพัฒนาระบบซอฟต์แวร์เพื่อควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดเล็กภายในบ้านชื่อเดิมคือภาษา Oak ต่อมาเปลี่ยนชื่อเป็นภาษาจาวาภาษาจาวาเริ่มเป็นที่นิยมแพร่หลายในปี ค.ศ. 1995 ภาษาจาวาเป็นภาษาที่ไม่ขึ้นกับแพลตฟอร์ม (platform independent) JDK 1.0 ประกาศใช้เมื่อปี 1996 JDK เวอร์ชันปัจจุบันคือ Java 2

2.1.2 คุณลักษณะของโปรแกรมจาวา

1. Simple ภาษา Java ถูกออกแบบมาให้มีรูปแบบการเขียนใกล้เคียงกับภาษา C++ แต่ปรับเปลี่ยนบางส่วนของภาษาให้ง่ายต่อการเขียนขึ้น เช่น การอ้างถึงตัวแปรแบบตัวชี้ (Pointer) ในภาษา C และ C++ ซึ่งมีความซับซ้อนและเข้าใจยาก มีโอกาสทำให้โปรแกรมทำงานผิดพลาดได้สูง ถ้าเขียนไม่ถูกต้อง ดังนั้น เพื่อให้เกิดความง่ายในการเขียนโปรแกรม ภาษา Java ได้ยกเลิกการใช้ตัวแปรแบบตัวชี้ทำให้ลดความซับซ้อนในการเขียนโปรแกรมลง

2. Object Oriented คือวิธีการเขียนโปรแกรมที่เน้นความสนใจไปที่การออกแบบและสร้างวัตถุ (Object) ก่อน รวมถึงการกระทำและการใช้งานของวัตถุ (Methods หรือ Interfaces) ดังนั้นการเขียนโปรแกรมแบบ OOP (Object Oriented Programming) เหมาะ

สำหรับการพัฒนาระบบขนาดใหญ่เพราะเมื่อโปรแกรมถูกเขียนขึ้นแล้วสามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงได้ง่าย

3. Distributed ภาษา Java มี Network Library ที่ช่วยให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถสร้างโปรแกรมการติดต่อสื่อสารโดยใช้ระบบอินเทอร์เน็ตผ่านโพรโทคอล TCP/IP ตัวอย่างเช่น Email หรือ World Wide Web ได้ง่ายและมีประสิทธิภาพกว่าภาษาอื่นๆ

4. Robust โปรแกรมที่ถูกเขียนขึ้นโดยภาษา Java จะมีความทนทานต่อความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นระหว่างเขียนโปรแกรมและในขณะที่ทำงาน ตัวแปลภาษา Java ออกแบบให้มีการตรวจสอบโปรแกรมที่ถูกเขียนขึ้นอย่างละเอียด รวมทั้งภาษา Java มีการออกแบบในส่วนของการตรวจสอบความผิดพลาดโดยใช้การดักจับความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น (Try and Catch) ซึ่งวิธีนี้ทำให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถป้องกันการเกิดความผิดพลาดของโปรแกรมได้ดีกว่า

5. Secure ภาษา Java ถูกออกแบบมาเพื่อรองรับการเติบโตของระบบอินเทอร์เน็ต โดยให้ความสำคัญเรื่องความปลอดภัยเป็นหลัก เนื่องจากระบบอินเทอร์เน็ตเป็นระบบเปิด (Open System) ทำให้โปรแกรมไวรัสสามารถใช้ระบบอินเทอร์เน็ตในการแพร่พันธุ์ตัวเองได้ หรือการเข้าใช้ระบบคอมพิวเตอร์โดยไม่ได้รับอนุญาต (Hacking) ซึ่งอาจสร้างความเสียหายอย่างร้ายแรง ดังนั้นภาษา Java ได้มีกลไกป้องกันสิ่งที่จะทำให้เกิด

ความเสียหายจากภายนอก ตัวอย่างของระบบความปลอดภัยที่ภาษา Java สนับสนุนคือ ป้องกันไม่ให้โปรแกรมสามารถทำงานกับ Run-Time Stack (หน่วยความจำแบบ Stack ที่ถูกสร้างขึ้นในระหว่างที่โปรแกรมทำงาน) ซ้ำๆกัน เพื่อป้องกันหนอนอินเทอร์เน็ต (Internet Worm) และไม่อนุญาตให้โปรแกรมที่ทำงานภายใต้ Web Browser สามารถเข้าถึงแฟ้มข้อมูลในระบบได้ เพื่อป้องกันการขโมยข้อมูล

6. Architecture Neutral โปรแกรมที่สร้างโดยภาษา Java แล้วสามารถนำไปใช้ได้กับระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์เกือบทุกประเภท เช่น ระบบปฏิบัติการ UNIX ระบบปฏิบัติการ Windows ระบบ Mac OS X หรือระบบปฏิบัติการในเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Phone) โดยที่ไม่ต้องผ่านตัวแปลภาษาอีกเลย

7. Portable ในการเขียนโปรแกรมต้องมีการใช้ชนิดของตัวแปลต่างๆ เช่น Float หรือ Integer ซึ่งในระบบปฏิบัติการที่ต่างกัน ชนิดของตัวแปลเดียวกันอาจมีขนาดที่ไม่เท่ากันได้ เช่น Integer ในภาษา C อาจมีขนาด 16 บิต หรือ 32 บิต ขึ้นอยู่กับชนิดของระบบปฏิบัติการที่ใช้ ดังนั้นโปรแกรมเดียวกันอาจจะทำงานไม่เหมือนกันบนระบบปฏิบัติการที่ต่างกัน อาจทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้น เพื่อเป็นการป้องกันความผิดพลาดนี้ ภาษา Java ได้

กำหนดให้ชนิดของตัวแปรเดียวกันในระบบปฏิบัติการที่ต่างกันมีขนาดเท่ากันทำให้ผู้เขียนโปรแกรมไม่ต้องกังวลในข้อผิดพลาดที่อาจเกิดจากขนาดของตัวแปรไม่เท่ากัน ในกรณีที่โปรแกรมทำงานในระบบปฏิบัติการต่างชนิดกัน

8. Interpreted โปรแกรมที่เกิดจากภาษา Java ไม่สามารถทำงานได้ด้วยตัวเอง ต้องอาศัยตัวแปลคำสั่งซึ่งจะต้องถูกติดตั้งไว้ก่อนล่วงหน้า ซึ่งต่างจากภาษาอื่นที่โปรแกรมที่ถูกสร้างขึ้นสามารถทำงานได้ด้วยตัวเองได้

9. Multithreaded เป็นการทำงานหลายงานในเวลาพร้อมกัน ผู้เขียนโปรแกรมสามารถใช้ภาษา Java เขียนโปรแกรมแบบ Multithreading ได้ง่ายกว่าภาษา C หรือ C++

10. Dynamic ภาษา Java มี Library Program จำนวนมากซึ่งสามารถเพิ่มเติมได้โดยไม่มีผลกระทบกับ Library Program ที่มีอยู่เดิมทำให้เกิดความคล่องตัวในการพัฒนาโปรแกรมอย่างต่อเนื่อง

2.1.3 ข้อดีของ ภาษา Java

1. โปรแกรมจาวาที่เขียนขึ้นสามารถทำงานได้หลาย platform โดยไม่จำเป็นต้องแก้ไขหรือ compile ใหม่ ทำให้ช่วยลดค่าใช้จ่ายและเวลาที่ต้องเสียไปในการ port หรือทำให้โปรแกรมใช้งานได้หลาย platform

2. ภาษาจาวาเป็นภาษาเชิงวัตถุ ซึ่งเหมาะสำหรับพัฒนาระบบที่มีความซับซ้อน การพัฒนาโปรแกรมแบบวัตถุจะช่วยให้เราสามารถใช้อำนาจหรือชื่อ ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในระบบงานนั้นมาใช้ในการออกแบบโปรแกรมได้ ทำให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น

3. ภาษาจาวามีความซับซ้อนน้อยกว่าภาษา C++ ทำให้ใช้งานได้ง่ายกว่าและลดความผิดพลาดได้มากขึ้น

4. ภาษาจาวามีการตรวจสอบข้อผิดพลาดทั้งตอน compile time และ runtime ทำให้ลดข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในโปรแกรม และช่วยให้ debug โปรแกรมได้ง่าย

5. ภาษาจาวาถูกออกแบบมาให้มีความปลอดภัยสูงตั้งแต่แรกทำให้โปรแกรมที่เขียนขึ้นด้วยจาวามีความปลอดภัยมากกว่าโปรแกรมที่เขียนขึ้นด้วยภาษาอื่น

6. มี IDE, application server, และ library ต่าง ๆ มากมายสำหรับจาวาที่เราสามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย ทำให้เราสามารถลดค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียไปกับการซื้อ tool และ s/w ต่าง ๆ

2.1.4 ข้อเสียของ ภาษา Java

1. ทำงานได้ช้ากว่า native code (โปรแกรมที่ compile ให้อยู่ในรูปของภาษาเครื่อง) หรือโปรแกรมที่เขียนขึ้นด้วยภาษาอื่น อย่างเช่น C หรือ C++ ทั้งนี้ก็เพราะว่าโปรแกรมที่เขียนขึ้นด้วยภาษาจาวาจะถูกแปลงเป็นภาษากลางก่อน แล้วเมื่อโปรแกรมทำงานคำสั่งของภาษากลางนี้จะถูกเปลี่ยนเป็นภาษาเครื่องอีกทีหนึ่ง ทีละคำสั่ง (หรือกลุ่มของคำสั่ง) ณ runtime ทำให้ทำงานช้ากว่า native code ซึ่งอยู่ในรูปของภาษาเครื่องแล้วตั้งแต่ compile โปรแกรมที่ต้องการความเร็วในการทำงานจึงไม่นิยมเขียนด้วยจาวา

2. Tool ที่มีในการใช้พัฒนาโปรแกรมจาวามักไม่ค่อยเก่ง ทำให้หลายอย่างโปรแกรมเมอร์จะต้องเป็นคนทำเอง ทำให้ต้องเสียเวลาทำงานในส่วนที่ tool ทำไม่ได้ ถ้าเราดู tool ของ MS จะใช้งานได้ง่ายกว่า และพัฒนาได้เร็วกว่า (แต่เราต้องซื้อ tool ของ MS และก็ต้องรันบน platform ของ MS)

2.2 การเขียนแอปพลิเคชันด้วย Android Studio

สำหรับ Android Studio เป็น IDE Tools ล่าสุดจาก Google ไว้พัฒนาโปรแกรม Android โดยเฉพาะ โดยพัฒนาจากแนวคิดพื้นฐานมาจาก IntelliJ IDEA คล้าย ๆ กับการทำงานของ Eclipse และ Android ADT Plugin โดยวัตถุประสงค์ของ Android Studio คือต้องการพัฒนาเครื่องมือ IDE ที่สามารถพัฒนา App บน Android ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งด้านการออกแบบ GUI ที่ช่วยให้สามารถ Preview ตัว App มุมมองที่แตกต่างกันบน Smart Phone แต่ละรุ่น สามารถแสดงผลบางอย่างได้ทันทีโดยไม่ต้องทำการรัน App บน Emulator รวมทั้งยังแก้ไขปรับปรุงในเรื่องของความเร็วของ Emulator ที่ยังเจอปัญหากันอยู่ในปัจจุบัน

2.2.1 ข้อดีของโปรแกรม Android Studio

1. เป็นโปรแกรมใหม่ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดย Google เพื่อเขียนแอปพลิเคชันในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์โดยเฉพาะ

2. ความเร็วของ Emulator ที่เป็นปัญหาในปัจจุบันของหลายๆโปรแกรมถูกพัฒนาทำให้เร็วขึ้น
3. สามารถเลือก Preview ได้กับ Smart Phone ได้หลายขนาดและหลายรุ่น
4. มี Properties เพื่อดูคุณสมบัติของ Widgets คล้าย ๆ กับ Visual Studio ซึ่งสะดวกและใช้งานง่ายมาก
5. โดยพื้นฐานทั่วไปแล้ว Android Studio จะยังมีแนวคิดในการออกแบบและใช้งานเช่นเดียวกับโปรแกรม Eclipse แต่จะเพิ่มความสามารถในการเขียน App บน Android ให้มีความสะดวกและง่ายยิ่งขึ้น และเพิ่มความสามารถและข้อจำกัดที่อยู่บนโปรแกรม Eclipse ซึ่ง Feature เด่น ๆ บางตัวอาจจะสามารถเขียนได้เฉพาะบน Android Studio

2.3 บอร์ด Arduino

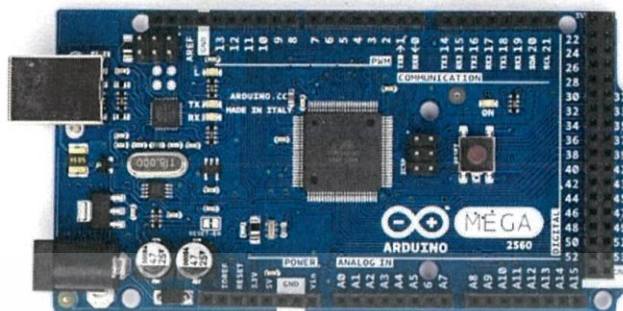
2.3.1 คุณลักษณะพื้นฐานของบอร์ด Arduino

Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัว บอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลงเพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย ความง่ายของบอร์ด Arduino ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์ จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ด เสริม (Arduino Shield) ประเภทต่างๆ เช่น Arduino XBee Shield, Arduino Music Shield, Arduino Relay Shield, Arduino Wireless Shield, Arduino GPRS Shield เป็นต้น มาเปรียบกับบอร์ดบน บอร์ด Arduino แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้เลย

2.3.2 Arduino MEGA 2560 R3

บอร์ด Arduino MEGA ADK ใช้ชิปไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ ATmega2560 มีชิปไอซี USB Host เบอร์ MAX3421e มาให้บนบอร์ด ใช้สำหรับเชื่อมต่อกับโทรศัพท์มือถือแอนดรอยด์ผ่าน OTG มีพอร์ตดิจิตอลอินพุตเอาต์พุตจำนวน 54 พอร์ต มีอนาล็อกอินพุตมาให้ 16 พอร์ต ทำงานที่ความถี่ 16MHz บอร์ด Arduino MEGA ADK จะแตกต่างกับบอร์ด Arduino Duo ตรงที่ชิปบนบอร์ดนั้นฉลาดไม่เท่า และใช้ความถี่ต่ำกว่า ดังนั้นจึงไม่เหมาะจะนำไปใช้กับงานคำนวณ แต่เหมาะสำหรับงานที่ใช้การเชื่อมต่อกับโทรศัพท์มือถือแอนดรอยด์มากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 บอร์ด Arduino Mega 2560 R3

2.4 ความหมายการทำงานของ Bluetooth

บลูทูธ (Bluetooth) คือ ระบบการสื่อสารของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบสองทาง ที่ใช้เทคนิคการส่งคลื่นวิทยุระยะสั้น (Short-Range Radio Links) เป็นสื่อกลางในการติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ต่างชนิดกัน โดยปราศจากการใช้สายเคเบิล หรือ สายสัญญาณเชื่อมต่อ และไม่จำเป็นต้องใช้การเดินทางแบบเส้นตรงเหมือนกับอินฟราเรด ซึ่งถือว่าเพิ่มความสะดวกมากกว่าการเชื่อมต่อแบบอินฟราเรด ที่เชื่อมต่อระหว่างโทรศัพท์มือถือ กับอุปกรณ์ ในโทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่นก่อนๆ โดยปัจจุบัน ระบบ บลูทูธได้เข้ามาช่วยทำให้การส่งถ่ายข้อมูลที่เป็นภาพ เสียง สะดวกยิ่งขึ้น

2.4.1 ความเป็นมา และต้นกำเนิด ของ Bluetooth

คำว่า บลูทูธ เป็นความจริงแล้วเป็นชื่อของกษัตริย์ประเทศเดนมาร์ก ที่มีชื่อว่า Harald Bluetooth ซึ่งในช่วงปี ค.ศ. 940-981 หรือประมาณ 1,000 กว่าปีก่อนหน้า กษัตริย์องค์นี้ได้ปกครองประเทศเดนมาร์กและนอร์เวย์ในยุคของไวกิงค์ และต้องการรวมประเทศให้เป็นหนึ่งเดียว นอกจากนั้นยังทรงเป็นผู้เอาศาสนาคริสต์เข้าสู่ประเทศเดนมาร์กอีกด้วย และเพื่อเป็นการรำลึกถึงกษัตริย์ Bluetooth ผู้ครองประเทศกลุ่มสแกนดิเนเวีย ซึ่งในปัจจุบันเป็นกลุ่มผู้นำในด้านการผลิตโทรศัพท์มือถือป้อนสู่ตลาดโลก และระบบ Bluetooth นี้ ก็ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้กับโทรศัพท์มือถือ และเริ่มต้นจากประเทศในแถบนี้ด้วยเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปี 1994 บริษัท อีริคสัน โมบาย คอมมูนิเคชัน เริ่มต้นที่จะค้นคว้าวิจัยความเป็นไปได้ในการนำคลื่นสัญญาณวิทยุ มาใช้ระหว่างโทรศัพท์มือถือและอุปกรณ์ต่างๆ และเป็นผู้นำชื่อ Bluetooth มาใช้

ปี 1998 กลุ่มผู้พัฒนาวิจัยระบบ Bluetooth ได้ถูกก่อตั้งขึ้น โดยเกิดจากการรวมตัวของบริษัทยักษ์ใหญ่อย่าง Ericsson, Nokia, IBM, Toshiba และ Intel ในกลุ่มที่ใช้ชื่อว่า Special Interest Group (SIG) ซึ่งในกลุ่มจะประกอบด้วย กลุ่มผู้นำทางด้านโทรศัพท์มือถือ, คอมพิวเตอร์ ฯลฯ ซึ่งกลุ่มเหล่านี้ได้ประเมินว่า ภายในปี 2002 ในอุปกรณ์การสื่อสาร, เครื่องใช้, คอมพิวเตอร์ จะถูกติดตั้ง Bluetooth ที่จะใช้เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ อย่างแพร่หลาย

โดยในปีเดียวกัน บริษัทเหล่านี้ ได้ประกาศ การรวมตัวกัน และเชิญชวนบริษัทอื่นๆ ให้เข้าร่วม ในลักษณะของการนำเทคโนโลยีนี้ไปใช้ โดยในปี 1999 ได้ทำการเผยแพร่ Bluetooth specification Version 1.0 และได้สมาชิกเพิ่มขึ้น ดังนี้ Microsoft, Lucent, 3Com, Motorola

2.4.2 ระบบการทำงานของ Bluetooth

Bluetooth จะใช้สัญญาณวิทยุความถี่สูง 2.4 GHz. แต่จะแยกย่อยออกไปตามแต่ละประเทศ อย่างในแถบยุโรปและอเมริกา จะใช้ช่วง 2.400 ถึง 2.4835 GHz. แบ่งออกเป็น 79 ช่องสัญญาณ และจะใช้ช่องสัญญาณที่แบ่งนี้ เพื่อส่งข้อมูลสลับช่องไปมา 1,600 ครั้งต่อ 1 วินาที ส่วนที่ญี่ปุ่นจะใช้ความถี่ 2.402 ถึง 2.480 GHz. แบ่งออกเป็น 23 ช่อง ระยะทำการของ Bluetooth จะอยู่ที่ 5-10 เมตร โดยมีระบบป้องกันโดยใช้การป้อนรหัสก่อนการเชื่อมต่อ และป้องกันการดักสัญญาณระหว่างสื่อสาร โดยระบบจะสลับช่องสัญญาณไปมา จะมีความสามารถในการเลือกเปลี่ยนความถี่ที่ใช้ในการติดต่อเองอัตโนมัติ โดยที่ไม่จำเป็นต้องเรียงตามหมายเลขช่อง ทำให้การดักฟังหรือลักลอบขโมยข้อมูลทำได้ยากขึ้น

โดยหลักของบลูทูธจะถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็ก เนื่องจากใช้การขนส่งข้อมูลในจำนวนที่ไม่มาก อย่างเช่น ไฟล์ภาพ, เสียง, แอปพลิเคชันต่างๆ และสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย ขอให้อยู่ในระยะที่กำหนดไว้เท่านั้น (ประมาณ 5-10 เมตร) นอกจากนี้ยังใช้พลังงานต่ำ กินไฟน้อย และสามารถใช้งานได้นาน โดยไม่ต้องนำไปชาร์จแบตเตอรี่

ความสามารถในการส่งถ่ายข้อมูลของ Bluetooth จะอยู่ที่ 1 Mbps (1 เมกะบิตต่อวินาที) และคงจะไม่มีปัญหาอะไรมากกับขนาดของไฟล์ที่ใช้กันบนโทรศัพท์มือถือ หรือ การใช้งานแบบทั่วไป ก็จะต้องมีประสิทธิวิธามาก แต่ถ้าเป็นข้อมูลที่มีขนาดใหญ่การส่งข้อมูลแบบนี้ อาจจะช้าเกินไป และเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับ Wireless LAN (WLAN) แล้ว ความสามารถของ

Bluetooth อาจจะห่างไกลกันมาก ซึ่งในส่วนของ WLAN ก็ยังมีระยะการรับ-ส่งที่ไกลกว่า แต่ขอได้เปรียบของ Bluetooth อยู่ที่ขนาดที่เล็กกว่า การติดตั้งทำได้ง่ายกว่า และที่สำคัญ การใช้พลังงานก็น้อยกว่ามาก โดยอยู่ที่ 0.1 วัตต์ และหากเทียบกับคลื่นมือถือแล้ว การใช้พลังงานยังห่างกันอยู่หลายเท่าเหมือนกัน

2.4.3 ประโยชน์ของเทคโนโลยี Bluetooth

หากเราต้องเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น พรีนเตอร์ คีย์บอร์ด เมาส์ หรือลำโพง การเชื่อมต่อในปัจจุบัน ส่วนใหญ่จะใช้สายเคเบิลเป็นตัวเชื่อมต่อทั้งหมด (Serial และ USB) ซึ่งอาจจะไม่สะดวกทั้งในด้านการใช้สอย เคลื่อนย้าย และความเรียบร้อยต่างๆ แต่หากเครื่อง PC มีอุปกรณ์ Bluetooth ก็สามารติดต่อเข้าหากันได้โดยใช้คลื่นแทนการใช้สายไฟเชื่อมต่อ อุปกรณ์ต่างๆ ทั้งหมด ทั้งการส่งไฟล์ภาพ, เสียง, ข้อมูล อีกทั้งระบบเชื่อมต่อผ่าน CSD และ GPRS บนโทรศัพท์มือถือ ก็สามารถทำได้โดยไม่จำเป็นต้องใช้สาย ซึ่งจะช่วยลดความยุ่งยาก อีกทั้งยังเพิ่มความสะดวกรสบายในการทำงานมากขึ้นด้วย

แต่ข้อจำกัดการใช้งานก็มีเช่นกัน การเชื่อมต่ออุปกรณ์พกพาต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก หรือ พ็อกเก็ต พีซี เข้ากับอินเทอร์เน็ต จะสามารถใช้งานได้เพียง 1 อุปกรณ์ ต่อ 1 ชั้นเท่านั้น ซึ่งบางทีอาจจะต้องสลับการใช้งานกันบ่อยๆ (สำหรับผู้ใช้อุปกรณ์ไร้สายขนาดใหญ่) แต่ก็ถือว่าให้ความสะดวกมากกว่าการใช้สายเคเบิล

2.4.4 Bluetooth แต่ละเวอร์ชัน

2.4.4.1 Bluetooth 1

Version 1.0 และ 1.0B Device address (BD-ADDR) ในการส่งข้อมูล ผ่านการ connecting (การส่งข้อมูลแบบนี้ยังมีปัญหาอยู่)

Version 1.1 เป็นการแก้ปัญหาที่พบใน Version 1.0B Non encrypted Received Signal Strength Indicator (RSSI)

Version 1.2 มีการ Connection และ Discovery ได้เร็วขึ้น มีการตัดแปลง frequency-hopping spread spectrum (AFH) โดยการปรับปรุงอุปสรรคของ radio frequency interference โดยการหลีกเลี่ยงการใช้ crowded frequency ใน hopping sequence. และยังเพิ่มความเร็วในการสื่อสารสูงถึง 721 kbit/second ซึ่งสูงกว่าเวอร์ชัน 1.1 มีการขยาย Synchronous Connection ซึ่งจะปรับปรุงคุณภาพเสียงด้วยการอนุญาตให้มีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สื่อสารอีกครั้งหาก packets ใด เสียหายหรือหลุดไป และ เพิ่ม Host Controller Interface(HCI) เพื่อรองรับ Three-wire UART. อีกทั้งยังได้รับการรับรอง IEEE Standard 802.15.1-2005 และยังเริ่มนำ Flow Control และ Retransmission Modes สำหรับ L2CAP

2.4.4.2 Bluetooth 2

Version 2.0+EDR>>ลักษณะโดดเด่น ของเวอร์ชันนี้เหมือนกับเวอร์ชัน 1.2 ต่างกันคือเพิ่ม Enhanced Data Rate (EDR) เพื่อให้การเคลื่อนย้ายข้อมูลทำได้เร็วขึ้น อัตราความเร็วของ EDR อยู่ 3 เมกกะบิตต่อวินาที โดยที่อัตราความเร็วของการส่งข้อมูลจะอยู่ที่ 2.1 เมกกะบิตต่อวินาที อัตราของการส่งไปยังปลายทางถูกใช้โดยการใช้ความแตกต่างของเทคโนโลยี radio

สำหรับการส่งข้อมูล มาตรฐานที่ใช้หรืออัตราพื้นฐานในการส่งข้อมูลโดย ใช้โมดูล Gaussian Frequency Shift Keying(GFSK) ของ radio signal ด้วย อัตราข้อมูลในอากาศจำนวนมากอยู่ที่ 1 เมกกะบิตต่อวินาที EDR ใช้ความผสมผสานของ GFSK และ โมดูล Phase Shift Keying(PSK) ด้วย 2 ตัวแปร, $\pi/4$ -DQPSK และ 8DPSK, ทั้งสองตัวแปรนี้มีอัตรา การส่งข้อมูลอากาศที่ 2 และ 3 เมกกะบิตต่อวินาที ตามลำดับ

ประโยชน์ที่ได้จากลักษณะโดดเด่นของ EDR คือ

ความเร็วในการขนส่งข้อมูล 3 เท่า (2.1 เมกกะบิตต่อวินาที) ในกรณีเดียวกัน ลดความซับซ้อนของการติดต่อพร้อมๆกันในกรณีที่มีการเพิ่ม bandwidth การบริโภคพลังงานน้อยกว่าผ่าน reduced duty cycle

Version 2.1+EDR>>ลักษณะโดดเด่น ของเวอร์ชันนี้ รองรับและเข้ากันได้กับเวอร์ชัน 1.2 อย่างเต็มที่และถูกดัดแปลงโดยกลุ่ม Bluetooth SIG ต่อมา เวอร์ชันนี้รองรับความเร็วในการโอนย้ายข้อมูลตามหลักวิชาการสูงสุดถึง 3 เมกกะบิตต่อวินาที ลักษณะโดดเด่น เหล่านี้รวมไปถึง การตอบกลับของการสืบค้นแบบยืดยาว (Extended inquiry response EIR) มีการเตรียมข้อมูลมากขึ้นขณะทำการสืบค้นเพื่ออนุญาตให้อุปกรณ์ทำการกรองได้ดีขึ้นก่อนการติดต่อ ข้อมูลดังกล่าวคือ ชื่อของอุปกรณ์, รายการการให้บริการต่างๆที่รองรับอุปกรณ์นั้นๆ, ระดับของพลังงานที่ใช้ในการสื่อสารที่ใช้สำหรับการตอบการสืบค้น และ ข้อมูลที่ถูกกำหนดไว้ก่อนแล้ว โดยโรงงานผู้ผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4.3 Bluetooth 3

Version 3.0 + HS>>เวอร์ชันนี้ถูกปรับปรุงโดย Bluetooth SIG อีกทั้งยังมี การรองรับการขนส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูงสุด 24 เมกะบิตต่อวินาที แม้ว่าจะไม่เร็วเกินกว่า Bluetooth link ในตัวเอง แทนที่ Bluetooth link จะถูกใช้สำหรับการเจรจาและตั้งฐาน และ อัตราการขนส่งข้อมูลที่ส่งด้วยฐาน WIFI link ทั้งสอง (รับ-ส่ง) ลักษณะเด่นนี้เป็นของ AMP (Alternate MAC/PHY)

2.4.4.4 Bluetooth 4

Version V4.0 (Protocols ที่ใช้พลังงานต่ำ)>>ในเวอร์ชัน Bluetooth SIG ได้ปรับปรุง Bluetooth low energy (พลังงานต่ำ) ซึ่งเป็นลักษณะที่โดดเด่นมากของเวอร์ชันนี้ โดยใช้ชื่อชั่วคราวว่า Wibree และ Bluetooth ULP (Ultra Low Power) และคุณลักษณะที่โดดเด่น ของบลูทูธเวอร์ชันนี้ คือ การนำเทคโนโลยี ultra-low power Bluetooth เข้ามาใช้ ยกตัวอย่างกรณีที่มีการใช้เทคโนโลยีนี้ เช่น การแสดงหมายเลขผู้โทรศัพท์, อุปกรณ์ที่นักกีฬาสวมใส่เพื่อการตรวจจับอัตราการเต้นของหัวใจขณะกำลังออกกำลังกาย และ อุปกรณ์ทางการแพทย์ เป็นต้น และเทคโนโลยี Bluetooth low energy ถูกออกแบบสำหรับอุปกรณ์ที่มีอายุการใช้งานแบตเตอรี่สูงสุด 1 ปี และจะมีอัตราการส่งผ่านข้อมูลอยู่ที่ 1 MB ต่อวินาทีและใช้การเข้ารหัสแบบ AES-128 ในการเชื่อมต่อและส่งผ่านข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ โดยอุปกรณ์ที่ติดตั้ง Bluetooth 4.0 นั้นจะสามารถเลือกใช้ได้ทั้งโหมดประหยัดพลังงานและโหมดธรรมดา

2.4.5 HC-05 Bluetooth Module

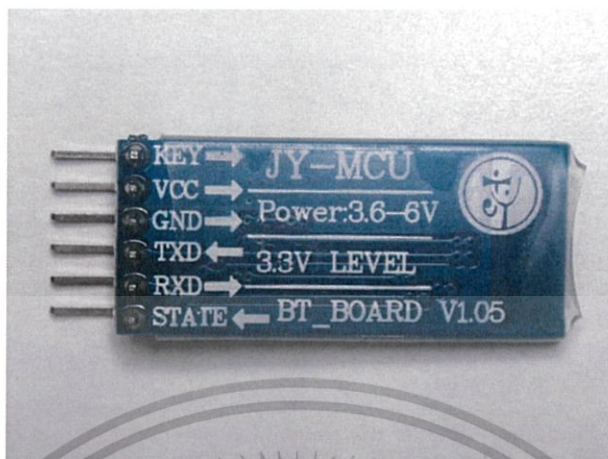
โมดูล HC-05 (Master/Slave) เป็นอุปกรณ์ที่มีราคาถูกและใช้สำหรับรับส่งข้อมูลอนุกรม (Serial) ไร้สายผ่าน Bluetooth (ความถี่ประมาณ 2.4GHz) และทำงานแบบ Bluetooth SPP (Serial Port Protocol) (เป็นอุปกรณ์ที่เรียกว่า Bluetooth-to-Serial) เหมาะสำหรับการรับส่งข้อมูลในระยะใกล้ๆ บทความนี้กล่าวถึง การใช้โมดูล HC-05 เป็นอุปกรณ์ในการอัปโหลด (upload) โปรแกรม Arduino Sketch ไปยังบอร์ด Arduino Pro Mini (5V/16MHz) ในกรณีที่ไม่ใช้อุปกรณ์ USB-to-Serial

2.4.5.1 รายละเอียด Bluetooth Serial Module (HC-05 Master/Slave mode)

- Bluetooth protocol: Bluetooth Specification v2.0+EDR
- Frequency: 2.4GHz ISM band
- Modulation: GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying)
- Emission power: $\leq 4\text{dBm}$, Class 2
- Sensitivity: $\leq -84\text{dBm}$ at 0.1% BER
- Speed: Asynchronous: 2.1Mbps (Max) / 160 kbps,
Synchronous: 1Mbps/1Mbps
- Security: Authentication and encryption
- Profiles: Bluetooth serial port
- Power supply: +3.3VDC 50mA
- Working temperature: $-20 \sim +75$ Centigrade
- Dimension: 26.9mm x 13mm x 2.2 mm

2.4.5.2 ขาของโมดูล HC-05

- KEY เป็นขาอินพุต ใช้สำหรับเข้าสู่โหมด AT command
- VCC เป็นขาสำหรับแรงดันไฟเลี้ยงในช่วง +3.6V ถึง +5.5V
- GND เป็นขา GND
- TXD เป็นขาเอาต์พุตสำหรับ Serial (แรงดันลอจิกที่ 3.3V)
- RXD เป็นขาอินพุตสำหรับ Serial (แรงดันลอจิกที่ 3.3V)
- STATE เป็นขาเอาต์พุต ใช้ระบุสถานะการเชื่อมต่อผ่าน Bluetooth (Disconnected / Connected)



รูปที่ 2.2 Bluetooth HC-05 Module

2.5 สเต็ปเปอร์มอเตอร์ (Stepper Motor)

อุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้าที่นำกลไกอิเล็กทรอนิกส์รู้จักกันเป็นอย่างดีต้องมีชื่อของมอเตอร์ อยู่ในสาระบบอย่างแน่นอน มอเตอร์ที่ได้รับความนิยมอย่างมากในแวดวงคนทำหุ่นยนต์ และกลไกเคลื่อนไหวยกก็คือ มอเตอร์ไฟตรงที่มีชุดเฟืองทดหรือบางที่เรียกชุดเฟืองขับมอเตอร์หรือมอเตอร์เกียร์บ็อก, เซอร์โวมอเตอร์ และสเต็ปเปอร์มอเตอร์

คุณสมบัติเด่นของสเต็ปเปอร์มอเตอร์

- มุมในการหมุน (rotation angle) มีค่าตามสัดส่วนของจำนวนของพัลส์อินพุตที่ใช้ขับมอเตอร์
- ความเร็วในการหมุน (rotation speed) มีค่าตามสัดส่วนและสัมพันธ์กับความถี่ของสัญญาณพัลส์อินพุตที่ใช้ขับมอเตอร์
- ใช้ในการควบคุมตำแหน่งแบบระบบเปิดที่มีความแม่นยำสูง โดยไม่ต้องใช้สัญญาณป้อนกลับของการกำหนดตำแหน่ง
- ไม่มีความผิดพลาดสะสมของการกำหนดตำแหน่ง
- เหมาะกับงานที่ต้องการกลไกเคลื่อนที่ความเร็วต่ำ แรงบิดสูง โดยไม่ต้องใช้ระบบเฟืองทดรอบเพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สามารถกำเนิดและรักษาแรงบิดได้ในทันทีที่มอเตอร์ถูกกระตุ้นให้ทำงาน
- สามารถรักษาสภาวะการหมุนของแกนได้โดยไม่ทำให้มอเตอร์เสียหาย
- ไม่มีแปรงถ่าน ทำให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน
- มีลูกปืนความเที่ยงตรงสูง เพื่อช่วยการหมุนของแกนมีความแม่นยำ

ข้อดีของสเต็ปเปอร์มอเตอร์

- การกำหนดหรือการเกิดเรโซแนนซ์ทำให้ไม่สามารถควบคุมการทำงานของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ได้
- การทำให้มอเตอร์สามารถหมุนแกนด้วยความเร็วสูงทำได้ยาก
- หากเกิดแรงบิดสูงสูงเกินกว่าที่รับได้หรือเกิดโอเวอร์ทอร์คมอเตอร์จะสูญเสียการรับรู้ตำแหน่งของแกนหมุน จะต้องกลับไปเริ่มต้นการอินิเชียลใหม่
- ให้แรงบิดที่น้อยกว่ามอเตอร์ไฟตรงและมอเตอร์ไฟสลับที่ขนาดของตัวมอเตอร์เท่ากัน

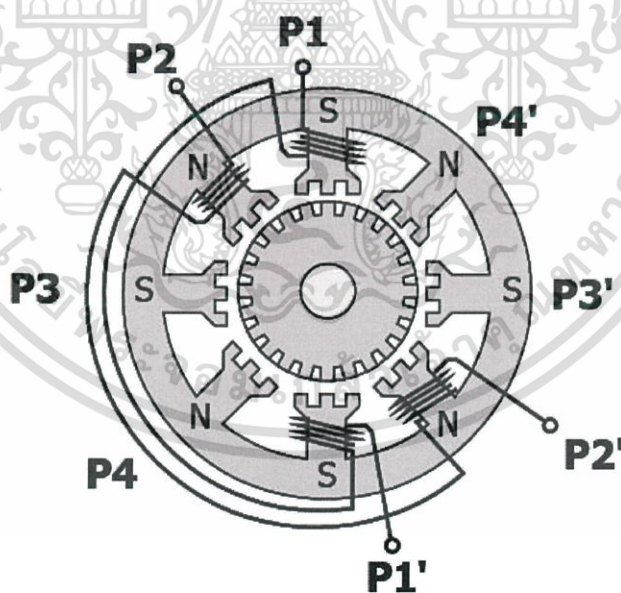
สเต็ปเปอร์มอเตอร์เป็นมอเตอร์ที่มีลักษณะการทำงานแตกต่างจากมอเตอร์ทั่วไป เพราะจะต้องป้อนสัญญาณเป็นพัลส์ให้แก่ขดลวดของมอเตอร์เป็นจังหวะอย่างเหมาะสม และการหมุนของมอเตอร์ชนิดนี้จะหมุนเป็นจังหวะตามพัลส์ที่ป้อนเข้ามา หากมีการป้อนสัญญาณพัลส์ต่อเนื่องมอเตอร์ก็จะสามารถหมุนได้อย่างต่อเนื่องเหมือนกับมอเตอร์ไฟตรงปกติ ดังนั้นด้วยจังหวะในการป้อนสัญญาณพัลส์จึงทำให้ผู้ควบคุมสามารถเลือกตำแหน่งที่ต้องการให้มอเตอร์หยุดหมุนได้

จังหวะการหมุนของสเต็ปเปอร์มอเตอร์เรียกว่า สเต็ป (step) นั่นจึงเป็นที่มาของชื่อของมอเตอร์ชนิดนี้ ความละเอียดของมอเตอร์กำหนดเป็นองศาที่หมุนไปในหนึ่งสเต็ป หากมอเตอร์มีจำนวนองศาต่อสเต็ปมาก หมายความว่า มอเตอร์ตัวนี้มีค่าละเอียดของการหมุนต่ำ ยกตัวอย่างการหมุนครบ 1 รอบเท่ากับ 360 องศา หากมอเตอร์มีสเต็ปการหมุนเท่ากับ 7.5 องศาต่อสเต็ป มอเตอร์ตัวนี้มีความละเอียดของการหมุนเท่ากับ 48 ตำแหน่ง แต่ถ้าหากมีสเต็ปการหมุนกับ 1.8 องศาต่อสเต็ป ความละเอียดของการหมุนเท่ากับ 200 จะเห็นได้ว่ามอเตอร์ตัวหลังมีความละเอียดสูงกว่าตัวแรกมาก ทำให้นำมาใช้ในงานที่ต้องการกำหนดตำแหน่งได้ดีกว่า แม่นยำกว่า ผนวกเข้ากับวงจรขับแบบครึ่งสเต็ป ความละเอียดของการหมุนจะเพิ่มขึ้นอีก 2 เท่า ทำให้มีความละเอียดของการหมุนกลายเป็น 400 ตำแหน่ง

ขนาดของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ที่มีการผลิตและจำหน่ายในท้องตลาด มีตั้งแต่ขนาดแรงดันต่ำ 3V ไปจนถึง 24V และ 48V ส่วนขนาดของกระแสมีตั้งแต่ไม่กี่สิบลิลลิแอมป์อันเป็นสเต็ปเปอร์มอเตอร์ตัวเล็กไปจนถึงเป็นสิบลแอมป์ ซึ่งมีขนาดของมอเตอร์ใหญ่โตขึ้นตามลำดับ ราคาอยู่ในหลักเป็นร้อยบาทขึ้นไปสำหรับของใหม่

2.5.1 ชนิดของสเต็ปเปอร์มอเตอร์

ในอดีตมีการแบ่งชนิดของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ตามลักษณะโครงสร้างซึ่งแบ่งได้เป็น 3 ชนิดคือ แบบแม่เหล็กถาวรหรือ PM (Permanent Magnet), แบบปรับค่าความต้านทานแม่เหล็กได้หรือ VR (Variable Reluctance) และแบบผสมหรือไฮบริด (Hybrid) ซึ่งเป็นการผสมกันระหว่างแบบ PM และ VR ในปัจจุบันนี้สเต็ปเปอร์มอเตอร์ส่วนใหญ่เป็นแบบไฮบริด เนื่องจากสามารถทำให้มีความละเอียดในการเคลื่อนที่ของแกนได้สูงถึง 0.9 องศาต่อสเต็ป (ซึ่งเป็นข้อดีของแบบ VR) และให้แรงบิดหรือทอร์กที่สูง โดยใช้พลังงานต่ำ (เป็นข้อดีของแบบ PM) ในรูปที่ 2.3 แสดงโครงสร้างอย่างง่ายของสเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบไฮบริด



รูปที่ 2.3 โครงสร้างอย่างง่ายของสเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบไฮบริด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1.1 สเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบไบโพลาร์

มีลักษณะการพันขดลวดของมอเตอร์แสดงในรูปที่ 2.4 แบ่งออกเป็น 2 ขดที่ไม่มีแท่งกลาง ทำให้บางครั้งจึงเรียกสเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบนี้ว่า เป็นสเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบ 2 เฟส การขับให้มอเตอร์แบบนี้หมุนจะต้องป้อนแรงดันต่างขั้วกันให้แก่ขดลวดแต่ละขด ทำให้วงจรขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบนี้ค่อนข้างซับซ้อน

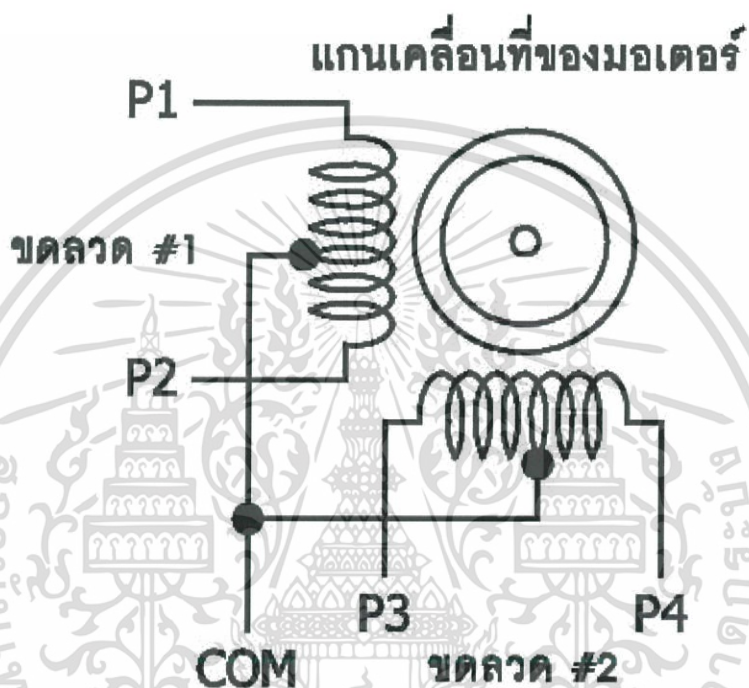


2.5.1.2 สเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบยูนิโพลาร์

มีลักษณะการพันขดลวดของมอเตอร์แสดงในรูปที่ 2.5 มีด้วยกัน 2 แบบ คือ แบบ 5 และ 6 สาย บางครั้งเรียกสเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบนี้ว่า เป็นสเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบ 4 เฟส การขับจะต้องป้อนสัญญาณเข้าที่ขั้วหรือเฟสของมอเตอร์ให้เรียงลำดับอย่างถูกต้อง มอเตอร์จึงจะสามารถหมุนได้อย่างราบรื่น

สเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบนี้มีการพันขดลวด 2 ขดบนแต่ละขั้วแม่เหล็กของสเตเตอร์ แต่ละขดแบ่งเป็น 2 เฟส รวมมอเตอร์ทั้งตัวจะมี 4 เฟสคือ เฟส 1, 2,

3 และ 4 มีการต่อสายออกมาจากขดลวดแต่ละขดเพื่อจ่ายไฟเลี้ยง ทำให้สเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบนี้มีทั้งแบบ 5 สายและ 6 สาย ถ้าเป็นแบบ 5 สาย จะเป็นการนำสายไฟเลี้ยงของขดลวดทั้งสองมาต่อรวมกันเป็นสายเดียว สำหรับในบทความนี้จะเน้นหนักไปที่สเต็ปเปอร์แบบยูนิโพลาร์นี้ เนื่องจากสามารถทำได้ง่ายกว่า และใช้วงจรขับที่มีความซับซ้อนน้อยกว่ามาก



รูปที่ 2.5 ลักษณะการพันขดลวดสเต็ปเปอร์มอเตอร์ยูนิโพลาร์

2.5.2 การกระตุ้นและควบคุมการหมุนของสเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบยูนิโพลาร์

การกระตุ้นและควบคุมการหมุนของมอเตอร์ให้เคลื่อนที่ไปแต่ละสเต็ปทำได้โดยจ่ายกำลังไฟฟ้าไปยังขดลวดแต่ละขดบนสเตเตอร์ ซึ่งต้องป้อนเป็นแบบซีควเอนเชียลในรูปแบบที่ถูกต้องด้วย สามารถแบ่งได้เป็น 3 รูปแบบคือ แบบเวฟ (wave) หรือแบบฟูลสเต็ป 1 เฟส (full step 1-phase), แบบฟูลสเต็ป 2 เฟส และแบบครึ่งสเต็ป (half step)

2.5.2.1 การกระตุ้นสเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบเวฟหรือฟูลสเต็ป 1 เฟส

เป็นการกระตุ้นที่มีรูปแบบง่ายที่สุด โดยทำการกระตุ้นขดลวดทีละขดในเวลาหนึ่งไล่เรียงถัดกันไป เช่น เริ่มต้นที่ขดที่ 1, 2, 3, 4 แล้ววนกลับมาขดที่ 1 วนไปเรื่อยๆ หรือเริ่มที่ขดที่ 1 แล้วย้อนไปยังขดที่ 4, 3, 2 แล้วกลับมาขดที่ 1 อีกครั้ง ซึ่งทำให้ทิศทางของการหมุนสวนกัน ในการกระตุ้นรูปแบบนี้จึงมีขดลวดเพียงขดเดียวในเวลาหนึ่งที่ถูกกระตุ้นเท่านั้น วงจรกระตุ้นแบบนี้มีราคาถูกและง่าย ขั้นตอนการทำงานต่างๆ แสดงดังในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 รูปแบบการกระตุ้นขดลวดสเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบเวฟหรือฟูลสเต็ป 1 เฟส

สเต็ปที่	ขดลวดที่ 1	ขดลวดที่ 2	ขดลวดที่ 3	ขดลวดที่ 4
1	ทำงาน	-	-	-
2	-	ทำงาน	-	-
3	-	-	ทำงาน	-
4	-	-	-	ทำงาน

2.5.2.2 การกระตุ้นแบบฟูลสเต็ป 2 เฟส

เป็นการกระตุ้นซึ่งคล้ายกับแบบฟูลสเต็ปหนึ่งเฟส แต่การกระตุ้นแบบนี้จ่ายกำลังไฟฟ้าไปที่ขดลวด 2 ขดที่อยู่ใกล้กันในเวลาเดียวกัน และเรียงถัดกันไป เช่นเดียวกับแบบฟูลสเต็ป 1 เฟส ดังตัวอย่าง ขดลวดชุดแรกที่ถูกกระตุ้นจะเป็นขดที่ 1 และ 2 ตามด้วยการกระตุ้นขดที่ 2 และ 3 ต่อไปเป็นขดที่ 3 และ 4 ถัดไปเป็นขดที่ 4 และ 1 แล้วกลับมาที่ขดที่ 1 และ 2 วนไปตามลำดับเช่นนี้ หรือเริ่มที่ขด 1 และ 4 ตามด้วยขดที่ 4 และ 3 ถัดไปเป็นขดที่ 3 และ 2 ต่อไปเป็นขดที่ 2 และ 1 แล้ววนกลับมาที่ขดที่ 1 และ 4 ทิศทางการหมุนจะสวนทางกัน การกระตุ้นสเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบนี้สามารถเพิ่มแรงบิดได้มากกว่าแบบฟูลสเต็ป 1 เฟส โรเตอร์จะเคลื่อนที่ด้วยแรงดึงอย่างเต็มแรงจาก 2 ขดลวดที่ถูกกระตุ้นพร้อมกัน และเคลื่อนที่

ต่อไปด้วยแรงดึงจากอีก 2 ขดลวดถัดไป สำหรับข้อเสียคือการกระตุ้นแบบนี้ต้องใช้กำลังไฟฟ้ามากขึ้น ขั้นตอนการทำงานต่าง ๆ แสดงดังในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 รูปแบบการกระตุ้นขดลวดสเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบฟูลสเต็ป 2 เฟส

สเต็ปที่	ขดลวดที่ 1	ขดลวดที่ 2	ขดลวดที่ 3	ขดลวดที่ 4
1	ทำงาน	ทำงาน	-	-
2	-	ทำงาน	ทำงาน	-
3	-	-	ทำงาน	ทำงาน
4	ทำงาน	-	-	ทำงาน

2.5.2.3 การกระตุ้นแบบครึ่งสเต็ปหรือฮาล์ฟสเต็ป

เป็นรูปแบบที่ผสมผสานระหว่างการกระตุ้นแบบฟูลสเต็ป 1 และ 2 เฟส เพื่อเพิ่มจำนวน ของสเต็ปต่อรอบอีกเท่าตัวหนึ่ง ในระบบนี้จะกระตุ้นขดลวดเรียงกันไปเป็นลำดับดังนี้ เริ่มจากขดลวดที่ 1, 1 และ 2, 2, 2 และ 3, 3, 3 และ 4, 4, 4 และ 1 แล้ววนกลับมายังขดลวดที่ 1

แรงบิดที่ได้จากการกระตุ้นแบบนี้จะเพิ่มมากขึ้นอีก เพราะช่วงสเต็ปมีระยะสั้นลง แต่ละสเต็ปเกิดแรงดึงจากขดลวด 2 ขดที่ถูกกระตุ้นพร้อมกัน ความถูกต้องของตำแหน่งมีเพิ่มมากขึ้น แต่ต้องพึงระวังไว้อีกประการหนึ่งว่าเมื่อกระตุ้นให้ทำงานในรูปแบบนี้จะต้องทำการหมุนถึง 2 สเต็ป จึงจะได้เท่ากับระยะเท่ากับ 1 สเต็ปเต็มของการควบคุมใน 2 แบบแรก สำหรับแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าต้องใช้ขนาดเท่ากับแบบ 2 เฟสเป็นอย่างน้อย จึงจะเพียงพอ ขั้นตอนการทำงานต่างๆ แสดงดังในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 รูปแบบการกระตุ้นขดลวดสเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบครึ่งสเต็ปหรือฮาล์ฟสเต็ป

สเต็ปที่	ขดลวดที่ 1	ขดลวดที่ 2	ขดลวดที่ 3	ขดลวดที่ 4
1	ทำงาน	-	-	-
2	ทำงาน	ทำงาน	-	-
3	-	ทำงาน	-	-
4	-	ทำงาน	ทำงาน	-
5	-	-	ทำงาน	-
6	-	-	ทำงาน	ทำงาน
7	-	-	-	ทำงาน
8	ทำงาน	-	-	ทำงาน

2.6 Drive Board Module ULN2003

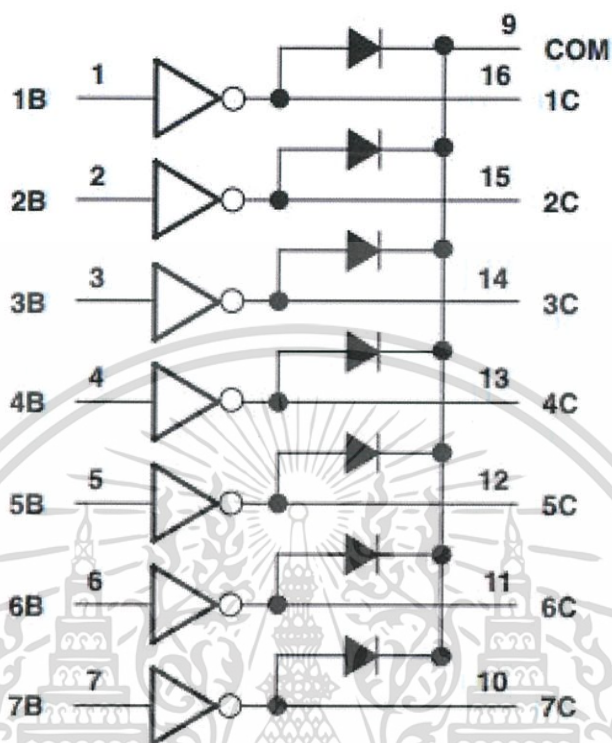
IC เบอร์ ULN2003 เป็นไอซี Driver แสดงผลทางเอาต์พุต สามารถขับอุปกรณ์เอาต์พุต ขนาดไม่เกิน 500 mA เช่นมอเตอร์ รีเลย์ หรือสเต็ปเปอร์มอเตอร์ มีไดโอดคร่อมที่เอาต์พุตในตัว ป้องกันกระแสไหลย้อนกลับ ควบคุมอุปกรณ์ได้ 7 ตัว



รูปที่ 2.6 Drive Board Module ULN2003

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LOGIC DIAGRAM



รูปที่ 2.7 Logic Diagram IC เบอร์ ULN2003

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำปฏิญญาสิทธิบัตร

การออกแบบและจัดทำปฏิญญาสิทธิบัตร “เครื่องจ่ายยาส่วนบุคคลแจ้งเตือนด้วยสมาร์ตโฟน” สามารถออกแบบตารางยาให้เหมาะสมกับเครื่องจ่ายยาได้ โดยจะมีช่องยาทั้งหมด 3 ช่อง เช่น ช่องที่ 1,2 และ 3 อาจแบ่งเป็นยาเช้า กลางวัน เย็น โดยรับประทานครั้งละหลาย ๆ เม็ด หรือจะแบ่งตามชนิดของยาให้เป็นแต่ละรอบ และตั้งเวลารับประทานยาของแต่ละชนิดได้ โดยแบ่งการออกแบบเป็นสองส่วนหลัก คือ

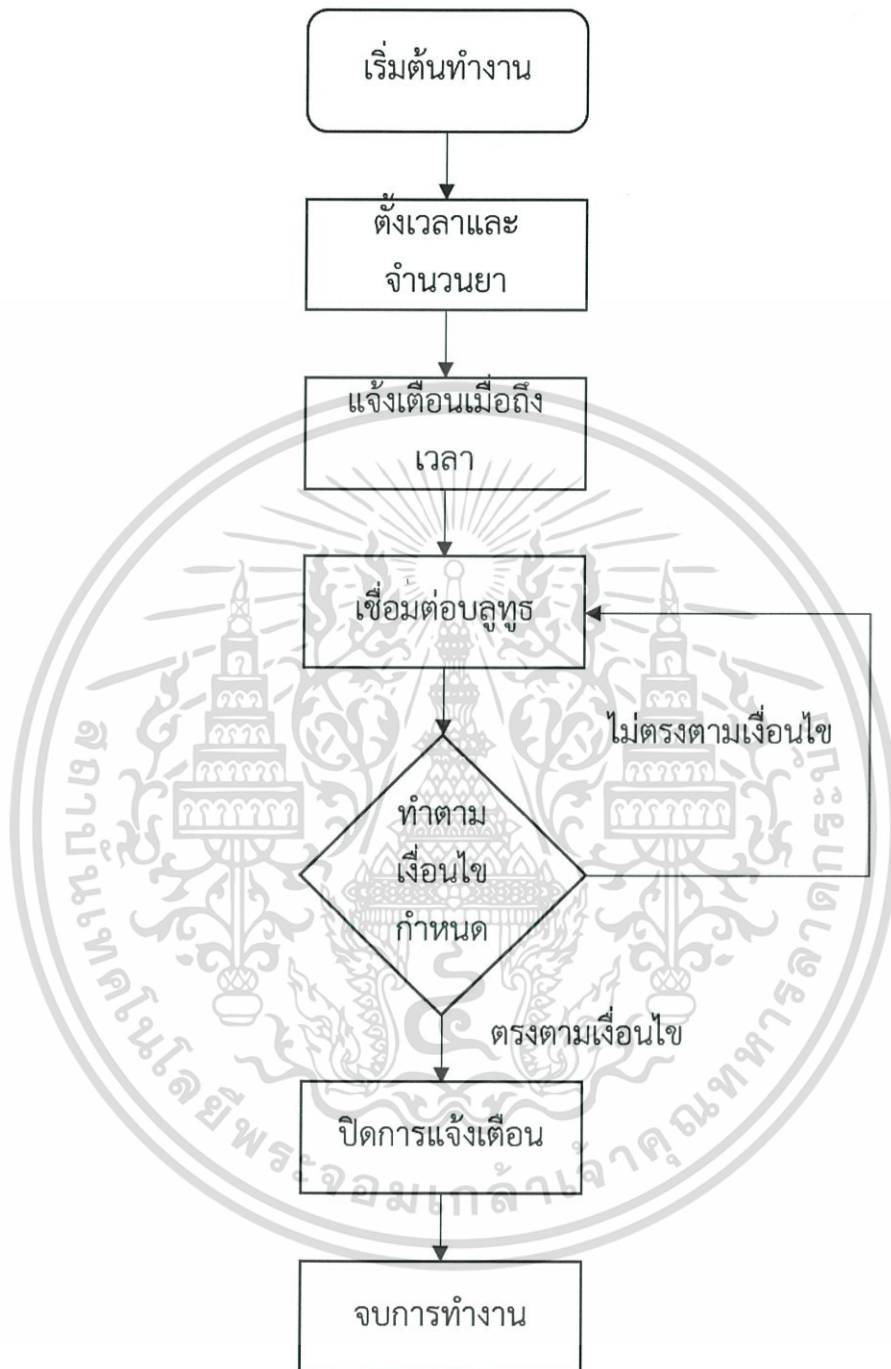
1. ซอฟต์แวร์ (SOFTWARE)
2. ฮาร์ดแวร์ (HARDWARE)

3.1 การออกแบบ

3.1.1 การออกแบบส่วนซอฟต์แวร์เพื่อใช้งานร่วมกับแอปพลิเคชันแอนดรอยด์

3.1.1.1 การออกแบบ Source Code ของแอปพลิเคชันแอนดรอยด์

การออกแบบ Source Code ของแอปพลิเคชันแอนดรอยด์วัตถุประสงค์คือ ต้องการตั้งเวลารับประทานยาและจำนวนยาที่จะต้องรับประทาน และส่งข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ และรอผลตอบกลับจากไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อปิดการแจ้งเตือน โดยแสดงใน Flowchart ที่ออกแบบไว้



รูปที่ 3.1 Flowchart ของแอปพลิเคชันแอนดรอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยในการออกแบบการแจ้งเตือนบนสมาร์ตโฟนผู้จัดทำแบ่งโครงสร้างออกเป็น ส่วนๆ ดังนี้

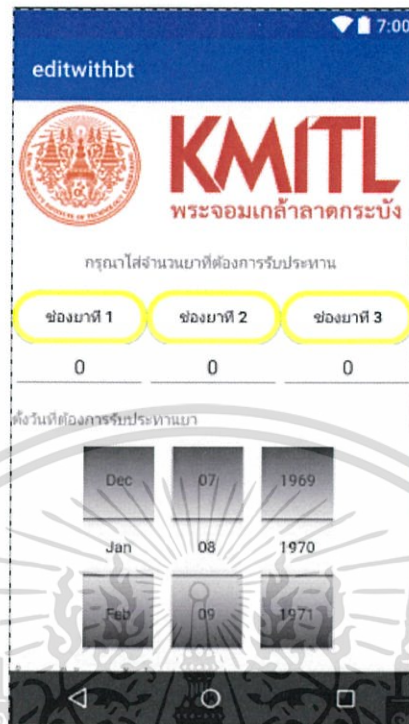
- MainActivity จะเป็นส่วนที่เราได้ออกแบบไปแล้วข้างต้น ซึ่งเราสามารถ กำหนดจำนวนยา และ เวลาที่จะต้องการให้แอปพลิเคชันแจ้งเตือน
- AlarmReceiver ทำหน้าที่รับการเตือนข้อผิดพลาด และเรียกหน้า Showevent ให้แสดงผล
- ShowEvent ทำหน้าที่ในการแสดงโดยละเอียดตามที่เราเขียนเอาไว้ (ซึ่งในส่วนนี้ผู้จัดทำจะใช้ส่วนของเชื่อมต่อบลูทูธและรับ-ส่งข้อมูลมาใช้)



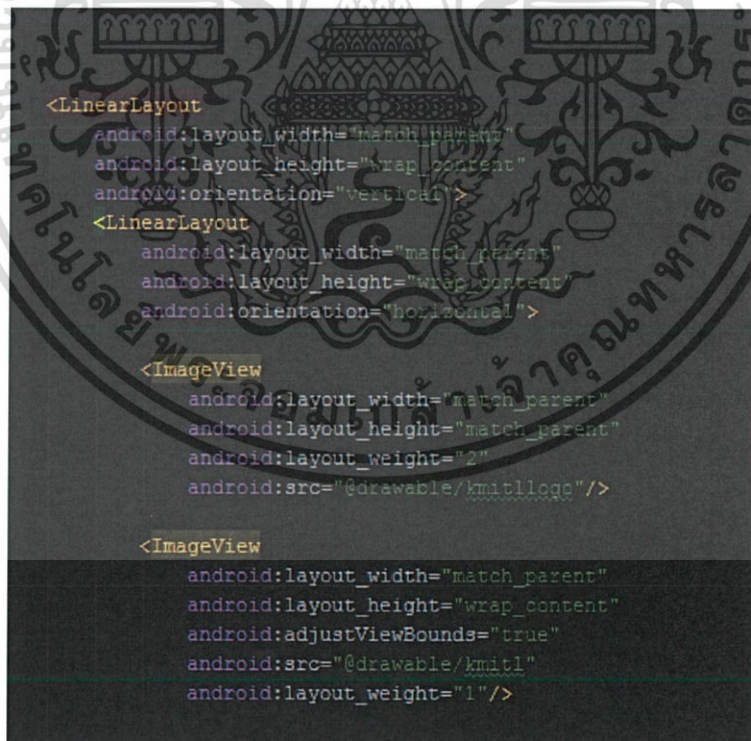
รูปที่ 3.2 ต้นแบบการแจ้งเตือนการทำงานของแอปพลิเคชัน

3.1.1.2 การออกแบบหน้าจอบนแอปพลิเคชันแอนดรอยด์

การออกแบบผังส่งโดยใช้แอปพลิเคชันแอนดรอยด์จะเริ่มจากการออกแบบ หน้าจอของแอปพลิเคชันการออกแบบส่วนต่างๆนี้จะทำบนหน้าจอ Layout ของ Activity หรือ XML ไฟล์ของ Activity ซึ่งจะออกแบบได้ง่ายกว่าการใช้ภาษา Java เขียนโค้ดเพื่อติดต่อกับผู้ใช้ โปรแกรม ซึ่งการออกแบบจะใช้คลาส View ตามความเหมาะสมที่แตกต่างกันออกไปของแต่ละ Activity และการใช้งาน



รูปที่ 3.3 การออกแบบหน้าจอบนแอปพลิเคชันแอนดรอยด์



รูปที่ 3.4 คำสั่งที่ใช้เขียนหน้าจอบนแอปพลิเคชันแอนดรอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเมื่อทางผู้จัดทำได้ทำการออกแบบหน้าจอเสร็จเรียบร้อยแล้วทางผู้จัดทำจะต้องดำเนินการทำการเขียนชุดคำสั่งต่างๆเพื่อกำหนดเงื่อนไขการทำงานต่างๆ โดยใช้ภาษาจาวาในการเขียนเพื่อเป็นการเรียกใช้งานส่วนที่เราออกแบบหน้าจอเอาไว้เพื่อนำมาใช้งาน

```
uriAlarm = RingtoneManager.getDefaultUri(RingtoneManager.TYPE_ALARM);
alarm_manager = (AlarmManager) getSystemService(ALARM_SERVICE);

btncancel = (Button) findViewById(R.id.btnCancel);
btnconfirm = (Button) findViewById(R.id.btnconfirm);
result1 = (EditText) findViewById(R.id.result1);
result2 = (EditText) findViewById(R.id.result2);
result3 = (EditText) findViewById(R.id.result3);

datePicker = (DatePicker) findViewById(R.id.datePicker1);
timePicker = (TimePicker) findViewById(R.id.timePicker);

info = (TextView) findViewById(R.id.info);
```

รูปที่ 3.5 คำสั่งที่ใช้เชื่อมต่อส่วนหน้าจอที่ออกแบบกับคำสั่งในจาวา

จากนั้นทางผู้จัดทำได้เขียนคำสั่งเพื่อทำการตั้งเวลาซึ่งได้เขียนไว้เพื่อสามารถเลือกจำนวนเม็ดยา, ตั้งเวลาและวันที่ เพื่อที่จะทำการแจ้งเตือนต่อไปและนำค่าที่เราตั้งค่าเอาไว้ไปแสดงผลในหน้าแจ้งเตือน

```
Calendar cal = Calendar.getInstance();
cal.set(datePicker.getYear(),
        datePicker.getMonth(),
        datePicker.getDayOfMonth(),
        timePicker.getHour(),
        timePicker.getMinute(),
        00);

String passString = passuri.toString();
info.setText("Alarm is set " + cal.getTime());

Intent intent = new Intent(getApplicationContext(), AlarmReceiver.class);
intent.putExtra("KEY_TONE_URL", passString);

PendingIntent pendingIntent = PendingIntent.getBroadcast(
        getBaseContext(),
        RQS_1,
        intent,
        PendingIntent.FLAG_CANCEL_CURRENT);

AlarmManager alarmManager = (AlarmManager) getSystemService(Context.ALARM_SERVICE);
alarmManager.set(AlarmManager.RTC_WAKEUP, cal.getTimeInMillis(), pendingIntent);
```

รูปที่ 3.6 คำสั่งที่ใช้ในการตั้งเวลาและส่งค่าในการแจ้งเตือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

int sumfinal1 = 0;
int sumfinal2 = 0;
int sumfinal3 = 0;
try {
    sumfinal1 = Integer.parseInt(result1.getText().toString());
} catch (NumberFormatException e) {
}
try {
    sumfinal2 = Integer.parseInt(result2.getText().toString());
} catch (NumberFormatException e) {
}
try {
    sumfinal3 = Integer.parseInt(result3.getText().toString());
} catch (NumberFormatException e) {
}

//////////Convext int to String//////////
String sum1_string = String.valueOf(sumfinal1);
String sum2_string = String.valueOf(sumfinal2);
String sum3_string = String.valueOf(sumfinal3);
//////////Sending data//////////
intent.putExtra("MyValue1", sum1_string);
intent.putExtra("MyValue2", sum2_string);
intent.putExtra("MyValue3", sum3_string);

Log.d("TEST", "Tube1 : " + sum1_string + " : " + "Tube2 : " + sum2_string + " : " + "Tube3 : " + sum3_string );

```

รูปที่ 3.7 คำสั่งที่ใช้ในการเก็บค่าและส่งค่าไปยังยังหน้าที่แจ้งเตือน

ซึ่งเมื่อได้ทำการตั้งเวลาและแจ้งเตือนแล้วในส่วนของ AlarmReceiver ทำหน้าที่รับการเตือนข้อความพิก้า และเรียกหน้า Showevent ให้แสดงผลซึ่งในส่วนนี้จะเป็นการรับข้อมูลมาจากส่วนแรกที่ได้ทำการตั้งเวลาและจำนวนยา

```

String uriString = intent.getStringExtra("KEY_TONE_URI");
String MyValue1 = intent.getStringExtra("MyValue1");
String MyValue2 = intent.getStringExtra("MyValue2");
String MyValue3 = intent.getStringExtra("MyValue3");

Toast.makeText(context,
    "Alarm Received!\n"
    + uriString,
    Toast.LENGTH_SHORT).show();

Intent secIntent = new Intent(context, SecondActivity.class);
secIntent.setFlags(Intent.FLAG_ACTIVITY_NEW_TASK);
secIntent.putExtra("SEC_RINGTONE_URI", uriString);
secIntent.putExtra("MyValue1", MyValue1);
secIntent.putExtra("MyValue2", MyValue2);
secIntent.putExtra("MyValue3", MyValue3);
context.startActivity(secIntent);

```

รูปที่ 3.8 การรับคำสั่งการตั้งเวลาและส่งต่อเพื่อการแสดงผลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของหน้าจอของการแสดงผลทางผู้จัดทำก็ได้ออกแบบหน้าจอการแจ้งเตือนเมื่อถึงเวลารับประทานยาและใช้บลูทูธในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์โดยเมื่อถึงเวลารับประทานยาจะมีการแจ้งเตือนเกิดขึ้นบนสมาร์ตโฟนโดยจะไม่สามารถปิดการแจ้งเตือนนั้นได้จนกว่าจะทำการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์และรอกทางไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งสัญญาณกลับมาเพื่อปิดการแจ้งเตือนเท่านั้น



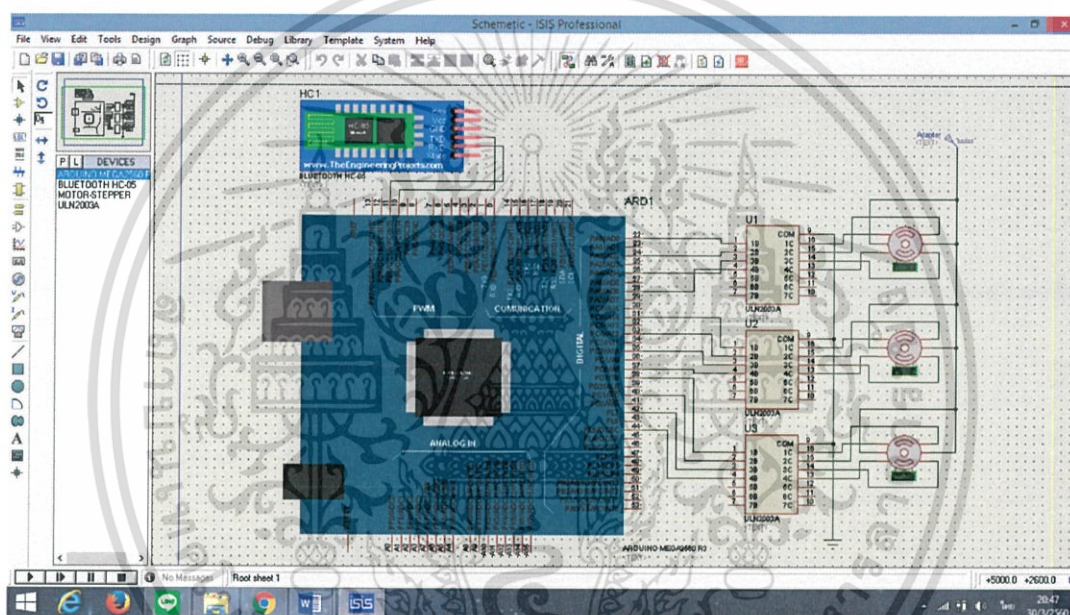
รูปที่ 3.9 การออกแบบหน้าจอเมื่อถึงเวลาการแจ้งเตือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 การออกแบบในส่วนฮาร์ดแวร์เพื่อใช้งานร่วมกับแอปพลิเคชันแอนดรอยด์

3.1.2.1 การออกแบบสเต็ปเปอร์มอเตอร์ที่ใช้คัตแยกเม็ดยา

ในการคัตแยกเม็ดยานั้นจะใช้สเต็ปเปอร์มอเตอร์รุ่น 28BYJ-48 เพื่อคัตแยกเม็ดยาออกมาทีละเม็ด โดยจะเชื่อมต่อกับ Arduino Mega 2560, Drive Board Module ULN2003 และ Bluetooth Module HC-05 หลักการคือเมื่อได้รับข้อมูลจากแอปพลิเคชันมอเตอร์จะทำการหมุนไป 22.5 องศา เพื่อทำการคัตเม็ดยาที่อยู่ในกล่องคัตแยกเม็ดยา

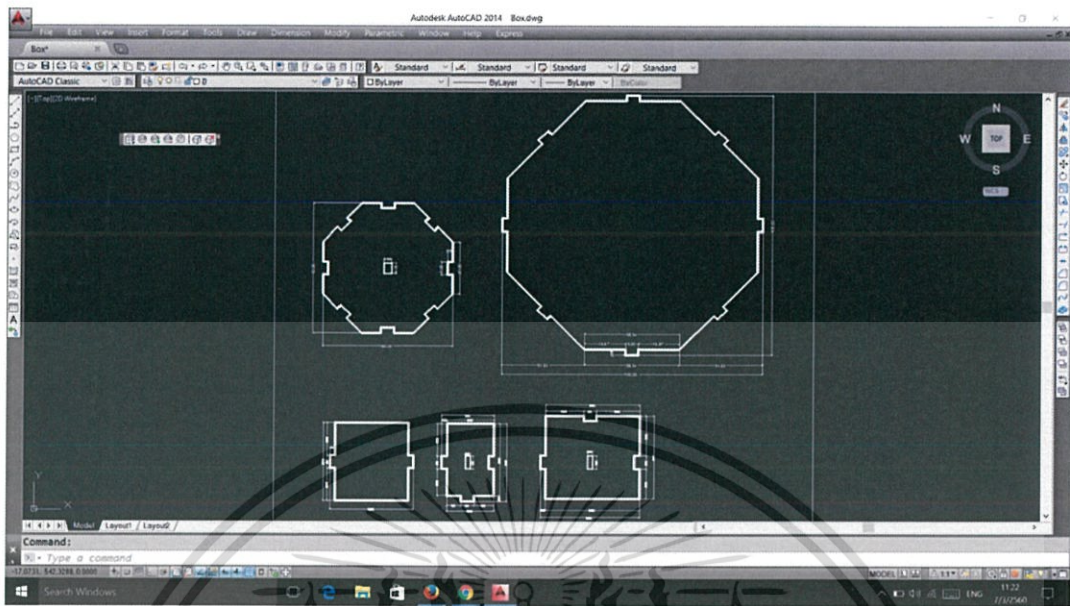


รูปที่ 3.10 วงจรการเชื่อมต่อสเต็ปเปอร์มอเตอร์กับ Arduino Mega 2560, Drive Board, HC-05

3.1.2.2 การออกแบบกล่องคัตแยกเม็ดยา

ในการออกแบบกล่องคัตแยกเม็ดยาจะใช้โปรแกรม AutoCAD ดังรูปที่ 3.11 เมื่อออกแบบกล่องคัตแยกเม็ดยาเสร็จแล้ว นำแผ่นอะคริลิกใสหนา 2 mm. ไป Laser Cutting ตามที่ออกแบบไว้ และนำไปประกอบ ดังรูปที่ 3.12 โดยจะทำทั้งหมด 3 กล่องแต่ละกล่องมี 16 ช่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 การออกแบบกล่องคัตแยกเม็ดยาโดยใช้โปรแกรม AutoCAD

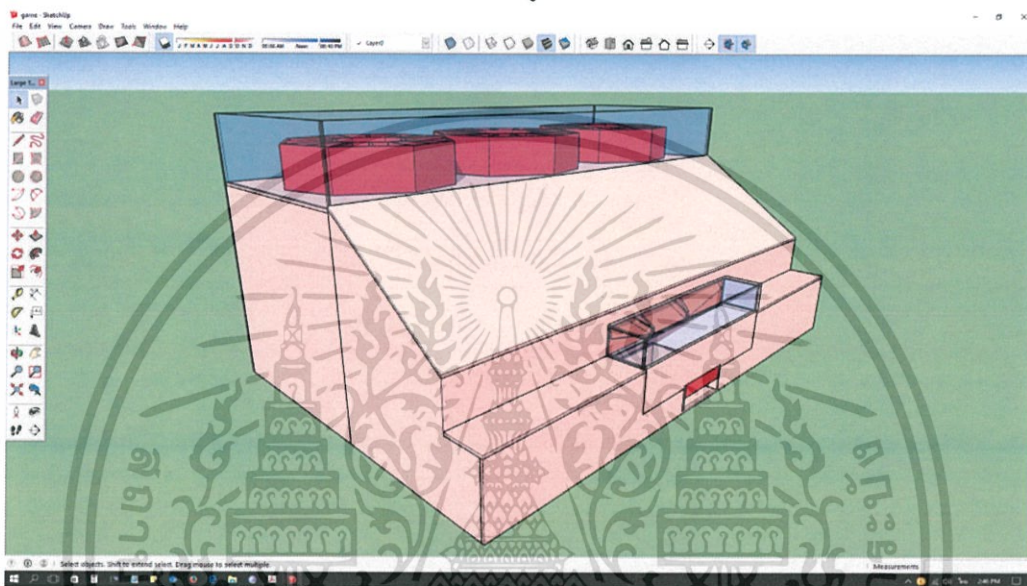


รูปที่ 3.12 กล่องคัตแยกเม็ดยาเมื่อประกอบเสร็จแล้ว

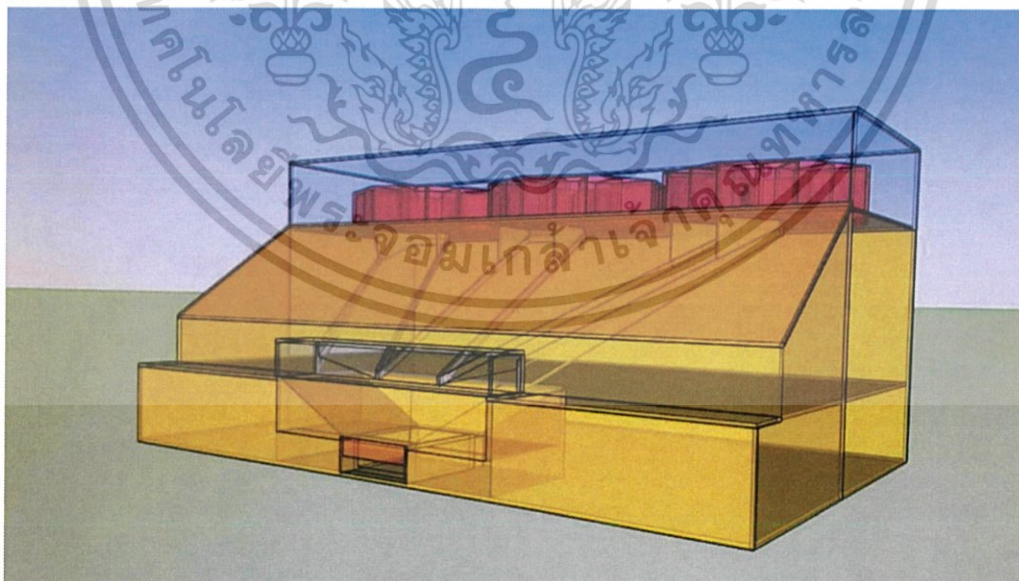
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.3 การออกแบบกล่องจ่ายยา

ทำการออกแบบโมเดลเครื่องจ่ายยาแบบ 3 มิติโดยใช้โปรแกรม SketchUp ดังรูปที่ 3.13 และ 3.14 และออกแบบชิ้นส่วนแต่ละชิ้นด้วยโปรแกรม Adobe Illustrator หลังจากนั้นเมื่อออกแบบเสร็จแล้ว นำแผ่นอะคริลิกสีดำหนา 2 mm. ไป Laser Cutting ตามที่ออกแบบไว้ และนำไปประกอบ ดังรูปที่ 3.15 และ 3.16

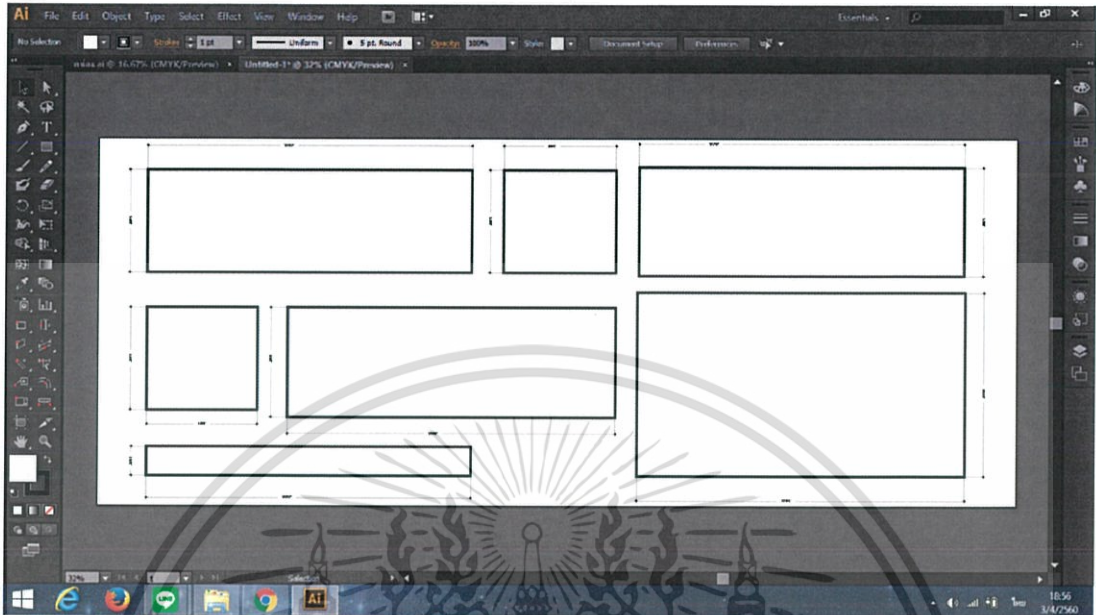


รูปที่ 3.13 การออกแบบโมเดลเครื่องจ่ายยาแบบ 3 มิติ



รูปที่ 3.14 ลักษณะภายในโมเดลเครื่องจ่ายยาแบบ 3 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 การออกแบบกล่องจ่ายยาโดยใช้โปรแกรม Adobe Illustrator



รูปที่ 3.16 กล่องจ่ายยาเมื่อประกอบเสร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. คอมพิวเตอร์
2. ออสซิลโลสโคป (Oscilloscope)
3. Arduino Mega 2560
4. Stepper Motor รุ่น 28BYJ-48 จำนวน 3 ตัว
5. Bluetooth Module HC-05
6. Drive Board Module ULN2003 จำนวน 3 ตัว
7. Adapter 5V 2000 mA
8. สายจัมสำหรับต่ออุปกรณ์
9. สมาร์ทโฟน

3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

ทำการเชื่อมต่อแอปพลิเคชันกับเครื่องจ่ายยาโดยแบ่งเป็น ขั้นตอนดังนี้

1. ระบุวันเวลาและจำนวนเม็ดยาของช่องยาแต่ละช่องบนแอปพลิเคชัน โดยจะแบ่งเป็น 5 กรณีดังนี้
 - 1.1) ช่องที่หนึ่ง 1 เม็ด ช่องที่สอง 1 เม็ด ช่องที่สาม 1 เม็ด
 - 1.2) ช่องที่หนึ่ง 1 เม็ด ช่องที่สาม 2 เม็ด
 - 1.3) ช่องที่หนึ่ง 2 เม็ด ช่องที่สอง 1 เม็ด
 - 1.4) ช่องที่สอง 2 เม็ด ช่องที่สาม 3 เม็ด
 - 1.5) ช่องที่สาม 2 เม็ด
2. เมื่อถึงเวลาของแต่ละช่วงกรณี แอปพลิเคชันจะแจ้งเตือน จะต้องทำการเชื่อมต่อบลูทูธกับอุปกรณ์ที่ชื่อว่า Medicine Box
3. เมื่อเชื่อมต่อเสร็จแล้ว แอปพลิเคชันจะทำการส่งค่าที่เป็นตัวเลข 3 หลัก เช่น ในกรณีที่ 1 จะส่ง 111 กรณีที่ 2 จะส่ง 102 กรณีที่ 3 จะส่ง 210 กรณีที่ 4 จะส่ง 023 และกรณีที่ 5 จะส่ง 002 ไปยัง Arduino บนเครื่องจ่ายยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เมื่อ Arduino ได้รับค่าแล้ว สเต็ปเปอร์มอเตอร์จะทำการหมุนไปยังองศาที่ได้รับค่ามา เมื่อหมุนครบแล้ว Arduino จะส่งค่า "DONELF" กลับไปยังแอปพลิเคชันเพื่อปิดการแจ้งเตือน
5. จัดเก็บผลการทดลองของแต่ละกรณี



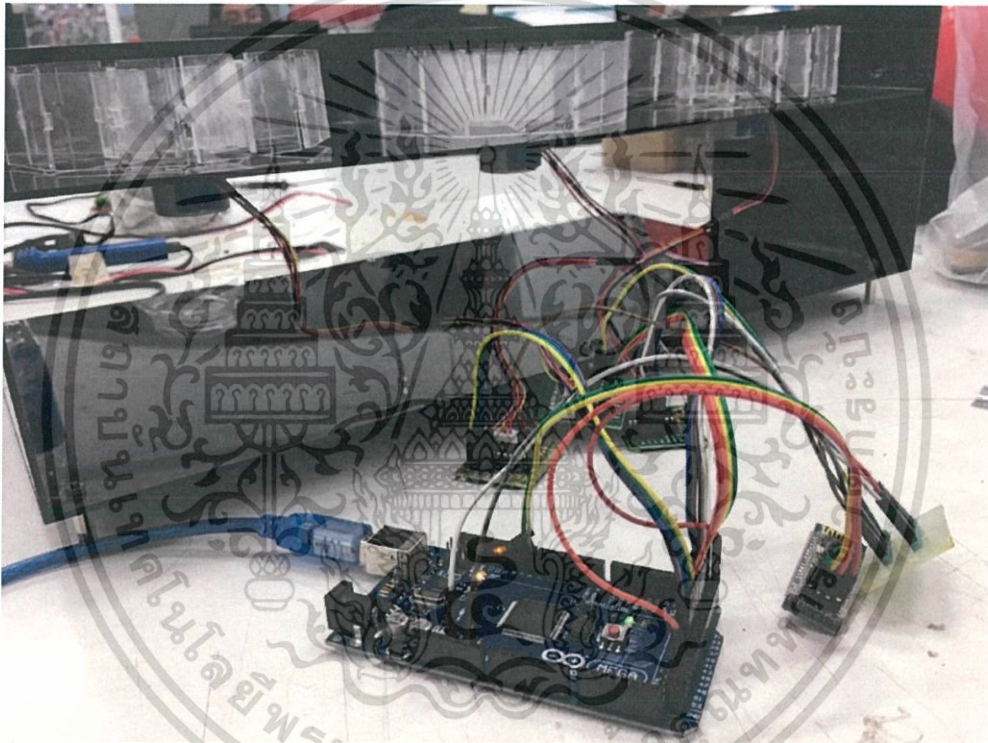
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การทดลองในส่วนของสเต็ปเปอร์มอเตอร์และบลูทูธ

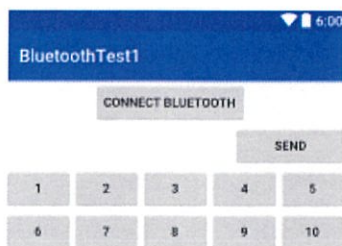
ในส่วนของ การทดลองนี้จะเป็นการเชื่อมต่อสเต็ปเปอร์มอเตอร์กับ Arduino Mega 2560, Drive Board Module ULN2003 และ Bluetooth Module HC-05 ดังรูปที่ 4.1 ตามวงจรรูปที่ 3.10



รูปที่ 4.1 การเชื่อมต่อวงจร

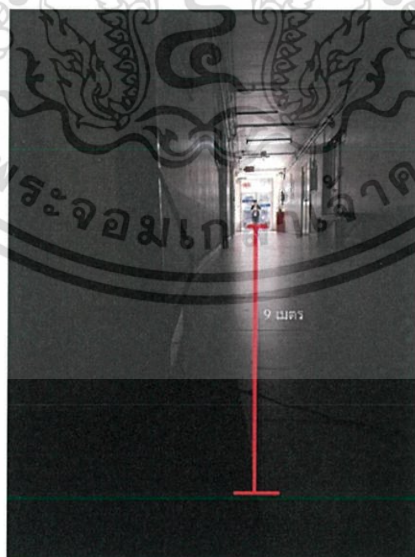
ในส่วนของบลูทูธได้ทำการออกแบบหน้าจอเพื่อค้นหาและเชื่อมต่ออุปกรณ์ไมโครคอนโทรเลอร์ และเขียนโค้ดบนจาวา เพื่อทดลองรับ – ส่งข้อมูล ได้ตามที่เรต้องการหรือไม่ ดังรูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 หน้าจอเพื่อทดลองรับ - ส่ง ข้อมูลจากแอปพลิเคชันกับบลูทูธ

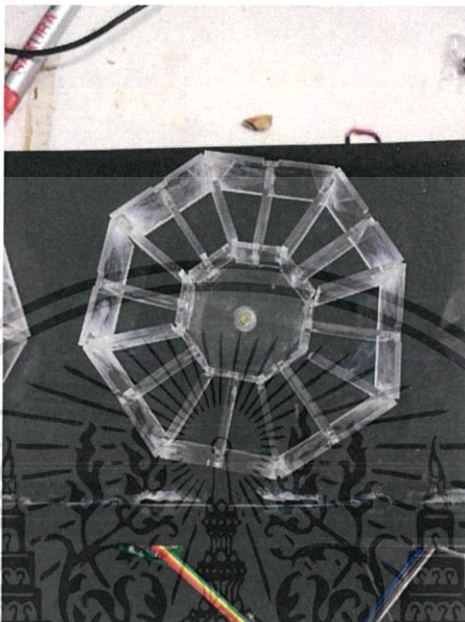
ในส่วนของการจัดเก็บผลในส่วนนี้คือการวัดระยะการใช้งานของโมดูลบลูทูธ HC-05 ซึ่งโมดูลจะติดอยู่กับเครื่องจ่ายยาและเชื่อมต่ออยู่กับ Arduino เพื่อเมื่อถึงเวลาที่จะต้องรับประทานยา จะใช้ในการติดต่อกับสมาร์ตโฟนได้ โดยระยะการทำงานของบลูทูธในการใช้งานสามารถใช้งานได้ไกลถึง 9 เมตร ดังรูปที่ 4.3 แต่ถ้ามากกว่า 9 เมตรในบางครั้งยังสามารถติดต่อกับอุปกรณ์ได้แต่การเชื่อมต่ออาจจะไม่เสถียร



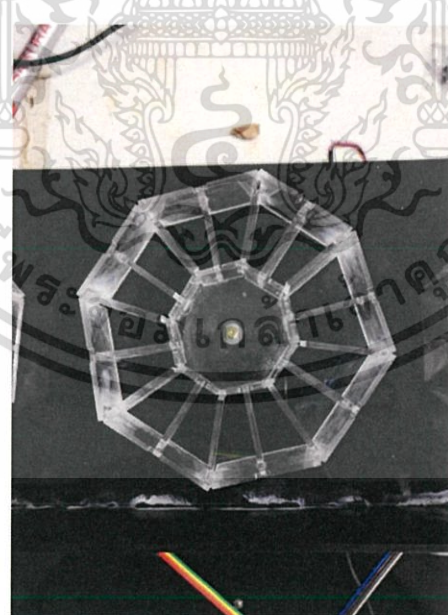
รูปที่ 4.3 วัดระยะการเชื่อมต่อบลูทูธระยะ 9 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์แล้ว จะทำการส่งค่า 1 จากแอปพลิเคชันไปยัง Arduino เพื่อให้สแต็ปเปอร์มอเตอร์หมุนไป 22.5 องศาตามรูปที่ 4.4 และ 4.5



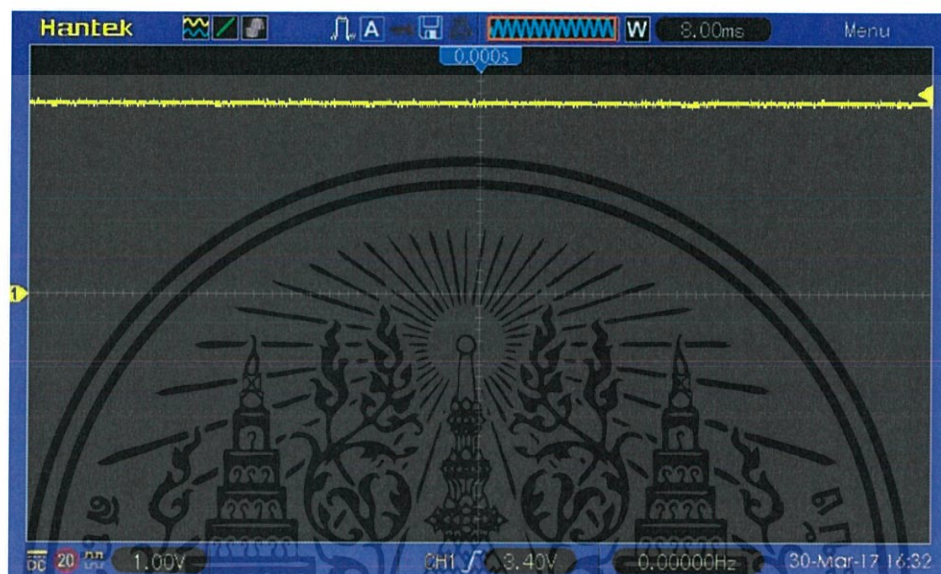
รูปที่ 4.4 สแต็ปเปอร์มอเตอร์ก่อนหมุน (22.5 องศา)



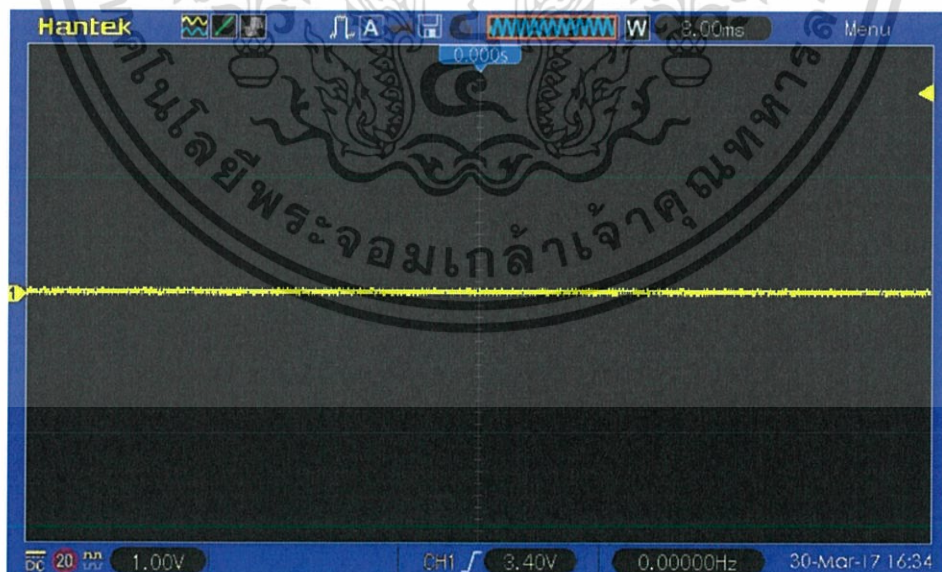
รูปที่ 4.5 สแต็ปเปอร์มอเตอร์หลังหมุน (22.5 องศา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องศาการหมุนของสเต็ปเปอร์มอเตอร์จะไม่เสถียร เนื่องจากกล่องคัตแยกเม็ดยาจะค่อนข้างติดกับพื้นผิวของตัวเครื่องทำให้มอเตอร์หมุนได้ไม่เต็มที่ ไม่ตรงกับองศาที่ตั้งไว้ หลังจากนั้นจะวัดสัญญาณแต่ละขาของมอเตอร์ โดยมีทั้งหมด 4 ขา ก่อนหมุน ดังรูปที่ 4.6, 4.7 และหลังหมุนดังรูปที่ 4.8

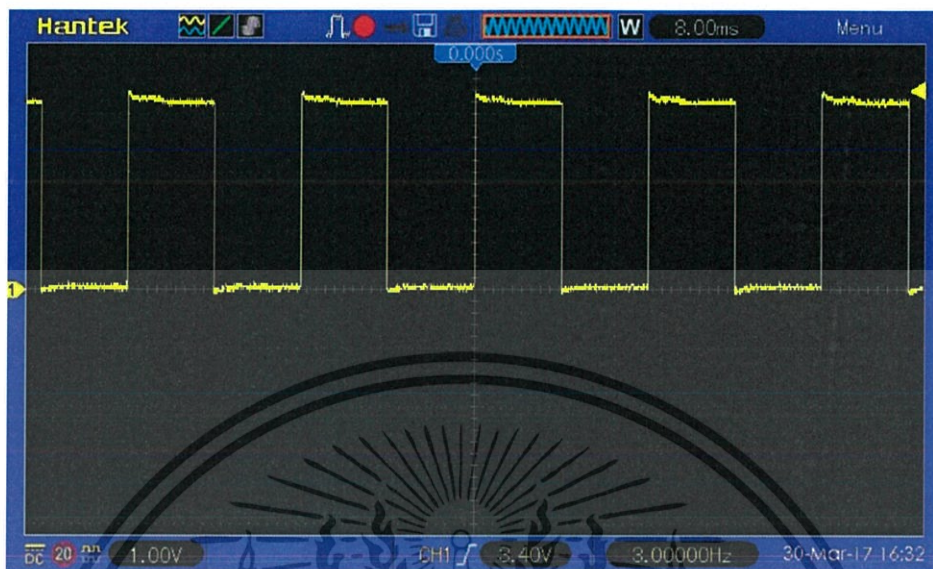


รูปที่ 4.6 ลักษณะสัญญาณของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ก่อนหมุนขาที่ 1 และ 3



รูปที่ 4.7 ลักษณะสัญญาณของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ก่อนหมุนขาที่ 2 และ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 ลักษณะสัญญาณของสเต็ปเปอร์มอเตอร์หลังหมุนขาที่ 1,2,3 และ 4

จากรูปที่ 4.6 และ 4.7 สัญญาณของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ก่อนหมุนขาที่ 1 และ 3 จะมีความต่างศักย์อยู่ที่ 3.2 V. ส่วนขาที่ 2 และ 4 จะมีความต่างศักย์อยู่ที่ 0 V. จากรูปที่ 4.8 สัญญาณของสเต็ปเปอร์มอเตอร์หลังหมุนขาที่ 1,2,3 และ 4 จะมีลักษณะเป็นสัญญาณพัลส์โดยจะมีความกว้างของพัลส์แต่ละลูกโดยประมาณ 4 ms. และมีความต่างศักย์อยู่ที่ 3.2 V.

4.2 การทดสอบระบบทั้งหมด

ในส่วนนี้จะเป็นการเชื่อมต่อแอปพลิเคชันกับเครื่องจ่ายยา โดยจะทำการตั้งวันเวลาและจำนวนยาที่จะต้องรับประทานบนแอปพลิเคชัน ดังรูปที่ 4.9 โดยจะแบ่งเป็น 5 กรณีดังนี้

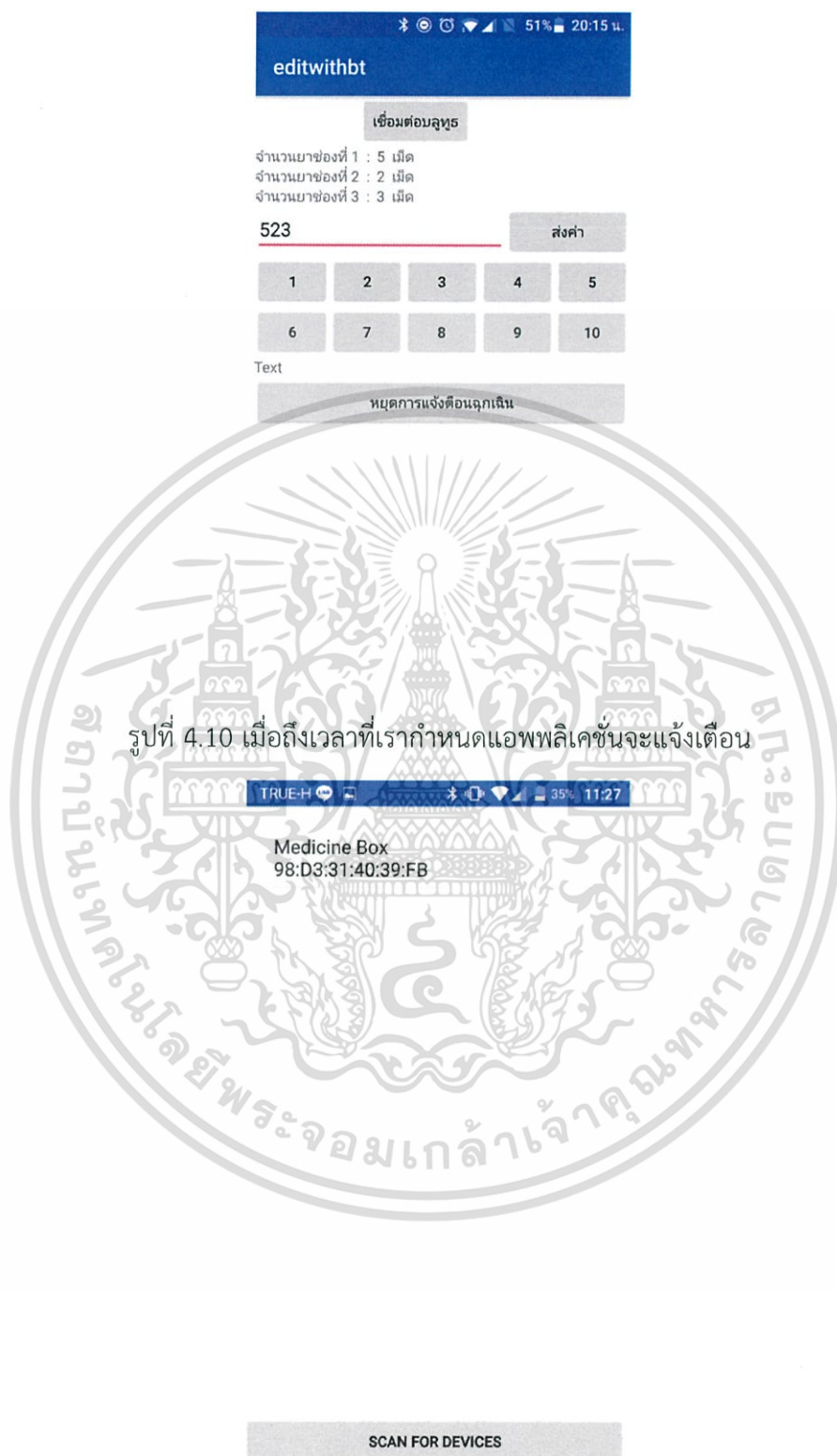
- 1.1) ช่องที่หนึ่ง 1 เม็ด ช่องที่สอง 1 เม็ด ช่องที่สาม 1 เม็ด (111)
- 1.2) ช่องที่หนึ่ง 1 เม็ด ช่องที่สาม 2 เม็ด (102)
- 1.3) ช่องที่หนึ่ง 2 เม็ด ช่องที่สอง 1 เม็ด (210)
- 1.4) ช่องที่สอง 2 เม็ด ช่องที่สาม 3 เม็ด (023)
- 1.5) ช่องที่สาม 2 เม็ด (002)

เมื่อถึงเวลาที่เรากำหนดแอปพลิเคชันจะแจ้งเตือน จะต้องกดส่งค่าดังรูปที่ 4.10 และต้องทำการเชื่อมต่อบลูทูธกับอุปกรณ์ที่ชื่อว่า Medicine Box ดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.9 การตั้งเวลาและวันที่ ที่ต้องการรับประทาน

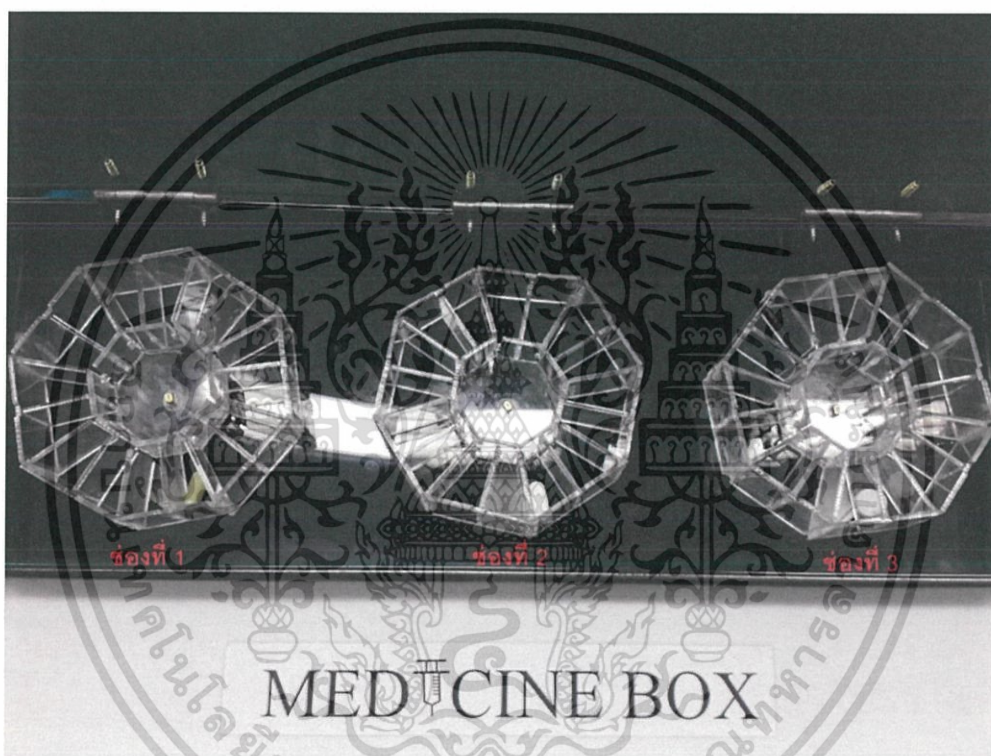
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 การเชื่อมต่อบลูทูธกับอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์แล้ว หน้าแอปพลิเคชันจะกลับมายังรูปที่ 4.10 ในหน้านี้ แอปพลิเคชันจะแสดงค่าที่ระบุไว้ของแต่ละกรณี หลังจากนั้นต้องกดส่งค่า เพื่อส่งข้อมูลไปยัง Arduino ทำให้เครื่องจ่ายยาทำงาน โดยสตีปเปอร์มอเตอร์แต่ละตัวจะหมุนองศาตามค่าที่ระบุไว้ คูณกับ 22.5 องศา เมื่อเครื่องจ่ายยาทำงานเสร็จแล้ว Arduino จะส่งข้อมูลมายังแอปพลิเคชัน เพื่อทำการปิดการแจ้งเตือน และทำการเก็บผลการทดลอง ดังตารางที่ 4.1 , 4.2 , 4.3 , 4.4 และ 4.5



รูปที่ 4.12 ช่องจ่ายยาในกรณีที่ 1 โดยช่องที่หนึ่ง 1 เม็ด ช่องที่สอง 1 เม็ด ช่องที่สาม 1 เม็ด

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองกรณีที่ 1 ช่องที่หนึ่ง 1 เม็ด ช่องที่สอง 1 เม็ด ช่องที่สาม 1 เม็ด (111)

ช่อง ยาที่	ผลการทดลองครั้งที่ (เม็ด)										เฉลี่ย (เม็ด)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0.8
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 ช่องจ่ายยาในกรณีที่มี 2 โดยช่องที่หนึ่ง 1 เม็ด ช่องที่สาม 2 เม็ด

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองกรณีที่มี 2 ช่องที่หนึ่ง 1 เม็ด ช่องที่สาม 2 เม็ด (102)

ช่องยาที่	ผลการทดลองครั้งที่ (เม็ด)										เฉลี่ย (เม็ด)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0.9
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 ช่องจ่ายยาในกรณีที่มี 3 ช่อง โดยช่องที่หนึ่ง 2 เม็ด ช่องที่สอง 1 เม็ด

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองกรณีที่มี 3 ช่องที่หนึ่ง 2 เม็ด ช่องที่สอง 1 เม็ด (210)

ช่อง ยาที่	ผลการทดลองครั้งที่ (เม็ด)										เฉลี่ย (เม็ด)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	2	1	2	1	2	2	2	2	1	2	1.7
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 ช่องจ่ายยาในกรณีนี้ 4 โดยช่องที่สอง 2 เม็ด ช่องที่สาม 3 เม็ด

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองกรณีนี้ 4 ช่องที่สอง 2 เม็ด ช่องที่สาม 3 เม็ด (023)

ช่องยาที่	ผลการทดลองครั้งที่ (เม็ด)										เฉลี่ย (เม็ด)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 ช่องจ่ายยาในกรณีที่ 5 โดยช่องที่สาม 2 เม็ด

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองกรณีที่ 5 ช่องที่สาม 2 เม็ด (002)

ช่องยาที่	ผลการทดลองครั้งที่ (เม็ด)										เฉลี่ย (เม็ด)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	1.8

จากตารางที่ 4.1 , 4.2 , 4.3 , 4.4 และ 4.5 พบว่า ในกรณีที่ 1 จำนวนเม็ดยาในช่องที่หนึ่งและช่องที่สามมีความคลาดเคลื่อน 20% และ 30% ตามลำดับ ในกรณีที่ 2 จำนวนเม็ดยาในช่องที่หนึ่งและช่องที่สามมีความคลาดเคลื่อน 10% และ 5% ตามลำดับ ในกรณีที่ 3 จำนวนเม็ดยาในช่องที่หนึ่งมีความคลาดเคลื่อน 15% ในกรณีที่ 4 จำนวนเม็ดยาในช่องที่สามมีความคลาดเคลื่อน 6.67% และในกรณีที่ 5 จำนวนเม็ดยาในช่องที่สามมีความคลาดเคลื่อน 10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการอภิปรายการผลทดลองข้างต้น พบว่าในช่องยาที่สองไม่มีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเลย ส่วนในช่องยาหนึ่งและสามนั้นยังมีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนค่อนข้างมาก เนื่องจากกล่องคัดแยกเม็ดยาจะค่อนข้างติดกับพื้นผิวของตัวเครื่องทำให้มอเตอร์หมุนได้ไม่เต็มที่และไม่ตรงกับองศาที่ตั้งไว้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ปริญญานิพนธ์ชิ้นนี้นำเสนอแบบจำลองเครื่องจ่ายยาส่วนบุคคลแจ้งเตือนด้วยสมาร์ทโฟนโดยจะแบ่งเป็นสองส่วนคือส่วนของแอปพลิเคชันเพื่อใช้ในการแจ้งเตือนและส่วนของเครื่องจ่ายยาเพื่อใช้ในการจ่ายยาเมื่อถึงเวลาที่กำหนดและส่งสัญญาณกลับไปยังแอปพลิเคชันเพื่อปิดการแจ้งเตือนโดยการติดต่อระหว่างสมาร์ทโฟนกับเครื่องจ่ายยาจะใช้อุปกรณ์บลูทูธ HC - 05 ในการติดต่อสื่อสารกัน ในส่วนของแบบจำลองเครื่องจ่ายยาส่วนบุคคล มีกลไกในการทำงานคือการใช้งานมอเตอร์ในการหมุนช่องใส่ยาที่ทางผู้จัดทำได้ออกแบบไว้เพื่อนำช่องใส่ยาออกไปในช่องที่กำหนดเอาไว้ โดยมี Driver board ในการขับมอเตอร์ให้หมุน ซึ่งเชื่อมต่ออยู่กับบอร์ด Arduino Mega 2560 ที่จะคอยรับค่าจากสมาร์ทโฟนและส่งให้มอเตอร์หมุนไปตามจุดที่กำหนดและเป็นส่วนที่คอยส่งค่ากลับไปยังสมาร์ทโฟนเพื่อทำการปิดการแจ้งเตือนอีกด้วย

การออกแบบด้านซอฟต์แวร์ในส่วนของเครื่องจ่ายยาจะใช้โปรแกรม Arduino เป็นโปรแกรมที่ใช้เขียนภาษา C โดยใช้ Arduino Mega 2560 ให้โปรแกรมควบคุมการหมุนของมอเตอร์ให้หมุนไปในทิศทางที่กำหนดและคอยรับและส่งข้อมูลระหว่างสมาร์ทโฟนกับตัวไมโครคอนโทรลเลอร์

การออกแบบด้านซอฟต์แวร์ในส่วนของแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนจะใช้โปรแกรม Android Studio เป็นโปรแกรมที่ใช้ภาษา Java ในการเขียนซึ่งสามารถกำหนดวัน เวลา และจำนวนยาที่ต้องการรับประทานยาได้เพื่อที่จะได้แจ้งเตือนตามกำหนดได้

ผลการทำงานของระบบพบว่าแอปพลิเคชันสามารถแจ้งเตือนได้ตามเวลาที่กำหนดโดยสามารถเชื่อมต่อกับเครื่องจ่ายยาและสามารถส่งการจ่ายยาได้จากบนแอปพลิเคชัน รวมถึงการปิดการแจ้งเตือนเมื่อเครื่องจ่ายยาได้จ่ายยาเรียบร้อยแล้ว และในส่วนของเครื่องจ่ายยาสามารถทำงานได้จริงตามวัตถุประสงค์ที่กล่าวไว้ข้างต้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

แบบจำลองเครื่องจ่ายยาส่วนบุคคลแจ้งเตือนด้วยสมาร์ทโฟนที่ได้จัดทำขึ้นในโครงการนี้สามารถเพิ่มเติมในส่วนของซอฟต์แวร์ให้มีความทำงานได้หลากหลายมากขึ้น รวมถึงการออกแบบตัวที่เก็บยาแบบใหม่เพื่อที่จะสามารถบรรจุเม็ดยาได้มากขึ้น และจากแบบจำลองเครื่องจ่ายยาส่วนบุคคลสามารถนำไปพัฒนาต่อเพื่อใช้ในสถานพยาบาลหรือสถานเอนามัยได้ เช่น การใช้งาน RFID Tags เพื่อใช้ในการระบุตัวผู้ป่วยและสามารถรับยาตามที่กำหนด แต่เนื่องจากเครื่องจ่ายยาเป็นแบบจำลอง จึงไม่ได้ใช้อุปกรณ์ที่มีราคาสูงและมีประสิทธิภาพมากนัก เมื่อส่วนของซอฟต์แวร์ทำงานร่วมกับฮาร์ดแวร์ จึงยังคงมีความคลาดเคลื่อนและผิดพลาดได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- [1] Siriwimon Sunthon. “บอร์ด Arduino Mega 2560.”
<http://mbeddedweekly.blogspot.com/2014/08/arduino-mega2560.html/>.
- [2] ArduinoAll. “คุณสมบัติของ Arduino Mega 2560.”
<http://www.arduinoall.com/product/17/arduino-mega-2560-r3/>.
- [3] Tokopedia. “ส่วนประกอบต่างๆ บนบอร์ด Arduino Mega 2560.”
<https://www.tokopedia.com/multicopter/arduino-mega-2560-open-source/>.
- [4] akexorcis. “Android Studio.”
<http://www.akexorcist.com/2015/04/20-reasons-why-should-we-use-android-studio.html/>.
- [5] nongtha57. “Java คืออะไร.”
<https://nongtha57.wordpress.com/%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B9%80%E0%B8%9B%E0%B9%87%E0%B8%99%E0%B8%A1%E0%B8%B2-java/>.
- [6] javastick. “ข้อดีข้อเสียของ Java.”
<http://javastick.web44.net/gbjava.html/>.
- [7] com360. “Bluetooth คืออะไร.”
<http://com360.blogspot.com/2011/01/bluetooth-bluetooth.html/>.
- [8] vcharkarn. “เทคโนโลยี Bluetooth.”
<http://www.vcharkarn.com/blog/91844/>.
- [9] ioxhop. “Bluetooth HC-05 module.”
<http://www.ioxhop.com/article/26/%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%83%E0%B8%8A%E0%B9%89%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99-%E0%B9%81%E0%B8%9A%E0%B8%9A%E0%B8%A5%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%AD%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%94/>.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[10] arduitrronics. “Arduino and Motor Control : Part 3 (Stepper Motor).”
<https://www.arduitronics.com/article/25/arduino-and-motor-control-part-3-stepper-motor>.

[11] inventor. “สตีปเปอร์มอเตอร์.”
<http://www.inventor.in.th/home/%E0%B8%AA%E0%B9%80%E0%B8%95%E0%B9%87%E0%B8%9B%E0%B9%80%E0%B8%9B%E0%B8%AD%E0%B8%A3%E0%B9%8C%E0%B8%A1%E0%B8%AD%E0%B9%80%E0%B8%95%E0%B8%AD%E0%B8%A3%E0%B9%8C/#.WOI5NG997IV>.

[12] arduinoall. “IC ULN2003.”
<https://www.arduinoall.com/product/202/ic-uln2003>.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

#include <SoftwareSerial.h>
#include <Stepper.h>

SoftwareSerial mySerial(10,11); // RX, TX
const int stepsPerRevolution = 135;
Stepper myStepper1(stepsPerRevolution, 22, 24, 26, 28);
Stepper myStepper2(stepsPerRevolution, 31, 33, 35, 37);
Stepper myStepper3(stepsPerRevolution, 38, 40, 42, 44);
char input1,input2,input3;
//char Send[7] = "DONELF";
int check1=0,check2=0,check3=0;
int loop1=0,loop2=0,loop3=0;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  mySerial.begin(9600);
  myStepper1.setSpeed(60);
  myStepper2.setSpeed(60);
  myStepper3.setSpeed(60);
}

void loop()
{
  do{
    delay(500);
    Serial.println("Startloop1");
    if(mySerial.available()>0) {
      input1 = mySerial.read();
      if(input1 == '0'){
        Serial.println("q");
        check1++;
      }
      else if(input1 == '1'){
        myStepper1.step(stepsPerRevolution);
        Serial.println("w");
        check1++;
      }
      else if(input1 == '2'){
myStepper1.step(stepsPerRevolution);myStepper1.step(stepsPerRevolution);
        Serial.println("e");
        check1++;
      }
      else if(input1 == '3'){

myStepper1.step(stepsPerRevolution);myStepper1.step(stepsPerRevolution);
        myStepper1.step(stepsPerRevolution);
        Serial.println("r");
        check1++;
      }
      else if(input1 == '4'){

myStepper1.step(stepsPerRevolution);myStepper1.step(stepsPerRevolution);

myStepper1.step(stepsPerRevolution);myStepper1.step(stepsPerRevolution);
        Serial.println("t");
        check1++;
      }
      else if(input1 == '5'){

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

myStepper1.step(stepsPerRevolution);myStepper1.step(stepsPerRevolution);

myStepper1.step(stepsPerRevolution);myStepper1.step(stepsPerRevolution);
    myStepper1.step(stepsPerRevolution);
    Serial.println("y");
    check1++;
}
else if(input1 == '6'){

myStepper1.step(stepsPerRevolution);myStepper1.step(stepsPerRevolution);

myStepper1.step(stepsPerRevolution);myStepper1.step(stepsPerRevolution);

myStepper1.step(stepsPerRevolution);myStepper1.step(stepsPerRevolution);
    Serial.println("u");
    check1++;
}
else if(input1 == '7'){

myStepper1.step(stepsPerRevolution);myStepper1.step(stepsPerRevolution);

myStepper1.step(stepsPerRevolution);myStepper1.step(stepsPerRevolution);

myStepper1.step(stepsPerRevolution);myStepper1.step(stepsPerRevolution);
    myStepper1.step(stepsPerRevolution);
    Serial.println("i");
    check1++;
}
}
}while(check1==0);

do{
check1=0;
loop1=1;
Serial.println("endloop1");
if(mySerial.available()>0){
input2 = mySerial.read();
if(input2 == '0'){
Serial.println("a");
check2++;
}
else if(input2 == '1'){
myStepper2.step(stepsPerRevolution);
Serial.println("s");
check2++;
}
else if(input2 == '2'){

myStepper2.step(stepsPerRevolution);myStepper2.step(stepsPerRevolution);
    Serial.println("d");
    check2++;
}
else if(input2 == '3'){

myStepper2.step(stepsPerRevolution);myStepper2.step(stepsPerRevolution);
    myStepper2.step(stepsPerRevolution);
    Serial.println("f");
    check2++;
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

else if(input2 == '4'){
myStepper2.step(stepsPerRevolution);myStepper2.step(stepsPerRevolution);
myStepper2.step(stepsPerRevolution);myStepper2.step(stepsPerRevolution);
  Serial.println("g");
  check2++;
}
else if(input2 == '5'){
myStepper2.step(stepsPerRevolution);myStepper2.step(stepsPerRevolution);
myStepper2.step(stepsPerRevolution);myStepper2.step(stepsPerRevolution);
  myStepper2.step(stepsPerRevolution);
  Serial.println("h");
  check2++;
}
else if(input2 == '6'){
myStepper2.step(stepsPerRevolution);myStepper2.step(stepsPerRevolution);
myStepper2.step(stepsPerRevolution);myStepper2.step(stepsPerRevolution);
myStepper2.step(stepsPerRevolution);myStepper2.step(stepsPerRevolution);
  Serial.println("j");
  check2++;
}
else if(input2 == '7'){
myStepper2.step(stepsPerRevolution);myStepper2.step(stepsPerRevolution);
myStepper2.step(stepsPerRevolution);myStepper2.step(stepsPerRevolution);
myStepper2.step(stepsPerRevolution);myStepper2.step(stepsPerRevolution);
  myStepper2.step(stepsPerRevolution);
  Serial.println("k");
  check2++;
}
}
}while(check2==0);

do{
check2=0;
loop2=1;
Serial.println("endloop2");
if(mySerial.available()>0) {
  input3 = mySerial.read();
  if(input3 == '0'){
    Serial.println("z");
    check3++;
  }
  else if(input3 == '1'){
    myStepper3.step(stepsPerRevolution);
    Serial.println("x");
    check3++;
  }
  else if(input3 == '2'){
myStepper3.step(stepsPerRevolution);myStepper3.step(stepsPerRevolution);
  Serial.println("c");
  check3++;
}
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    }
    else if(input3 == '3'){
myStepper3.step(stepsPerRevolution);myStepper3.step(stepsPerRevolution);
    myStepper3.step(stepsPerRevolution);
    Serial.println("v");
    check3++;
    }
    else if(input3 == '4'){
myStepper3.step(stepsPerRevolution);myStepper3.step(stepsPerRevolution);

myStepper3.step(stepsPerRevolution);myStepper3.step(stepsPerRevolution);
    Serial.println("b");
    check3++;
    }
    else if(input3 == '5'){
myStepper3.step(stepsPerRevolution);myStepper3.step(stepsPerRevolution);

myStepper3.step(stepsPerRevolution);myStepper3.step(stepsPerRevolution);
    myStepper3.step(stepsPerRevolution);
    Serial.println("n");
    check3++;
    }
    else if(input3 == '6'){
myStepper3.step(stepsPerRevolution);myStepper3.step(stepsPerRevolution);

myStepper3.step(stepsPerRevolution);myStepper3.step(stepsPerRevolution);
myStepper3.step(stepsPerRevolution);myStepper3.step(stepsPerRevolution);
    Serial.println("m");
    check3++;
    }
    else if(input3 == '7'){
myStepper3.step(stepsPerRevolution);myStepper3.step(stepsPerRevolution);

myStepper3.step(stepsPerRevolution);myStepper3.step(stepsPerRevolution);
myStepper3.step(stepsPerRevolution);myStepper3.step(stepsPerRevolution);
    myStepper3.step(stepsPerRevolution);
    Serial.println(",");
    check3++;
    }
    }
    }while(check3==0);
check3=0;
loop3=1;
Serial.println("endloop3");

    if(loop1==1 && loop2==1 && loop3==1){
mySerial.println("DONELF");
Serial.println("End");
loop1=0;loop2=0;loop3=0;
    }
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฟล์ activity_main.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<LinearLayout xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="match_parent"
    xmlns:app="http://schemas.android.com/apk/res-auto"
    android:orientation="vertical" >

    <ScrollView
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="match_parent">
        <LinearLayout
            android:layout_width="match_parent"
            android:layout_height="wrap_content"
            android:orientation="vertical">
            <LinearLayout
                android:layout_width="match_parent"
                android:layout_height="wrap_content"
                android:orientation="horizontal">
                <ImageView
                    android:layout_width="match_parent"
                    android:layout_height="match_parent"
                    android:layout_weight="2"
                    android:src="@drawable/kmitllogo"/>
                <ImageView
                    android:layout_width="match_parent"
                    android:layout_height="wrap_content"
                    android:adjustViewBounds="true"
                    android:src="@drawable/kmitl"
                    android:layout_weight="1"/>
            </LinearLayout>
            <TextView
                android:layout_width="match_parent"
                android:layout_height="wrap_content" />
            <LinearLayout
                android:layout_width="match_parent"
                android:layout_height="wrap_content"
                android:orientation="horizontal"
                android:weightSum="3">

                <TextView
                    android:layout_width="match_parent"
                    android:layout_height="wrap_content"
                    android:layout_weight="1"
                    android:gravity="center"
                    android:text="กรุณาใส่จำนวนยาที่ต้องการรับประทาน" />

            </LinearLayout>

            <TextView
                android:layout_width="match_parent"
                android:layout_height="wrap_content" />

            <LinearLayout
                android:layout_width="match_parent"
                android:layout_height="wrap_content"
                android:orientation="horizontal"
                android:weightSum="3">

                <TextView
                    android:layout_width="match_parent"
                    android:layout_height="wrap_content"
                    android:layout_weight="1"
                    android:gravity="center"
                    android:text="กรุณาใส่จำนวนยาที่ต้องการรับประทาน" />

                <TextView
                    android:layout_width="match_parent"
                    android:layout_height="wrap_content"
                    android:layout_weight="1"
                    android:gravity="center"
                    android:text="กรุณาใส่จำนวนยาที่ต้องการรับประทาน" />

                <TextView
                    android:layout_width="match_parent"
                    android:layout_height="wrap_content"
                    android:layout_weight="1"
                    android:gravity="center"
                    android:text="กรุณาใส่จำนวนยาที่ต้องการรับประทาน" />

            </LinearLayout>
        </LinearLayout>
    </ScrollView>
</LinearLayout>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

android:layout_height="wrap_content"
android:orientation="horizontal"
android:weightSum="3">

<Button
    android:id="@+id/btn1"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_weight="1"
    android:background="@drawable/round_edge"
    android:text="ช่องยาที่ 1" />

<Button
    android:id="@+id/btn2"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_weight="1"
    android:background="@drawable/round_edge"
    android:text="ช่องยาที่ 2" />

<Button
    android:id="@+id/btn3"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_weight="1"
    android:background="@drawable/round_edge"
    android:text="ช่องยาที่ 3" />
</LinearLayout>
<LinearLayout
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:orientation="horizontal"
    android:weightSum="3">
<EditText
    android:id="@+id/result1"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_weight="1"
    android:gravity="center"
    android:inputType="number"
    android:maxLines="1"
    android:maxLength="1"
    android:text="0"
    />

<EditText
    android:id="@+id/result2"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_weight="1"
    android:gravity="center"
    android:inputType="number"
    android:maxLines="1"
    android:maxLength="1"
    android:text="0"
    />

<EditText

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        android:id="@+id/result3"
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:layout_weight="1"
        android:gravity="center"
        android:inputType="number"
        android:maxLines="1"
        android:maxLength="1"
        android:text="0"
    />
</LinearLayout>

<LinearLayout
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:orientation="vertical">

    <TextView
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content" />

    <TextView
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:text="ตั้งวันที่ต้องการรับประทาน" />

    <DatePicker
        android:id="@+id/datePicker1"
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="match_parent"
        android:calendarViewShown="false"
        android:datePickerMode="spinner"></DatePicker>

    <LinearLayout
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:orientation="horizontal">

        <TextView
            android:layout_width="match_parent"
            android:layout_height="wrap_content"
            android:text="ตั้งเวลาที่ต้องการรับประทาน"
            android:id="@+id/textView"
            android:layout_weight="1" />

    </LinearLayout>

    <TimePicker
        android:id="@+id/timePicker"
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="match_parent"
        android:timePickerMode="spinner"

    ></TimePicker>

    <LinearLayout
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:orientation="horizontal">

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        <TextView
            android:id="@+id/TextTime"
            android:layout_width="match_parent"
            android:layout_height="match_parent"
            android:layout_weight="1" />
    </LinearLayout>

</LinearLayout>

<TextView
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="match_parent"
    android:text="ตั้งซ้ำ" />

<LinearLayout
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:orientation="vertical">

    <com.nex3z.togglebuttongroup.MultiSelectToggleGroup
        android:id="@+id/multi_selection_group"
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:textSize="16sp"
        android:textColor="@color/selector_text"
        android:saveEnabled="true"
        app:tbgTextButtons="@array/weekdays"
        app:tbgFlow="false"
        app:tbgButtonSpacing="auto"
        app:tbgAnimationType="scale"/>

</LinearLayout>

<LinearLayout
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:orientation="horizontal">

    <Button
        android:id="@+id/btncancel"
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:layout_weight="1"
        android:text="ยกเลิกการรับประทานยา"
        />

    <Button
        android:id="@+id/btnconfirm"
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:layout_weight="1"
        android:text="ตั้งเวลารับประทานยา" />

</LinearLayout>

<TextView
    android:id="@+id/info"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content" />

</LinearLayout>

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    </ScrollView>
</LinearLayout>

```

ส่วนของ MainActivity.java

```

package com.example.automedicone.editwithbt;
import android.app.AlarmManager;
import android.app.AlertDialog;
import android.app.PendingIntent;
import android.content.Context;
import android.content.DialogInterface;
import android.content.Intent;
import android.icu.util.Calendar;
import android.media.RingtoneManager;
import android.net.Uri;
import android.os.Parcelable;
import android.support.v7.app.AppCompatActivity;
import android.os.Bundle;
import android.util.Log;
import android.view.View;
import android.widget.Button;
import android.widget.DatePicker;
import android.widget.EditText;
import android.widget.TextView;
import android.widget.TimePicker;

import com.nex3z.togglebuttongroup.SingleSelectToggleGroup;

import java.util.Arrays;
import java.util.List;

public class MainActivity extends AppCompatActivity implements
View.OnClickListener {

    int Hour = 0;
    int Minute = 0;

    AlarmManager alarm manager;
    PendingIntent pendingIntent;

    Button btncancel;
    Button btnconfirm;

    EditText result1;
    EditText result2;
    EditText result3;

    TextView info;

    DatePicker datePicker;
    TimePicker timePicker;

    Uri uriAlarm, uriNotification, uriRingtone;

    final static int RQS_RINGTONEPICKER = 1;

    final static int RQS_1 = 1;

```

@Override

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
    super.onCreate(savedInstanceState);
    setContentView(R.layout.activity_main);

    uriAlarm =
RingtoneManager.getDefaultUri(RingtoneManager.TYPE_ALARM);

    alarm_manager = (AlarmManager) getSystemService(ALARM_SERVICE);

    btncancel = (Button) findViewById(R.id.btncancel);
    btnconfirm = (Button) findViewById(R.id.btnconfirm);
    result1 = (EditText) findViewById(R.id.result1);
    result2 = (EditText) findViewById(R.id.result2);
    result3 = (EditText) findViewById(R.id.result3);

    datePicker = (DatePicker) findViewById(R.id.datePicker1);
    timePicker = (TimePicker) findViewById(R.id.timePicker);

    info = (TextView) findViewById(R.id.info);

    //////ตั้งเวลาให้เป็น 24 ชั่วโมง//////
    timePicker.setIs24HourView(true);

    //////ส่วนของการตั้งเวลา//////
    btnconfirm.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
        @Override
        public void onClick(View view) {
            AlertDialog.Builder alertDialog = new
AlertDialog.Builder(MainActivity.this);

            alertDialog.setTitle("ยืนยันการตั้งเวลา");
            alertDialog.setMessage("ท่านต้องการตั้งเวลารับประทานยาหรือไม่ ?");
            alertDialog.setIcon(R.drawable.ic_launcher);

            alertDialog.setPositiveButton("ใช่",
                new DialogInterface.OnClickListener() {
                    public void onClick(DialogInterface
dialog,int which) {
                        Log.d("TEST", "HOUR " + Hour + ":" +
Minute);
                        setAlarm(uriAlarm);
                    }
                });

            alertDialog.setNegativeButton("ไม่",
                new DialogInterface.OnClickListener() {
                    public void onClick(DialogInterface dialog,
int which) {

                        //คลิกไม่ cancel dialog
                        dialog.cancel();
                    }
                });

            alertDialog.show();
        }
    });
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

////////ยกเลิกการตั้งเวลา////////
btncancel.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
    @Override
    public void onClick(View view) {
        Intent intentstop = new Intent(MainActivity.this,
AlarmReceiver.class);
        PendingIntent pendingIntent = PendingIntent.getBroadcast(
            getBaseContext(),
            RQS_1,
            intentstop,
            PendingIntent.FLAG_CANCEL_CURRENT);
        AlarmManager alarmManagerstop = (AlarmManager)
getSystemService(ALARM_SERVICE);
        alarmManagerstop.cancel(pendingIntent);
        info.setText("Alarm is cancel");
    }
});

}

////////ส่วนของการตั้งเวลา////////
private void setAlarm(Uri passuri){
    Calendar cal = Calendar.getInstance();
    cal.set(datePicker.getYear(),
        datePicker.getMonth(),
        datePicker.getDayOfMonth(),
        timePicker.getHour(),
        timePicker.getMinute(),
        00);

    String passString = passuri.toString();
    info.setText("Alarm is set " + cal.getTime());

    Intent intent = new Intent(getBaseContext(),
AlarmReceiver.class);
    intent.putExtra("KEY_TONE_URL", passString);

    int sumfinal1 = 0;
    int sumfinal2 = 0;
    int sumfinal3 = 0;
    try {
        sumfinal1 = Integer.parseInt(result1.getText().toString());
    }catch (NumberFormatException e){
    }
    try {
        sumfinal2 = Integer.parseInt(result2.getText().toString());
    }catch (NumberFormatException e){
    }
    try {
        sumfinal3 = Integer.parseInt(result3.getText().toString());
    }catch (NumberFormatException e) {
    }

    ////////////Convert int to String//////////
    String sum1_string = String.valueOf(sumfinal1);
    String sum2_string = String.valueOf(sumfinal2);
    String sum3_string = String.valueOf(sumfinal3);
    ////////////Sendind data//////////
    intent.putExtra("MyValue1", sum1_string);
    intent.putExtra("MyValue2", sum2_string);
    intent.putExtra("MyValue3", sum3_string);
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    Log.d("TEST", "Tube1 : " + sum1_string + " : " + "Tube2 : " +
sum2_string + " : " + "Tube3 : " + sum3_string );

    PendingIntent pendingIntent = PendingIntent.getBroadcast(
        getBaseContext(),
        RQS_1,
        intent,
        PendingIntent.FLAG_CANCEL_CURRENT);

    AlarmManager alarmManager =
(AlarmManager) getSystemService(Context.ALARM_SERVICE);
    alarmManager.set(AlarmManager.RTC_WAKEUP, cal.getTimeInMillis(),
pendingIntent);
}

//Detect Back Button
@Override
public void onBackPressed() {

    AlertDialog.Builder alertDialog = new
AlertDialog.Builder(MainActivity.this);

    alertDialog.setTitle("Confirm Exit...");
    alertDialog.setMessage("คุณต้องการออกจากโปรแกรมหรือไม่?");
    alertDialog.setIcon(R.drawable.ic_launcher);
    alertDialog.setPositiveButton("ใช่",
        new DialogInterface.OnClickListener() {
            public void onClick(DialogInterface dialog,int which)
            {
                //คลิกใช่ ออกจากโปรแกรม
                Intent intent = new Intent(Intent.ACTION_MAIN);
                intent.addCategory(Intent.CATEGORY_HOME);
                intent.setFlags(Intent.FLAG_ACTIVITY_CLEAR_TOP);
                startActivity(intent);
                finish();
                System.exit(0);
            }
        });

    alertDialog.setNegativeButton("ไม่",
        new DialogInterface.OnClickListener() {
            public void onClick(DialogInterface dialog,int which)
            {
                //คลิกไม่ cancel dialog
                dialog.cancel();
            }
        });

    alertDialog.show();

}

@Override
public void onClick(View view) {
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

ไฟล์ activity_second.xml
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<LinearLayout xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="match_parent"
    android:orientation="vertical">

    <LinearLayout
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:orientation="vertical"
        android:paddingLeft="100dp">

        <Button
            android:id="@+id/btnConnect"
            android:layout_width="wrap_content"
            android:layout_height="wrap_content"
            android:layout_alignParentRight="true"
            android:layout_alignParentTop="true"
            android:text="เชื่อมต่อลู่ท่อ"
            />
    </LinearLayout>

    <LinearLayout
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:orientation="horizontal">

        <TextView
            android:id="@+id/Texttube1"
            android:layout_width="match_parent"
            android:layout_height="wrap_content"
            android:layout_weight="1"/>
    </LinearLayout>

    <LinearLayout
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:orientation="horizontal">

        <TextView
            android:id="@+id/Texttube2"
            android:layout_width="match_parent"
            android:layout_height="wrap_content"
            android:layout_weight="1"/>
    </LinearLayout>

    <LinearLayout
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:orientation="horizontal">
        <TextView
            android:id="@+id/Texttube3"
            android:layout_width="match_parent"
            android:layout_height="wrap_content"
            android:layout_weight="1"/>
    </LinearLayout>

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

</LinearLayout>
<LinearLayout
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:orientation="horizontal">

    <EditText
        android:id="@+id/edittext1"
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:layout_weight="1"
        android:lines="1"
        android:inputType="number"/>

    <Button
        android:id="@+id/btnSend0"
        android:layout_weight="2"
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:text="ส่งค่า"/>
</LinearLayout>

<LinearLayout
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_alignParentTop="true"
    android:layout_alignParentLeft="true"
    android:layout_alignParentStart="true"
    android:orientation="horizontal">

    <Button
        android:layout_weight="1"
        android:id="@+id/btnSend1"
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:text="1"
        />

    <Button
        android:layout_weight="1"
        android:id="@+id/btnSend2"
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:text="2" />

    <Button
        android:layout_weight="1"
        android:id="@+id/btnSend3"
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:text="3"
        />

    <Button
        android:layout_weight="1"
        android:id="@+id/btnSend4"
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:text="4"
        />

    <Button

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        android:layout_weight="1"
        android:id="@+id/btnSend5"
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:text="5"
    />
</LinearLayout>

<LinearLayout
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_alignParentTop="true"
    android:layout_alignParentLeft="true"
    android:layout_alignParentStart="true"
    android:orientation="horizontal">

    <Button
        android:layout_weight="1"
        android:id="@+id/btnSend6"
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:text="6"
    />
    <Button
        android:layout_weight="1"
        android:id="@+id/btnSend7"
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:text="7" />
    <Button
        android:layout_weight="1"
        android:id="@+id/btnSend8"
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:text="8"
    />
    <Button
        android:layout_weight="1"
        android:id="@+id/btnSend9"
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:text="9"
    />
    <Button
        android:layout_weight="1"
        android:id="@+id/btnSend10"
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:text="10"
    />
</LinearLayout>

<TextView
    android:id="@+id/secinfo"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content" />

<Button
    android:id="@+id/stop"
    android:layout_width="match_parent"

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        android:layout_height="wrap_content"
        android:text="หยุดการแจ้งเตือนลูกเงิน"/>
</LinearLayout>

```

ไฟล์ Secondactivity.java

```

package com.example.automedicone.editwithbt;

import android.app.Activity;
import android.app.KeyguardManager;
import android.bluetooth.BluetoothAdapter;
import android.content.Context;
import android.content.DialogInterface;
import android.content.Intent;
import android.media.MediaPlayer;
import android.media.Ringtone;
import android.media.RingtoneManager;
import android.net.Uri;
import android.os.PowerManager;
import android.support.v7.app.AlertDialog;
import android.support.v7.app.AppCompatActivity;
import android.os.Bundle;
import android.view.View;
import android.view.WindowManager;
import android.widget.Button;
import android.widget.EditText;
import android.widget.TextView;
import android.widget.Toast;
import android.os.Vibrator;
import app.akexorcist.bluetoothspp.library.BluetoothSPP;
import app.akexorcist.bluetoothspp.library.BluetoothState;
import app.akexorcist.bluetoothspp.library.DeviceList;

public class SecondActivity extends AppCompatActivity {

    BluetoothSPP bt;

    TextView secInfo , Texttube1 , Texttube2 , Texttube3 ;
    Button btnStop;
    EditText editeText1;
    Vibrator vibrator;
    PowerManager.WakeLock wakeLock;
    Ringtone ringTone;
    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_second);

        ////////////////////////////////////WAKE LOCK////////////////////////////////////
        PowerManager powerManager = (PowerManager)
getSystemService(Context.POWER_SERVICE);
        wakeLock =
powerManager.newWakeLock (PowerManager.PARTIAL_WAKE_LOCK,"My Wakelock");
        wakeLock.acquire ();
        ////////////////////////////////////

        //////////////////////////////////// VIBRATION ////////////////////////////////////
        // Get instance of Vibrator from current Context
        vibrator = (Vibrator) getSystemService(Context.VIBRATOR_SERVICE);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

// Start without a delay
// Vibrate for 1000 milliseconds
// Sleep for 1000 milliseconds
long[] pattern = {0, 1000, 1000};

// The '0' here means to repeat indefinitely
// '0' is actually the index at which the pattern keeps repeating
from (the start)
// To repeat the pattern from any other point, you could increase
the index, e.g. '1'
vibrator.vibrate(pattern, 0);

//////////Recieves Data ////////////
String tube1 = getIntent().getStringExtra("MyValue1");
String tube2 = getIntent().getStringExtra("MyValue2");
String tube3 = getIntent().getStringExtra("MyValue3");

editText1 = (EditText) findViewById(R.id.edittext1);
Texttube1 = (TextView) findViewById(R.id.Texttube1);
Texttube2 = (TextView) findViewById(R.id.Texttube2);
Texttube3 = (TextView) findViewById(R.id.Texttube3);
secInfo = (TextView) findViewById(R.id.secinfo);
btnStop = (Button) findViewById(R.id.stop);

editText1.setText(tube1 + tube2 + tube3);
Texttube1.setText("จำนวนครั้งที่ 1 : " + tube1 + " เม็ด");
Texttube2.setText("จำนวนครั้งที่ 2 : " + tube2 + " เม็ด");
Texttube3.setText("จำนวนครั้งที่ 3 : " + tube3 + " เม็ด");

String stringUri =
getIntent().getStringExtra("SEC_RINGTONE_URI");
Uri uri = Uri.parse(stringUri);
secInfo.setText("Text");

final MediaPlayer mediaPlayer = MediaPlayer.create(this,
R.raw.elegant);
mediaPlayer.start();
mediaPlayer.setLooping(true);

btnStop.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
@Override
public void onClick(View v) {
mediaPlayer.stop();
vibrator.cancel();

Intent intent = new Intent(SecondActivity.this,
MainActivity.class);
startActivity(intent);
finish();
}
});

bt = new BluetoothSPP(this);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        if(!bt.isBluetoothAvailable()) {
            Toast.makeText(getApplicationContext(), "Bluetooth is not
available"
            , Toast.LENGTH_SHORT).show();
            finish();
        }

        bt.setOnDataReceivedListener(new
BluetoothSPP.OnDataReceivedListener() {
            public void onDataReceived(byte[] data, String message) {
                ////////////////////////////////// ส่วนของการหยุดการทำงานของบลูทูธ
                //////////////////////////////////
                if (message.equals("DONELF")) {
                    Toast.makeText(getApplicationContext(), "FINISHED",
Toast.LENGTH_SHORT).show();
                    mediaPlayer.stop();
                    Intent intent = new Intent(SecondActivity.this,
MainActivity.class);
                    startActivity(intent);
                    vibrator.cancel();
                    onDestroy();
                    finish();
                }
            }
        });

        bt.setBluetoothConnectionListener(new
BluetoothSPP.BluetoothConnectionListener() {
            public void onDeviceConnected(String name, String address) {
                Toast.makeText(getApplicationContext(), "Connected to " +
name + "\n" + address
                , Toast.LENGTH_SHORT).show();
            }

            public void onDeviceDisconnected() {
                Toast.makeText(getApplicationContext(), "Connection lost"
                , Toast.LENGTH_SHORT).show();
            }

            public void onDeviceConnectionFailed() {
                Toast.makeText(getApplicationContext(), "Unable to
connect"
                , Toast.LENGTH_SHORT).show();
            }
        });

        Button btnConnect = (Button)findViewById(R.id.btnConnect);
        btnConnect.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
            public void onClick(View v) {
                if(bt.getServiceState() ==
BluetoothState.STATE_CONNECTED) {
                    bt.disconnect();
                } else {
                    Intent intent = new Intent(getApplicationContext(),
DeviceList.class);
                    startActivityForResult(intent,
BluetoothState.REQUEST_CONNECT_DEVICE);
                }
            }
        });

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    });

}

@Override
/////ส่วนที่ทำไมกดย้อนกลับไม่ได้/////v
public void onBackPressed(){
}

public void onDestroy() {
    super.onDestroy();

    bt.stopService();
}

public void onStart() {
    super.onStart();
    if(!bt.isBluetoothEnabled()) {
        Intent intent= new
Intent(BluetoothAdapter.ACTION_REQUEST_ENABLE);
startActivityForResult(intent,
BluetoothState.REQUEST_ENABLE_BT);
    } else {
        if(!bt.isServiceAvailable()) {
            bt.setupService();
            bt.startService(BluetoothState.DEVICE_OTHER);
            setup();
        }
    }
}

public void setup() {
    Button btnSend0 = (Button)findViewById(R.id.btnSend0);
    final EditText edittext1 =
(EditText)findViewById(R.id.edittext1);
    btnSend0.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
        @Override
        public void onClick(View view) {
            String Message = edittext1.getText().toString();
            if(Message.length() == 3){
                bt.send(Message,true);
                Toast.makeText(getApplicationContext()
                    ,"Message Sent"
                    ,Toast.LENGTH_SHORT).show();
            }
            else {
                Toast.makeText(getApplicationContext()
                    ,"Please put the number"
                    ,Toast.LENGTH_SHORT).show();
            }
        }
    }
});

    Button btnSend1 = (Button)findViewById(R.id.btnSend1);
    btnSend1.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        public void onClick(View v){
            bt.send("1", true);
        }
    });

    Button btnSend2 = (Button)findViewById(R.id.btnSend2);
    btnSend2.setOnClickListener(new View.OnClickListener(){

        public void onClick(View v){
            bt.send("2", true);
        }
    });

    Button btnSend3 = (Button)findViewById(R.id.btnSend3);
    btnSend3.setOnClickListener(new View.OnClickListener(){

        public void onClick(View v){
            bt.send("3", true);
        }
    });

    Button btnSend4 = (Button)findViewById(R.id.btnSend4);
    btnSend4.setOnClickListener(new View.OnClickListener(){

        public void onClick(View v){
            bt.send("4", true);
        }
    });

    Button btnSend5 = (Button)findViewById(R.id.btnSend5);
    btnSend5.setOnClickListener(new View.OnClickListener(){

        public void onClick(View v){
            bt.send("5", true);
        }
    });

    Button btnSend6 = (Button)findViewById(R.id.btnSend6);
    btnSend6.setOnClickListener(new View.OnClickListener(){

        public void onClick(View v){
            bt.send("6", true);
        }
    });

    Button btnSend7 = (Button)findViewById(R.id.btnSend7);
    btnSend7.setOnClickListener(new View.OnClickListener(){

        public void onClick(View v){
            bt.send("7", true);
        }
    });

    Button btnSend8 = (Button)findViewById(R.id.btnSend8);
    btnSend8.setOnClickListener(new View.OnClickListener(){

        public void onClick(View v){
            bt.send("8", true);
        }
    });

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


```
secIntent.putExtra("MyValue1", MyValue1);  
secIntent.putExtra("MyValue2", MyValue2);  
secIntent.putExtra("MyValue3", MyValue3);  
context.startActivity(secIntent);  
  
}  
}
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RobotShop

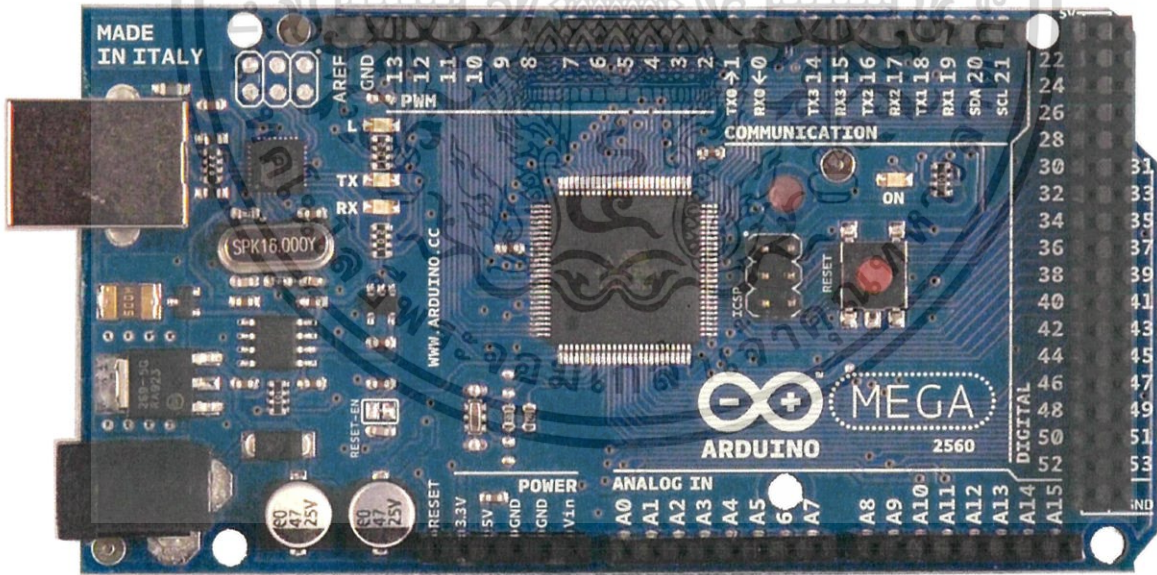
www.robotshop.com



La robotique à votre service! - Robotics at your service!



Arduino Mega 2560 Datasheet



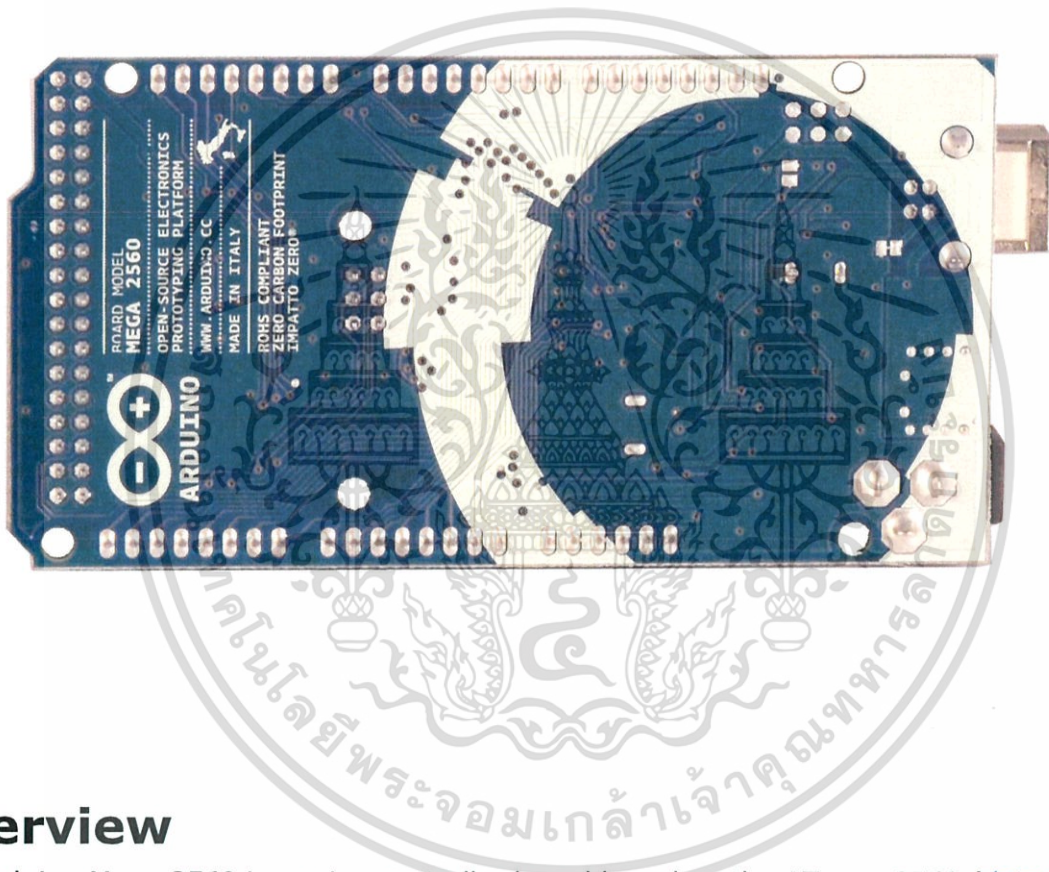
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



www.robotshop.com



La robotique à votre service! - Robotics at your service!



Overview

The Arduino Mega 2560 is a microcontroller board based on the ATmega2560 ([datasheet](#)). It has 54 digital input/output pins (of which 14 can be used as PWM outputs), 16 analog inputs, 4 UARTs (hardware serial ports), a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started. The Mega is compatible with most shields designed for the Arduino Duemilanove or Diecimila.

Schematic & Reference Design

EAGLE files: [arduino-mega2560-reference-design.zip](#)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



www.robotshop.com



La robotique à votre service! - Robotics at your service!

Schematic: [arduino-mega2560-schematic.pdf](#)

Summary

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 14 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz

Power

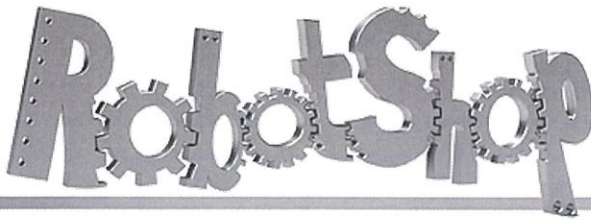
The Arduino Mega can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically.

External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The Mega2560 differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega8U2 programmed as a USB-to-serial converter.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



www.robotshop.com



La robotique à votre service! - Robotics at your service!

The power pins are as follows:

- **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** The regulated power supply used to power the microcontroller and other components on the board. This can come either from VIN via an on-board regulator, or be supplied by USB or another regulated 5V supply.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

Memory

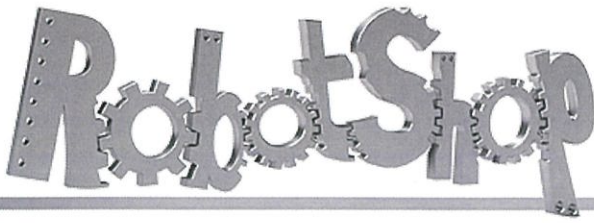
The ATmega2560 has 256 KB of flash memory for storing code (of which 8 KB is used for the bootloader), 8 KB of SRAM and 4 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

Input and Output

Each of the 54 digital pins on the Mega can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial: 0 (RX) and 1 (TX); Serial 1: 19 (RX) and 18 (TX); Serial 2: 17 (RX) and 16 (TX); Serial 3: 15 (RX) and 14 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. Pins 0 and 1 are also connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip.
- **External Interrupts: 2 (interrupt 0), 3 (interrupt 1), 18 (interrupt 5), 19 (interrupt 4), 20 (interrupt 3), and 21 (interrupt 2).** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- **PWM: 0 to 13.** Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.
- **SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS).** These pins support SPI communication using the [SPI library](#). The SPI pins are also broken out on the ICSP header, which is physically compatible with the Uno, Duemilanove and Diecimila.
- **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



www.robotshop.com



La robotique à votre service! - Robotics at your service!

value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.

- **I2C: 20 (SDA) and 21 (SCL).** Support I2C (TWI) communication using the [Wire library](#) (documentation on the Wiring website). Note that these pins are not in the same location as the I2C pins on the Duemilanove or Diecimila.

The Mega2560 has 16 analog inputs, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though it is possible to change the upper end of their range using the AREF pin and `analogReference()` function.

There are a couple of other pins on the board:

- **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with `analogReference()`.
- **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

Communication

The Arduino Mega2560 has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega2560 provides four hardware UARTs for TTL (5V) serial communication. An ATmega8U2 on the board channels one of these over USB and provides a virtual com port to software on the computer (Windows machines will need a .inf file, but OSX and Linux machines will recognize the board as a COM port automatically). The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the ATmega8U2 chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A [SoftwareSerial library](#) allows for serial communication on any of the Mega2560's digital pins.

The ATmega2560 also supports I2C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a `Wire` library to simplify use of the I2C bus; see the [documentation on the Wiring website](#) for details. For SPI communication, use the [SPI library](#).

Programming

The Arduino Mega can be programmed with the Arduino software ([download](#)). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The ATmega2560 on the Arduino Mega comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



www.robotshop.com



La robotique à votre service! - Robotics at your service!

communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)).

You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see [these instructions](#) for details.

Automatic (Software) Reset

Rather than requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Mega2560 is designed in a way that allows it to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of the ATmega8U2 is connected to the reset line of the ATmega2560 via a 100 nanofarad capacitor. When this line is asserted (taken low), the reset line drops long enough to reset the chip. The Arduino software uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the Arduino environment. This means that the bootloader can have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well-coordinated with the start of the upload. This setup has other implications. When the Mega2560 is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it resets each time a connection is made to it from software (via USB). For the following half-second or so, the bootloader is running on the Mega2560. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data. The Mega2560 contains a trace that can be cut to disable the auto-reset. The pads on either side of the trace can be soldered together to re-enable it. It's labeled "RESET-EN". You may also be able to disable the auto-reset by connecting a 110 ohm resistor from 5V to the reset line; see [this forum thread](#) for details.

USB Overcurrent Protection

The Arduino Mega2560 has a resettable polyfuse that protects your computer's USB ports from shorts and overcurrent. Although most computers provide their own internal protection, the fuse provides an extra layer of protection. If more than 500 mA is applied to the USB port, the fuse will automatically break the connection until the short or overload is removed.

Physical Characteristics and Shield Compatibility

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



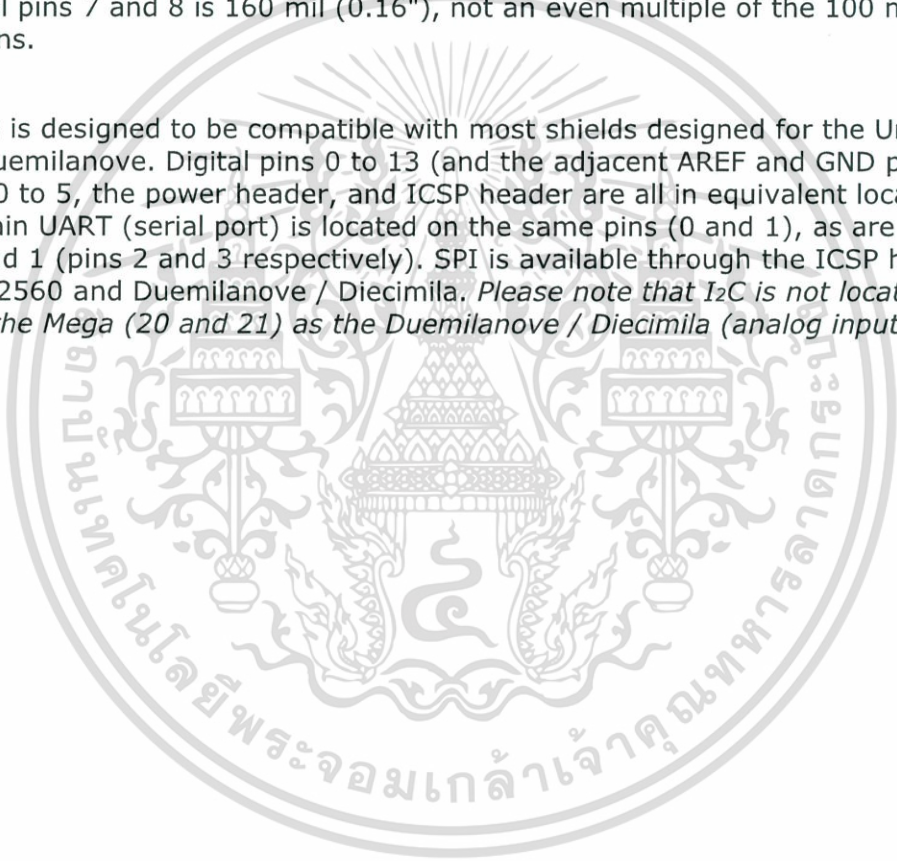
www.robotshop.com



La robotique à votre service! - Robotics at your service!

The maximum length and width of the Mega2560 PCB are 4 and 2.1 inches respectively, with the USB connector and power jack extending beyond the former dimension. Three screw holes allow the board to be attached to a surface or case. Note that the distance between digital pins 7 and 8 is 160 mil (0.16"), not an even multiple of the 100 mil spacing of the other pins.

The Mega2560 is designed to be compatible with most shields designed for the Uno, Diecimila or Duemilanove. Digital pins 0 to 13 (and the adjacent AREF and GND pins), analog inputs 0 to 5, the power header, and ICSP header are all in equivalent locations. Further the main UART (serial port) is located on the same pins (0 and 1), as are external interrupts 0 and 1 (pins 2 and 3 respectively). SPI is available through the ICSP header on both the Mega2560 and Duemilanove / Diecimila. *Please note that I2C is not located on the same pins on the Mega (20 and 21) as the Duemilanove / Diecimila (analog inputs 4 and 5).*



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HC-05

-Bluetooth to Serial Port Module

Overview



HC-05 module is an easy to use Bluetooth SPP (Serial Port Protocol) module, designed for transparent wireless serial connection setup.

Serial port Bluetooth module is fully qualified Bluetooth V2.0+EDR (Enhanced Data Rate) 3Mbps Modulation with complete 2.4GHz radio transceiver and baseband. It uses CSR Bluecore 04-External single chip Bluetooth system with CMOS technology and with AFH(Adaptive Frequency Hopping Feature). It has the footprint as small as 12.7mmx27mm. Hope it will simplify your overall design/development cycle.

Specifications

Hardware features

- Typical -80dBm sensitivity
- Up to +4dBm RF transmit power
- Low Power 1.8V Operation ,1.8 to 3.6V I/O
- PIO control
- UART interface with programmable baud rate
- With integrated antenna
- With edge connector

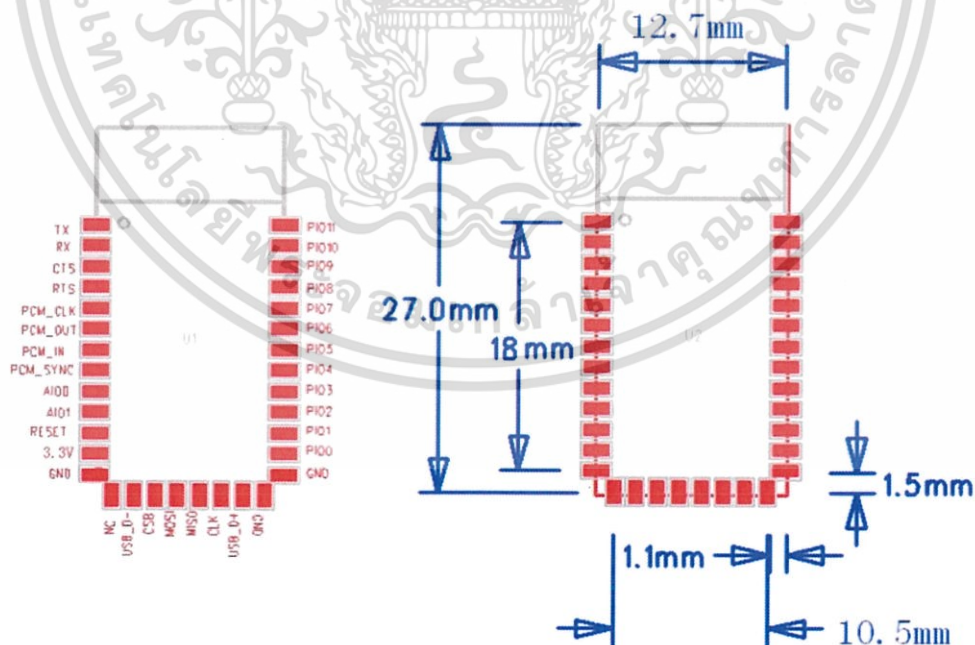
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Software features

- Default Baud rate: 38400, Data bits:8, Stop bit:1,Parity:No parity, Data control: has. Supported baud rate: 9600,19200,38400,57600,115200,230400,460800.
- Given a rising pulse in PIO0, device will be disconnected.
- Status instruction port PIO1: low-disconnected, high-connected;
- PIO10 and PIO11 can be connected to red and blue led separately. When master and slave are paired, red and blue led blinks 1time/2s in interval, while disconnected only blue led blinks 2times/s.
- Auto-connect to the last device on power as default.
- Permit pairing device to connect as default.
- Auto-pairing PINCODE:"0000" as default
- Auto-reconnect in 30 min when disconnected as a result of beyond the range of connection.

Hardware



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIN Name	PIN #	Pad type	Description	Note
GND	13 21 22	VSS	Ground pot	
3.3 VCC	12	3.3V	Integrated 3.3V (+) supply with On-chip linear regulator output within 3.15-3.3V	
AIO0	9	Bi-Directional	Programmable input/output line	
AIO1	10	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO0	23	Bi-Directional RX EN	Programmable input/output line, control output for LNA(if fitted)	
PIO1	24	Bi-Directional TX EN	Programmable input/output line, control output for PA(if fitted)	

PIO2	25	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO3	26	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO4	27	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO5	28	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO6	29	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO7	30	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO8	31	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO9	32	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO10	33	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO11	34	Bi-Directional	Programmable input/output line	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RESETB	11	CMOS input with weak internal pull-up	Reset if low.input debounced so must be low for >5MS to cause a reset	
UART_RTS	4	CMOS output, tri-stable with weak internal pull-up	UART request to send, active low	
UART_CTS	3	CMOS input with weak internal pull-down	UART clear to send, active low	
UART_RX	2	CMOS input with weak internal pull-down	UART Data input	
UART_TX	1	CMOS output, Tri-stable with weak internal pull-up	UART Data output	
SPI_MOSI	17	CMOS input with weak internal pull-down	Serial peripheral interface data input	
SPI_CS	16	CMOS input with weak internal pull-up	Chip select for serial peripheral interface, active low	
SPI_CLK	19	CMOS input with weak internal pull-down	Serial peripheral interface clock	
SPI_MISO	18	CMOS input with weak internal pull-down	Serial peripheral interface data Output	
USB_	15	Bi-Directional		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

USB_+	20	Bi-Directional		
NC	14			
PCM_CLK	5	Bi-Directional	Synchronous PCM data clock	
PCM_OUT	6	CMOS output	Synchronous PCM data output	
PCM_IN	7	CMOS Input	Synchronous PCM data input	
PCM_SYNC	8	Bi-Directional	Synchronous PCM data strobe	

AT command Default:

How to set the mode to server (master):

1. Connect PIO11 to high level.
2. Power on, module into command state.
3. Using baud rate 38400, sent the "AT+ROLE=1\r\n" to module, with "OK\r\n" means setting successes.
4. Connect the PIO11 to low level, repower the module, the module work as server (master).

AT commands: (all end with \r\n)

1. Test command:

Command	Respond	Parameter
AT	OK	-

2. Reset

Command	Respond	Parameter
AT+RESET	OK	-

3. Get firmware version

Command	Respond	Parameter
AT+VERSION?	+VERSION:<Param> OK	Param : firmware version

Example:

```
AT+VERSION?\r\n
+VERSION:2.0-20100601
OK
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Restore default

Command	Respond	Parameter
AT+ORGL	OK	-

Default state:

Slave mode, pin code :1234, device name: H-C-2010-06-01 ,Baud 38400bits/s.

5. Get module address

Command	Respond	Parameter
AT+ADDR?	+ADDR:<Param> OK	Param: address of Bluetooth module

Bluetooth address: NAP: UAP : LAP

Example:

```
AT+ADDR?\r\n
+ADDR:1234:56:abcdef
OK
```

6. Set/Check module name:

Command	Respond	Parameter
AT+NAME=<Param>	OK	Param: Bluetooth module name
AT+NAME?	+NAME:<Param> OK (/FAIL)	(Default :HC-05)

Example:

```
AT+NAME=HC-05\r\n      set the module name to "HC-05"
OK
AT+NAME=ITeadStudio\r\n
OK
AT+NAME?\r\n
+NAME: ITeadStudio
OK
```

7. Get the Bluetooth device name:

Command	Respond	Parameter
AT+RNAME?<Param1>	1. +NAME:<Param2> OK 2. FAIL	Param1,Param 2 : the address of Bluetooth device

Example: (Device address 00:02:72:od:22:24, name: ITead)

```
AT+RNAME? 0002, 72, od2224\r\n
+RNAME:ITead
OK
```

8. Set/Check module mode:

Command	Respond	Parameter
AT+ROLE=<Param>	OK	Param:
AT+ROLE?	+ROLE:<Param>	0- Slave

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
 HC-05 Bluetooth module iteadstudio.com 06.18.2010

	OK	1-Master 2-Slave-Loop
--	----	--------------------------

9. Set/Check device class

Command	Respond	Parameter
AT+CLASS=<Param>	OK	Param: Device Class
AT+ CLASS?	1. +CLASS:<Param> OK 2. FAIL	

10. Set/Check GIAC (General Inquire Access Code)

Command	Respond	Parameter
AT+IAC=<Param>	1.OK 2. FAIL	Param: GIAC (Default : 9e8b33)
AT+IAC	+IAC:<Param> OK	

Example:

AT+IAC=9e8b3f\r\n

OK

AT+IAC?\r\n

+IAC: 9e8b3f

OK

11. Set/Check -- Query access patterns

Command	Respond	Parameter
AT+INQM=<Param>,<Param2>,<Param3>	1.OK 2. FAIL	Param: 0— inquiry_mode_standard 1— inquiry_mode_rssi Param2: Maximum number of Bluetooth devices to respond to Param3: Timeout (1-48 : 1.28s to 61.44s)
AT+ INQM?	+INQM : <Param>,<Param2>,<Param3> OK	

Example:

AT+INQM=1,9,48\r\n

OK

AT+INQM\r\n

+INQM:1, 9, 48

OK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. Set/Check PIN code:

Command	Respond	Parameter
AT+PSWD=<Param>	OK	Param: PIN code (Default 1234)
AT+ PSWD?	+ PSWD : <Param> OK	

13. Set/Check serial parameter:

Command	Respond	Parameter
AT+UART=<Param>,<Param2>,<Param3>	OK	Param1: Baud Param2: Stop bit
AT+ UART?	+UART=<Param>,<Param2>,<Param3> OK	Param3: Parity

Example:

```
AT+UART=115200, 1,2,\r\n
OK
AT+UART?
+UART:115200,1,2
OK
```

14. Set/Check connect mode:

Command	Respond	Parameter
AT+CMODE=<Param>	OK	Param: 0 - connect fixed address 1 - connect any address 2 - slave-Loop
AT+ CMODE?	+ CMODE:<Param> OK	

15. Set/Check fixed address:

Command	Respond	Parameter
AT+BIND=<Param>	OK	Param: Fixed address (Default 00:00:00:00:00:00)
AT+ BIND?	+ BIND:<Param> OK	

Example:

```
AT+BIND=1234, 56, abcdef\r\n
OK
AT+BIND?\r\n
+BIND:1234:56:abcdef
OK
```

16. Set/Check LED I/O

Command	Respond	Parameter
AT+POLAR=<Param1>,<Param2>	OK	Param1:
AT+ POLAR?	+ POLAR=<Param1>,<Param2> OK	0- PIO8 low drive LED 1- PIO8 high drive LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใช้เพื่อการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
 HC-05 Bluetooth module iteadstudio.com 06.18.2010

		Param2: 0- PIO9 low drive LED 1- PIO9 high drive LED
--	--	--

17. Set PIO output

Command	Respond	Parameter
AT+PIO=<Param1>,<Param2>	OK	Param1: PIO number Param2: PIO level 0- low 1- high

Example:

1. PIO10 output high level

AT+PIO=10, 1\r\n

OK

18. Set/Check – scan parameter

Command	Respond	Parameter
AT+IPSCAN=<Param1>,<Param2>,<Param3>,<Param4>	OK	Param1: Query time interval
AT+IPSCAN?	+IPSCAN:<Param1>,<Param2>,<Param3>,<Param4> OK	Param2: Query duration Param3: Paging interval Param4: Call duration

Example:

AT+IPSCAN =1234,500,1200,250\r\n

OK

AT+IPSCAN?

+IPSCAN:1234,500,1200,250

19. Set/Check – SHIFF parameter

Command	Respond	Parameter
AT+SNIFF=<Param1>,<Param2>,<Param3>,<Param4>	OK	Param1: Max time Param2: Min time
AT+ SNIFF?	+SNIFF:<Param1>,<Param2>,<Param3>,<Param4> OK	Param3: Retry time Param4: Time out

20. Set/Check security mode

Command	Respond	Parameter
AT+SENM=<Param1>,<Param2>	1. OK 2. FAIL	Param1: 0—sec_mode0+off
AT+ SENM?	+ SENM:<Param1>,<Param2>	1—sec_mode1+non_se

	OK	cure 2—sec_mode2_service 3—sec_mode3_link 4—sec_mode_unknow n Param2: 0—hci_enc_mode_off 1—hci_enc_mode_pt_t o_pt 2—hci_enc_mode_pt_t o_pt_and_bcast
--	----	--

21. Delete Authenticated Device

Command	Respond	Parameter
AT+PMSAD=<Param>	OK	Param: Authenticated Device Address

Example:

AT+PMSAD =1234,56,abcdef\r\n

OK

22. Delete All Authenticated Device

Command	Respond	Parameter
AT+ RMAAD	OK	-

23. Search Authenticated Device

Command	Respond	Parameter
AT+FSAD=<Param>	1. OK 2. FAIL	Param: Device address

24. Get Authenticated Device Count

Command	Respond	Parameter
AT+ADCN?	+ADCN: <Param> OK	Param: Device Count

25. Most Recently Used Authenticated Device

Command	Respond	Parameter
AT+MRAD?	+ MRAD: <Param> OK	Param: Recently Authenticated Device Address

26. Get the module working state

Command	Respond	Parameter
AT+MRAD?	+ MRAD: <Param> OK	Param: Recently Authenticated Device Address

เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัท ITEAD Studio จำกัด และสงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับลูกค้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้คัดลอกหรือเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากบริษัทฯ
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
 HC-05 Bluetooth module iteadstudio.com 06.18.2010

AT+ STATE?	+ STATE: <Param> OK	Param: "INITIALIZED" "READY" "PAIRABLE" "PAIRED" "INQUIRING" "CONNECTING" "CONNECTED" "DISCONNECTED" "NUKNOW"
------------	------------------------	--

27. Initialize the SPP profile lib

Command	Respond	Parameter
AT+INIT	1. OK 2. FAIL	-

28. Inquiry Bluetooth Device

Command	Respond	Parameter
AT+INQ	+INQ: <Param1> , <Param2> , <Param3> OK	Param1: Address Param2: Device Class Param3 : RSSI Signal strength

Example:

```

AT+INIT\r\n
OK
AT+IAC=9e8b33\r\n
OK
AT+CLASS=0\r\n
AT+INQM=1,9,48\r\n
At+INQ\r\n
+INQ:2:72:D2224,3E0104,FFBC
+INQ:1234:56:0,1F1F,FFC1
+INQ:1234:56:0,1F1F,FFC0
+INQ:1234:56:0,1F1F,FFC1
+INQ:2:72:D2224,3F0104,FFAD
+INQ:1234:56:0,1F1F,FFBE
+INQ:1234:56:0,1F1F,FFC2
+INQ:1234:56:0,1F1F,FFBE
+INQ:2:72:D2224,3F0104,FFBC
OK
  
```

28. Cancel Inquiring Bluetooth Device

Command	Respond	Parameter
AT+INQC	OK	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับก... งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
 HC-05 Bluetooth module iteadstudio.com 06.18.2010

29. Equipment Matching

Command	Respond	Parameter
AT+PAIR=<Param1>,<Param2>	1. OK 2. FAIL	Param1: Device Address Param2: Time out

30. Connect Device

Command	Respond	Parameter
AT+LINK=<Param>	1. OK 2. FAIL	Param: Device Address

Example:

AT+FSAD=1234,56,abcdef\r\n

OK

AT+LINK=1234,56,abcdef\r\n

OK

31. Disconnect

Command	Respond	Parameter
AT+DISC	1. +DISC:SUCCESS OK 2. +DISC:LINK_LOSS OK 3. +DISC:NO_SLC OK 4. +DISC:TIMEOUT OK 5. +DISC:ERROR OK	Param: Device Address

32. Energy-saving mode

Command	Respond	Parameter
AT+ENSNIFF=<Param>	OK	Param: Device Address

33. Exerts Energy-saving mode

Command	Respond	Parameter
AT+ EXSNIFF =<Param>	OK	Param: Device Address

Revision History

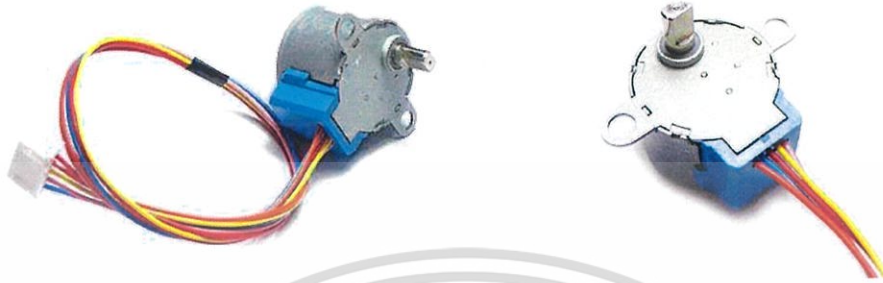
Rev.	Description	Release date
v1.0	Initial version	7/18/2010



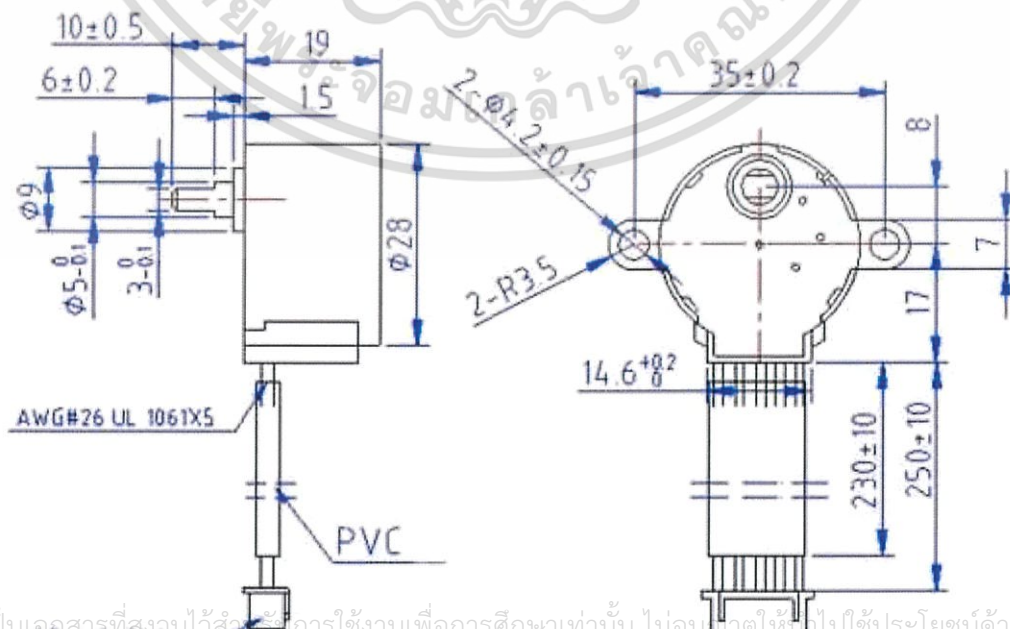
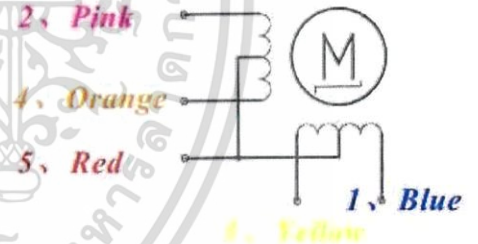
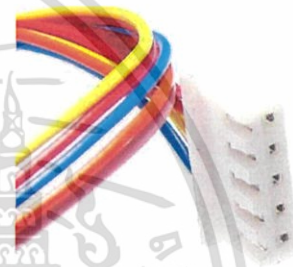
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

28BYJ-48 – 5V Stepper Motor

The 28BYJ-48 is a small stepper motor suitable for a large range of applications.



Rated voltage :	5VDC
Number of Phase	4
Speed Variation Ratio	1/64
Stride Angle	5.625°/64
Frequency	100Hz
DC resistance	50Ω±7%(25°C)
Idle In-traction Frequency	> 600Hz
Idle Out-traction Frequency	> 1000Hz
In-traction Torque	>34.3mN.m(120Hz)
Self-positioning Torque	>34.3mN.m
Friction torque	600-1200 gf.cm
Pull in torque	300 gf.cm
Insulated resistance	>10MΩ(500V)
Insulated electricity power	600VAC/1mA/1s
Insulation grade	A
Rise in Temperature	<40K(120Hz)
Noise	<35dB(120Hz, No load, 10cm)
Model	28BYJ-48 – 5V



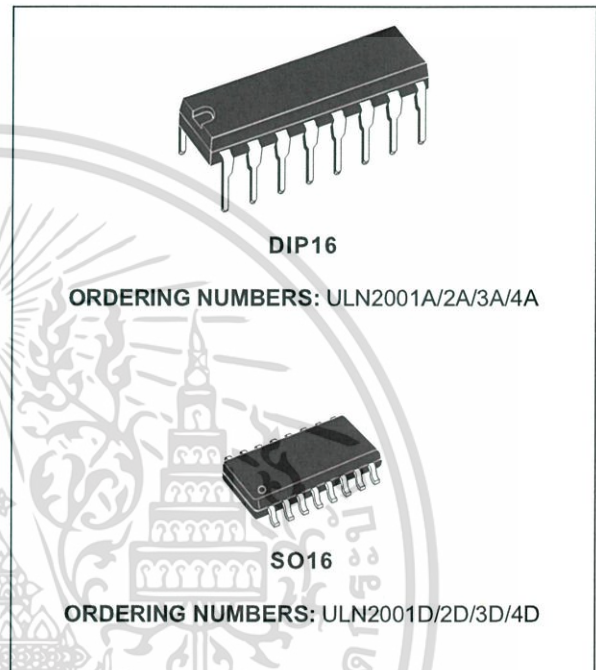
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดก็ตามหากมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ULN2001A-ULN2002A ULN2003A-ULN2004A

SEVEN DARLINGTON ARRAYS

- SEVEN DARLINGTONS PER PACKAGE
- OUTPUT CURRENT 500mA PER DRIVER (600mA PEAK)
- OUTPUT VOLTAGE 50V
- INTEGRATED SUPPRESSION DIODES FOR INDUCTIVE LOADS
- OUTPUTS CAN BE PARALLELED FOR HIGHER CURRENT
- TTL/CMOS/PMOS/DTL COMPATIBLE INPUTS
- INPUTS PINNED OPPOSITE OUTPUTS TO SIMPLIFY LAYOUT



DESCRIPTION

The ULN2001A, ULN2002A, ULN2003 and ULN2004A are high voltage, high current darlington arrays each containing seven open collector darlington pairs with common emitters. Each channel rated at 500mA and can withstand peak currents of 600mA. Suppression diodes are included for inductive load driving and the inputs are pinned opposite the outputs to simplify board layout.

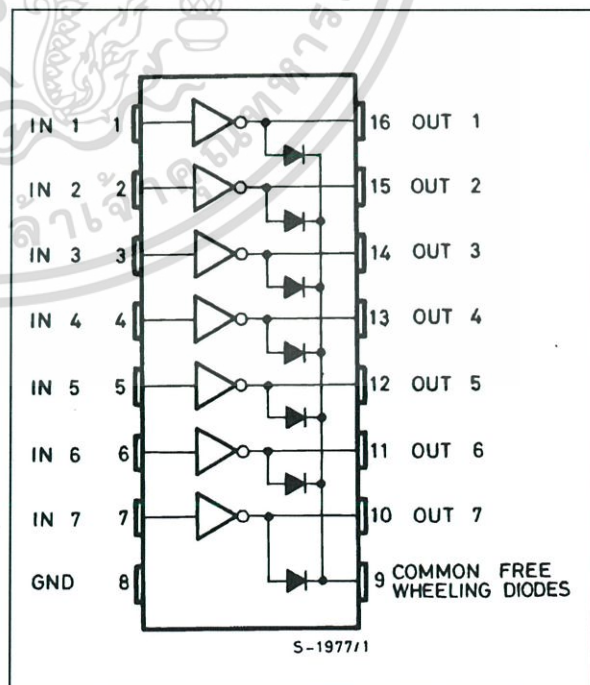
The four versions interface to all common logic families :

ULN2001A	General Purpose, DTL, TTL, PMOS, CMOS
ULN2002A	14-25V PMOS
ULN2003A	5V TTL, CMOS
ULN2004A	6-15V CMOS, PMOS

These versatile devices are useful for driving a wide range of loads including solenoids, relays DC motors, LED displays filament lamps, thermal print-heads and high power buffers.

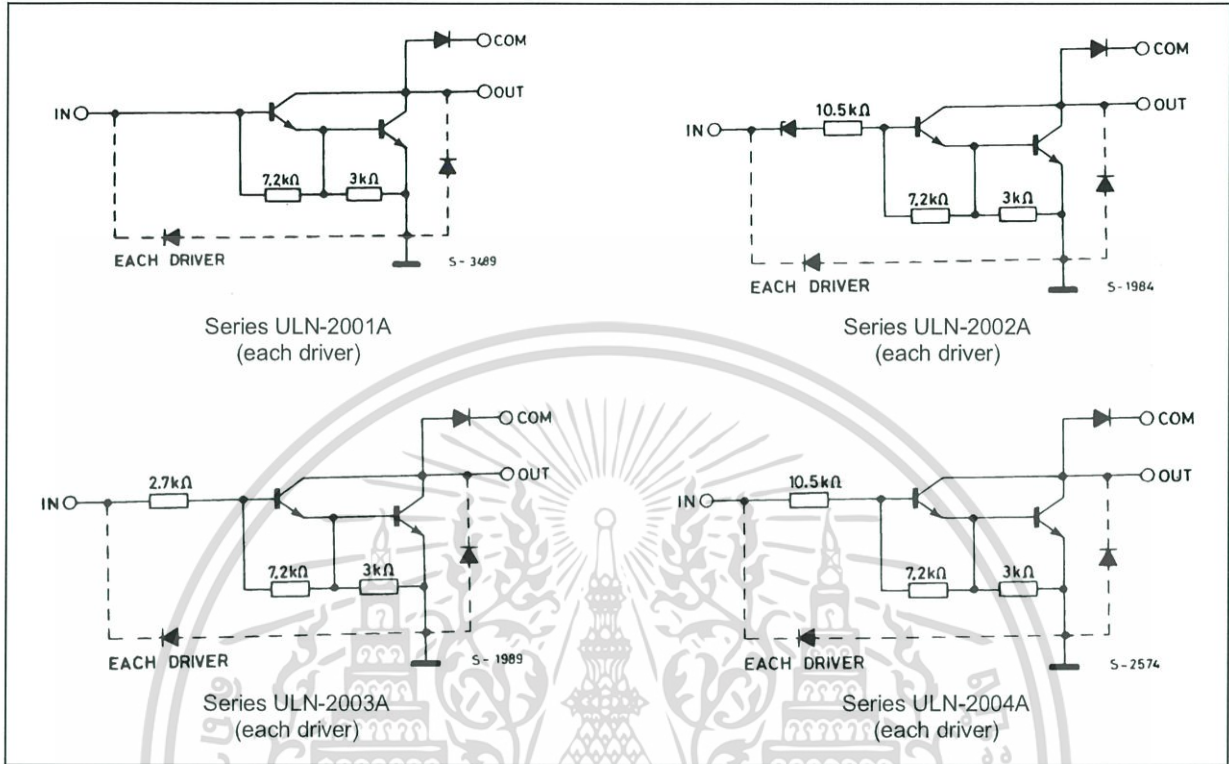
The ULN2001A/2002A/2003A and 2004A are supplied in 16 pin plastic DIP packages with a copper leadframe to reduce thermal resistance. They are available also in small outline package (SO-16) as ULN2001D/2002D/2003D/2004D.

PIN CONNECTION



ULN2001A - ULN2002A - ULN2003A - ULN2004A

SCHEMATIC DIAGRAM



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_o	Output Voltage	50	V
V_{in}	Input Voltage (for ULN2002A/D - 2003A/D - 2004A/D)	30	V
I_c	Continuous Collector Current	500	mA
I_b	Continuous Base Current	25	mA
T_{amb}	Operating Ambient Temperature Range	- 20 to 85	°C
T_{stg}	Storage Temperature Range	- 55 to 150	°C
T_j	Junction Temperature	150	°C

THERMAL DATA

Symbol	Parameter	DIP16	SO16	Unit
$R_{th\ j-amb}$	Thermal Resistance Junction-ambient	Max. 70	120	°C/W

ULN2001A - ULN2002A - ULN2003A - ULN2004A

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_{amb} = 25^{\circ}\text{C}$ unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit	Fig.
I_{CEX}	Output Leakage Current	$V_{CE} = 50\text{V}$ $T_{amb} = 70^{\circ}\text{C}, V_{CE} = 50\text{V}$			50 100	μA μA	1a 1a
		$T_{amb} = 70^{\circ}\text{C}$ for ULN2002A $V_{CE} = 50\text{V}, V_i = 6\text{V}$			500	μA	1b
		for ULN2004A $V_{CE} = 50\text{V}, V_i = 1\text{V}$			500	μA	1b
$V_{CE(sat)}$	Collector-emitter Saturation Voltage	$I_C = 100\text{mA}, I_B = 250\mu\text{A}$		0.9	1.1	V	2
		$I_C = 200\text{mA}, I_B = 350\mu\text{A}$		1.1	1.3	V	2
		$I_C = 350\text{mA}, I_B = 500\mu\text{A}$		1.3	1.6	V	2
$I_{i(on)}$	Input Current	for ULN2002A, $V_i = 17\text{V}$		0.82	1.25	mA	3
		for ULN2003A, $V_i = 3.85\text{V}$		0.93	1.35	mA	3
		for ULN2004A, $V_i = 5\text{V}$		0.35	0.5	mA	3
		$V_i = 12\text{V}$		1	1.45	mA	3
$I_{i(off)}$	Input Current	$T_{amb} = 70^{\circ}\text{C}, I_C = 500\mu\text{A}$	50	65		μA	4
$V_{i(on)}$	Input Voltage	$V_{CE} = 2\text{V}$ for ULN2002A $I_C = 300\text{mA}$			13		5
		for ULN2003A $I_C = 200\text{mA}$			2.4		
		$I_C = 250\text{mA}$			2.7		
		$I_C = 300\text{mA}$			3		
		for ULN2004A $I_C = 125\text{mA}$			5		
		$I_C = 200\text{mA}$			6		
		$I_C = 275\text{mA}$			7		
		$I_C = 350\text{mA}$			8		
h_{FE}	DC Forward Current Gain	for ULN2001A $V_{CE} = 2\text{V}, I_C = 350\text{mA}$	1000				2
C_i	Input Capacitance			15	25	pF	
t_{PLH}	Turn-on Delay Time	$0.5 V_i$ to $0.5 V_o$		0.25	1	μs	
t_{PHL}	Turn-off Delay Time	$0.5 V_i$ to $0.5 V_o$		0.25	1	μs	
I_R	Clamp Diode Leakage Current	$V_R = 50\text{V}$			50	μA	6
		$T_{amb} = 70^{\circ}\text{C}, V_R = 50\text{V}$			100	μA	6
V_F	Clamp Diode Forward Voltage	$I_F = 350\text{mA}$		1.7	2	V	7

TEST CIRCUITS

Figure 1a.

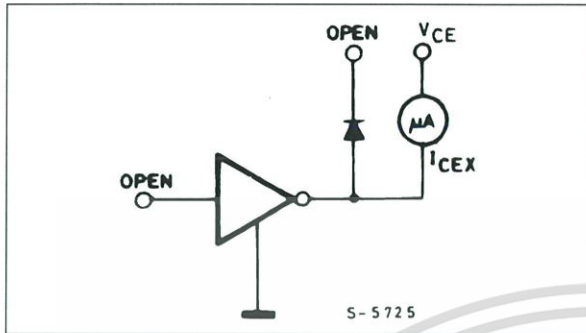


Figure 1b.

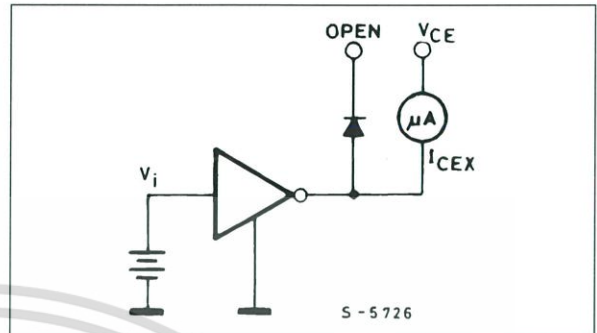


Figure 2.

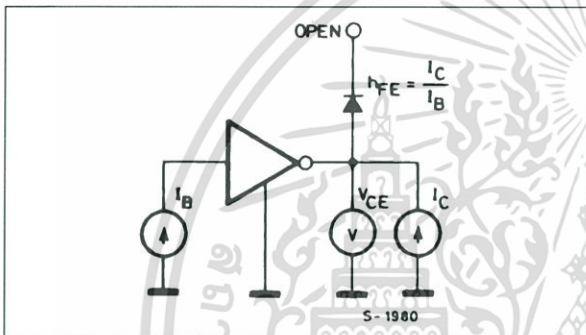


Figure 3.

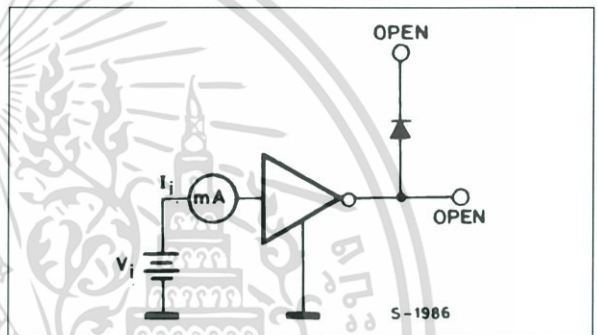


Figure 4.

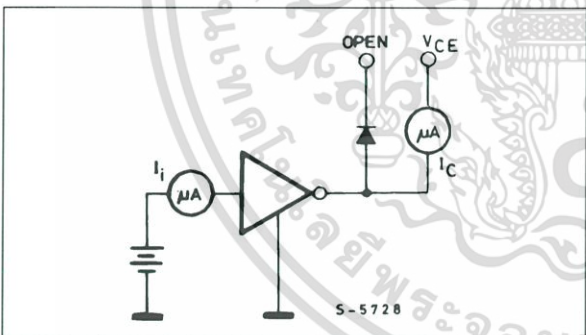


Figure 5.

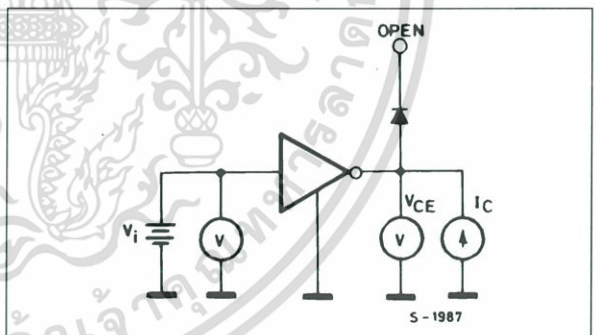


Figure 6.

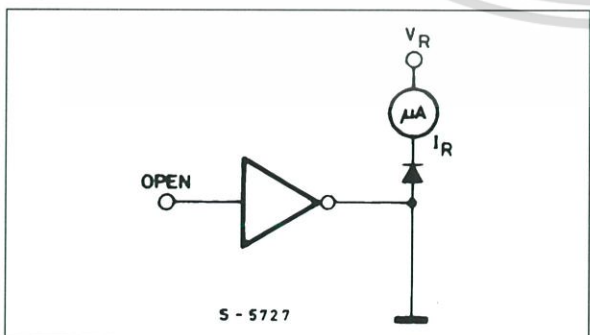


Figure 7.

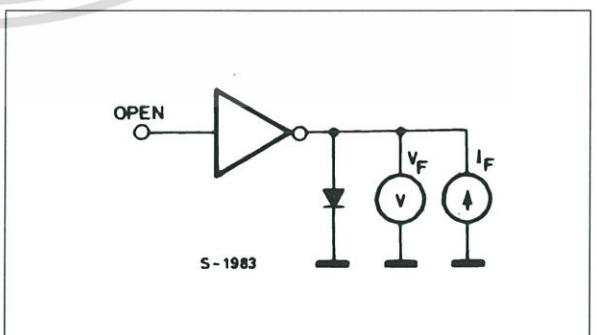


Figure 8: Collector Current versus Input Current

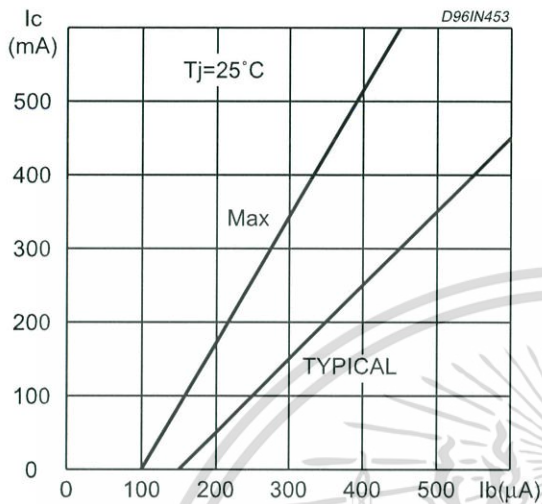


Figure 9: Collector Current versus Saturation Voltage

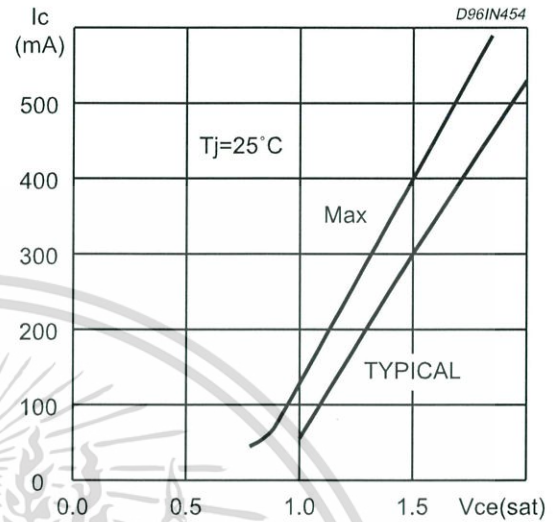


Figure 10: Peak Collector Current versus Duty Cycle

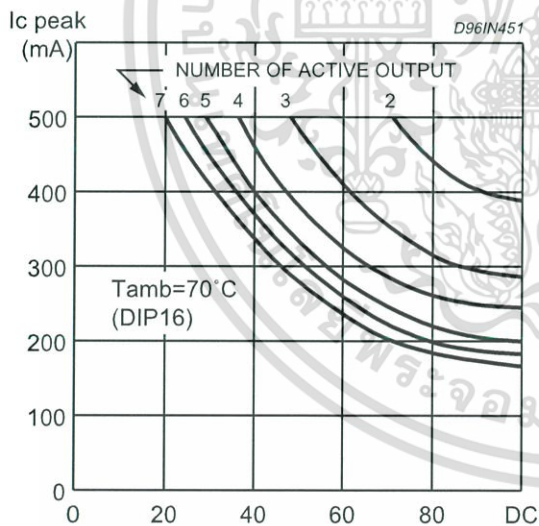
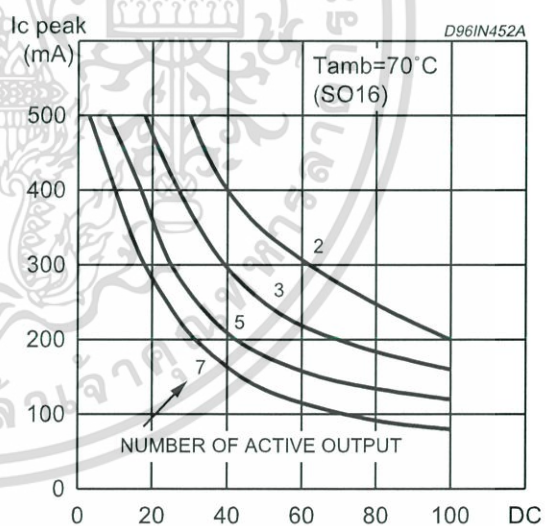


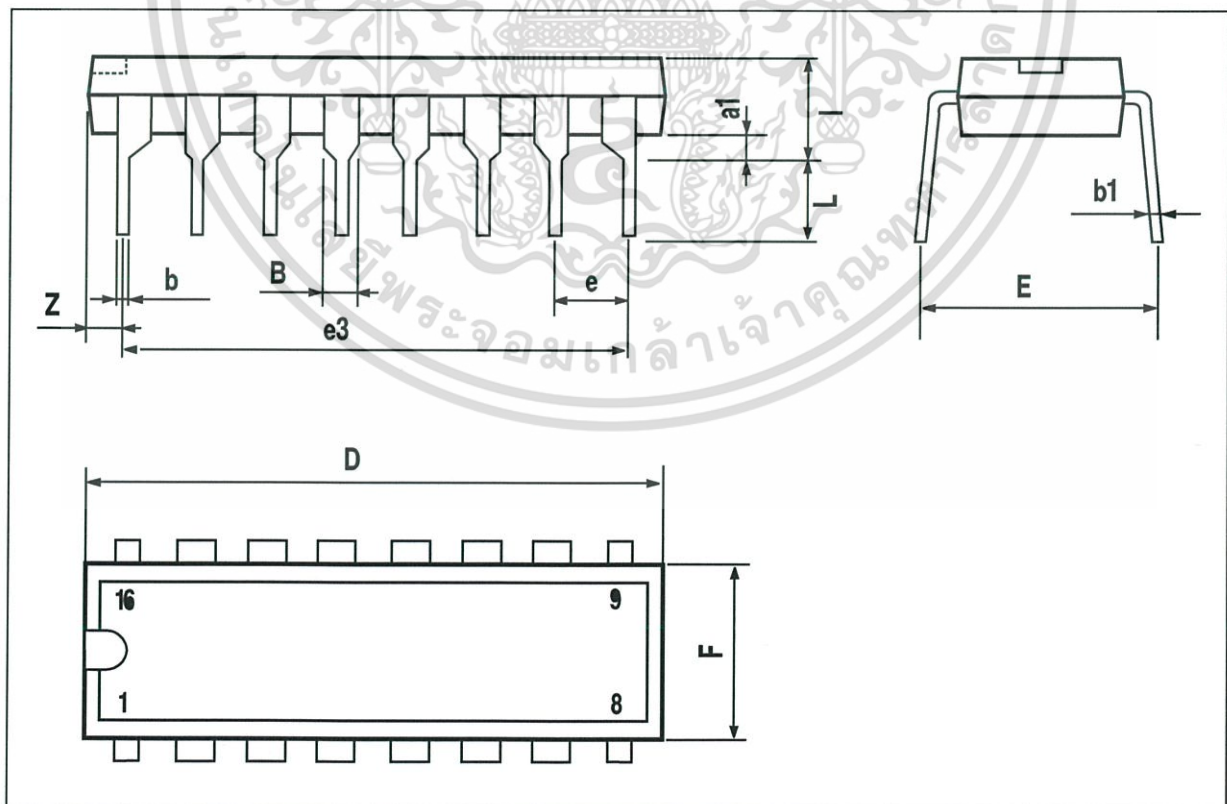
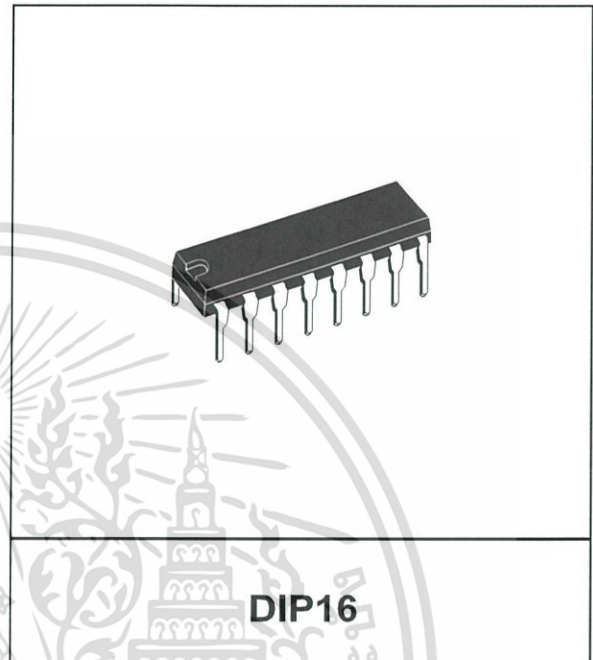
Figure 11: Peak Collector Current versus Duty Cycle



ULN2001A - ULN2002A - ULN2003A - ULN2004A

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
a1	0.51			0.020		
B	0.77		1.65	0.030		0.065
b		0.5			0.020	
b1		0.25			0.010	
D			20			0.787
E		8.5			0.335	
e		2.54			0.100	
e3		17.78			0.700	
F			7.1			0.280
I			5.1			0.201
L		3.3			0.130	
Z			1.27			0.050

OUTLINE AND MECHANICAL DATA

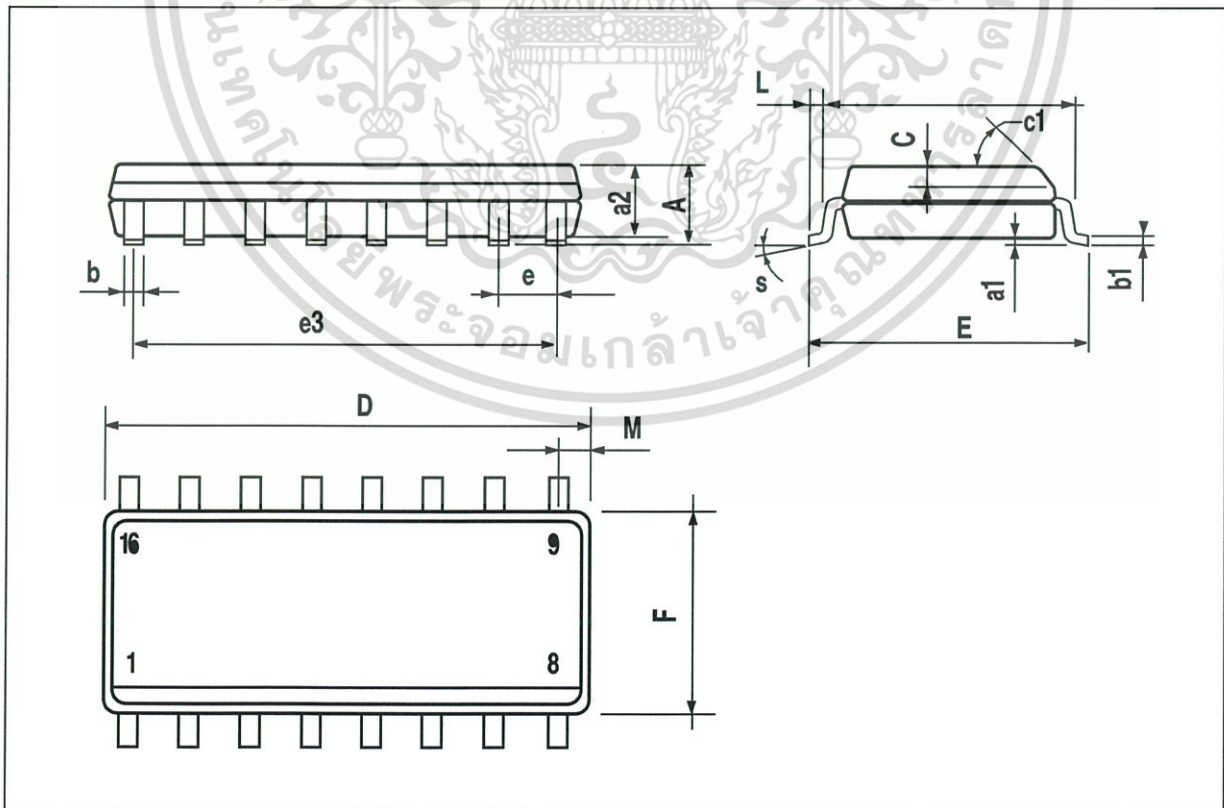


DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A			1.75			0.069
a1	0.1		0.25	0.004		0.009
a2			1.6			0.063
b	0.35		0.46	0.014		0.018
b1	0.19		0.25	0.007		0.010
C		0.5			0.020	
c1	45° (typ.)					
D (1)	9.8		10	0.386		0.394
E	5.8		6.2	0.228		0.244
e		1.27			0.050	
e3		8.89			0.350	
F (1)	3.8		4	0.150		0.157
G	4.6		5.3	0.181		0.209
L	0.4		1.27	0.016		0.050
M			0.62			0.024
S	8 (max.)					

OUTLINE AND MECHANICAL DATA



(1) D and F do not include mold flash or protrusions. Mold flash or protrusions shall not exceed 0.15mm (.006inch).



นี่เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



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
© 2002 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>