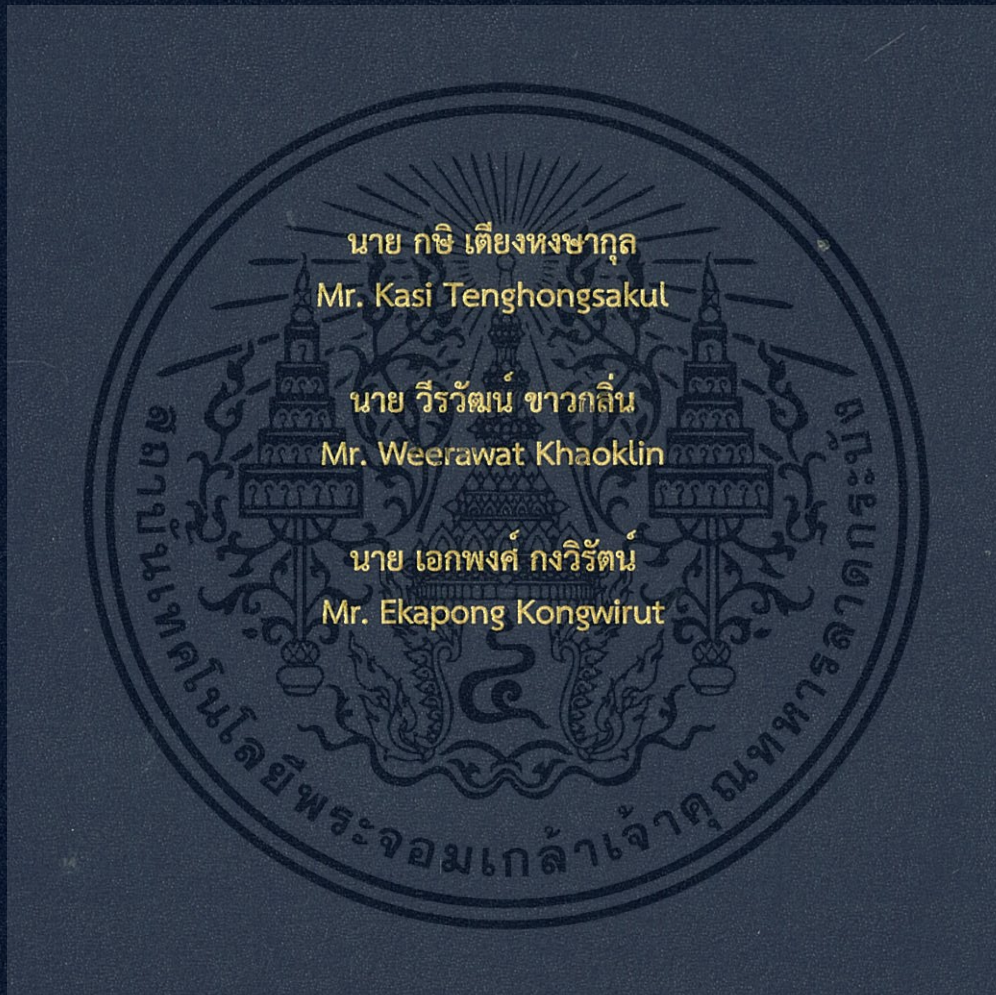


ระบบตรวจจับการเคลื่อนไหวภายในรถและการแจ้งเตือน
Vehicle's Interior Movement Detection
and Notification System



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

ระบบตรวจจับการเคลื่อนไหวภายในรถและการแจ้งเตือน
Vehicle's Interior Movement Detection
and Notification System



นาย กษิ เตียงหงษากุล
Mr. Kasi Tengkongsakul

นาย วีรวัฒน์ ขาวกลิ่น
Mr. Weerawat Khaoklin

นาย เอกพงศ์ กงวิรัตน์
Mr. Ekapong Kongwirut

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานวิชา Project
ปีการศึกษา 2560
ภาควิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
คณะ วิศวกรรมศาสตร์
เรื่อง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ระบบตรวจจับการเคลื่อนไหวภายในรถและการแจ้งเตือน
Vehicle's Interior Movement Detection and Notification Device
ผู้จัดทำ นาย กษิ เตียงหงษากุล 57010045 ชั้นปีที่ 4
นาย วีรวัฒน์ ขาวกลีน 57011202 ชั้นปีที่ 4
นาย เอกพงศ์ กงวิรัตน์ 57011555 ชั้นปีที่ 4



รายงานนี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

(อ. อธิภูมิ บุญพิงค์)
อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการ	ระบบตรวจจับการเคลื่อนไหวภายในรถและการแจ้งเตือน		
นักศึกษา	นาย กษิ เตียงหงษากุล	57010045	ชั้นปีที่ 4
	นาย วีรวัฒน์ ขาวกลิ่น	57011202	ชั้นปีที่ 4
	นาย เอกพงศ์ กงวิรัตน์	57011555	ชั้นปีที่ 4
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
ภาควิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์		
ปีการศึกษา	2560		
อาจารย์ที่ปรึกษา	อ. อธิภูมิ บุญพิศา		

บทคัดย่อ

อุปกรณ์นี้จัดทำขึ้นเพื่อแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานเมื่อตรวจพบว่ามี การเคลื่อนไหวหรือมีสัญญาณของสิ่งมีชีวิตในรถยนต์ขณะที่ดับเครื่องยนต์เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำมันเป็นเหตุมาจากการได้รับแก๊สคาร์บอนมอนออกไซด์ในปริมาณมากหรืออุณหภูมิสูงเกินไป โดยถ้าหลังจากการดับเครื่องยนต์ทิ้งไว้เป็นระยะเวลาหนึ่งแล้วระบบตรวจพบการเคลื่อนไหวหรือสัญญาณของสิ่งมีชีวิตภายในรถยนต์ ระบบจะทำการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานโดยการโทรเข้าโทรศัพท์มือถือของบุคคลแรกที่ทำการบันทึกไว้ในระบบพร้อมทั้งส่งSMSบอกตำแหน่งที่อยู่ของรถยนต์ หากไม่มีการตอบรับจากบุคคลแรก ระบบจะทำการโทรเข้าโทรศัพท์มือถือของบุคคลที่สองที่ทำการบันทึกไว้ในระบบพร้อมทั้งส่งSMSบอกตำแหน่งที่อยู่ของรถยนต์ ควบคู่ไปกับการใช้เสียงของแตรรถยนต์เพื่อดึงความสนใจจากบุคคลโดยรอบ และเมื่อมีการเปิดประตูรถยนต์แล้วระบบจะหยุดการทำงานโดยทันที และจะเริ่มทำงานใหม่เมื่อติดเครื่องยนต์อีกครั้ง

ซึ่งโครงการนี้สามารถแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งานทราบผ่านระบบเครือข่ายมือถือได้ทั้ง 2 ผู้ใช้งาน เมื่อมีการเคลื่อนไหวภายในรถยนต์หลังดับเครื่องแล้วเป็นเวลา 10 นาที พร้อมทั้งระบุพิกัด และสามารถตัดการทำงาน ของโครงการ ได้ทั้งการส่งข้อความตอบกลับ และการเปิดประตูรถยนต์

Project Title	Vehicle's Interior Movement Detection and Notification System
Student	Mr. Kasi Tenghongsakul 57010045 Mr. Weerawat Khaoklin 57011202 Mr .Ekapong Kongwirut 57011555
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Electronics Engineering
Year	2016
Project Advisor	Ittibhoom Boonpikum

Abstract

This device warns to users when it detects movement in the car after turned the engines off. If there's movements in setting time, the device will warn to the users by calling and sending car's location to the first person who added the information into the device's system. It will stop working immediately when there is response from the first. If there's no response from the first person, the device will call and send car's location to the second person who is in the system together with car's horn in order to get attention from other people around the car. The device stop working after car's door opened and start working when the engines is on again.

This project can alert the users through the mobile network of both users when there is the movement in the car when turn the engine off for 10 minutes. It also identifies your location and shuts the system of project down such as replying and doors' opening.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือ และให้คำปรึกษาจาก อาจารย์อิทธิภูมิ บุญพิศา ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆด้วยดีตลอด จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของท่านเนื้อหาของโครงการเล่มนี้จะมีคุณสมบัติสมบูรณ์และถูกต้องไม่ได้ถ้าหากไม่ได้รับความอนุเคราะห์จาก คณะวิศวกรรมศาสตร์สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่กรุณาให้ยืมอุปกรณ์และเครื่องมือบางส่วนที่เป็นประโยชน์ต่อการทดสอบ รวมทั้งอาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต คณะวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ที่ให้คำปรึกษาที่มีคุณค่าและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ และขอขอบคุณ นายศวกัก ยังยืน ที่คอยให้คำปรึกษาและช่วยเหลือให้โครงการชิ้นนี้สำเร็จลุล่วง นอกจากนี้ขอขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆสาขา วิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษาแก่ผู้จัดทำมาโดยตลอดท้ายนี้ใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวที่ให้ กำลังใจและสนับสนุนในด้านการเงินแก่ผู้จัดทำเสมอมา และอีกหลายๆ ท่านที่ไม่สามารถจะกล่าวไว้ ณ ที่นี้ได้หมด

ผู้จัดทำ

นาย กษิ เตียงหงษากุล

นาย วีรวัฒน์ ขาวกลิ่น

นาย เอกพงศ์ กงวิรัตน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ.....	I
Abstract.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูปภาพ.....	VII

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	1
1.3 สมมติฐานของการศึกษา.....	1
1.4 ขอบเขตการศึกษา.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.6 แนวคิดของโครงการ.....	2
1.7 ประสิทธิภาพของโครงการ.....	3
1.8 ระยะเวลาการทำโครงการ.....	3

บทที่ 2 หลักและทฤษฎี

2.1 จีเอสเอ็ม โมดูล ซิม900(GSM Module Sim900).....	4
2.1.1 คุณสมบัติเบื้องต้นของ จีเอสเอ็ม โมดูล ซิม900.....	4
2.1.2 การเชื่อมต่อ จีเอสเอ็ม โมดูล ซิม900 เข้ากับ ไมโครคอนโทรลเลอร์.....	5
2.1.3 ทฤษฎีจีเอสเอ็ม (Global System for Mobile : GSM).....	6
2.2 พีไออาร์ โมชัน เซ็นเซอร์ (PIR MOTION SENSOR)	7
2.2.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของพีไออาร์โมชันเซ็นเซอร์	7
2.2.2 คุณสมบัติ พีไออาร์ โมชัน เซ็นเซอร์.....	7
2.2.3 โหมดสัญญาณเอาต์พุตโหมดสัญญาณเอาต์พุต.....	8
2.2.4 หลักการทำงานของ พีไออาร์ โมชัน เซ็นเซอร์.....	8
2.2.5 การปรับค่าความไวในการตอบสนองทางไฟฟ้า.....	8
2.3 GPS NEO-6M.....	9
2.3.1 Block diagram.....	10
2.3.2 คุณสมบัติทางไฟฟ้า.....	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 หลักการทำงานของ GPS.....	11
2.4 Arduino Mega 2560.....	13
2.4.1 จุดเด่นที่ทำให้บอร์ด Arduino เป็นที่นิยม.....	13
2.4.2 ทฤษฎีไมโครคอนโทรลเลอร์(Microcontroller).....	14
2.4.3 รูปแบบการเขียนโปรแกรมบน Arduino.....	16
2.4.4 องค์ประกอบต่างๆของArduino Mega 2560.....	17
2.5 Vibration Sensor.....	18
2.5.1 คุณสมบัติของเซนเซอร์ตรวจจับการสั่นสะเทือน SW420.....	18
2.5.2 องค์ประกอบต่างๆของ Vibration Sensor.....	18
2.6 สาเหตุการเสียชีวิตของเด็กที่ติดอยู่ภายในรถยนต์.....	19
บทที่ 3 วิธีการทำวิจัย	
3.1 การเลือกใช้ฮาร์ดแวร์.....	20
3.2 การออกแบบวงจรจำลองระบบไฟภายในรถยนต์.....	21
3.3 การออกแบบโปรแกรมคำสั่ง.....	23
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	
4.1 การทดสอบวงจรจำลองการติดดับของเครื่องยนต์.....	25
4.1.1 การระบุสถานะของเครื่องยนต์.....	25
4.1.2 การระบุสถานะของประตูรถยนต์.....	25
4.2 ผลการทดลองวงจรจำลองระบบไฟภายในรถยนต์.....	25
4.2.1 ผลการระบุสถานะของเครื่องยนต์.....	25
4.2.2 ผลระบุสถานะของประตูรถยนต์.....	26
4.3 การทดสอบระบบแจ้งเตือน.....	26
4.3.1 กำหนดเหตุการณ์การทดสอบ.....	26
4.3.2 ผลการทดลอง.....	27
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	
สรุปผลการทดลอง.....	30
วิจารณ์ผลการทดลอง.....	30
บรรณานุกรม.....	31
ภาคผนวก.....	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1.8 ระยะเวลาการทำโครงการ.....	3
ตารางที่ 2.1.2 ตารางแสดงการต่อสายสัญญาณระหว่าง GSM SIM900 กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์.....	5
ตารางที่ 2.3.1 ตารางแสดงคุณสมบัติทางไฟฟ้าของ GPS NEO-6M.....	10
ตารางที่ 4.2.1 ผลการทดลองการระบุสถานะของเครื่องยนต์.....	25
ตารางที่ 4.2.2 ผลการทดลองการระบุสถานะของประตुरถยนต์.....	26
ตารางที่ 4.3.1 ผลการทดลองระบบแจ้งเตือน.....	27
ตารางที่ 4.3.2 ผลการทดลองระบบแจ้งเตือน.....	27
ตารางที่ 4.3.3 ผลการทดลองระบบแจ้งเตือน.....	27
ตารางที่ 4.3.4 ผลการทดลองระบบแจ้งเตือน.....	27
ตารางที่ 4.3.5 ผลการทดลองระบบแจ้งเตือน.....	28
ตารางที่ 4.3.6 ผลการทดลองระบบแจ้งเตือน.....	28
ตารางที่ 4.3.7 ผลการทดลองระบบแจ้งเตือน.....	28
ตารางที่ 4.3.8 ผลการทดลองระบบแจ้งเตือน.....	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
รูปที่1.6 Blockdiagram ของโครงงาน.....	2
รูปที่2.1จีเอสเอ็ม โมดูล ซิม900(GSM Module Sim900).....	4
รูปที่2.2 พีไออาร์ โมชั่น เซ็นเซอร์ (PIR MOTION SENSOR.....	7
รูปที่2.2.1 หลักการทำงานของพีไออาร์ โมชั่น เซนเซอร์.....	8
รูปที่2.2.2 แสดงกราฟความไวในการตอบสนองทางไฟฟ้าของ PIR Sensors.....	8
รูปที่2.3 GPS NEO-6M.....	9
รูปที่2.3.1Block diagram GPS NEO-6M.....	10
รูปที่ 2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560.....	13
รูปที่ 2.4.1 การเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ กับ Arduino.....	16
รูปที่ 2.4.2 การเลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ต้องการ upload.....	16
รูปที่ 2.4.3 เลือกหมายเลข Comport ของบอร์ด.....	16
รูปที่ 2.4.4 การ Upload โค้ดโปรแกรม.....	16
รูปที่2.4.5 องค์ประกอบต่างๆของArduino Mega 2560.....	17
รูปที่2.5 Vibration Sensor.....	18
รูปที่2.5.1 องค์ประกอบต่างๆของ Vibration Sensor.....	18
รูปที่3.2.1 Schemetic ของวงจรจำลองระบบไฟภายในรถยนต์.....	22
รูปที่3.2.2 PCB ของวงจรจำลองระบบไฟภายในรถยนต์.....	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันมีข่าวเหตุการณ์การลี้ภัยเด็กไว้ในรถให้เห็นในสื่อบ่อยครั้ง อาจจะเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งในรถรับส่งนักเรียน หรือรถยนต์ส่วนบุคคล ล้วนแล้วแต่ก่อให้เกิดโศกนาฏกรรมขึ้นทั้งสิ้น แต่การนำเอาเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการป้องกันเหตุการณ์เหล่านี้ยังไม่มีให้เห็นแพร่หลายในประเทศไทย ดังนั้นจึงทำให้มีการออกแบบระบบและอุปกรณ์ เพื่อป้องกันการสูญเสียชีวิตจากเหตุการณ์ดังกล่าวโดยการนำเอาเทคโนโลยี เซนเซอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาประยุกต์ใช้ร่วมกันในการออกแบบโครงงาน

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาคุณสมบัติและหลักการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว เพื่อใช้ในการตรวจจับความเคลื่อนไหวและสัญญาณของสิ่งมีชีวิตที่ต้องนำมาใช้ในระบบ

1.2.2 เพื่อศึกษาคุณสมบัติและหลักการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับการสั่นสะเทือน เพื่อนำมาประมวลผลร่วมกับอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจจับสัญญาณของสิ่งมีชีวิตมากขึ้น

1.2.3 เพื่อศึกษาการใช้งาน เขียนคำสั่ง และออกแบบวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับสั่งการทำงานในอุปกรณ์ส่งสัญญาณแบบไร้สายให้มีชุดคำสั่งและขนาดที่เหมาะสม เพื่อเป็นต้นแบบในการต่อยอดสร้างอุปกรณ์ป้องกันเหตุการณ์การลี้ภัยเด็กหรือสิ่งมีชีวิตไว้ในรถยนต์ที่สามารถติดตั้งในรถยนต์ได้จริงอย่างมีประสิทธิภาพ

1.2.4 เพื่อศึกษาการใช้งาน GPModule ในการระบุตำแหน่งของอุปกรณ์ โดยสามารถติดตั้งไว้กับอุปกรณ์ และทำงานตามชุดคำสั่งที่ออกแบบไว้ในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้

1.2.5 เพื่อศึกษาการใช้งาน Module GSM Sim900 ในการโทรเพื่อแจ้งเตือน โดยสามารถติดตั้งไว้กับอุปกรณ์ และทำงานตามชุดคำสั่งที่ออกแบบไว้ในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้

1.2.6 เพื่อเป็นต้นแบบในการต่อยอดสร้างอุปกรณ์ป้องกันเหตุการณ์การลี้ภัยเด็กหรือสิ่งมีชีวิตไว้ในรถยนต์ ที่สามารถติดตั้งและใช้งานได้จริงในอนาคตโดยไม่เกิดความผิดพลาด

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

ถ้าหลังจากการดับเครื่องยนต์ทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 10 นาทีแล้วระบบตรวจพบการเคลื่อนไหวหรือมีสัญญาณของสิ่งมีชีวิตภายในรถยนต์ ระบบจะแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานโดยการโทรเข้าโทรศัพท์มือถือของคุณคนแรกที่ทำการบินทิ้งไว้ในระบบและทำการเล่นไฟล์เสียงที่บันทึกไว้ในสายพร้อมทำการส่งข้อความพิทักษ์รถยนต์เป็นเลข ละติจูด-ลองจิจูด หากไม่มีการตอบรับจากบุคคลแรกระบบจะทำการโทรเข้ามือถือของคุณคนที่สองที่ทำการบินทิ้งไว้ในระบบและทำการเล่นไฟล์เสียงที่ทำการบันทึกไว้หากมีการตอบรับ โดยจะส่งข้อความ

ระบุพิกัดของรถยนต์อีกครั้งเช่นกัน พร้อมทั้งทำการใช้เสียงของแตรรยนต์เพื่อดึงความสนใจจากบุคคลโดยรอบ โดยอุปกรณ์จะหยุดทำงานทันทีเมื่อมีการเปิดประตูรถยนต์และจะเริ่มทำงานใหม่เมื่อติดเครื่องยนต์อีกครั้ง

1.4 ขอบเขตการศึกษา

เนื่องจากโครงการต้องอาศัยหลักการทำงานในหลายส่วนดังนั้นขอบข่ายของงานจะประกอบไปด้วยส่วนต่างๆดังต่อไปนี้

1.4.1 ศึกษาหลักการทำงานและคุณสมบัติของเซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวและสัญญาณของสิ่งมีชีวิตที่ต้องนำมาใช้ในระบบ

1.4.2 ศึกษาคุณสมบัติและหลักการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับการสั่นสะเทือนที่ต้องนำมาใช้ในระบบ

1.4.3 ศึกษาการทำงานการเขียนโปรแกรม และออกแบบวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

1.4.4 ศึกษาคุณสมบัติของ Module GSM Sim900 เพื่อนำมาใช้ในการแจ้งเตือน

1.4.5 ศึกษาการใช้งาน GPSModule ในการระบุตำแหน่งของอุปกรณ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

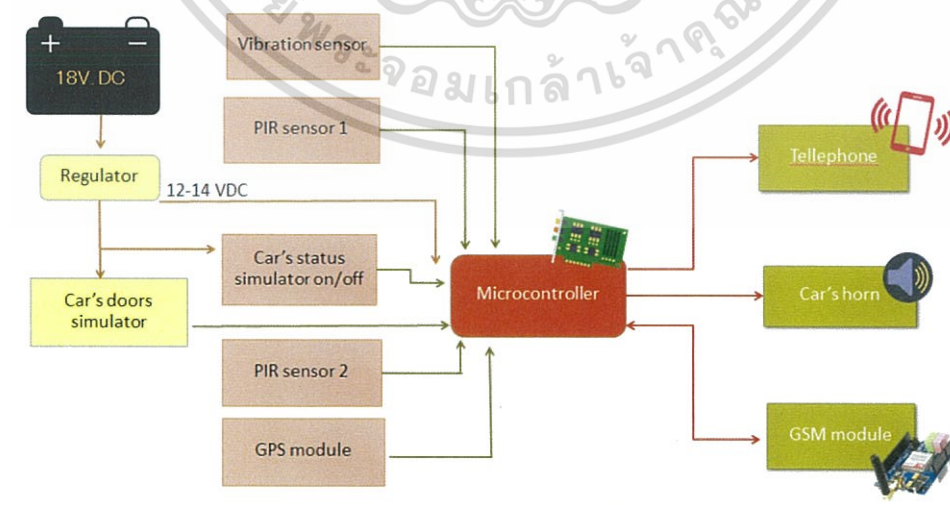
1.5.1 ได้เรียนรู้หลักการทำงานและโครงสร้างของเซนเซอร์แต่ละชนิดที่ใช้ตรวจจับความเคลื่อนไหวและสัญญาณของสิ่งมีชีวิต และการนำมาประยุกต์ใช้

1.5.2 ได้เรียนรู้วิธีการเขียนคำสั่งและออกแบบวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

1.5.3 ได้เรียนรู้หลักการทำงานของGPSModule ในการระบุตำแหน่งของอุปกรณ์และส่งข้อมูลไปยังส่วนประมวลผลเพื่อนำข้อมูลไปใช้ได้

1.5.4 ได้เรียนรู้คุณสมบัติของ Module GSM Sim900และการนำมาประยุกต์ใช้

1.6 แนวคิดของโครงการ



รูปที่1.6 Blockdiagram ของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 ประสิทธิภาพของโครงการงาน

1.7.1 ขีดจำกัดของโครงการงาน

จากการทดลองพบว่าปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการทำงานของเครื่องตรวจจับและแจ้งเตือน คือ จุดที่มีความเข้มของสัญญาณต่ำ, อุณหภูมิของสภาพแวดล้อม, ความคลาดเคลื่อนของอุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหว ดังนี้

- GSM Module Sim900 ไม่สามารถทำงานได้ในจุดที่มีความเข้มของสัญญาณต่ำกว่า -95 dB
- GPS NEO-6M ไม่สามารถทำงานได้ในจุดที่จับสัญญาณดาวเทียมได้ต่ำกว่า 3 ดวง
- PIR MOTION SENSOR สามารถทำงานได้ในช่วงอุณหภูมิ 0-50 องศาเซลเซียส
- Vibration Sensor มีความคลาดเคลื่อนในการตรวจจับประมาณ 20% จากการทดลอง

1.7.2 ความเร็วในการทำงานของโครงการงาน

จากโครงการงานนี้มี 800 คำสั่ง ความเร็วในการทำงานก็จะเท่ากับ $800/16*10^6 = 50 \text{ microSec}$

1.8 ระยะเวลาการทำโครงการงาน

แผนงาน	ปี 2561			
	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน
เขียนโปรแกรมเพิ่มเติม				
ออกแบบและจัดทำ Hardware				
ทดลอง ตรวจสอบ แก้ไข				
สรุปและเขียนรายงาน				

ตารางที่ 1.8 ระยะเวลาการทำโครงการงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

2.1 จีเอสเอ็ม โมดูล ซิม900(GSM Module Sim900)



รูปที่ 2.1 จีเอสเอ็ม โมดูล ซิม900(GSM Module Sim900)
(ที่มา: http://img.dxcn.com/productimages/sku_422159_1.jpg)

SIM900 โมดูล (GSM Module) อุปกรณ์ GSM/GPRS ที่ สมบูรณ์แบบ ออกแบบให้โมดูลมีลักษณะเป็น SMT type (เทคโนโลยีในการวางตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผ่นวงจรมีประสิทธิภาพในการทำงานสูงด้วยโปรเซสเซอร์ AMR926EJ-S core สามารถรองรับการใช้งานได้ทั้งหมด 4 ความถี่ GSM / GPRS 850/900/1800/1900 MHz เหมาะสำหรับงาน voice, SMS, Data และ fax

2.1.1 คุณสมบัติเบื้องต้นของ จีเอสเอ็ม โมดูล ซิม900

- 1) รองรับความถี่ GSM/GPRS 850/900/1800/1900 MHz
- 2) รองรับ GPRS mobile station class B
- 3) รองรับ GPRS multi-slot class 10/8 4) รองรับ MMS
- 5) รองรับมาตรฐานคำสั่ง AT Command (GSM 07.07 / 07.05 และคำสั่งเพิ่มเติมจาก SIMCOM)
- 6) รองรับ SIM Applications Toolkit(บริการเสริมที่ พร้อมใช้ในซิมการ์ด)
- 7) ทำงานที่ย่านแรงดัน 3.2V ถึง 4.8V
- 8) อินเทอร์เฟซผ่าน SPI หรือ Serial Port
- 9) รองรับการเชื่อมต่อภายนอกใช้ได้กับSIMcard 1.8V และ 3V - มีวงจร Analog Audio
- 10) ขนาดโมดูล 24 x 24 x 3 mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 การเชื่อมต่อ จีเอสเอ็ม โมดูล ซิม900 เข้ากับ ไมโครคอนโทรลเลอร์

การติดต่อสื่อสารกับโมดูล SIM900 ของบอร์ด ET-BASE GSM SIM900 นั้นสามารถทำได้ 2 แบบ คือ เชื่อมต่อผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 โดยใช้ขั้วต่อแบบ 4 PIN จัดเรียงสัญญาณตามมาตรฐานของบริษัท ETT ซึ่งสามารถนำไปเชื่อมต่อกับสัญญาณ RS232 มาตรฐาน เช่น คอมพิวเตอร์ RS232(Com Port) หรือ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ของบริษัท ETT ที่มีขั้ว RS232 แบบ 4 PIN ได้ทันที นอกจากนี้บอร์ด ET-BASE GSM SIM900 ยังได้เตรียมขั้วต่อสัญญาณอนุกรมระดับสัญญาณ TTL 3-5V (P4 หรือ P5) สำหรับเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยตรง โดยไม่ต้องมีวงจรแปลงระดับสัญญาณเป็น RS232 โดยสัญญาณการเชื่อมต่ออนุกรมของโมดูล SIM900จะมีดังนี้

- DCD (Data Carrier Detect) ของโมดูล SIM900 ซึ่งเป็น Output จาก SIM900 ซึ่งตามปกติจะต่อเข้ากับ DCD Input ของอุปกรณ์ด้าน Host
- TXD (Transmit Data) ของโมดูล SIM900 ซึ่งเป็น Output จาก SIM900 ซึ่งตามปกติจะต่อเข้ากับ RXD (Receive Data) ของอุปกรณ์ด้าน Host
- RXD (Receive Data) ของโมดูล SIM900 ซึ่งเป็น Input ของ SIM900 ซึ่งตามปกติจะต่อเข้ากับ TXD (Transmit Data) จากอุปกรณ์ด้าน Host
- DTR (Data Terminal Ready) ของโมดูล SIM900 ซึ่งเป็น Input ของ SIM900 ซึ่งตามปกติจะต่อเข้ากับ DTR จากอุปกรณ์ด้าน Host
- RTS (Request To Send) ของโมดูล SIM900 ซึ่งเป็น Input ของ SIM900 ซึ่งตามปกติจะต่อเข้ากับ RTS ของอุปกรณ์ด้าน Host
- CTS (Clear To Send) ของโมดูล SIM900 ซึ่งเป็น Output จาก SIM900 ซึ่งตามปกติจะต่อเข้ากับ CTS ของอุปกรณ์ด้าน Host
- RI (Ring Indicator) ของโมดูล SIM900 ซึ่งเป็น Output จาก SIM900 ซึ่งตามปกติจะต่อเข้ากับ RI ของอุปกรณ์ด้าน Host
- GND ของโมดูล SIM900 ต้องต่อเข้ากับ GND ของอุปกรณ์ด้าน Host

ตารางแสดงการต่อสายสัญญาณระหว่าง GSM SIM900 กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์

SIM900	Signal Direction	MCU
DCD	→	DCD
TXD	→	RXD
RXD	←	TXD
DTR	←	DTR
RTS	←	RTS
CTS	→	CTS
RI	→	RI
GND	—	GND

ตารางที่ 2.1.2 ตารางแสดงการต่อสายสัญญาณระหว่าง GSM SIM900 กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์

(ที่มา: <https://bit.ly/2KFtPSe> ,หน้า 8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 ทฤษฎีจีเอสเอ็ม (Global System for Mobile : GSM) จีเอสเอ็ม (วิกิพีเดีย, 2556)

เป็นมาตรฐานของเทคโนโลยีโทรศัพท์มือถือที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในโลก ปัจจุบันมีผู้ใช้มากกว่า 80% ของมือถือทั่วโลกจีเอสเอ็มใช้เทคโนโลยีดิจิทัลสำหรับช่องสัญญาณควบคุมและสัญญาณเสียงแบบทีดีเอ็มเอ (Time Division Multiple Access : TDMA) ซึ่งแตกต่างจากเทคโนโลยีโทรศัพท์มือถือก่อนหน้านี้ นั่นจึงถือว่าเป็นโทรศัพท์มือถือในยุคที่สอง หรือ 2G ซึ่งหมายถึง การพัฒนาระบบขึ้นไปอีกขั้นหนึ่งการพัฒนาอย่างแพร่หลายของจีเอสเอ็มเป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภคที่สามารถใช้งานได้สะดวกสบายมากขึ้นและนอกจากนี้ยังเป็นประโยชน์ต่อผู้ควบคุมระบบเน็ตเวิร์คให้มีตัวเลือกในการใช้งานมากขึ้น เนื่องจากมีผู้จัดทำอย่างแพร่หลายจีเอสเอ็มเริ่มต้นด้วยทางเลือกใหม่ ซึ่งมีราคาที่ถูกเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการติดต่อสื่อสารนั่นก็คือ เอสเอ็มเอส (Short Message Service : SMS) หรือเรียกอีกอย่างว่าเท็กเมสเสจ ซึ่งโทรศัพท์มือถือทั่วไปสามารถรองรับได้อย่างดี

เอทีคอมมาน (AT Command) เอทีคอมมานเป็นชุดคำสั่งมาตรฐานที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกับโทรศัพท์มือถือเคลื่อนที่โดยส่วนมากมักจะใช้ในการสื่อสารกับอุปกรณ์สื่อสารชนิดต่างๆ เช่น โมเด็มหรืออุปกรณ์ดีทีอี (Data Terminal Equipment : DTE) ในชุดคำสั่งพื้นฐานทางบริษัท Hayes ได้เป็นผู้ออกแบบคิดค้นเพื่อใช้ กับโมเด็มของตน และต่อมาบริษัทผู้ผลิตมือถือยี่ห้อต่างๆ ได้พัฒนามาใช้ผลิตภัณฑ์ของตนเป็นสาเหตุให้คำสั่งพิเศษบางคำสั่งไม่เหมือนกันในผลิตภัณฑ์ต่างยี่ห้อกัน และความสามารถของโทรศัพท์ในบางรุ่นจะไม่รองรับคำสั่งดังกล่าวเนื่องจากไม่ได้มีวงจรส่วนโมเด็มบรรจุอยู่ในโทรศัพท์มือถือ ซึ่งการส่งข้อมูลไปในรูปของข้อความผ่านเอทีคอมมานมี 2 รูปแบบ คือ โหมดข้อความ (Text Mode) และโหมดพีดียู (PDU Mode)

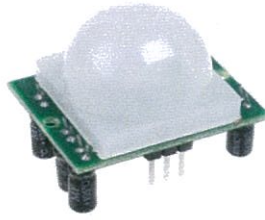
- โหมดข้อความเป็นการส่งข้อความในรูปของตัวอักษรได้โดยตรง แต่การส่งข้อความในแบบโหมดข้อความนั้นจะเป็นการนำข้อความที่ต้องการส่งมาเข้ารหัสก่อนโดยตัวเครื่องเองแล้วจึงใส่ข้อมูลในรูปของโหมดพีดียูอีกครั้งหนึ่ง แต่ในโทรศัพท์บางเครื่องไม่สนับสนุนการส่งข้อความแบบโหมดข้อความผ่านทางเอทีคอมมาน แต่หากส่งเป็นข้อความโหมดพีดียูจะส่งได้เนื่องจากโทรศัพท์จะไม่ต้องมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลอีกขั้นหนึ่ง

- โหมดพีดียูพีดียู คือ โหมดการทำงานประเภทหนึ่ง ซึ่งจะทำการแปลงและนำมาใช้งานกับชุดคำสั่งเอทีคอมมานในการส่งข้อความและสามารถใช้ได้กับโทรศัพท์มือถือทุกเครื่องที่รองรับคำสั่งเอทีคอมมานได้ โดยการเข้ารหัสพีดียูมีขั้นตอน ดังนี้

- 1) จะต้องทราบรหัสแอสกีแบบเลขฐาน 16 (Hexadecimal) ของแต่ละอักขระ 10
- 2) แปลงจากรหัสแอสกีแบบเลขฐาน 16 เป็นรหัสแอสกีแบบเลขฐาน 2 (Binary)
- 3) รหัสแอสกีแบบเลขฐาน 2 มาตัดบิตซ้ายสุดทิ้ง
- 4) นำรหัสแอสกีในรูปแบบเลขฐาน 2 ของแต่ละตัว มาวางเรียงกันโดยจัดให้บิตที่มีนัยสำคัญต่างๆ (LSB) ให้อยู่ด้านซ้ายมือจากนั้นแบ่งสายบิตออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 8 บิต โดยให้เติม 0 เข้าไปด้านขวาจนแบ่งกลุ่มได้เท่าจำนวนของอักขระที่เริ่มต้น
- 5) เรียงรหัสพีดียู 8 บิต ที่แบ่งได้โดยให้บิตนัยสำคัญสูง (MSB) อยู่ซ้ายมือ
- 6) แปลงรหัสพีดียู 8 บิต ที่ได้ให้เป็นรหัสพีดียูแบบเลขฐาน 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 พีไออาร์ โมชัน เซ็นเซอร์ (PIR MOTION SENSOR)



รูปที่2.2 พีไออาร์ โมชัน เซ็นเซอร์ (PIR MOTION SENSOR)

(ที่มา: <https://bit.ly/2wVFDxJ>)

พีไออาร์ โมชัน เซ็นเซอร์ (PIR MOTION SENSOR) เป็นอุปกรณ์ที่ตรวจจับความเคลื่อนไหว ด้วยการตรวจวัดความร้อนในพื้นที่ที่ต้องการความร้อนวัดได้จากการเปลี่ยนแปลงระดับ รังสีอินฟราเรดที่ปล่อยออกมาจากวัตถุ เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ (สิ่งมีชีวิตทุกชนิดจะมีการแผ่รังสีอินฟราเรดออกมาจากตัวเอง การแผ่รังสีดังกล่าวเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในอะตอมปริมาณรังสีจะมีมากน้อยตามแต่โครงสร้างทางเคมี และ อุณหภูมิ ของวัตถุหรือสิ่งมีชีวิตนั้นๆ)จึงทำให้สามารถตรวจจับสัญญาณลोजิกที่เปลี่ยนแปลงที่ขาเอาต์พุตได้

2.2.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของพีไออาร์โมชันเซ็นเซอร์

- 1.) เลนส์-สำหรับควบคุมหรือโฟกัสพื้นที่ในการตรวจจับ ความเคลื่อนไหว
- 2.) เซ็นเซอร์ - เป็นตัวแปลงพลังงานความร้อนจากรังสี อินฟราเรด มาเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า

2.2.2 คุณสมบัติ พีไออาร์ โมชัน เซ็นเซอร์

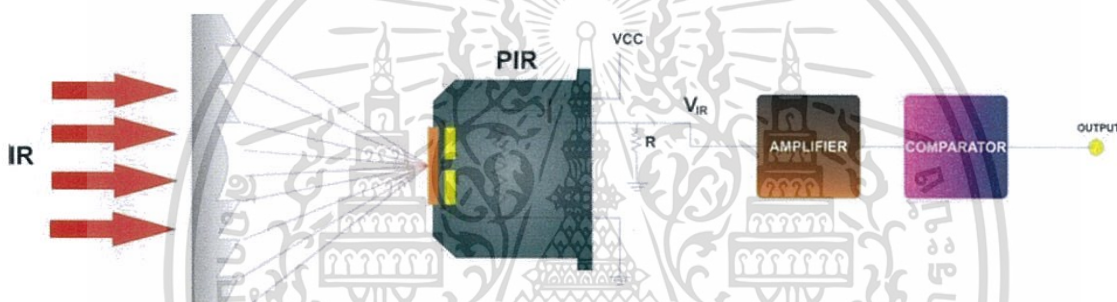
- 1) ใช้ไฟเลี้ยง +3 ถึง +5 โวลต์ ต้องการกระแสไฟฟ้า มากกว่า 3 มิลลิแอมป์
- 2) สามารถตรวจจับความเคลื่อนไหวได้ในช่วง 6 เมตร
- 3) รัศมีในการตรวจจับ 70 องศา
- 4) สัญญาณเอาต์พุต 1 บิต
- 5) อุณหภูมิในการทำงานอยู่ในช่วง 0 ถึง 50 องศา เซลเซียส (ใช้ในพื้นที่ร่ม)
- 6) ใช้เวลาในการเรียนรู้สภาพแวดล้อม 10 ถึง 60 วินาที ในช่วงเวลานี้ควรจะมีการเคลื่อนไหวน้อยที่สุดในพื้นที่ที่มีการตรวจจับ เพื่อให้สามารถทำงานได้
- 7) ขนาด 32.2 มิลลิเมตร × 24.3 มิลลิเมตร × 25.4 มิลลิเมตร (กว้าง × ยาว × สูง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 โหมดสัญญาณเอาต์พุตโหมดสัญญาณเอาต์พุตสามารถเลือกใช้งานได้ 2 แบบคือ

- 1) สัญญาณ H (HIGH) หมายถึงเอาต์พุตเป็น ลอจิก 0 เมื่ออยู่ในสภาวะปกติ และเอาต์พุตเป็นลอจิก 1 เมื่อตรวจจับความเคลื่อนไหวได้
- 2) สัญญาณ L (LOW) หมายถึง เอาต์พุตเป็น ลอจิก 0 เมื่ออยู่ในสภาวะปกติ และเอาต์พุตเป็นลูกคลื่น ลอจิก 1 สลับกับ 0 อย่างต่อเนื่อง (pulse) เมื่อตรวจจับความเคลื่อนไหวได้ใน โครงการนี้ได้เลือกใช้ สัญญาณเอาต์พุตในโหมด H จุดเชื่อมต่อการใช้งานของพีไออาร์โมชั่นเซนเซอร์
 - 1)ขาไฟเลี้ยง (+) สำหรับต่อไฟเลี้ยง แรงดัน +3.3 ถึง +5 โวลต์
 - 2)ขาเอาต์พุต (OUT) สำหรับต่อเข้ากับขาอินพุตของไมโครคอนโทรเลอร์ที่ขา 5
 - 3)ขากราวด์ (-) สำหรับต่อกราวด์ 0 โวลต์

2.2.4 หลักการทำงานของพีไออาร์ โมชั่น เซนเซอร์

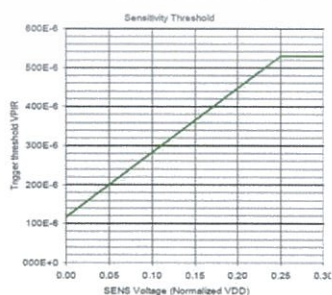


รูปที่ 2.2.1 หลักการทำงานของพีไออาร์ โมชั่น เซนเซอร์

(ที่มา: <https://bit.ly/2HBgQzT>)

2.2.5 การปรับค่าความไวในการตอบสนองทางไฟฟ้า

แรงดันไฟฟ้าที่นำไปใช้ในการป้อนให้กับเซนเซอร์ เพื่อกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการตรวจสอบสัญญาณระหว่าง PIRIN และ NPIPIN ส่วน VSS จะเลือกแรงดันขีดเริ่มที่ต่ำที่สุด ส่วนทุกค่าแรงดันที่สูงกว่า $VDD/4$ จะเลือกแรงดันขีดเริ่มที่สูงที่สุด สำหรับการตรวจจับสัญญาณ PIR



รูปที่ 2.2.2 แสดงกราฟความไวในการตอบสนองทางไฟฟ้าของ PIR Sensors

(ที่มา: <https://bit.ly/2k9v5Sk> , หน้า ที่ 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 GPS NEO-6M



รูปที่ 2.3 GPS NEO-6M
(ที่มา: <https://bit.ly/2s18SKP>)

GPS ย่อมาจาก Global Position System เป็นระบบบอกพิกัดตำแหน่งที่พัฒนาโดยรัฐบาลสหรัฐอเมริกาสำหรับใช้ในทางการทหาร เพื่อการคำนวณค่าพิกัดตำแหน่งและใช้ในการนำร่องได้ทุกจุดบนโลก แต่ระบบ GPS ยังสามารถยังสามารถนำมาใช้ในงานทางด้านพาณิชย์

องค์ประกอบหลัก 3 ส่วน

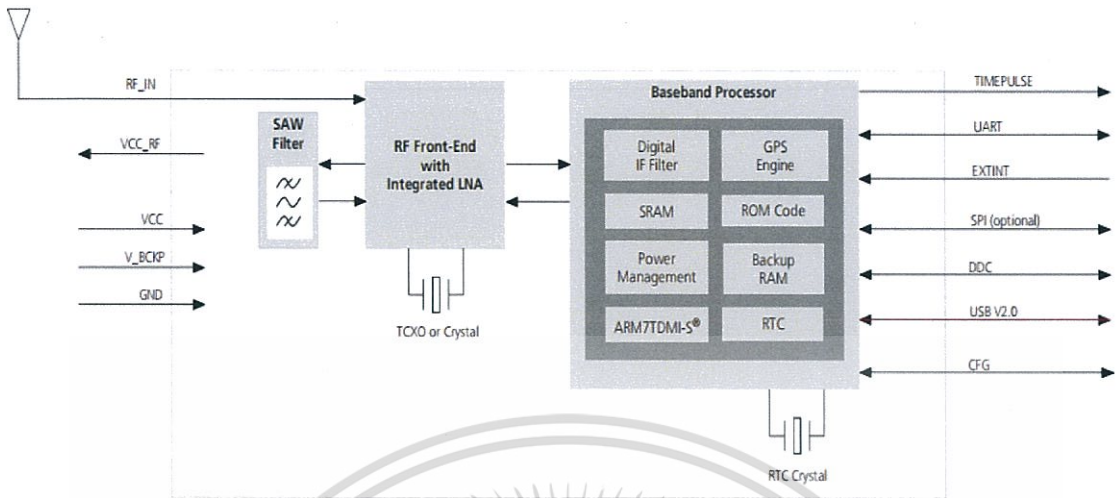
1. ส่วนอวกาศ(Space segment) คือกลุ่มของดาวเทียมดาวเทียม GPS ที่โคจรรอบโลก 24 ดวง โดยจะโคจรรอบโลกสองรอบในหนึ่งวัน ซึ่งจะส่งสัญญาณเวลาที่มีความแม่นยำสูงและข้อมูลต่างๆที่สำคัญ ที่จะใช้ในการคำนวณหาพิกัดตำแหน่งไปยังทุกจุดบนพื้นโลกตลอด 24 ชั่วโมง

2. ส่วนสถานีควบคุม (Control segment) ประกอบไปด้วยสถานีภาคพื้นดินที่ควบคุมระบบ ที่กระจายอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของโลก โดยแบ่งออกเป็นสถานีควบคุมหลัก ตั้งอยู่ที่ฐานทัพอากาศในเมืองโคโลราโดสปริงส์ (Colorado Springs) มลรัฐโคโลราโดของสหรัฐอเมริกาสถานีติดตามดาวเทียม 5 แห่ง ทำการรับวัดติดตามดาวเทียมตลอดเวลา สถานีรับส่งสัญญาณ 3 แห่ง

3. ส่วนผู้ใช้ (User segment) ประกอบด้วยเครื่องรับสัญญาณ หรือเครื่องรับจีพีเอส GPS ซึ่งมีหลายขนาด สามารถพกพาติดตัวหรือ จะติดไว้ในรถ เรือ เครื่องบินก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 Block diagram



รูปที่ 2.3.1 Block diagram GPS NEO-6M

(ที่มา: <https://bit.ly/2x1FWCD>, หน้าที่ 7)

2.3.2 คุณสมบัติทางไฟฟ้า

Parameter	Module	Condition	Min	Max	Units
Power supply voltage (VCC)	NEO-6G		-0.5	2.0	V
	NEO-6Q/ NEO-6M		-0.5	3.6	V
Backup battery voltage (V_BCKP)	All		-0.5	3.6	V
USB supply voltage (VDDUSB)	All		-0.5	3.6	V
Input pin voltage	All		-0.5	Vcc +0.5	V
	All		-0.5	Vddusb	V
VCC_RF output current	All			100	mA
Input power at RF_IN	All	Source impedance = 50Ω continuous wave		-5	dBm
Storage temperature	All		-40	85	°C

ตารางที่ 2.3.1 ตารางแสดงคุณสมบัติทางไฟฟ้าของ GPS NEO-6M

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 หลักการทำงานของ GPS

คือการคำนวณระยะทางระหว่างดาวเทียมกับเครื่อง GPS ซึ่งจะต้องใช้ระยะทางจากดาวเทียมอย่างต่ำ 3 ดวง เพื่อให้ได้ตำแหน่งที่แน่นอน ซึ่งเมื่อเครื่อง GPS สามารถรับสัญญาณจากดาวเทียมได้ 3 ดวงขึ้นไปแล้ว จะมีคำนวณระยะทางระหว่างดาวเทียมถึงเครื่อง GPS โดยจากสูตรคำนวณทางฟิสิกส์คือ

ความเร็ว X เวลา = ระยะทางโดยดาวเทียมทั้ง 3 ดวงจะส่งสัญญาณที่เหมือนกันมายังเครื่อง GPS โดยความเร็วแสง (186,000 ไมล์ต่อวินาที) แต่ระยะเวลาในการรับสัญญาณได้จากดาวเทียมแต่ละดวงนั้นจะไม่เท่ากัน เนื่องจากระยะทางไม่เท่ากัน เช่น

ดาวเทียม 1 : ระยะเวลาในการส่งสัญญาณจากดาวเทียมดวงแรกถึงเครื่อง GPS คือ 0.10 วินาที ระยะทางระหว่างดาวเทียมกับ GPS คือ 18,600 ไมล์ (186,000 ไมล์ต่อวินาที X 0.10 วินาที = 18,600 ไมล์) ฉะนั้นตำแหน่งปัจจุบันก็จะสามารถเป็นจุดใดก็ได้ในวงกลมที่มีรัศมี 18,600 ไมล์ ซึ่งจะเห็นว่าดาวเทียมเพียงดวงเดียวยังไม่สามารถบอกตำแหน่งที่แน่นอนได้

ดาวเทียม 2 : ระยะเวลาในการส่งสัญญาณจากดาวเทียมดวงแรกถึงเครื่อง GPS คือ 0.08 วินาที ระยะทางระหว่างดาวเทียมกับ GPS คือ 13,200 ไมล์ (186,000 ไมล์ต่อวินาที X 0.08 วินาที = 13,200 ไมล์) ฉะนั้นตำแหน่งปัจจุบันก็จะสามารถเป็นจุดใดก็ได้ในจุด Intersect ระหว่างวงกลมจากดาวเทียมดวงแรกกับดวงที่ 2

ดาวเทียม 3 : ระยะเวลาในการส่งสัญญาณจากดาวเทียมดวงแรกถึงเครื่อง GPS คือ 0.06 วินาที ระยะทางระหว่างดาวเทียมกับ GPS คือ 11,160 ไมล์ (186,000 ไมล์ต่อวินาที X 0.06 วินาที = 11,160 ไมล์) ฉะนั้นตำแหน่งปัจจุบันก็จะสามารถเป็นจุดใดก็ได้ในจุด Intersect ระหว่างวงกลมจากดาวเทียมทั้ง 3 ดวงจะเห็นได้ว่าจะเหลือตำแหน่งอยู่ 2 จุดที่บริเวณวงกลมทั้ง 3 ตัดกันคือตำแหน่งที่อยู่ในอวกาศ ซึ่งแน่นอนว่าเราไม่สามารถไปอยู่ในอวกาศได้ตำแหน่งนี้จะถูกตัดทิ้งอัตโนมัติโดยเครื่อง GPS อีกตำแหน่งคือตำแหน่งบนพื้นโลกซึ่งเป็นตำแหน่งที่เรายืนถือเครื่อง GPS อยู่นั่นเอง ซึ่งความถูกต้องแม่นยำของตำแหน่งก็ขึ้นกับจำนวนดาวเทียมที่สามารถรับสัญญาณได้ในขณะนั้นหากมีมากกว่า 3 ดวงก็จะละเอียดมากขึ้น และก็ขึ้นกับเครื่อง GPS ด้วย หากเป็นเครื่องที่มีราคาแพง (ซึ่งมักใช้เฉพาะงาน) ก็จะมีค่าความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น

ข้อมูลตำแหน่งที่ได้มานั้น ยังสามารถใช้ร่วมกับโปรแกรมในเครื่อง GPS เพื่อบอกจุดบนแผนที่ และแสดงตำแหน่งของเราว่าอยู่จุดใดของแผนที่ได้อีกด้วย ทั้งนี้ก็ขึ้นกับข้อมูลแผนที่ที่ติดมากับเครื่องด้วยว่ามีความแม่นยำเพียงใด โดยแผนที่พื้นฐานจะไม่ได้ติดตั้งมากับเครื่อง GPS ทุกรุ่น ซึ่งอาจจะต้องซื้อแยกจากตัวเครื่อง

การรับส่งข้อมูลของ GPS

ในการรับส่งข้อมูลจากดาวเทียมมีโปรโตคอลที่สำคัญของ GPS จะอยู่ในชุด NMEA (Nation Maritime Electronics Association : NMEA) ซึ่งเป็นโปรโตคอลมาตรฐานของ GPS แต่ภายในอาจมีโปรโตคอลอื่น ๆ ประกอบอยู่ แต่โปรโตคอลที่ใช้งานหลักมีดังนี้

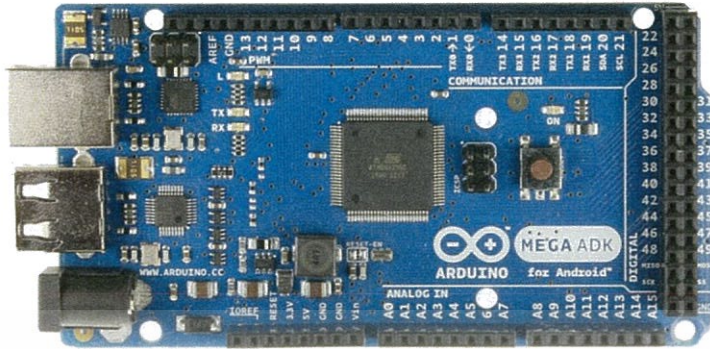
1. GGA(Global Positioning System Fix Data : GGA)รูปแบบที่แสดงข้อมูลของจีพีเอสเพียงพอที่จะแสดงพิกัดได้สามมิติซึ่งดาวเทียมที่รับได้ต้องมากถึง 4 ดวงขึ้นไปเรียกว่า Fix Data ตัวอย่าง เช่น \$GPGGA, 123519, 4807.038, N, 01131.000, E, 1, 08, 0.9, 545.4, M, 46.9, M,, *47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. GLL (Geographic Position Latitude Longitude : GLL) เป็นรูปแบบที่แสดงรายละเอียดเจาะจงไป
ในส่วนของแต่ละจุดและลองจิจูดเป็นหลักในข้อมูลของมาตรฐานนี้มีไม่มากนักตัวอย่าง เช่น
\$GPGLL,1654.306195,N,09907.540373 ,E,053612.000, A,A*55
3. GSA (GNSS DOP and Active Satellites : GSA) รูปแบบที่แสดงรายละเอียดของข้อมูลจำนวน
ดาวเทียมที่ใช้งานได้รวมถึงค่าความคลาดเคลื่อนดีโอพี (Dilution of Precision : DOP) ซึ่งตัวเลข
จำนวนน้อยๆ จะเป็นค่าที่ดีและมีความถูกต้องสูงตัวอย่าง เช่น \$GPGSA, A, 3, 19, 28, 14, 18, 27, 22,
31, 39,, 1.7, 1.0, 1.3*35
4. GSV (GNSS Satellites in View : GSV) เป็นรูปแบบที่แสดงถึงรายละเอียดของจีพีเอสแต่ละดวง เช่น
ระดับความสูง (Elevation) อะซิมัท (Azimuth) และเอสเอ็นอาร์ (Signal to Noise Ratio : SNR) เป็น
ต้น ซึ่งเทียบได้กับความแรงของสัญญาณเอสเอ็นอาร์มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 99 ซึ่งค่ามากเป็นค่าที่ดีในบางขณะ
เครื่องจีพีเอสอาจจะรับสัญญาณได้เต็มที่ทั้งหมด 12 ดวง การส่งข้อความจะมากไปถ้าต้องแสดงใน
บรรทัดเดียว สมาคมเอ็นเอ็มอีเอจึงออกแบบให้รูปแบบจีเอสวีสามารถแสดงข้อมูลดาวเทียมได้เต็มที่
ประโยคหรือบรรทัดละ 4 ดวง เท่านั้น ดังนั้นถ้ารับสัญญาณดาวเทียมได้ทั้ง 12 ดวง จะได้รับประโยค
ทั้งหมด 3 บรรทัด ตัวอย่าง เช่น \$GPGSV, 2, 1, 08, 01, 40, 083, 46, 02, 17, 308, 41, 12, 07,
344, 39, 14, 22, 228, 45*75
5. อาร์เอ็มซี (Recommended Minimum Specific GNSS Data : RMC) รูปแบบที่แสดงรายละเอียดของ
จีพีเอสเรื่องความเร็วค่าพิกัดเวลาตลอดจนทิศทางตัวอย่าง เช่น \$GPRMC, 123519, A, 4807.038, N,
01131.000, E, 022.4, 084.4, 230394, 003.1, W*6A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ArduinoMega 2560



รูปที่ 2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560
(ที่มา: <https://bit.ly/2GChRXi>)

Arduino Mega 2560 บอร์ดรุ่นใหญ่ในของตระกูล Arduino มีคุณสมบัติต่างๆ เพิ่มขึ้นจาก Arduino Uno R3 ใช้ชิพ ATmega2560 ที่มีหน่วยความจำแฟลช 256 KB แรม 8 KB ใช้ไฟเลี้ยง 7 ถึง 12 V แรงดันของระบบอยู่ที่ 5 V มี Digital Input / Output มากถึง 54 ขา (เป็น PWM ได้ 14 ขา) มี Analog Input 16 ขา Serial UART 4 ชุด I2C 1 ชุด SPI 1 ชุด

Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือ มีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัวบอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่ายดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลงเพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวโปรแกรม และบอร์ดต่อได้อีกด้วย

ความง่ายของบอร์ด Arduino ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆคือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด (ดูตัวอย่างรูปที่1)หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Arduino Shield) ประเภทต่างๆ (ดูตัวอย่างรูปที่2)เช่น Arduino, ArduinoMusic Shield, Arduino Relay Shield, Arduino Wireless Shield, Arduino GPRS Shield เป็นต้นมาเสียบกับบอร์ดบนบอร์ด Arduino แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้เลย

2.4.1 จุดเด่นที่ทำให้บอร์ด Arduino เป็นที่นิยม

- ง่ายต่อการพัฒนา มีรูปแบบคำสั่งพื้นฐาน ไม่ซับซ้อนเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น
- มี Arduino Community กลุ่มคนที่ร่วมกันพัฒนาที่แข็งแรง
- Open Hardware ทำให้ผู้ใช้สามารถนำบอร์ดไปต่อยอดใช้งานได้หลายด้าน
- ราคาไม่แพง -Cross Platform สามารถพัฒนาโปรแกรมบน OS ใดก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ทฤษฎีไมโครคอนโทรลเลอร์(Microcontroller) ไมโครคอนโทรลเลอร์(เอกชัย มะการ, 2552)

เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบหนึ่งซึ่งรวมเอาหน่วยประมวลผล หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิกวงจรรับสัญญาณอินพุต วงจรส่งสัญญาณเอาต์พุต รวมถึงหน่วยความจำวงจรถ่ายทอดสัญญาณนาฬิกาไว้ด้วยกัน ทำให้สามารถนำไปใช้งานแทนวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ซับซ้อนได้เป็นอย่างดีโดยไมโครคอนโทรลเลอร์มาจากคำสองคำรวมกันคือ “ไมโคร” ซึ่งหมายถึงไมโครโปรเซสเซอร์เป็นอุปกรณ์ประมวลผลข้อมูลขนาดเล็กภายในประกอบด้วยหน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู(CPU) ประกอบด้วยหน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิกวงจรเชื่อมต่อหน่วยความจำวงจรถ่ายทอดสัญญาณนาฬิกา อีกคำหนึ่งคือ “คอนโทรลเลอร์” หมายถึงอุปกรณ์ควบคุม ดังนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จึงเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุม โดยที่สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดรูปแบบการควบคุมได้อย่างเป็นอิสระ

อาร์ดูโน (Arduino) หรือบอร์ดอาร์ดูโน (Arduino, 2556) เป็น Platform ของ อินพุต/เอาต์พุตบอร์ดอย่างง่าย ๆ ที่มีอินพุต/เอาต์พุต ขั้นพื้นฐานที่พอเพียงกับการใช้งาน และการเรียนรู้โดยตัวบอร์ดจะมาพร้อมกับชุดคำสั่งที่ใช้ควบคุมพอร์ต อินพุต/เอาต์พุต ไม่ว่าจะเป็นพอร์ตดิจิทัล (Port Digital), พอร์ตอนาล็อก (Port Analog), PWM และพอร์ตอนุกรม (Serial Port) ซึ่ง อาร์ดูโนนั้นเป็นเครื่องมือที่จะทำให้คอมพิวเตอร์สามารถรับสัญญาณจากภายนอกและส่งสัญญาณไป ควบคุมอุปกรณ์ภายนอกได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าใช้เครื่องพีซีตั้งโต๊ะ ตัวบอร์ดออกแบบจากไมโครคอมพิวเตอร์ชิพเดี่ยว และมีโปรแกรมพัฒนาสำหรับเขียนโปรแกรมให้บอร์ดทำงาน อาร์ดูโนสามารถประยุกต์ทำเครื่องใช้อัจฉริยะ รับสัญญาณจากสวิทช์หรือ เซนเซอร์ และควบคุมหลอดไฟ มอเตอร์ หรืออุปกรณ์อื่นๆ โปรแกรมอาร์ดูโนเป็นได้ทั้งแบบทำงานอิสระหรือทำงานติดต่อกับโปรแกรมที่ทำงานบนเครื่องพีซีตัวบอร์ดสามารถประกอบขึ้นใช้เองหรือจะซื้อสำเร็จที่มีขาย ส่วนโปรแกรมพัฒนา อาร์ดูโนสามารถดาวน์โหลดได้ที่ www.arduino.cc

อาร์ดูโน เป็นภาษาอิตาลีซึ่งใช้เป็นชื่อของโครงการพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR แบบโอเพ่นซอร์ส ที่ได้รับการปรับปรุงมาจากโครงการพัฒนา โอเพ่นซอร์ส ของ AVR อีกโครงการหนึ่งที่ชื่อว่า Wiring แต่เรื่องจากโครงการของ Wiring เลือกใช้ AVR เบอร์ ATmega128 ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีจำนวนของหน่วยความจำ และ อินพุต/เอาต์พุต คอนข้างมากและที่สำคัญ ATmega128 เป็นชิพที่มีตัวถังแบบ SMD จึงทำให้เป็นอุปสรรคสำหรับผู้เริ่มต้นในการสร้างบอร์ดและ 13 ต่อวงจรขึ้นมาใช้งานกันเอง และบอร์ดจะมีขนาดค่อนข้างใหญ่ ซึ่งอาจดูว่าเกินความจำเป็นสำหรับผู้เริ่มต้นจึงไม่ค่อยได้รับความนิยมเท่าที่ควรแต่หลังจากที่ทีมงานอาร์ดูโนนำซอร์สโค้ด (Source Code) ของ Wiring มาพัฒนาปรับปรุงใหม่โดยให้สามารถใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็กเช่น Mega8, Mega168, Mega328 ได้จึงทำให้ระบบวงจรของบอร์ดมีขนาดเล็กลงกว่า Wiring มากและยังใช้อุปกรณ์น้อยชิ้นทำให้ง่ายต่อการต่อวงจรใช้งานกันเอง และยังประหยัดต้นทุนในการสร้างบอร์ดไปได้มาก ด้วยเหตุนี้เองที่ทำให้อาร์ดูโนได้รับความนิยมจากผู้ใช้งานทั่วโลกเป็นอย่างมากในระยะเวลาอันรวดเร็ว อาร์ดูโนมีจุดเด่นในเรื่องของความง่ายต่อการเรียนรู้และใช้งาน เนื่องจากมีการออกแบบคำสั่งต่าง ๆ ขึ้นมาสนับสนุนการใช้งาน ด้วยรูปแบบที่ง่ายไม่ซับซ้อน และอีกหลายค่ายที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกันคือทำโปรเจกให้ใช้งานง่ายและเน้นการโปรแกรมทางไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นหลัก อาร์ดูโนก็เช่นเดียวกันแต่มีข้อแตกต่างที่เห็นได้ชัด ได้แก่ ราคาไม่แพง เนื่องจากมีซอร์สโค้ดและวงจรแจกฟรีสามารถต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

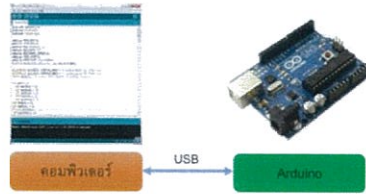
วงจรขึ้นมาใช้งานได้ โปรแกรมพัฒนา อาร์ดูโนทำงานได้ทั้งบนวินโดวส์ Macintosh OSX และ บนลินุกซ์ ในขณะที่บอร์ดอื่นทำงานได้เฉพาะบนวินโดวส์ทำงานได้หลายแพลตฟอร์ม ใช้งานง่าย มีโปรแกรมพัฒนาที่ไม่ซับซ้อนมีโปรแกรมพัฒนา อาร์ดูโนใช้งานง่ายสำหรับมือใหม่และมีความสามารถครบความต้องการของนักพัฒนามืออาชีพเปิดเผยซอร์สโค้ดและนำไปพัฒนาต่อยอดได้โปรแกรมอาร์ดูโนตีพิมพ์แบบเปิดเผยซอร์สโค้ด และสามารถเพิ่มเติมความสามารถผ่าน C++ Library ถ้าต้องการศึกษาให้ลึกซึ่งสามารถข้ามไปเล่น AVR C ซึ่งเป็นต้นแบบของอาร์ดูโนและสามารถเพิ่มเติม AVR – C โค้ดได้โดยตรง เปิดเผยวงจรและนำไปพัฒนาขยาย ฮาร์ดแวร์ได้อาร์ดูโนใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ของ Atmel วงจรของบอร์ดตีพิมพ์แบบเปิดเผย วงจรภายใต้ Creative Commons License สามารถนำไปดัดแปลงต่อขยายและเพิ่มประสิทธิภาพ

อาร์ดูโนเป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้AVR ขนาดเล็กเป็นตัวประมวลผลและส่งงานเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการศึกษาเรียนรู้ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์และนำไปประยุกต์ใช้งานเกี่ยวกับการควบคุม อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตต่างๆ ได้มากมายทั้งในแบบที่เป็นการทำงานเดี่ยวอิสระหรือเชื่อมต่อสั่งงานร่วมกับ อุปกรณ์อื่นๆ เช่น คอมพิวเตอร์พีซีทั้งนี้ก็เนื่องมาจากว่า อาร์ดูโนสนับสนุนการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ต่าง ๆ ได้มากมาย ทั้งแบบดิจิทัลและอนาล็อกเช่น การรับค่าจากสวิทช์หรืออุปกรณ์ตรวจจับ เซ็นเซอร์(Sensor) แบบต่างๆรวมถึงการควบคุมอุปกรณ์เอาต์พุตต่าง ๆ ตั้งแต่แอลอีดี(LED) หลอดไฟ มอเตอร์ (Motor) รีเลย์(Relay) โดยระบบฮาร์ดแวร์ของ อาร์ดูโนสามารถสร้างและประกอบขึ้นใช้งานได้เอง

ส่วนภาษาในการเขียนโปรแกรมลงบน อาร์ดูโนนั้น จะใช้ภาษา C++ ซึ่งเป็นรูปแบบของโปรแกรม ภาษาซีประยุกต์แบบหนึ่ง ที่มีโครงสร้างของตัวภาษาโดยรวมใกล้เคียงกันกับภาษาซีมาตรฐาน ANSI-C อื่น ๆ เพียงแต่ได้มีการปรับปรุงรูปแบบในการเขียนโปรแกรมบางส่วนที่ผิดเพี้ยนไปจาก ANSI-C เล็กน้อย เพื่อช่วยลด ความยุ่งยากในการเขียนโปรแกรมและให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถเขียน 14 โปรแกรมได้ง่ายและสะดวกมากขึ้นกว่าการเขียนภาษาซีตามแบบมาตรฐานของ ANSI-C โดยตรงซึ่งจากการที่ได้ทำการศึกษาค้นคว้าทดลอง การใช้งานภาษาซีของ อาร์ดูโนมาในระยะเวลาหนึ่งจะพบว่าในความเป็นจริงแล้ว อาร์ดูโนนั้นไม่ใช่ซี คอมไพเลอร์ (C -Compiler) โดยตรง แต่อาร์ดูโนจะมีลักษณะการทำงานเช่นเดียวกันกับ Text Editor เป็น ฉากหน้าในการติดต่อสื่อสารกับผู้ใช้เท่านั้น ส่วนเบื้องหลังจริง ๆ นั้น อาร์ดูโนจะไปเรียกใช้ตัวแปลภาษาซีและ Utility อื่น ๆ ที่ใช้เป็นเครื่องมือพัฒนาโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR อีกทีหนึ่งโดย อาร์ดูโน จะเลือกใช้คอมไพเลอร์ของ “GNU AVR-GCC Toolchain” ร่วมกับ Library Function ของ AVR-Libcส่วน Utility ที่ใช้ในการ Upload Code ให้กับ AVR นั้นก็จะใช้ของ AVR Dude ดังนั้นผู้ที่เขียนภาษาซีของ AVR เป็นอยู่แล้วและต้องการประยุกต์ใช้งาน อาร์ดูโนให้ได้ประสิทธิภาพการทำงานมากยิ่งขึ้นไปอีก เพื่อใช้เป็น แนวทางในการปรับปรุงและประยุกต์ใช้งาน อาร์ดูโนในรูปแบบที่สลับซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

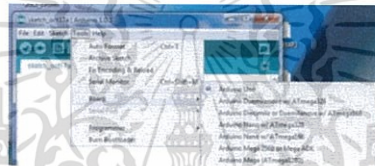
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 รูปแบบการเขียนโปรแกรมบน Arduino



รูปที่ 2.4.1 การเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ กับ Arduino
(ที่มา: <https://bit.ly/2kb7fWA>)

1. เขียนโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ ผ่านทางโปรแกรม Arduino IDE ซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้จาก [Arduino.cc/en/main/software](https://www.arduino.cc/en/main/software)
2. หลังจากที่เขียนโค้ดโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้ใช้งานเลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ใช้และหมายเลข Com port

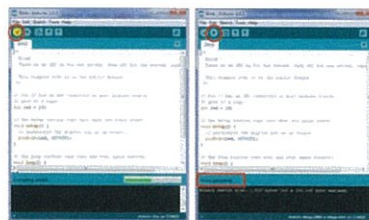


รูปที่ 2.4.2 การเลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ต้องการ upload
(ที่มา: <https://bit.ly/2k9Bz kf>)



รูปที่ 2.4.3 เลือกหมายเลข Comport ของบอร์ด
(ที่มา: <https://bit.ly/2k9Bz kf>)

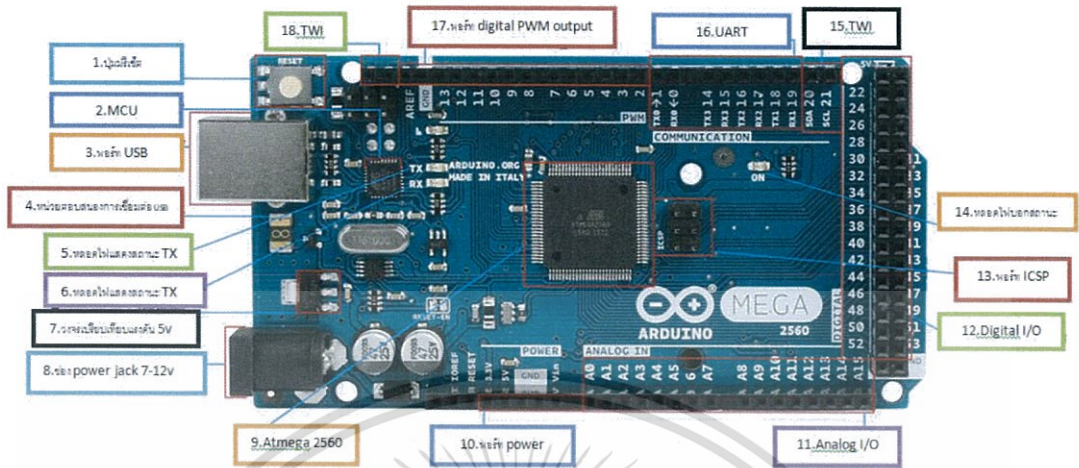
3. กดปุ่ม Verify เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและ Compile โค้ดโปรแกรม จากนั้นกดปุ่ม Upload โค้ดโปรแกรมไปยังบอร์ด Arduino ผ่านทางสาย USB เมื่ออัปโหลดเรียบร้อยแล้วจะแสดงข้อความข้างล่าง “Done uploading” และบอร์ดจะเริ่มทำงานตามที่เขียนโปรแกรมไว้ได้ทันที



รูปที่ 2.4.4 การ Upload โค้ดโปรแกรม
(ที่มา: <https://bit.ly/2k9Bz kf>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 องค์ประกอบต่างๆของArduino Mega 2560

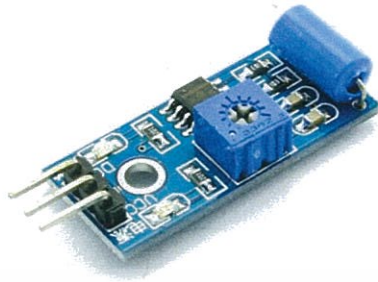


รูปที่ 2.4.5 องค์ประกอบต่างๆของArduino Mega 2560

1. Reset Button: เป็นปุ่ม Reset ใช้กดเมื่อต้องการให้ MCU เริ่มการทำงานใหม่
2. MCU ของ Atmega16U2 เป็น MCU ที่ทำหน้าที่เป็น USB to Serial โดย Atmega2560 จะติดต่อกับ Computer ผ่าน Atmega16U2
3. USBPort: ใช้สำหรับต่อกับ Computer เพื่ออัปโหลดโปรแกรมเข้า MCU และจ่ายไฟให้กับบอร์ด
4. หน่วยตอบสนองของการเชื่อมต่อ USB :ตอบสนองการเชื่อมต่อ USB
5. หลอดไฟแสดงสถานะ TX :บอกสถานะเมื่อมีข้อมูลกำลังส่งออกไป
6. หลอดไฟแสดงสถานะ RX :บอกสถานะเมื่อมีข้อมูลกำลังรับเข้า
7. วงจรเปรียบเทียบแรงดัน 5V :
8. Power Jack: รับไฟจาก Adapter โดยที่แรงดันอยู่ระหว่าง 7-12 V
9. Atmega2560 เป็น MCU ที่ใช้บนบอร์ด Arduino
10. Power Port: ไฟเลี้ยงของบอร์ดเมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจรภายนอก ประกอบด้วยขาไฟเลี้ยง +3.3 V, +5V, GND, V_{in}
11. I/OPort: นอกจากจะเป็น Digital I/O แล้ว ยังเปลี่ยนเป็น ช่องรับสัญญาณอนาล็อก ตั้งแต่ขา A0-A15
12. I/OPort:Digital I/O ตั้งแต่ขา D22 ถึง D53
13. ICSP Port: Atmega2560 เป็นพอร์ตโปรแกรม 256KB แต่ 8KB ถูกใช้โดย Bootloader
14. หลอดไฟบอกสถานะ: บอกสถานะว่าบอร์ดพร้อมทำงาน
15. TWI : ช่องการสื่อสารแบบ I^2C
16. UART:อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous)
17. I/OPort:Digital I/O ตั้งแต่ขา D2 ถึง D13 นอกจากนี้ จะทำหน้าที่เป็นขา PWM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 Vibration Sensor



รูปที่ 2.5 Vibration Sensor

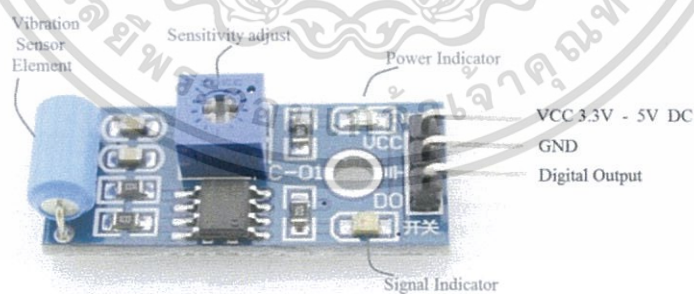
(ที่มา: <https://circuit.rocks/vibration-sensor-module-sw-420.html>)

โมดูลตรวจจับความสั่น Vibration sensor SW420 เมื่อวัตถุมีความสั่นบอร์ดจะให้เอาต์พุตทางคอมพาราเตอร์ LM393 ออกมาเป็นสัญญาณ 1 และเมื่ออยู่นิ่งให้สัญญาณออกมาเป็น 0 สามารถปรับความไวในกาตรวจจับได้ที่ตัวต้านทานปรับค่าได้

2.5.1 คุณสมบัติของเซนเซอร์ตรวจจับการสั่นสะเทือน SW420

- สัญญาณเข้าพุตของคอมพาราเตอร์ LM393 โวลิจิก +5 V และ 0 V
- ใช้ไฟเลี้ยงประมาณ 3.3 – 5 V. กระแสประมาณ 15 มิลลิแอมแปร์

2.5.2 องค์ประกอบต่างๆของ Vibration Sensor



รูปที่ 2.5.1 องค์ประกอบต่างๆของ Vibration Sensor

(ที่มา: <https://circuit.rocks/vibration-sensor-module-sw-420.html>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 สาเหตุการเสียชีวิตของเด็กที่ติดอยู่ภายในรถขณะดับเครื่องยนต์

จากบทความของ รศ.นพ.อดิศักดิ์ ผลิตผลการพิมพ์ หัวหน้าศูนย์วิจัยเพื่อสร้างเสริมความปลอดภัย และป้องกันการบาดเจ็บในเด็ก คณะแพทยศาสตร์ รพ.รามาธิบดี กล่าวว่า กรณีเด็กติดอยู่ในรถแล้วเสียชีวิต คนส่วนใหญ่มักเข้าใจว่า เป็นเพราะขาดอากาศหายใจ เนื่องจากประตูหน้าต่างปิดสนิท แต่ความจริงแล้วอากาศภายในรถสามารถนอนได้นานเป็นชั่วโมง แต่ส่วนใหญ่ที่เด็กจะเสียชีวิตเป็นเพราะความร้อนภายในที่สูงขึ้น ซึ่งใช้เวลาเพียง 5 นาทีอุณหภูมิในรถจะเพิ่มสูงขึ้นจนไม่สามารถอยู่ได้ หากอยู่ในรถผ่านไป 10 นาที ร่างกายจะแย่ และภายใน 30 นาทีถึงขั้นเสียชีวิต “ปกติร่างกายจะรักษาอุณหภูมิไว้ที่ 37 องศาเซลเซียส แต่เมื่อติดอยู่ในรถที่ ความร้อนสูงขึ้น ช่วงแรกร่างกายจะขับความร้อนออกมาในรูปแบบของเหงื่อ แต่เมื่อถึงจุดที่ร่างกายทนไม่ไหว ร่างกายก็จะหยุดทำงาน เกิดภาวะเลือดเป็นกรด หยุดหายใจ และอวัยวะทุกอย่างหยุดทำงาน หากเจอเด็กที่ติด ในรถเร็วจะพบในสภาพตัวแดง แต่หากนานแล้วเด็กจะตัวซีดและเสียชีวิต” ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าว ทำให้เราสามารถกำหนดเวลาในการเริ่มต้นการทำงานของอุปกรณ์ ให้สามารถแจ้งเตือนได้อย่างทันท่วงที



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การเลือกใช้ฮาร์ดแวร์

- 1.) เลือก Microcontroller ที่เหมาะสมต่อโครงการ ในที่นี้เลือกใช้ Arduino Mega 2560 เพราะ มีความหน่วยความจำเพียงพอต่อการใช้งาน นอกจากนี้ยังมีราคาที่ย่อมค่าต่อการทดลอง
 - 2.) การเลือกใช้ GSM Module ในที่นี้เลือกใช้ GSM Module SIM900A เนื่องจากได้มีการทดลองใช้ GSM Module รุ่นอื่น เช่น GSM Module SIM800L แล้วพบว่า GSM Module SIM800L ไม่มีช่องทางของการส่งและรับสัญญาณเสียง ซึ่งคุณสมบัตินี้จะทำการพัฒนาภายในอนาคต
 - 3.) การเลือกใช้ Sensor ตรวจสอบการเคลื่อนไหวมีอยู่ 3 ชนิดด้วยกันคือ 1.PIR Sensor เป็นเซ็นเซอร์ที่รับความร้อนจากร่างกายเมื่อเคลื่อนที่ ไม่มีการปล่อยพลังงานออกมาจากเซ็นเซอร์ 2.Ultrasonic เป็นเซ็นเซอร์ที่มีการปล่อยคลื่นอัลตราโซนิคออกมาและตรวจวัดการสะท้อนของคลื่นเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ 3. Microwave เป็นเซ็นเซอร์ที่มีการปล่อยคลื่นไมโครเวฟออกมาและตรวจวัดการสะท้อนของคลื่นเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ ในโครงการนี้ได้เลือกใช้ PIR Sensor เนื่องจากเป็น Passive Sensor ที่มีการใช้พลังงานน้อยกว่าชนิดอื่น โดยได้ผลลัพธ์ที่เพียงพอต่อการใช้งาน นอกเหนือจากนี้ยังมีการนำ Vibration Sensor มาร่วมใช้งานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจจับสัญญาณของสิ่งมีชีวิตมากขึ้น
 - 4.) วงจรจำลองระบบไฟภายในรถยนต์นั้นเนื่องมาจากการนำมาอุปกรณ์จริงของรถยนต์มาใช้ในการทดลองนั้นเป็นไปได้ยาก จึงจำลองการทำงานของระบบไฟภายในรถยนต์โดยใช้วงจรรักษาระดับแรงดันที่สามารถปรับค่าได้ โดยให้มีค่าใกล้เคียงกับระดับแรงดันไฟของรถยนต์จริง ทั้งในขณะดับหรือติดเครื่องยนต์ และส่วนของการจำลองการเปิดปิดประตูรถยนต์ ได้อ้างอิงมาจากระบบการทำงานของหลอดไฟบนหลังคาภายในห้องโดยสาร ซึ่งการจำลองนี้ เราเลือกใช้เฉพาะโหมด Doors กล่าวคือ เมื่อมีการเปิดประตู จะทำให้หลอดไฟบนหลังคาภายในห้องโดยสารเปิด จึงได้นำหลักการนี้ มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบวงจรจำลอง
- นอกเหนือจากนี้ยังมีส่วนของการจำลองการเคลื่อนไหวภายในรถยนต์ ด้วยหลอดไฟ ที่มีการแผ่ของรังสีอินฟราเรดซึ่งคล้ายคลึงกับการเคลื่อนไหวของมนุษย์ เพราะรังสีอินฟราเรดจากการเคลื่อนไหวของมนุษย์ มีช่วงความยาวคลื่นอยู่ในช่วงเดียวกับหลอดไฟ ทั้งนี้เป็นเพราะว่า หากใช้การเคลื่อนไหวจริงของมนุษย์ในการทดลอง อาจเกิดความคลาดเคลื่อนสูง เนื่องจากอุปกรณ์จำลองมีขนาดเล็กกว่ารถยนต์จริงอยู่มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบวงจรจำลองระบบไฟภายในรถยนต์

เนื่องจากรถยนต์โดยทั่วไปใช้ระบบไฟอยู่ในช่วง 12-14 V จึงเลือกใช้ IC ควบคุมแรงดัน LM317 ซึ่งมีช่วงแรงดันขาออกปรับค่าได้ระหว่าง 1.25–37V โดยการปรับค่าความต้านทานที่ขา1 ดังภาพ รูปที่3.2.1ซึ่งเราเลือกใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้ต่อเข้ากับ selector เพื่อเลือกสถานะของแรงดันเอาต์พุตตามที่ต้องการ

โดยที่ R4 จะให้เอาต์พุตประมาณ 12.5 V บ่งบอกสถานะดับเครื่องยนต์

R5 จะให้เอาต์พุตประมาณ 13.5 V บ่งบอกสถานะติดเครื่องยนต์

หลังจากนั้น จะนำเอาต์พุตที่ได้มาผ่าน R2 และ R3 เพื่อลดแรงดันให้อยู่ในช่วงระหว่าง 0-5 V ให้ตรงกับช่วงที่ คอนโทรลเลอร์สามารถอ่านค่าได้

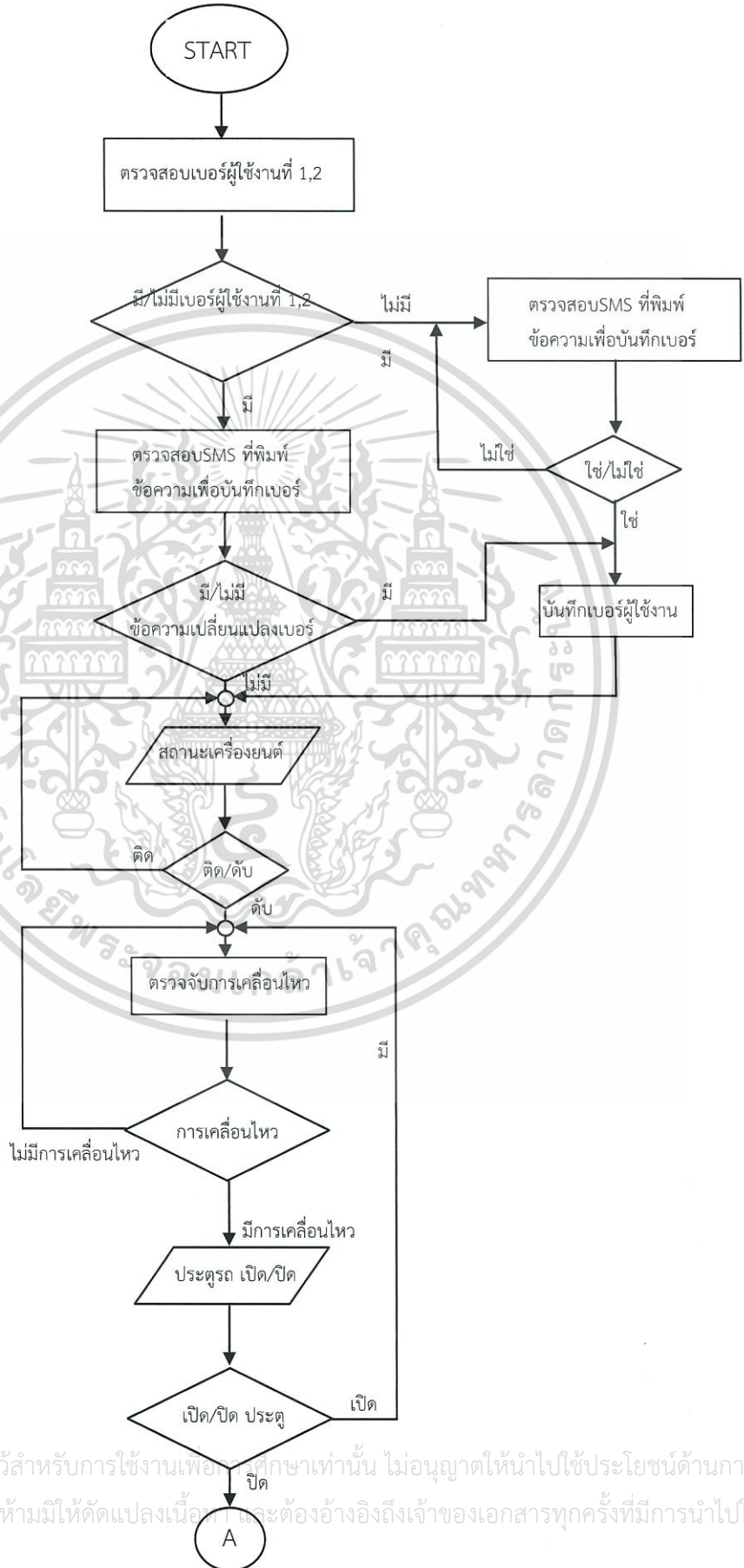
ใช้แรงดันเอาต์พุตจาก LM317 จ่ายเข้าที่ขา1 (com)ของ Relay

Doors switch ทั้ง4 จะถูกต่อแบบอนุกรมเข้าด้วยกัน เพื่อจำลองสถานะของประตูรถ โดยเมื่อประตูทั้งสี่ถูกปิด จะเป็นการ ON switch ทั้งสี่ ซึ่งส่งผลทำให้ Relay ที่เลือกขา NC อยู่ สับไปที่ขา NO เพื่อให้มีแรงดันไฟเข้าไปในส่วนของ LM7805 เพื่อเปิดใช้งานหลอดไฟภายในห้องโดยสาร

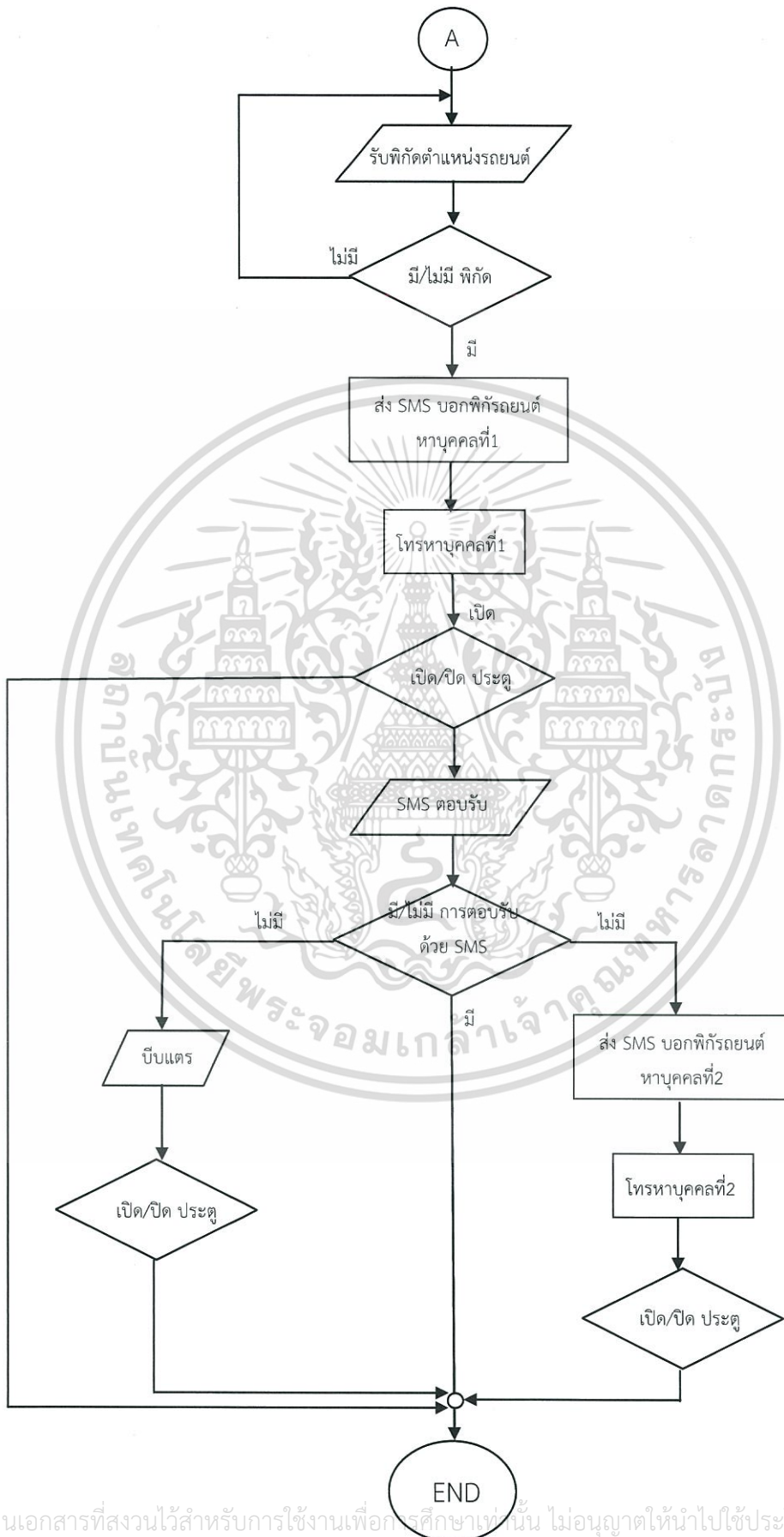
LM7805 เป็น IC ควบคุมระดับแรงดันไฟ จาก input ค่าหนึ่งเป็นแรงดันไฟ output 5 V ซึ่งอยู่ในช่วงที่คอนโทรลเลอร์สามารถอ่านค่าได้ เพื่อระบุสถานะของการเปิดปิดประตูรถยนต์

นำแรงดันเอาต์พุต จาก LM317 มาต่อเข้ากับ switch ของหลอดไฟทั้ง4 เพื่อเป็นการจำลองการเคลื่อนไหวของมนุษย์ โดยการเปิดหลอดไฟหมายถึง มีการเคลื่อนไหวภายในห้องโดยสาร

3.3 การออกแบบโปรแกรมคำสั่ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 วิธีการทดสอบวงจรจำลองระบบไฟภายในรถยนต์

4.1.1 การระบุสถานะของเครื่องยนต์

- กรณีดับเครื่องยนต์

ใช้ Selector ที่เลือกอยู่กับแรงดันเอาต์พุต 12V จากนั้นวัดค่าแรงดันจากวงจรแบ่งแรงดัน บันทึกผล

- กรณีติดเครื่องยนต์

ใช้ Selector ที่เลือกอยู่กับแรงดันเอาต์พุต 13V จากนั้นวัดค่าแรงดันจากวงจรแบ่งแรงดัน บันทึกผล

4.1.2 การระบุสถานะของประตูรถยนต์

- กรณีปิดประตูรถ

1. นำ LED มาต่อที่ Connector P13 เพื่อสังเกต LED ว่ามีสถานะ ติด หรือ ดับ
2. วัดแรงดันที่ขาเอาต์พุต ของ LM7805 บันทึกผล

- กรณีเปิดประตูรถ

1. นำ LED มาต่อที่ Connector P13 เพื่อสังเกต LED ว่ามีสถานะ ติด หรือ ดับ
2. วัดแรงดันที่ขาเอาต์พุต ของ LM7805 บันทึกผล

4.2 ผลการทดลองวงจรจำลองระบบไฟภายในรถยนต์


4.2.1 ผลการระบุสถานะของเครื่องยนต์

สถานะของเครื่องยนต์	ค่าแรงดันเอาต์พุตที่วัดได้
เครื่องยนต์ติด	 <p>วัดได้ 2.735 V</p>
เครื่องยนต์ดับ	 <p>วัดได้ 2.536 V</p>

ตารางที่ 4.2.1 ผลการทดลองการระบุสถานะของเครื่องยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลการระบุสถานะของประตูลอยนต

สถานะของประตูลอยนต	ค่าแรงดันเอาต์พุตที่วัดได้
ประตูลอยนตปิด	 <p>LED ดับ 0.082 V</p>
ประตูลอยนตเปิด	 <p>LED ติด 5.06 V</p>

ตารางที่ 4.2.2 ผลการทดลองการระบุสถานะของประตูลอยนต

4.3 การทดลองระบบแจ้งเตือน

4.3.1 กำหนดเหตุการณ์การทดสอบ

เหตุการณ์ที่ 1 : ไม่เปิดสวิตช์หลอดไฟจำลองสิ่งมีชีวิต และ ไม่มีการสัมผัสเตือน

เหตุการณ์ที่ 2 : ไม่เปิดสวิตช์หลอดไฟจำลองสิ่งมีชีวิต และ มีการสัมผัสเตือน

เหตุการณ์ที่ 3: เปิดสวิตช์หลอดไฟจำลองสิ่งมีชีวิต และ ไม่มีการสัมผัสเตือน

เหตุการณ์ที่ 4: เปิดสวิตช์หลอดไฟจำลองสิ่งมีชีวิต และ มีการสัมผัสเตือน

หมายเหตุ

- ทุกเหตุการณ์จะเกิดขึ้นเมื่อมีการดับเครื่องยนต์แล้วปิดประตู หลังจากเวลาผ่านไป 10 นาที
- ถ้ามีการเปิดประตูลอยนต ระบบจะหยุดการทำงาน หรือ แจ้งเตือนในทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 ผลการทดลอง

ตารางแสดงผลการทดลองระบบแจ้งเตือน

ตารางแสดงผลการทดลอง

เหตุการณ์ที่ 1 : ไม่มีการเปิดหลอดไฟจำลองการเคลื่อนไหว , ไม่มีการสั่นสะเทือน

เซ็นเซอร์ตรวจจับ	ผลการตรวจจับ	การแจ้งเตือน
เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว1	ไม่พบการเคลื่อนไหว	ไม่มีการแจ้งของระบบ
เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว2	ไม่พบการเคลื่อนไหว	
เซ็นเซอร์ตรวจจับการสั่นสะเทือน	ไม่พบการสั่นสะเทือน	

ตารางที่ 4.3.1 ผลการทดลองระบบแจ้งเตือน

เหตุการณ์ที่ 2 : ไม่มีการเปิดหลอดไฟจำลองการเคลื่อนไหว , มีการสั่นสะเทือน

เซ็นเซอร์ตรวจจับ	ผลการตรวจจับ	การแจ้งเตือน
เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว1	ไม่พบการเคลื่อนไหว	ไม่มีการแจ้งของระบบ
เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว2	ไม่พบการเคลื่อนไหว	
เซ็นเซอร์ตรวจจับการสั่นสะเทือน	พบการสั่นสะเทือน	

ตารางที่ 4.3.2 ผลการทดลองระบบแจ้งเตือน

เหตุการณ์ที่ 3 : มีการเปิดหลอดไฟจำลองการเคลื่อนไหว , ไม่มีการสั่นสะเทือน

เซ็นเซอร์ตรวจจับ	ผลการตรวจจับ	การแจ้งเตือน
เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว1	พบการเคลื่อนไหว	ไม่มีการแจ้งของระบบ
เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว2	ไม่พบการเคลื่อนไหว	
เซ็นเซอร์ตรวจจับการสั่นสะเทือน	ไม่พบการสั่นสะเทือน	

ตารางที่ 4.3.3 ผลการทดลองระบบแจ้งเตือน

เซ็นเซอร์ตรวจจับ	ผลการตรวจจับ	การแจ้งเตือน
เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว1	ไม่พบการเคลื่อนไหว	ไม่มีการแจ้งของระบบ
เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว2	พบการเคลื่อนไหว	
เซ็นเซอร์ตรวจจับการสั่นสะเทือน	ไม่พบการสั่นสะเทือน	

ตารางที่ 4.3.4 ผลการทดลองระบบแจ้งเตือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซ็นเซอร์ตรวจจับ	ผลการตรวจจับ	การโทรแจ้งเตือนบุคคลที่1	การส่งข้อความระบุพิกัดไปยังบุคคลที่1	รอการตอบรับเป็นระยะเวลา	การโทรแจ้งเตือนบุคคลที่2	การส่งข้อความระบุพิกัดไปยังบุคคลที่2	บลีซเซอร์จำลองแตรรถ
เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว1	พบการเคลื่อนไหว	โทร	ส่งข้อความ	มีการตอบรับ	ไม่โทร	ไม่ส่งข้อความ	ไม่ดัง
เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว2	พบการเคลื่อนไหว			ไม่มีการตอบรับ	โทร	ส่งข้อความ	ดัง
เซ็นเซอร์ตรวจจับการสั่นสะเทือน	ไม่พบการสั่นสะเทือน						

ตารางที่ 4.3.5 ผลการทดลองระบบแจ้งเตือน

เหตุการณ์ที่ 4 : มีการเปิดหลอดไฟจำลองการเคลื่อนไหว , มีการสั่นสะเทือน

เซ็นเซอร์ตรวจจับ	ผลการตรวจจับ	การโทรแจ้งเตือนบุคคลที่1	การส่งข้อความระบุพิกัดไปยังบุคคลที่1	รอการตอบรับเป็นระยะเวลา	การโทรแจ้งเตือนบุคคลที่2	การส่งข้อความระบุพิกัดไปยังบุคคลที่2	บลีซเซอร์จำลองแตรรถ
เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว1	พบการเคลื่อนไหว	โทร	ส่งข้อความ	มีการตอบรับ	ไม่โทร	ไม่ส่งข้อความ	ไม่ดัง
เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว2	พบการเคลื่อนไหว			ไม่มีการตอบรับ	โทร	ส่งข้อความ	ดัง
เซ็นเซอร์ตรวจจับการสั่นสะเทือน	พบการสั่นสะเทือน						

ตารางที่ 4.3.6 ผลการทดลองระบบแจ้งเตือน

เซ็นเซอร์ตรวจจับ	ผลการตรวจจับ	การโทรแจ้งเตือนบุคคลที่1	การส่งข้อความระบุพิกัดไปยังบุคคลที่1	รอการตอบรับเป็นระยะเวลา	การโทรแจ้งเตือนบุคคลที่2	การส่งข้อความระบุพิกัดไปยังบุคคลที่2	บลีซเซอร์จำลองแตรรถ
เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว1	พบการเคลื่อนไหว	โทร	ส่งข้อความ	มีการตอบรับ	ไม่โทร	ไม่ส่งข้อความ	ไม่ดัง
เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว2	ไม่พบการเคลื่อนไหว			ไม่มีการตอบรับ	โทร	ส่งข้อความ	ดัง
เซ็นเซอร์ตรวจจับการสั่นสะเทือน	พบการสั่นสะเทือน						

ตารางที่ 4.3.7 ผลการทดลองระบบแจ้งเตือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซ็นเซอร์ตรวจจับ	ผลการตรวจจับ	การโทรแจ้งเตือนบุคคลที่1	การส่งข้อความระบุพิกัดไปยังบุคคลที่1	รอการตอบรับเป็นระยะเวลา	การโทรแจ้งเตือนบุคคลที่2	การส่งข้อความระบุพิกัดไปยังบุคคลที่2	บลีซเซอร์จำลองแทรกรถ
เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว1	ไม่พบการเคลื่อนไหว	โทร	ส่งข้อความ	มีการตอบรับ	ไม่โทร	ไม่ส่งข้อความ	ไม่ดัง
เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว2	พบการเคลื่อนไหว			ไม่มีการตอบรับ	โทร	ส่งข้อความ	ดัง
เซ็นเซอร์ตรวจจับการสั่นสะเทือน	ไม่พบการสั่นสะเทือน						

ตารางที่ 4.3.8 ผลการทดลองระบบแจ้งเตือน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองที่ได้จำลองเหตุการณ์ต่างๆ 4 เหตุการณ์ข้างต้น แสดงให้เห็นว่า การให้การสั่นสะเทือน และเปิดสวิตช์หลอดไฟจำลองสิ่งมีชีวิตเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการทดลองการแจ้งเตือน ดังนี้

เมื่อไม่เปิดสวิตช์หลอดไฟจำลองสิ่งมีชีวิต และ ไม่มีการสั่นสะเทือน หรือ มีการสั่นสะเทือนก็ตาม อุปกรณ์จะไม่เกิดการแจ้งเตือนใดๆทั้งสิ้น

เมื่อเปิดสวิตช์หลอดไฟจำลองสิ่งมีชีวิต และ ไม่มีการสั่นสะเทือน อุปกรณ์จะมีการแจ้งเตือนบางครั้งในกรณีที่ PIR1 และ PIR2 ตรวจจับสัญญาณของสิ่งมีชีวิตได้พร้อมกัน

เมื่อเปิดสวิตช์หลอดไฟจำลองสิ่งมีชีวิต และ มีการสั่นสะเทือน อุปกรณ์จะมีการแจ้งเตือนทุกครั้ง

วิจารณ์ผลการทดลอง

- ขาดความรู้ความสามารถในด้านลักษณะการทำงานและการสื่อสารระหว่าง GPS Module และ Microcontroller
- ขาดความรู้ความสามารถในด้านช่องการรับส่งสัญญาณของ Microcontroller (UART)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

<https://learn.adafruit.com/pir-passive-infrared-proximity-motion-sensor?view=all>

<https://randomnerdtutorials.com/sim900-gsm-gprs-shield-arduino/>

<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm317.pdf>

<https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/LM7805.pdf>

<http://www.kosmodrom.com.ua/pdf/JZC-20F-4088.pdf>

<https://www.robotshop.com/media/files/PDF/ArduinoMega2560Datasheet.pdf>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include<SoftwareSerial.h>

#include <String.h>

#include <EEPROM.h>

#include <TinyGPS++.h>
```

เรียกใช้ไลบรารี

```
SoftwareSerial NEO(10 , 11); // กำหนดขา
```

```
TinyGPSPlus gps;
```

```
int input_Vibra = 26, input_PIRBack = 3, input_PIRFront = 2, input_Door = 7;
```

กำหนดขาต่างๆ

```
int Buzzer = 27, ledGreen = 31, ledRed = 30;
```

```
int PIRFront, PIRBack, Door, Vibra, Engin, Order;
```

```
int Engin_Status;
```

```
float Enginvoltage;
```

```
int start = 0;
```

ประกาศตัวแปรสำหรับการ
ตรวจจับ

```
int ind0, ind1, ind2, ind3, a, aa;
```

```
int EEaddress = 0;
```

```
int CallStat = 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
String FirstNumber, SecoundNumber, sim900Answer, Incomingcall, savepassword,  
usernumber, number, Message;  
  
char CheckExitingNum, Checknum1, Checknum2, num;  
  
int incom_sms = 0;
```

ประกาศตัวแปรที่
เกี่ยวข้องกับ
ข้อความ

```
char loca[] = "http://maps.google.com?q=";  
  
float flat, flon;
```

ประกาศตัวแปรสำหรับ GPS

```
unsigned long led_time;  
unsigned long led_blinking_f;  
unsigned long LEDcurrentMillis;  
unsigned long LEDpreviousMillis;  
const long LEDinterval = 500;  
int ledState = LOW;
```

ประกาศตัวแปรเกี่ยวข้องกับ
เวลา

```
unsigned long call_time_c;  
  
unsigned long wait_for_open_door;  
  
unsigned long hold_Vibra_time, hold_PIRFront_time, hold_PIRBack_time;  
  
unsigned long start_time;
```

ประกาศตัวแปรสำหรับการ
ตรวจจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
int hold_Vibra = 0, hold_PIRFront = 0, hold_PIRBack = 0; //ตัวแปรสำหรับเก็บค่าที่ตรวจจับได้ปี  
นระยะเวลาหนึ่ง
```

```
int old_hold_Vibra = 0, old_hold_PIRFront = 0, old_hold_PIRBack = 0;
```

```
int old_Engin_Status = 0, old_Door = 0, old_PIRFront = 0, old_PIRBack = 0, old_Order = 0,  
old_Vibra = 0;
```

```
int *ptr_Order;/**/ pointer
```

```
int *ptr_incom_sms; /**/ pointer
```

```
int *ptr_hold_Vibra, *ptr_hold_PIRFront, *ptr_hold_PIRBack;
```

```
unsigned long *ptr_hold_Vibra_time, *ptr_hold_PIRFront_time, *ptr_hold_PIRBack_time;
```

```
//pointer ชี้ไปยังค่าตัวแปรที่เก็บค่าที่ตรวจจับได้และเวลาในการเก็บค่าเหล่านั้น
```

```
unsigned long *ptr_wait_for_open_door; /**/ pointer
```

```
unsigned long *ptr_led_blinking_f;
```

```
float *ptr_flat, *ptr_flon;
```

ประกาศตัวแปร
พอยเตอร์
สำหรับใช้งาน
ข้ามฟังก์ชัน

```
void setup() {
```

```
Serial.begin(9600);
```

```
Serial3.begin(9600);//GSM
```

```
NEO.begin(9600);
```

กำหนดค่า BUAD RATE ของ
แต่ละอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Serial3.println("ATE0"); //ไม่ต้องทวนคำสั่งผ่านมอนิเตอร์
```

```
delay(50);
```

```
Serial3.println("ATH");
```

```
Serial3.println("AT+CNMI=2,2,0,0,0"); //สั่งให้รอรับข้อความแล้วส่งทางSerial ทันที
```

```
pinMode(input_Vibra, INPUT);
```

```
pinMode(ledGreen, OUTPUT); pinMode(ledRed, OUTPUT); // ตั้งหาโหมตว่าเป็นเอาพุ
```

```
digitalWrite(ledGreen, LOW); digitalWrite(ledRed, LOW); //สั่งให้ไฟดับ
```

```
pinMode(input_PIRFront, INPUT); pinMode(input_PIRBack, INPUT); //ตั้งค่าให้รับค่าอย่างเดียว
```

```
pinMode(input_Door, INPUT); //สั่งให้ขา 7 รับอย่างเดียว
```

```
pinMode(Buzzer, OUTPUT);
```

```
LEDcurrentMillis = millis();
```

```
ptr_Order = &Order;
```

```
ptr_wait_for_open_door = &wait_for_open_door;
```

```
ptr_incom_sms = &incom_sms;
```

```
ptr_hold_Vibra = &hold_Vibra;
```

```
ptr_hold_PIRFront = &hold_PIRFront;
```

```
ptr_hold_PIRBack = &hold_PIRBack;
```

กำหนดสถานะ
ของแต่ละขาที่
เชื่อมต่อ

กำหนดที่อยู่ที่พอยเตอร์แต่ละตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ptr_hold_Vibra_time = &hold_Vibra_time;

ptr_hold_PIRFront_time = &hold_PIRFront_time;

ptr_hold_PIRBack_time = &hold_PIRBack_time;

ptr_flat = &flat;

ptr_flon = &flon;

ptr_led_blinking_f = &led_blinking_f;
```

กำหนดที่อยู่ที่พอยเตอร์แต่ละตัว

```
CallStat = 0;
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
Checknum1 = EEPROM.read(0); Checknum2 = EEPROM.read(12); //ให้อ่านเบอร์ตัวแรก
```

```
Engin = analogRead(A0); //ให้รับค่าอนาลอกจากขา A0
```

```
Enginvoltage = Engin * (5.0 / 1023.0); //เปลี่ยนฐาน 2 ให้เป็นฐาน 10
```

```
Door = digitalRead(input_Door); //รับค่าจากประตูมาเก็บไว้
```

```
PIRFront = digitalRead(input_PIRFront); PIRBack = digitalRead(input_PIRBack); //รับค่าจาก PIR  
มาเก็บไว้
```

```
Vibra = digitalRead(input_Vibra);
```

เรียกค่าจาก
อุปกรณ์
ต่างๆมา
เก็บไว้ในตัวแปร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
while (NEO.available() > 0)
{
  gps.encode(NEO.read());

  if (gps.location.isUpdated())
  {
    flat = gps.location.lat(), 6;

    flon = gps.location.lng(), 6;

  }
}
```

แปลงข้อมูล GPS โดยไลบรารี

```
detection(); // ฟังก์ชันการตรวจจับ
```

```
if(Door == 1 || Engin_Status == 1 || incom_sms == 1) {
```

```
  digitalWrite(Buzzer, LOW);
```

```
  digitalWrite(ledGreen, LOW); digitalWrite(ledRed,LOW);
```

```
  //Serial.println("Buzzer LOW");
```

```
  CallStat = 0;
```

```
  Order = 0;
```

```
  start_time = millis();
```

```
  if (millis() >= wait_for_open_door + 15000) //เวลารอเปิดประตูเมื่อรับข้อความ
```

```
  {
```

ตัดการทำงานด้วย
การเปิดประตูหรือ
ติดเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
incom_sms = 0;
}
}
else if (Door == 0 && Engin_Status == 0 && incom_sms == 0) {
    Order = 1;
}
```

ตั้งค่าการทำงาน
ใหม่เมื่อ

```
if (Checknum1 != '+' || Checknum2 != '+') {
    Order = 2;
}
```

ตรวจสอบหมายเลข
ผู้ใช้งาน

```
Engin_Status = check_engin(Enginvoltage);
```

```
if (Order == 1 && incom_sms == 0 && CallStat == 0)
{
    //digitalWrite(ledGreen, LOW); digitalWrite(ledRed, LOW);
    if (Engin_Status == 0 && Door == 0)
    {
        if (millis() >= start_time + 15000) {
```

เริ่มการตรวจจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Serial.println("Starting detect");

if (hold_PIRFront == 1 && hold_PIRBack == 1 && CallStat == 0)
{
    Serial.println("PIR front and back detected");

    // send_location_1st();//ปิดไว้เวลาทดสอบ

    CallStat = call_1st();

    Serial.print("CallStat : "); Serial.println(CallStat);
}

if ((hold_PIRFront == 1 || hold_PIRBack == 1) && hold_Vibra == 1 && CallStat == 0)
{
    Serial.println("One of PIR detected and Vibration detected!!!");

    send_location_1st();

    CallStat = call_1st();

    Serial.print("CallStat : "); Serial.println(CallStat);
}
}
}
}
}

```

เซนเซอร์ตรวจจับการ
เคลื่อนไหวได้ทั้งหน้าและ
หลัง

เซนเซอร์
ทั้ง 3
ตรวจจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if (Order == 2 )
{
    Order = saved_number_checking(Checknum1, Checknum2);
}
```

บังคับให้บันทึกหมายเลข
ผู้ใช้งานทั้งสอง

```
if (Serial3.available())
{
    sim900Answer = Serial3.readString();
    Serial.println(sim900Answer);
    if (sim900Answer.startsWith("\r\n+CM"))
    {
        ind0 = sim900Answer.indexOf("\n");
        ind1 = sim900Answer.indexOf("\n", ind0 + 1);
        ind2 = sim900Answer.indexOf("+66");
        savepassword = "";
        usernumber = "";
        Message = "";
        for (a = ind1 + 1; a <= ind1 + 8; a++)
```

ส่วนของการสื่อสารกันระหว่าง
ไมโครคอนโทรลเลอร์ และ GSM
Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{
    savepassword.concat(sim900Answer.charAt(a));
}

for (a = ind2; a < ind2 + 12; a++)
{
    usernumber.concat(sim900Answer.charAt(a));
}

for (a = ind1 + 1; a <= ind1 + 4 ; a++)
{
    Message.concat(sim900Answer.charAt(a));
}

Serial.print("Message : "); Serial.println(Message);

if (Message.startsWith("Stop"))
{
    stop_sms(usernumber);
}

save_num_from_sms(usernumber, savepassword);
}

if (sim900Answer.startsWith("\r\nRING"))//ได้ดวงสาย

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{

call_reject();

}

if (sim900Answer.startsWith("\r\nBUSY") && CallStat == 1) {

Serial.println("Call state : 1st User is BUSY");

Serial3.println("ATH");

delay(50);

CallStat = 11;

Serial.println("CallStat = 11");

call_time_c = millis();

}

if (sim900Answer.startsWith("\r\nNO ANSWER") && CallStat == 1) {

Serial.println("Call state : 1st is NO ANSWER");

Serial3.println("ATH");

delay(50);

send_location_2nd();

call_2nd();

CallStat = 2;

}

```

เมื่อผู้ใช้งานที่หนึ่งตัดสายก็จะให้
โอกาสส่งข้อความเพื่อตัดการ
ทำงานเป็นระยะเวลาหนึ่ง

เมื่อเบอร์แรกไม่รับสายเลยจะ
ติดต่อเบอร์สองทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if (sim900Answer.startsWith("\r\nBUSY") && CallStat == 2)
{
    Serial.println("Call state : 2nd User is BUSY");

    Serial3.println("ATH");

    delay(50);

    CallStat = 21;

    call_time_c = millis();
}

```

เมื่อผู้ใช้งานที่สองตัดสายก็จะให้
โอกาสส่งข้อความเพื่อตัดการ
ทำงานเป็นระยะเวลาหนึ่ง

```

if (sim900Answer.startsWith("\r\nNO ANSWER") && CallStat == 2) {
    Serial.println("Call state : 2nd User is NO ANSWER");

    Serial3.println("ATH");

    Serial.println("Neither no respon!!\nStating Alarm");

    CallStat = 22;
}
}

```

ผู้ใช้งานที่สองไม่ตอบรับ จะแจ้ง
เตือนด้วยเสียงทันที

```

if (CallStat == 11)
{
    if (millis() >= call_time_c + 10000)
    {
        Serial.println("Sending location to 2 nd User");
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
send_location_2nd();

call_2nd();

}

}

if (CallStat == 21)

{

if (millis() >= call_time_c + 10000)

{

Serial.println("Buzzer HIGH");

digitalWrite(Buzzer, HIGH);

}

}

if (CallStat == 22) //ไม่มีการตอบสนองใดๆ

{

//Serial.println("Buzzer HIGH");

digitalWrite(Buzzer, HIGH);

}

}
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if (start == 0 || Engin_Status != old_Engin_Status || Door != old_Door || hold_PIRFront !=  
old_hold_PIRFront || hold_PIRBack != old_hold_PIRBack || Order != old_Order || hold_Vibra !=  
old_hold_Vibra)
```

```
{  
  
start = 1;  
  
Serial.println("*****");  
  
Serial.println(Enginvoltage);  
  
Serial.print("Engin status :");  
  
if (Engin_Status == 0 )  
{  
  
Serial.println("Engin off");  
  
old_Engin_Status = Engin_Status;  
  
}  
  
if (Engin_Status == 1 )  
{  
  
Serial.println("Engin on");  
  
old_Engin_Status = Engin_Status;  
  
}  
  
if (Engin_Status == 2 )  
  
{  
  
Serial.println("Unseleced");
```

ส่วนของการแสดงผลออก
หน้าจอกอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

old_Engin_Status = Engin_Status;
}

Serial.print("Door :");

if (Door == 0)
{
    Serial.println("Closed");

    old_Door = Door;
}

if (Door == 1 )
{
    Serial.println("Opened");

    old_Door = Door;
}

Serial.print("PIR front :"); Serial.println(hold_PIRFront); old_hold_PIRFront = hold_PIRFront;

Serial.print("PIR back :"); Serial.println(hold_PIRBack); old_hold_PIRBack = hold_PIRBack;

Serial.print("Order :"); Serial.println(Order); old_Order = Order;

if (hold_Vibra == 1) {

    Serial.println("Vibration : Detected!!");

    old_hold_Vibra = hold_Vibra;
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}

else {

    Serial.println("Vibration : Detected non");

    old_hold_Vibra = hold_Vibra;

}

Serial.println("*****");

}

if ((hold_PIRFront == 1 || hold_PIRBack == 1) && CallStat == 0 && Order == 1)
{
    digitalWrite(ledGreen, HIGH);
}

else if ((hold_PIRFront == 0 && hold_PIRBack == 0) && CallStat == 0 && Order == 1)
{
    digitalWrite(ledGreen, LOW);
}

if (hold_Vibra == 1 && CallStat == 0 && Order == 1)
{
    digitalWrite(ledRed, HIGH);
}

```

แสดงผลการ
ตรวจจับการ
เคลื่อนไหวด้วย
หลอดไฟ LED

แสดงผลการ
ตรวจจับการ
สั่นสะเทือนด้วย
หลอดไฟ LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
else if(hold_Vibra == 0 && CallStat == 0 && Order == 1)
```

```
{
```

```
digitalWrite(ledRed, LOW);
```

```
}
```

```
if (CallStat == 1 )
```

```
{
```

```
digitalWrite(ledRed, LOW);
```

```
if (millis() >= led_time+70) {
```

```
led_time = millis();
```

```
if (ledState == LOW)
```

```
{
```

```
ledState = HIGH;
```

```
} else
```

```
{
```

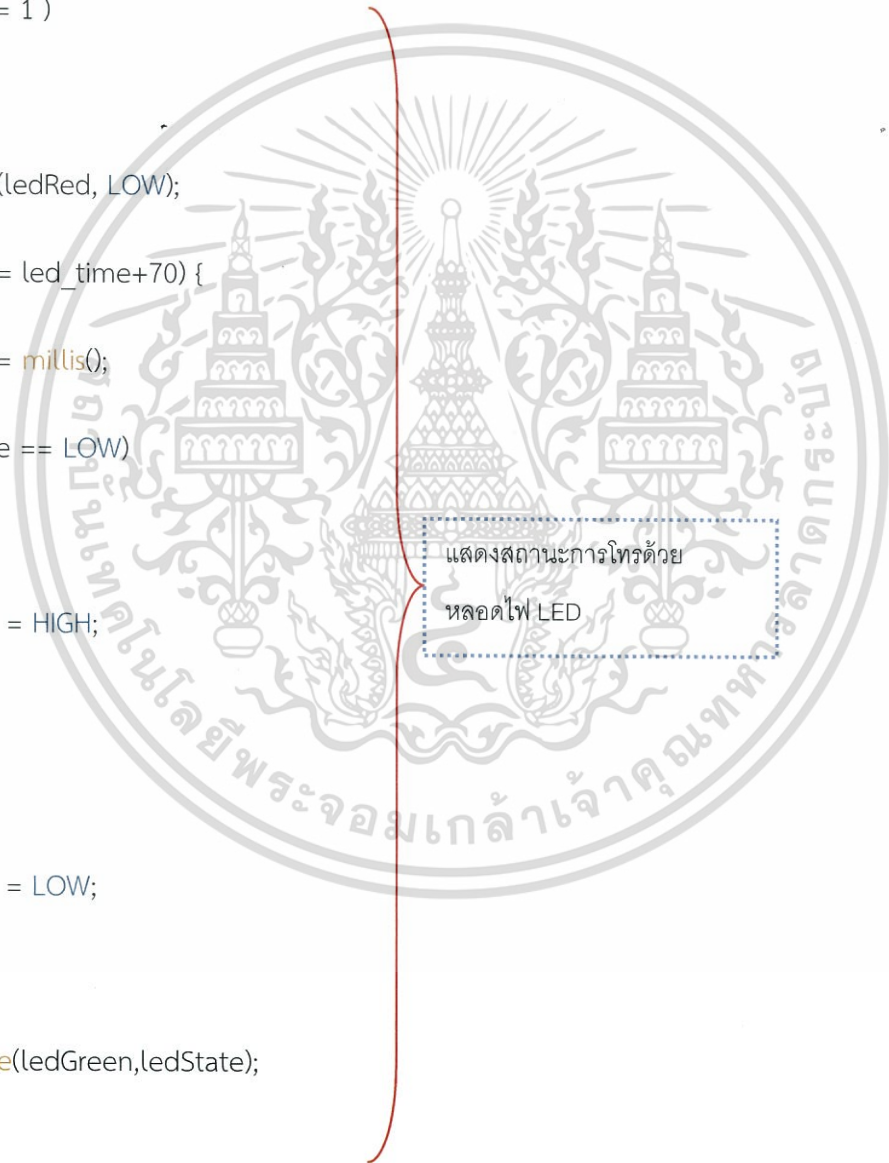
```
ledState = LOW;
```

```
}
```

```
digitalWrite(ledGreen,ledState);
```

```
}
```

```
}
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

else if (CallStat == 2) {

digitalWrite(ledGreen, LOW);

if (millis() >= led_time+70) {

led_time = millis();

if (ledState == LOW)

{

ledState = HIGH;

} else

{

ledState = LOW;

}

digitalWrite(ledRed, ledState);

}

}

```

```

if((CallStat == 11|| CallStat == 12) && Order == 1){

```

```

digitalWrite(ledRed, LOW);

if (millis() >= led_time+500) {

led_time = millis();

if (ledState == LOW)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{

    ledState = HIGH;

} else

{

    ledState = LOW;

}

digitalWrite(ledGreen,ledState);

}

}

else if ((CallStat == 21|| CallStat == 22) && Order == 1) {

digitalWrite(ledGreen, LOW);

if (millis() >= led_time+500) {

    led_time = millis();

    if (ledState == LOW)

    {

        ledState = HIGH;

    } else

    {

        ledState = LOW;

    }

}

}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}

digitalWrite(ledRed, ledState);

}

}

}

int check_engin(float x)
{
int Engin_Status;
if (x >= 0 && x <= 2.90)
{
Engin_Status = 0; //หมายความว่าดับเครื่อง
}
else if (x >= 2.91 && x <= 3.20)
{
Engin_Status = 1; //หมายความว่าติดเครื่อง
}
else if (x >= 3.21 && x <= 3.90)
{

```

ฟังก์ชันย่อยการแยกแยะสถานะ
เครื่องยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Engin_Status = 2;//หมายความว่าUnselected
}

return Engin_Status;

}

int call_1st()
{
//Serial3.println("ATH");

delay(100);

//digitalWrite(ledGreen, HIGH); digitalWrite(ledRed, HIGH);

Serial3.print("ATD");

FirstNumber = "";

num = "";

for (a = 0; a <= 11; a++)
{

num = EEPROM.read(a);

FirstNumber.concat(num);

}

Serial3.print(FirstNumber); Serial3.println(";");

Serial.print("Calling 1st : "); Serial.println(FirstNumber);

```

ฟังก์ชันย่อยการโทรแจ้งเตือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CallStat = 1;

Serial.print("CallStat : "); Serial.println(CallStat);

return CallStat;

}

int call_2nd() {

//Serial3.println("ATH");

delay(100);

//digitalWrite(ledGreen, HIGH); digitalWrite(ledRed, HIGH);

Serial3.print("ATD");

FirstNumber = "";

num = "";

for (a = 12; a <= 23; a++)

{

num = EEPROM.read(a);

FirstNumber.concat(num);

}

Serial3.print(FirstNumber); Serial3.println(";");

Serial.print("Calling 2nd : "); Serial.println(FirstNumber);

CallStat = 2;

return CallStat;
```

ฟังก์ชันย่อยการโทรแจ้งเตือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
```

```
int saved_number_checking(char Checknum1 , char Checknum2) {
```

```
if (Checknum1 != '+' && Checknum2 != '+')
```

```
{
```

```
if (millis())>= LEDcurrentMillis + 100)
```

```
{
```

```
LEDcurrentMillis = millis();
```

```
if (ledState == LOW)
```

```
{
```

```
ledState = HIGH;
```

```
} else
```

```
{
```

```
ledState = LOW;
```

```
}
```

```
digitalWrite(ledGreen, ledState); digitalWrite(ledRed, ledState);
```

```
}
```

ฟังก์ชันย่อยการตรวจสอบ
หมายเลขผู้ใช้งาน

```
Order = 2;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}

else if (Checknum1 == '+' && Checknum2 != '+')

{

if (millis() >= LEDcurrentMillis + 100)

{

LEDcurrentMillis = millis();

if (ledState == LOW)

{

ledState = HIGH;

} else

{

ledState = LOW;

}

digitalWrite(ledRed, ledState);

}

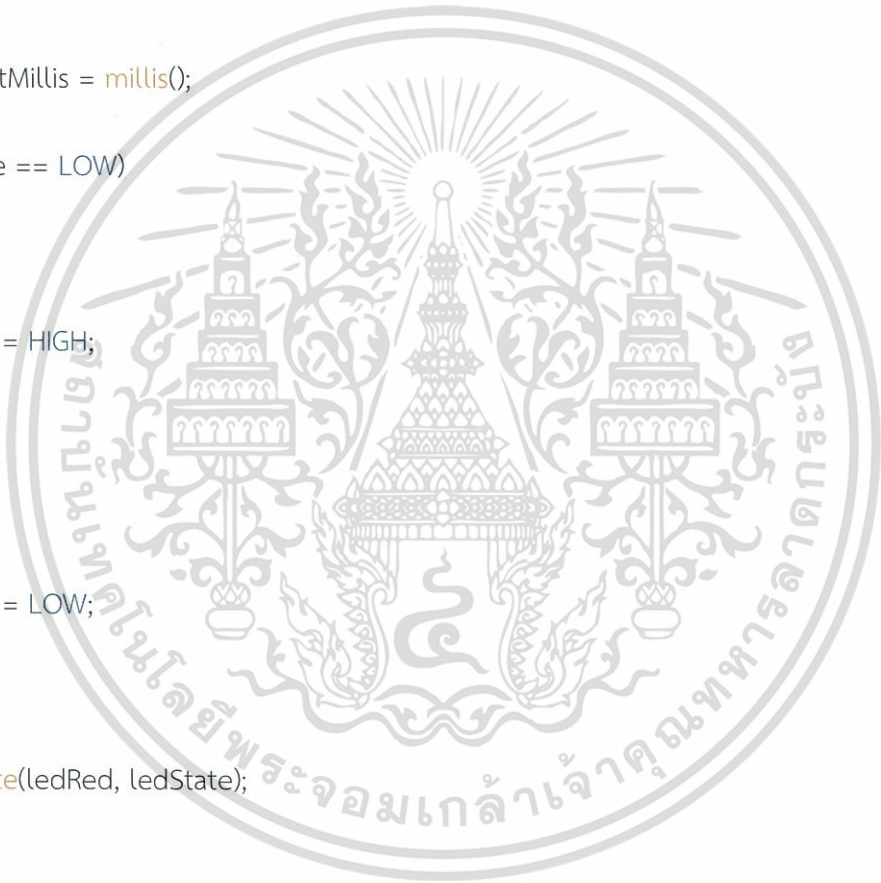
digitalWrite(ledGreen, HIGH);

Order = 2;

}

else if (Checknum1 != '+' && Checknum2 == '+')

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{

if (millis() >= LEDcurrentMillis + 100 )

{

LEDcurrentMillis + millis();

if (ledState == LOW)

{

ledState = HIGH;

} else

{

ledState = LOW;

}

digitalWrite(ledGreen, ledState);

}

digitalWrite(ledRed, HIGH);

Order = 2;

}

if (Checknum1 == '+' && Checknum2 == '+')

{

number = "";

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Serial.print("1st User number : ");

for (a = 0; a <= 11; a++);

{

  num = EEPROM.read(a);

  number.concat(num);

}

Serial.println(number);

number = "";

Serial.print("2nd User number : ");

for (a = 12; a <= 23; a++);

{

  num = EEPROM.read(a);

  number.concat(num);

}

Serial.println(number);

digitalWrite(ledGreen, HIGH); digitalWrite(ledRed, HIGH);

delay(2000);

digitalWrite(ledGreen, LOW); digitalWrite(ledRed, LOW);

Order = 1;

}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

return Order;
}

void call_reject() {

Serial3.println("AT+CLCC");

sim900Answer = Serial3.readString();

Serial.println(sim900Answer);

ind0 = sim900Answer.indexOf("0,0,\"0");

Incomingcall = "";

for (int i = ind0 + 6; i <= ind0 + 14; i++)
{

Incomingcall.concat(sim900Answer.charAt(i));

}

Serial.print("incoming call number :0"); Serial.println(Incomingcall);

FirstNumber = "";

SecoundNumber = "";

for (int i = 3; i <= 11; i++)

{

char c = EEPROM.read(i);

FirstNumber.concat(c);

```

ฟังก์ชันย่อยการตัดสายที่โทรเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}

for (int i = 15; i <= 23; i++)

{

char c = EEPROM.read(i);

SecoundNumber.concat(c);

}

Serial.print("FirstNumber :0"); Serial.println(FirstNumber);

Serial.print("SecoundNumber :0"); Serial.println(SecoundNumber);

if (Incomingcall != FirstNumber || Incomingcall != SecoundNumber)

{

Serial3.println("ATH");

Serial.println("Phone number is not match");

}

}

void save_num_from_sms(String usernumber, String savepassword) {

if (savepassword.startsWith("12345678"))

{

Serial.println("save 1st user");

```

ฟังก์ชันย่อยการบันทึกเบอร์จาก
ข้อความเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

for (a = 0; a < usernumber.length(); a++)

{

    EEPROM.put(a, usernumber.charAt(a));

}

Serial.print("1st User number : ");

for (a = 0; a < usernumber.length(); a++)

{

    num = EEPROM.read(a); Serial.print(num);

}

}

if (savepassword.startsWith("87654321"))

{

    Serial.println("save 2nd user");

    for (a = usernumber.length(); a < usernumber.length() + 12; a++)

    {

        EEPROM.put(a, usernumber.charAt(a - usernumber.length()));

    }

    Serial.print("2nd User number : ");

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
for (a = usernumber.length(); a < usernumber.length() + 12; a++)  
{  
  
    num = EEPROM.read(a); Serial.print(num);  
  
}  
  
}  
  
}
```

```
void stop_sms(String usernumber) {
```

```
    FirstNumber = "";
```

```
    SecoundNumber = "";
```

```
    num = "";
```

```
    for (a = 0; a <= 11; a++)
```

```
    {
```

```
        num = EEPROM.read(a);
```

```
        FirstNumber.concat(num);
```

```
    }
```

```
    for (a = 12; a <= 23; a++)
```

```
    {
```

ฟังก์ชันย่อการตัดการทำงานโดย
ข้อความเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

num = EEPROM.read(a);

SecoundNumber.concat(num);

}

if (usernumber == FirstNumber || usernumber == SecoundNumber)

{

*ptr_Order = 0;

*ptr_incom_sms = 1;

*ptr_wait_for_open_door = millis();

}

}

```

```
void send_location_2nd() {
```

```
SecoundNumber = "";
```

```
num = "";
```

```
for (a = 12; a <= 23; a++)
```

```
{
```

```
num = EEPROM.read(a);
```

```
SecoundNumber.concat(num);
```

ฟังก์ชันย่อยการส่งพิกัดผ่าน

ข้อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}

Serial.print("Sending to number :"); Serial.println(SecondNumber);

Serial3.println("AT+CMGF=1\r"); //ตั้งค่าให้เป็น TEXT mode

delay(1500);

Serial3.print("AT+CMGS = \"); Serial3.print(SecondNumber); Serial3.println("\"); //คำสั่งส่ง
ข้อความไปที่เบอร์ปลายทาง

delay(1500);

Serial3.print("Child in car help!!Car location is below\r\n");

Serial3.print("Latitude : "); Serial3.print(*ptr_flat, 6); Serial3.print("\r\nlongitude : ");
Serial3.print(*ptr_flon, 6);

Serial3.print("\r\nGoogle map : ");

Serial3.print(loca); Serial3.print(*ptr_flat, 6); Serial3.print(","); Serial3.println(*ptr_flon, 6); //
ข้อมูลurlพิกัด

delay(1000);

Serial3.println((char)26);//the ASCII code of the ctrl+z is 26

delay(1000);

Serial3.println();

Serial.println(" Done sending location");

delay(20000);

}

void send_location_1st() {

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

FirstNumber = "";

num = "";

for (a = 0; a <= 11; a++)

{

    num = EEPROM.read(a);

    FirstNumber.concat(num);

}

Serial.print("Sending to number :"); Serial.println(SecondNumber);

Serial3.println("AT+CMGF=1\r"); //ตั้งค่าให้เป็น TEXT mode

delay(1500);

Serial3.print("AT+CMGS = \"); Serial3.print(FirstNumber); Serial3.println("\"); //คำสั่งส่งข้อความ
ไปที่เบอร์ปลายทาง

delay(1500);

Serial3.print("Child in car help!!Car location is below\n");

Serial3.print("Latitude : "); Serial3.print(*ptr_flat, 6); Serial3.print("\nlongitude : ");
Serial3.print(*ptr_flon, 6);

Serial3.print("\nGoogle map : ");

Serial3.print(loca); Serial3.print(*ptr_flat, 6); Serial3.print(","); Serial3.println(*ptr_flon, 6); //
ข้อมูลurlพิกัด

delay(1000);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Serial3.println((char)26);//the ASCII code of the ctrl+z is 26
```

```
delay(1000);
```

```
Serial3.println();
```

```
Serial.println(" Done sending location");
```

```
delay(20000);
```

```
}
```

```
void detection() {
```

```
// Serial.print("Enginvoltage :"); Serial.println(Enginvoltage);
```

```
if (Vibra == 1 ) // ส่วนนี้เอาไว้เก็บค่าไวเบชั่นเป็นระยะเวลาหนึ่ง
```

```
{
```

```
*ptr_hold_Vibra = 1;
```

```
*ptr_hold_Vibra_time = millis();
```

```
}
```

```
if (millis() >= hold_Vibra_time + 2000)
```

```
{
```

```
*ptr_hold_Vibra = 0;
```

```
}
```

```
if (PIRFront == 1)
```

```
{
```

ฟังชั่นย่อยการตรวจจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

*ptr_hold_PIRFront = 1 ;

*ptr_hold_PIRFront_time = millis();

}

if (millis() >= hold_PIRFront_time + 500)

{

*ptr_hold_PIRFront = 0;

}

if (PIRBack == 1 )

{

*ptr_hold_PIRBack = 1;

*ptr_hold_PIRBack_time = millis();

}

if (millis() >= hold_PIRBack_time + 500)

{

*ptr_hold_PIRBack = 0;

}

}

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LM317 3-Terminal Adjustable Regulator

1 Features

- Output Voltage Range Adjustable
From 1.25 V to 37 V
- Output Current Greater Than 1.5 A
- Internal Short-Circuit Current Limiting
- Thermal Overload Protection
- Output Safe-Area Compensation

2 Applications

- ATCA Solutions
- DLP: 3D Biometrics, Hyperspectral Imaging, Optical Networking, and Spectroscopy
- DVR and DVS
- Desktop PC
- Digital Signage and Still Camera
- ECG Electrocardiogram
- EV HEV Charger: Level 1, 2, and 3
- Electronic Shelf Label
- Energy Harvesting
- Ethernet Switch
- Femto Base Station
- Fingerprint and Iris Biometrics
- HVAC: Heating, Ventilating, and Air Conditioning
- High-Speed Data Acquisition and Generation
- Hydraulic Valve
- IP Phone: Wired and Wireless
- Intelligent Occupancy Sensing
- Motor Control: Brushed DC, Brushless DC, Low-Voltage, Permanent Magnet, and Stepper Motor
- Point-to-Point Microwave Backhaul
- Power Bank Solutions
- Power Line Communication Modem
- Power Over Ethernet (PoE)
- Power Quality Meter
- Power Substation Control
- Private Branch Exchange (PBX)
- Programmable Logic Controller
- RFID Reader
- Refrigerator
- Signal or Waveform Generator
- Software Defined Radio (SDR)
- Washing Machine: High-End and Low-End
- X-ray: Baggage Scanner, Medical, and Dental

3 Description

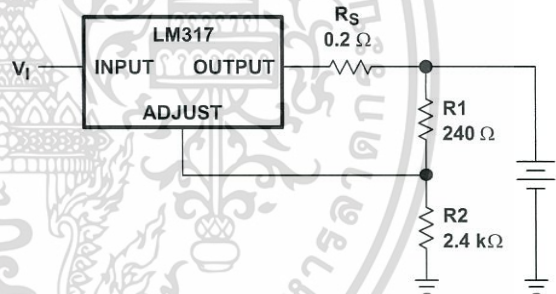
The LM317 device is an adjustable three-terminal positive-voltage regulator capable of supplying more than 1.5 A over an output-voltage range of 1.25 V to 37 V. It requires only two external resistors to set the output voltage. The device features a typical line regulation of 0.01% and typical load regulation of 0.1%. It includes current limiting, thermal overload protection, and safe operating area protection. Overload protection remains functional even if the ADJUST terminal is disconnected.

Device Information⁽¹⁾

PART NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE (NOM)
LM317DCY	SOT-223 (4)	6.50 mm × 3.50 mm
LM317KCS	TO-220 (3)	10.16 mm × 9.15 mm
LM317KCT	TO-220 (3)	10.16 mm × 8.59 mm
LM317KTT	TO-263 (3)	10.16 mm × 9.01 mm

(1) For all available packages, see the orderable addendum at the end of the data sheet.

Battery-Charger Circuit



Copyright © 2016, Texas Instruments Incorporated

Table of Contents

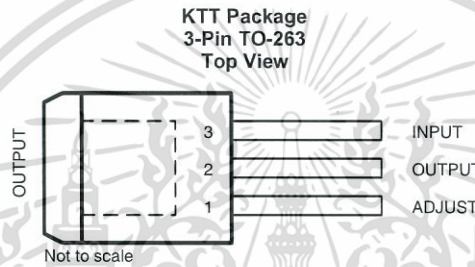
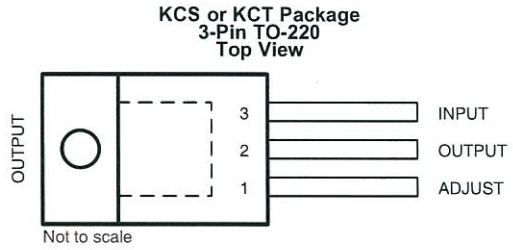
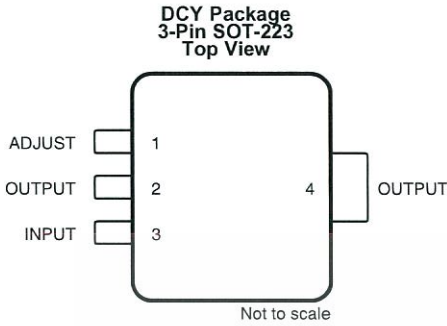
1 Features	1	7.4 Device Functional Modes	9
2 Applications	1	8 Application and Implementation	10
3 Description	1	8.1 Application Information	10
4 Revision History	2	8.2 Typical Application	10
5 Pin Configuration and Functions	3	8.3 System Examples	11
6 Specifications	4	9 Power Supply Recommendations	18
6.1 Absolute Maximum Ratings	4	10 Layout	18
6.2 ESD Ratings	4	10.1 Layout Guidelines	18
6.3 Recommended Operating Conditions	4	10.2 Layout Example	18
6.4 Thermal Information	4	11 Device and Documentation Support	19
6.5 Electrical Characteristics	5	11.1 Receiving Notification of Documentation Updates	19
6.6 Typical Characteristics	6	11.2 Community Resources	19
7 Detailed Description	8	11.3 Trademarks	19
7.1 Overview	8	11.4 Electrostatic Discharge Caution	19
7.2 Functional Block Diagram	8	11.5 Glossary	19
7.3 Feature Description	8	12 Mechanical, Packaging, and Orderable Information	19

4 Revision History

Changes from Revision W (January 2015) to Revision X	Page
• Changed body size dimensions for KCS TO-220 Package on <i>Device information</i> table	1
• Changed body size dimensions for KTT TO-263 Package on <i>Device information</i> table	1
• Changed V _O Output Voltage max value from 7 to 37 on <i>Recommended Operating Conditions</i> table	4
• Added min value to I _O Output Current in <i>Recommended Operating Conditions</i> table	4
• Changed values in the Thermal Information table to align with JEDEC standards	4
• Added KCT package data to <i>Thermal Information</i> table	4
• Deleted Section 9.3.6 "Adjusting Multiple On-Card Regulators with a Single Control"	13
• Updated Adjustable 4-A Regulator Circuit graphic	16
• Added <i>Receiving Notification of Documentation Updates</i> section and <i>Community Resources</i> section	19

Changes from Revision V (February 2013) to Revision W	Page
• Added <i>Applications</i> , <i>Device Information</i> table, <i>Pin Functions</i> table, <i>ESD Ratings</i> table, <i>Thermal Information</i> table, <i>Feature Description</i> section, <i>Device Functional Modes</i> , <i>Application and Implementation</i> section, <i>Power Supply Recommendations</i> section, <i>Layout</i> section, <i>Device and Documentation Support</i> section, and <i>Mechanical, Packaging, and Orderable Information</i> section.	1
• Deleted <i>Ordering Information</i> table.	1

5 Pin Configuration and Functions



Pin Functions

NAME	PIN		I/O	DESCRIPTION
	TO-263, TO-220	SOT-223		
ADJUST	1	1	I	Output voltage adjustment pin. Connect to a resistor divider to set V_o
INPUT	3	3	I	Supply input pin
OUTPUT	2	2, 4	O	Voltage output pin

6 Specifications

6.1 Absolute Maximum Ratings

over virtual junction temperature range (unless otherwise noted)⁽¹⁾

		MIN	MAX	UNIT
$V_I - V_O$	Input-to-output differential voltage		40	V
T_J	Operating virtual junction temperature		150	°C
	Lead temperature 1,6 mm (1/16 in) from case for 10 s		260	°C
T_{stg}	Storage temperature	-65	150	°C

(1) Stresses beyond those listed under *Absolute Maximum Ratings* may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under *Recommended Operating Conditions* is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

6.2 ESD Ratings

		MAX	UNIT
$V_{(ESD)}$	Electrostatic discharge		V
	Human body model (HBM), per ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 ⁽¹⁾	2500	
	Charged device model (CDM), per JEDEC specification JESD22-C101 ⁽²⁾	1000	

(1) JEDEC document JEP155 states that 500-V HBM allows safe manufacturing with a standard ESD control process.

(2) JEDEC document JEP157 states that 250-V CDM allows safe manufacturing with a standard ESD control process.

6.3 Recommended Operating Conditions

		MIN	MAX	UNIT
V_O	Output voltage	1.25	37	V
$V_I - V_O$	Input-to-output differential voltage	3	40	V
I_O	Output current	0.01	1.5	A
T_J	Operating virtual junction temperature	0	125	°C

6.4 Thermal Information

THERMAL METRIC ⁽¹⁾	LM317				UNIT	
	DCY (SOT-223)	KCS (TO-220)	KCT (TO-220)	KTT (TO-263)		
	4 PINS	3 PINS	3 PINS	3 PINS		
$R_{\theta(JA)}$	Junction-to-ambient thermal resistance	66.8	23.5	37.9	38.0	°C/W
$R_{\theta(JC(top))}$	Junction-to-case (top) thermal resistance	43.2	15.9	51.1	36.5	°C/W
$R_{\theta(JB)}$	Junction-to-board thermal resistance	16.9	7.9	23.2	18.9	°C/W
Ψ_{JT}	Junction-to-top characterization parameter	3.6	3.0	13.0	6.9	°C/W
Ψ_{JB}	Junction-to-board characterization parameter	16.8	7.8	22.8	17.9	°C/W
$R_{\theta(JC(bot))}$	Junction-to-case (bottom) thermal resistance	NA	0.1	4.2	1.1	°C/W

(1) For more information about traditional and new thermal metrics, see the *Semiconductor and IC Package Thermal Metrics* application report.

6.5 Electrical Characteristics

over recommended ranges of operating virtual junction temperature (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS ⁽¹⁾		MIN	TYP	MAX	UNIT	
Line regulation ⁽²⁾	$V_I - V_O = 3\text{ V to }40\text{ V}$	$T_J = 25^\circ\text{C}$		0.01	0.04	%V	
		$T_J = 0^\circ\text{C to }125^\circ\text{C}$		0.02	0.07		
Load regulation	$I_O = 10\text{ mA to }1500\text{ mA}$	$C_{ADJ}^{(3)} = 10\ \mu\text{F},$ $T_J = 25^\circ\text{C}$	$V_O \leq 5\text{ V}$		25	mV	
			$V_O \geq 5\text{ V}$		0.1	0.5	% V_O
		$T_J = 0^\circ\text{C to }125^\circ\text{C}$	$V_O \leq 5\text{ V}$		20	70	mV
			$V_O \geq 5\text{ V}$		0.3	1.5	% V_O
Thermal regulation	20-ms pulse,	$T_J = 25^\circ\text{C}$		0.03	0.07	% V_O /W	
ADJUST terminal current				50	100	μA	
Change in ADJUST terminal current	$V_I - V_O = 2.5\text{ V to }40\text{ V}, P_D \leq 20\text{ W}, I_O = 10\text{ mA to }1500\text{ mA}$			0.2	5	μA	
Reference voltage	$V_I - V_O = 3\text{ V to }40\text{ V}, P_D \leq 20\text{ W}, I_O = 10\text{ mA to }1500\text{ mA}$		1.2	1.25	1.3	V	
Output-voltage temperature stability	$T_J = 0^\circ\text{C to }125^\circ\text{C}$			0.7		% V_O	
Minimum load current to maintain regulation	$V_I - V_O = 40\text{ V}$			3.5	10	mA	
Maximum output current	$V_I - V_O \leq 15\text{ V},$	$P_D < P_{MAX}^{(4)}$	1.5	2.2		A	
	$V_I - V_O \leq 40\text{ V},$	$P_D < P_{MAX}^{(4)},$ $T_J = 25^\circ\text{C}$	0.15	0.4			
RMS output noise voltage (% of V_O)	$f = 10\text{ Hz to }10\text{ kHz}, T_J = 25^\circ\text{C}$			0.003		% V_O	
Ripple rejection	$V_O = 10\text{ V},$	$f = 120\text{ Hz}$	$C_{ADJ} = 0\ \mu\text{F}^{(3)}$	57		dB	
			$C_{ADJ} = 10\ \mu\text{F}^{(3)}$	62	64		
Long-term stability	$T_J = 25^\circ\text{C}$			0.3	1	%/1k hr	

(1) Unless otherwise noted, the following test conditions apply: $|V_I - V_O| = 5\text{ V}$ and $I_{O\text{MAX}} = 1.5\text{ A}$, $T_J = 0^\circ\text{C to }125^\circ\text{C}$. Pulse testing techniques are used to maintain the junction temperature as close to the ambient temperature as possible.

(2) Line regulation is expressed here as the percentage change in output voltage per 1-V change at the input.

(3) C_{ADJ} is connected between the ADJUST terminal and GND.

(4) Maximum power dissipation is a function of $T_J(\text{max})$, θ_{JA} , and T_A . The maximum allowable power dissipation at any allowable ambient temperature is $P_D = (T_J(\text{max}) - T_A) / \theta_{JA}$. Operating at the absolute maximum T_J of 150°C can affect reliability.

6.6 Typical Characteristics

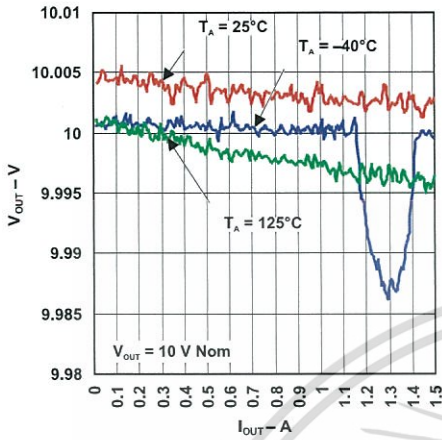


Figure 1. Load Regulation

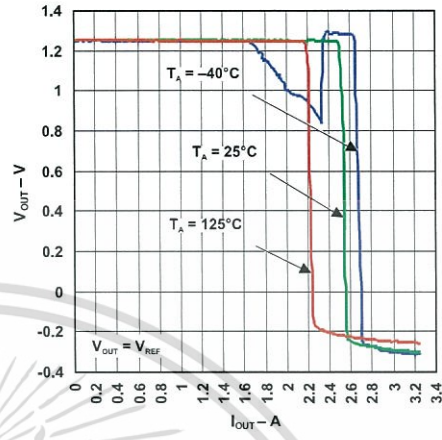


Figure 2. Load Regulation

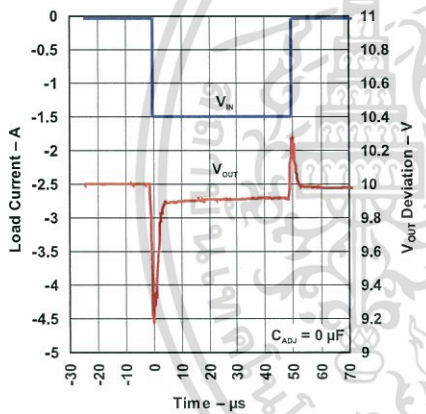


Figure 3. Load Transient Response

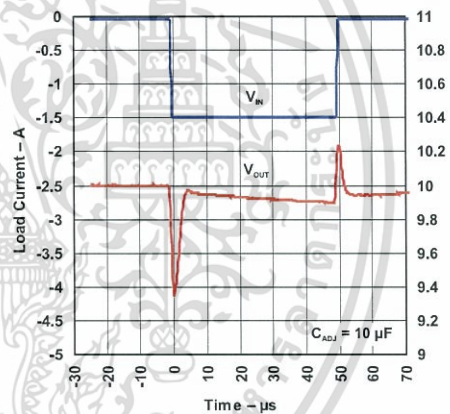


Figure 4. Load Transient Response

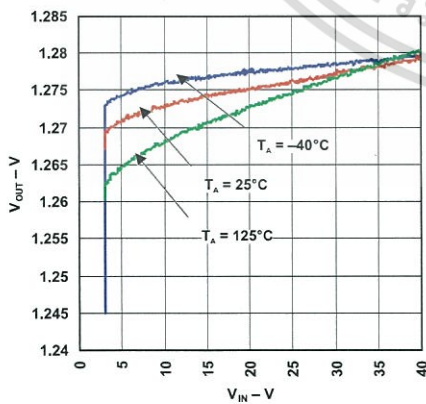


Figure 5. Line Regulation

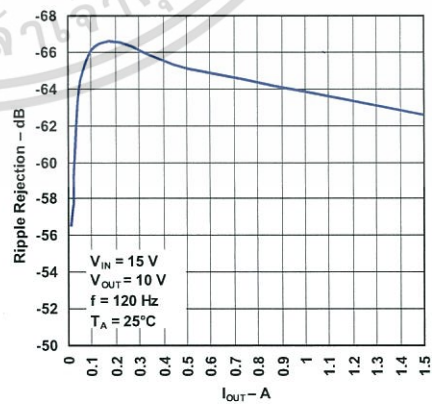


Figure 6. Ripple Rejection vs Output Current

Typical Characteristics (continued)

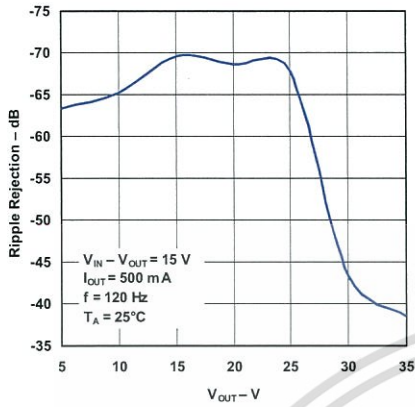


Figure 7. Ripple Rejection vs Output Voltage

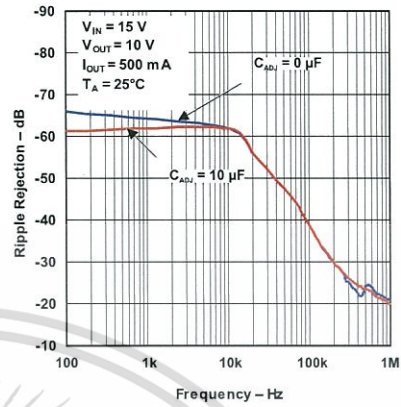
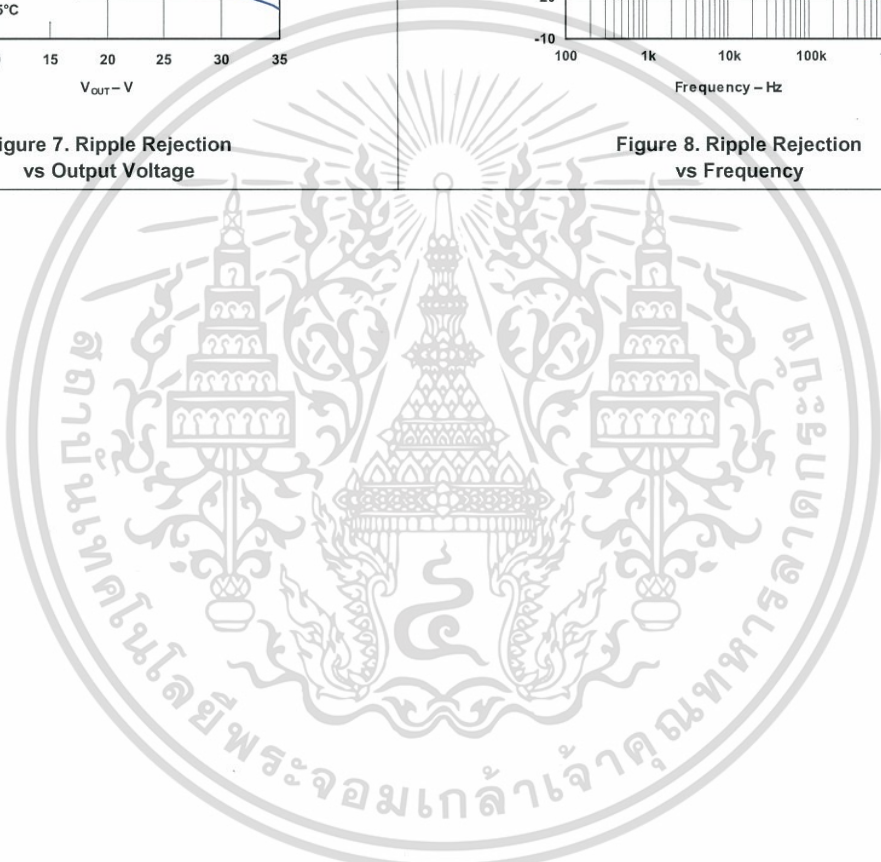


Figure 8. Ripple Rejection vs Frequency



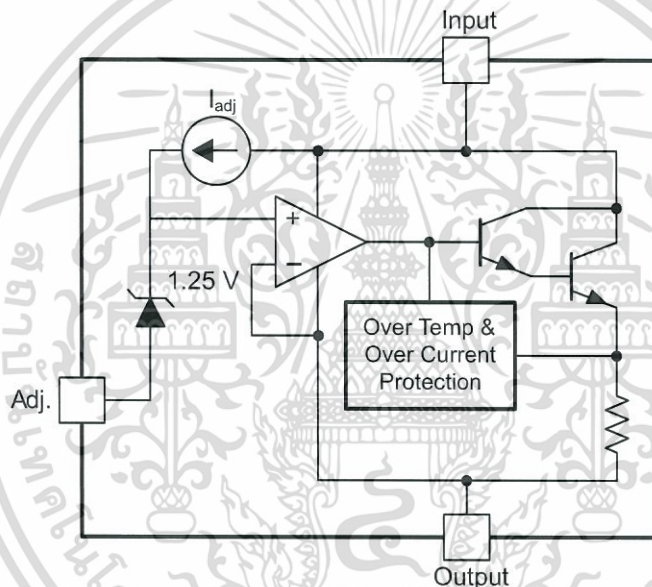
7 Detailed Description

7.1 Overview

The LM317 device is an adjustable three-terminal positive-voltage regulator capable of supplying up to 1.5 A over an output-voltage range of 1.25 V to 37 V. It requires only two external resistors to set the output voltage. The device features a typical line regulation of 0.01% and typical load regulation of 0.1%. It includes current limiting, thermal overload protection, and safe operating area protection. Overload protection remains functional even if the ADJUST terminal is disconnected.

The LM317 device is versatile in its applications, including uses in programmable output regulation and local on-card regulation. Or, by connecting a fixed resistor between the ADJUST and OUTPUT terminals, the LM317 device can function as a precision current regulator. An optional output capacitor can be added to improve transient response. The ADJUST terminal can be bypassed to achieve very high ripple-rejection ratios, which are difficult to achieve with standard three-terminal regulators.

7.2 Functional Block Diagram



7.3 Feature Description

7.3.1 NPN Darlington Output Drive

NPN Darlington output topology provides naturally low output impedance and an output capacitor is optional. 3-V headroom is recommended ($V_I - V_O$) to support maximum current and lowest temperature.

7.3.2 Overload Block

Over-current and over-temperature shutdown protects the device against overload or damage from operating in excessive heat.

7.3.3 Programmable Feedback

Op amp with 1.25-V offset input at the ADJUST terminal provides easy output voltage or current (not both) programming. For current regulation applications, a single resistor whose resistance value is $1.25 V/I_O$ and power rating is greater than $(1.25 V)^2/R$ should be used. For voltage regulation applications, two resistors set the output voltage.

7.4 Device Functional Modes

7.4.1 Normal Operation

The device OUTPUT pin will source current necessary to make OUTPUT pin 1.25 V greater than ADJUST terminal to provide output regulation.

7.4.2 Operation With Low Input Voltage

The device requires up to 3-V headroom ($V_I - V_O$) to operate in regulation. The device may drop out and OUTPUT voltage will be INPUT voltage minus drop out voltage with less headroom.

7.4.3 Operation at Light Loads

The device passes its bias current to the OUTPUT pin. The load or feedback must consume this minimum current for regulation or the output may be too high. See the *Electrical Characteristics* table for the minimum load current needed to maintain regulation.

7.4.4 Operation In Self Protection

When an overload occurs the device shuts down Darlington NPN output stage or reduces the output current to prevent device damage. The device will automatically reset from the overload. The output may be reduced or alternate between on and off until the overload is removed.



8 Application and Implementation

NOTE

Information in the following applications sections is not part of the TI component specification, and TI does not warrant its accuracy or completeness. TI's customers are responsible for determining suitability of components for their purposes. Customers should validate and test their design implementation to confirm system functionality.

8.1 Application Information

The flexibility of the LM317 allows it to be configured to take on many different functions in DC power applications.

8.2 Typical Application

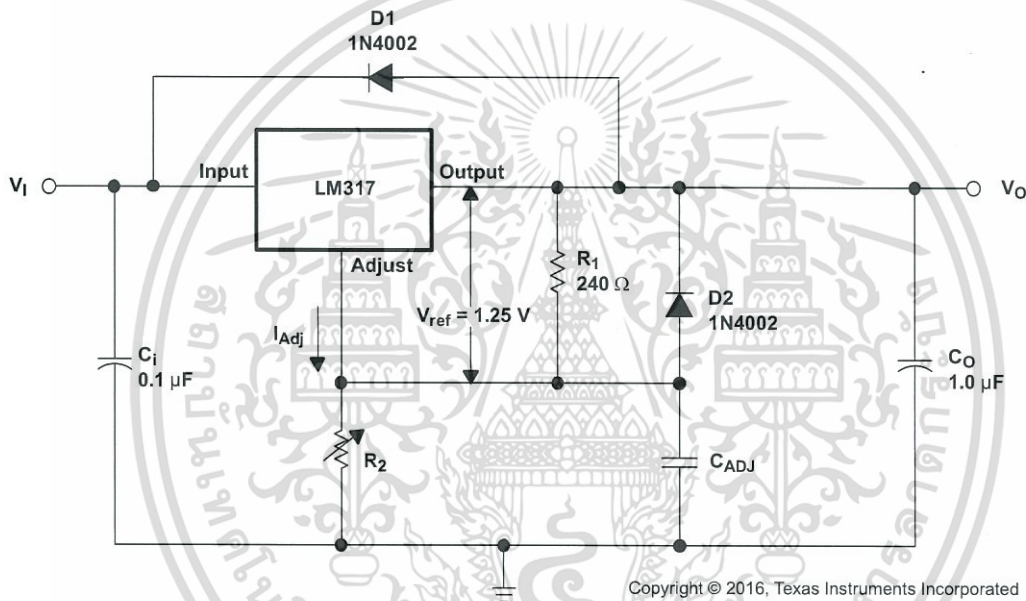


Figure 9. Adjustable Voltage Regulator

8.2.1 Design Requirements

- R₁ and R₂ are required to set the output voltage.
- C_{ADJ} is recommended to improve ripple rejection. It prevents amplification of the ripple as the output voltage is adjusted higher.
- C_i is recommended, particularly if the regulator is not in close proximity to the power-supply filter capacitors. A 0.1-μF or 1-μF ceramic or tantalum capacitor provides sufficient bypassing for most applications, especially when adjustment and output capacitors are used.
- C_O improves transient response, but is not needed for stability.
- Protection diode D2 is recommended if C_{ADJ} is used. The diode provides a low-impedance discharge path to prevent the capacitor from discharging into the output of the regulator.
- Protection diode D1 is recommended if C_O is used. The diode provides a low-impedance discharge path to prevent the capacitor from discharging into the output of the regulator.

8.2.2 Detailed Design Procedure

V_O is calculated as shown in Equation 1. I_{ADJ} is typically 50 μA and negligible in most applications.

$$V_O = V_{REF} (1 + R_2 / R_1) + (I_{ADJ} \times R_2) \quad (1)$$

Typical Application (continued)

8.2.3 Application Curves

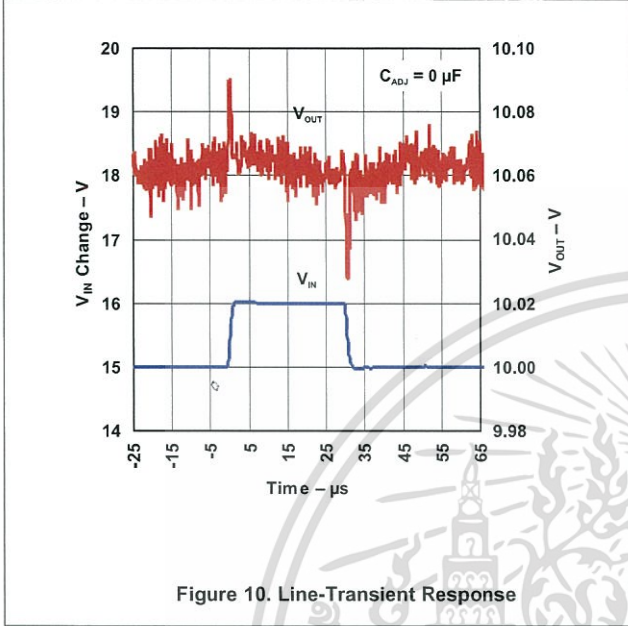


Figure 10. Line-Transient Response

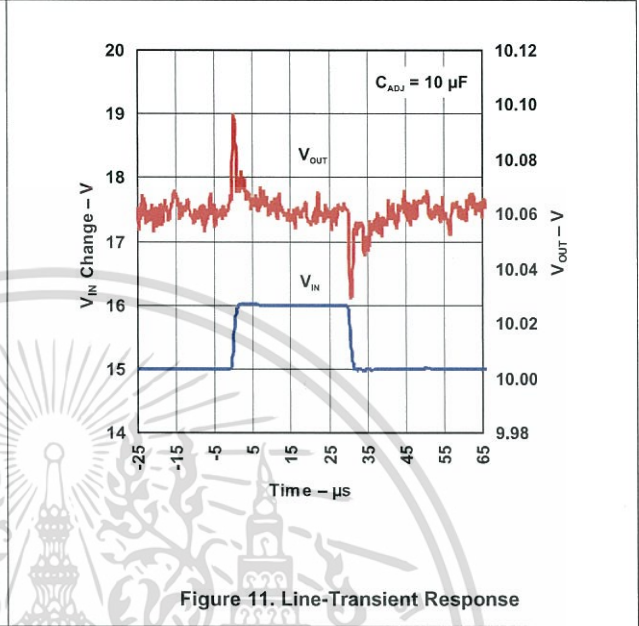


Figure 11. Line-Transient Response

8.3 System Examples

8.3.1 0-V to 30-V Regulator Circuit

Here, the voltage is determined by
$$V_{OUT} = V_{REF} \left(1 + \frac{R_2 + R_3}{R_1} \right) = 10V$$

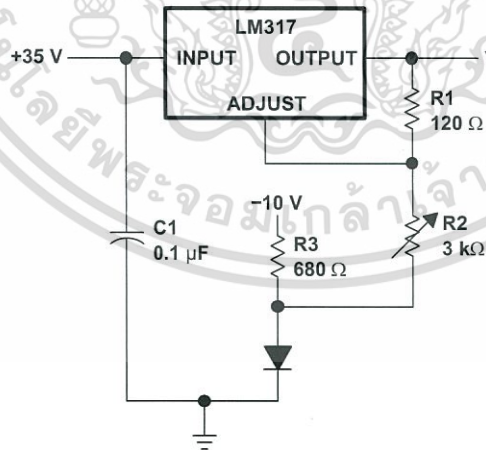
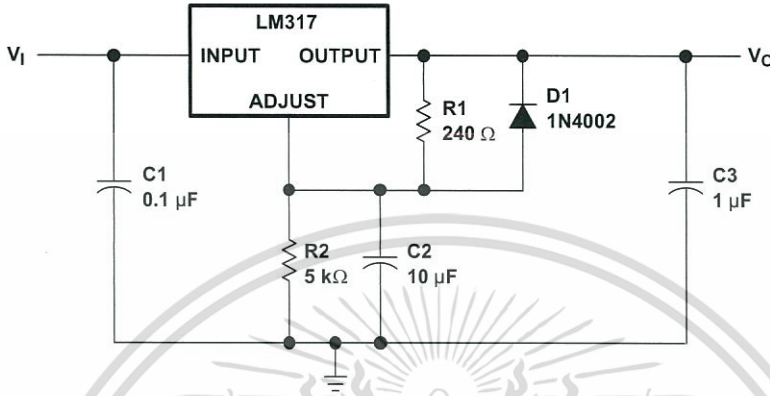


Figure 12. 0-V to 30-V Regulator Circuit

System Examples (continued)
8.3.2 Adjustable Regulator Circuit With Improved Ripple Rejection

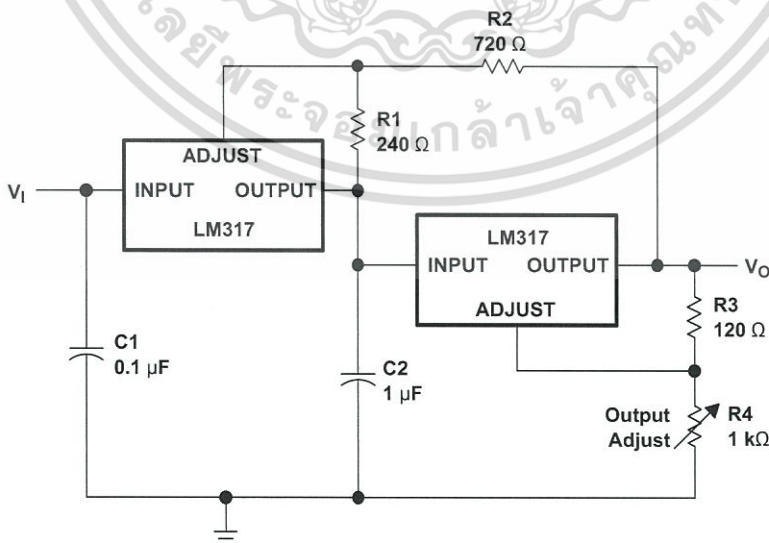
C2 helps to stabilize the voltage at the adjustment pin, which helps reject noise. Diode D1 exists to discharge C2 in case the output is shorted to ground.


Figure 13. Adjustable Regulator Circuit with Improved Ripple Rejection
8.3.3 Precision Current-Limiter Circuit

This application limits the output current to the I_{LIMIT} in the diagram.


Figure 14. Precision Current-Limiter Circuit
8.3.4 Tracking Preregulator Circuit

This application keeps a constant voltage across the second LM317 in the circuit.


Figure 15. Tracking Preregulator Circuit

System Examples (continued)

8.3.5 1.25-V to 20-V Regulator Circuit With Minimum Program Current

Because the value of V_{REF} is constant, the value of R_1 determines the amount of current that flows through R_1 and R_2 . The size of R_2 determines the IR drop from ADJUSTMENT to GND. Higher values of R_2 translate to higher V_{OUT} .

$$V_{OUT} = V_{REF} \left(1 + \frac{R_2 + R_3}{R_1} \right) - 10 \text{ V} \tag{2}$$

$$(R_1 + R_2)_{min} = V_{olreg(min)} \tag{3}$$

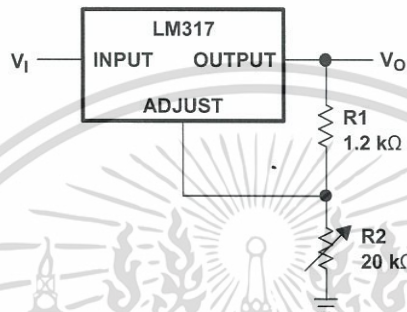


Figure 16. 1.25-V to 20-V Regulator Circuit With Minimum Program Current

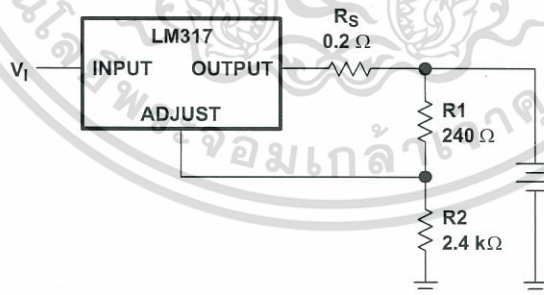
8.3.6 Battery-Charger Circuit

The series resistor limits the current output of the LM317, minimizing damage to the battery cell.

$$V_{OUT} = 1.25 \text{ V} \times \left(\frac{R_2}{R_1 + 1} \right) \tag{4}$$

$$I_{OUT(short)} = \frac{1.25 \text{ V}}{R_S} \tag{5}$$

$$\text{Output impedance} = R_S \times \left(\frac{R_2}{R_1 + 1} \right) \tag{6}$$



Copyright © 2016, Texas Instruments Incorporated

Figure 17. Battery-Charger Circuit

System Examples (continued)

8.3.7 50-mA Constant-Current Battery-Charger Circuit

The current limit operation mode can be used to trickle charge a battery at a fixed current. $I_{CHG} = 1.25 \text{ V} \div 24 \Omega$. V_I should be greater than $V_{BAT} + 4.25 \text{ V}$. ($1.25 \text{ V} [V_{REF}] + 3 \text{ V} [\text{headroom}]$)

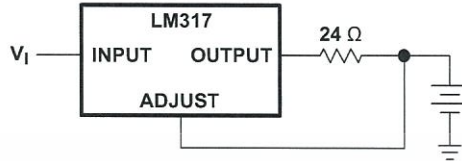


Figure 18. 50-mA Constant-Current Battery-Charger Circuit

8.3.8 Slow Turn-On 15-V Regulator Circuit

The capacitor C1, in combination with the PNP transistor, helps the circuit to slowly start supplying voltage. In the beginning, the capacitor is not charged. Therefore output voltage starts at $V_{C1} + V_{BE} + 1.25 \text{ V} = 0 \text{ V} + 0.65 \text{ V} + 1.25 \text{ V} = 1.9 \text{ V}$. As the capacitor voltage rises, V_{OUT} rises at the same rate. When the output voltage reaches the value determined by R1 and R2, the PNP will be turned off.

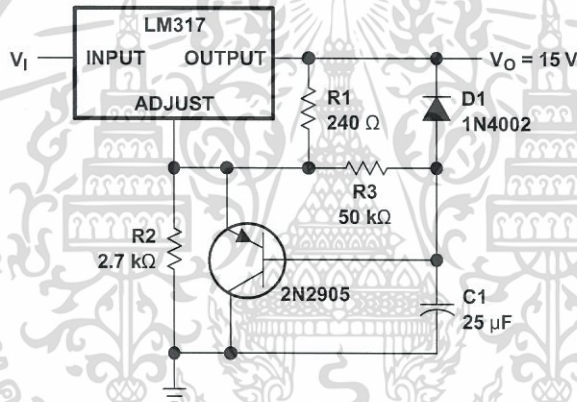


Figure 19. Slow Turn-On 15-V Regulator Circuit

8.3.9 AC Voltage-Regulator Circuit

These two LM317s can regulate both the positive and negative swings of a sinusoidal AC input.

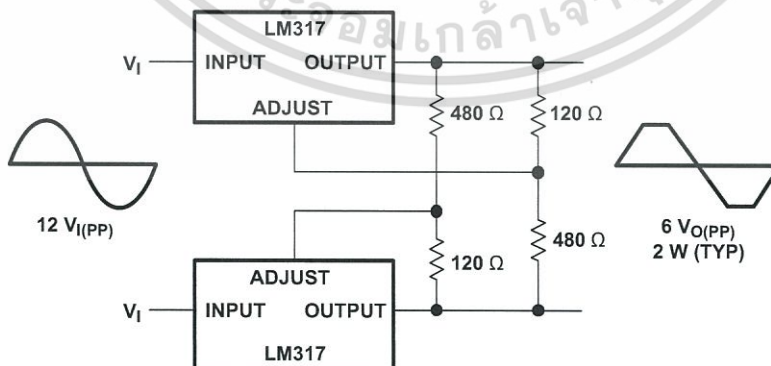


Figure 20. AC Voltage-Regulator Circuit

System Examples (continued)

8.3.10 Current-Limited 6-V Charger Circuit

As the charge current increases, the voltage at the bottom resistor increases until the NPN starts sinking current from the adjustment pin. The voltage at the adjustment pin drops, and consequently the output voltage decreases until the NPN stops conducting.

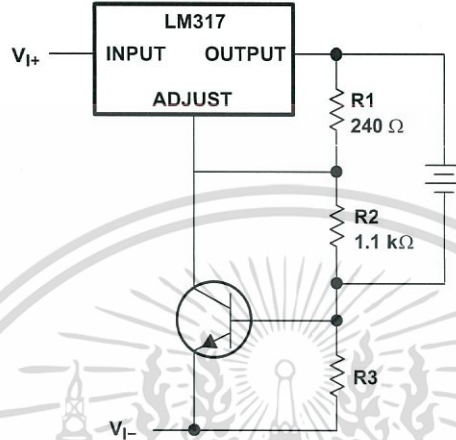


Figure 21. Current-Limited 6-V Charger Circuit

8.3.11 Adjustable 4-A Regulator Circuit

This application keeps the output current at 4 A while having the ability to adjust the output voltage using the adjustable (1.5 kΩ in schematic) resistor.

System Examples (continued)

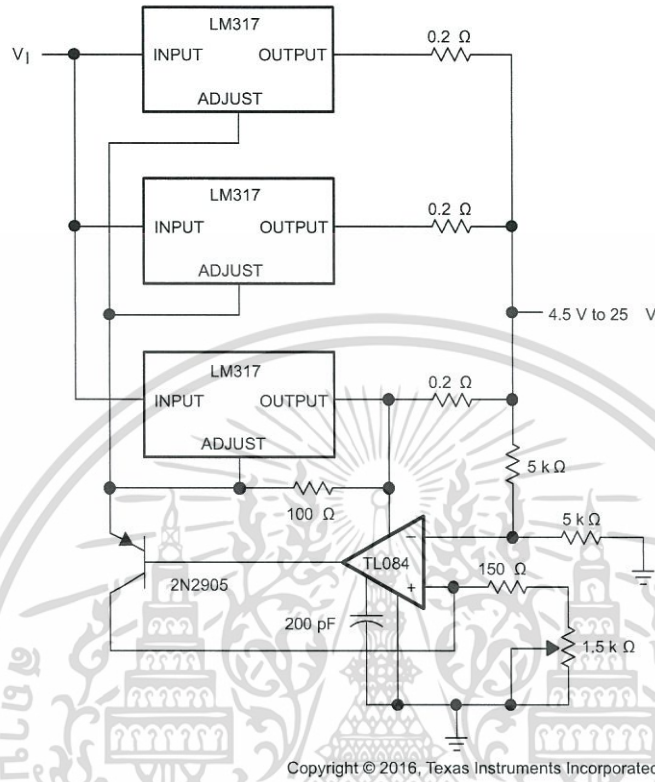


Figure 22. Adjustable 4-A Regulator Circuit

System Examples (continued)

8.3.12 High-Current Adjustable Regulator Circuit

The NPNs at the top of the schematic allow higher currents at V_{OUT} than the LM317 can provide, while still keeping the output voltage at levels determined by the adjustment pin resistor divider of the LM317.

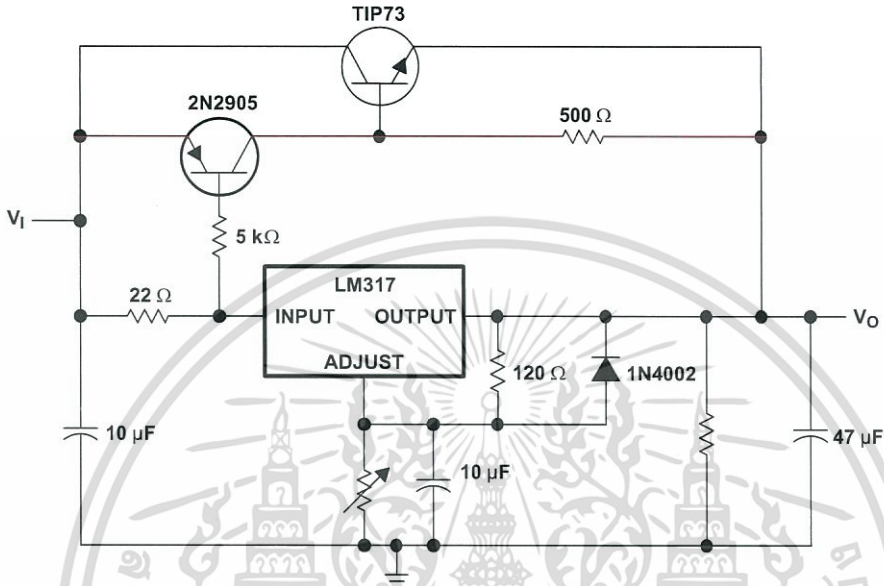


Figure 23. High-Current Adjustable Regulator Circuit

9 Power Supply Recommendations

The LM317 is designed to operate from an input voltage supply range between 1.25 V to 37 V greater than the output voltage. If the device is more than six inches from the input filter capacitors, an input bypass capacitor, 0.1 μF or greater, of any type is needed for stability.

10 Layout

10.1 Layout Guidelines

- TI recommends that the input terminal be bypassed to ground with a bypass capacitor.
- The optimum placement is closest to the input terminal of the device and the system GND. Take care to minimize the loop area formed by the bypass-capacitor connection, the input terminal, and the system GND.
- For operation at full rated load, TI recommends to use wide trace lengths to eliminate $I \times R$ drop and heat dissipation.

10.2 Layout Example

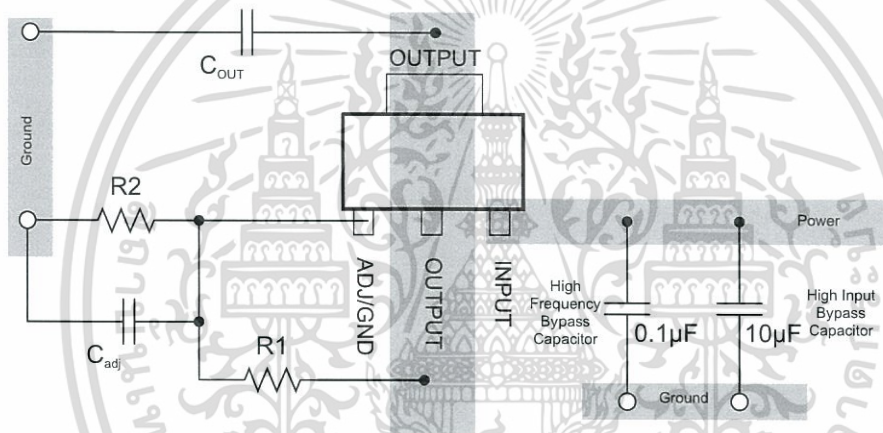


Figure 24. Layout Example

11 Device and Documentation Support

11.1 Receiving Notification of Documentation Updates

To receive notification of documentation updates, navigate to the device product folder on ti.com. In the upper right corner, click on *Alert me* to register and receive a weekly digest of any product information that has changed. For change details, review the revision history included in any revised document.

11.2 Community Resources

The following links connect to TI community resources. Linked contents are provided "AS IS" by the respective contributors. They do not constitute TI specifications and do not necessarily reflect TI's views; see TI's [Terms of Use](#).

TI E2E™ Online Community *TI's Engineer-to-Engineer (E2E) Community*. Created to foster collaboration among engineers. At [e2e.ti.com](#), you can ask questions, share knowledge, explore ideas and help solve problems with fellow engineers.

Design Support *TI's Design Support* Quickly find helpful E2E forums along with design support tools and contact information for technical support.

11.3 Trademarks

E2E is a trademark of Texas Instruments.
All other trademarks are the property of their respective owners.

11.4 Electrostatic Discharge Caution



This integrated circuit can be damaged by ESD. Texas Instruments recommends that all integrated circuits be handled with appropriate precautions. Failure to observe proper handling and installation procedures can cause damage.

ESD damage can range from subtle performance degradation to complete device failure. Precision integrated circuits may be more susceptible to damage because very small parametric changes could cause the device not to meet its published specifications.

11.5 Glossary

SLYZ022 — *TI Glossary*.

This glossary lists and explains terms, acronyms, and definitions.

12 Mechanical, Packaging, and Orderable Information

The following pages include mechanical, packaging, and orderable information. This information is the most current data available for the designated devices. This data is subject to change without notice and revision of this document. For browser-based versions of this data sheet, refer to the left-hand navigation.

PACKAGING INFORMATION

Orderable Device	Status (1)	Package Type	Package Drawing	Pins	Package Qty	Eco Plan (2)	Lead/Ball Finish (6)	MSL Peak Temp (3)	Op Temp (°C)	Device Marking (4/5)	Samples
LM317DCY	ACTIVE	SOT-223	DCY	4	80	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU SN	Level-2-260C-1 YEAR	0 to 125	L3	Samples
LM317DCYG3	ACTIVE	SOT-223	DCY	4	80	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU SN	Level-2-260C-1 YEAR	0 to 125	L3	Samples
LM317DCYR	ACTIVE	SOT-223	DCY	4	2500	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU SN	Level-2-260C-1 YEAR	0 to 125	L3	Samples
LM317DCYRG3	ACTIVE	SOT-223	DCY	4	2500	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU SN	Level-2-260C-1 YEAR	0 to 125	L3	Samples
LM317KCS	ACTIVE	TO-220	KCS	3	50	Pb-Free (RoHS)	CU SN	N / A for Pkg Type	0 to 125	LM317	Samples
LM317KCSE3	ACTIVE	TO-220	KCS	3	50	Pb-Free (RoHS)	CU SN	N / A for Pkg Type	0 to 125	LM317	Samples
LM317KCT	ACTIVE	TO-220	KCT	3	50	Pb-Free (RoHS)	CU SN	N / A for Pkg Type	0 to 125	LM317	Samples
LM317KTTR	ACTIVE	DDPAK/ TO-263	KTT	3	500	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU SN	Level-3-245C-168 HR	0 to 125	LM317	Samples
LM317KTTRG3	ACTIVE	DDPAK/ TO-263	KTT	3	500	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU SN	Level-3-245C-168 HR	0 to 125	LM317	Samples

(1) The marketing status values are defined as follows:

ACTIVE: Product device recommended for new designs.

LIFEBUY: TI has announced that the device will be discontinued, and a lifetime-buy period is in effect.

NRND: Not recommended for new designs. Device is in production to support existing customers, but TI does not recommend using this part in a new design.

PREVIEW: Device has been announced but is not in production. Samples may or may not be available.

OBSELETE: TI has discontinued the production of the device.

(2) Eco Plan - The planned eco-friendly classification: Pb-Free (RoHS), Pb-Free (RoHS Exempt), or Green (RoHS & no Sb/Br) - please check <http://www.ti.com/productcontent> for the latest availability information and additional product content details.

TBD: The Pb-Free/Green conversion plan has not been defined.

Pb-Free (RoHS): TI's terms "Lead-Free" or "Pb-Free" mean semiconductor products that are compatible with the current RoHS requirements for all 6 substances, including the requirement that lead not exceed 0.1% by weight in homogeneous materials. Where designed to be soldered at high temperatures, TI Pb-Free products are suitable for use in specified lead-free processes.

Pb-Free (RoHS Exempt): This component has a RoHS exemption for either 1) lead-based flip-chip solder bumps used between the die and package, or 2) lead-based die adhesive used between the die and leadframe. The component is otherwise considered Pb-Free (RoHS compatible) as defined above.

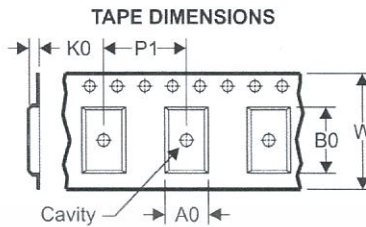
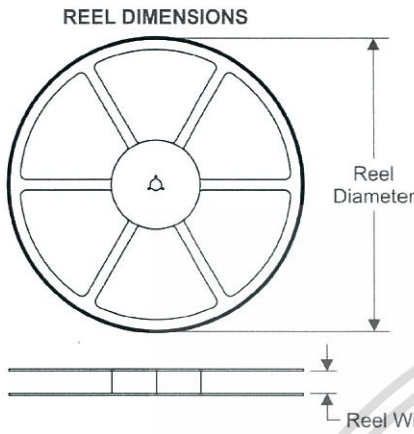
Green (RoHS & no Sb/Br): TI defines "Green" to mean Pb-Free (RoHS compatible), and free of Bromine (Br) and Antimony (Sb) based flame retardants (Br or Sb do not exceed 0.1% by weight in homogeneous material)

- (3) MSL, Peak Temp. - The Moisture Sensitivity Level rating according to the JEDEC industry standard classifications, and peak solder temperature.
- (4) There may be additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category on the device.
- (5) Multiple Device Markings will be inside parentheses. Only one Device Marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a device. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire Device Marking for that device.
- (6) Lead/Ball Finish - Orderable Devices may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead/Ball Finish values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

Important Information and Disclaimer: The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

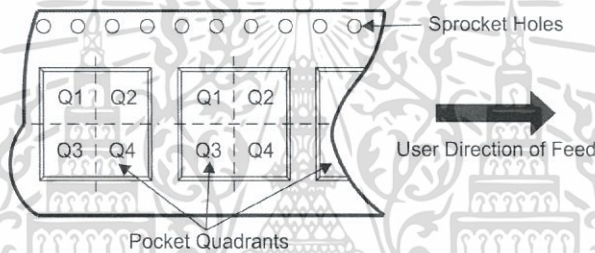
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

TAPE AND REEL INFORMATION



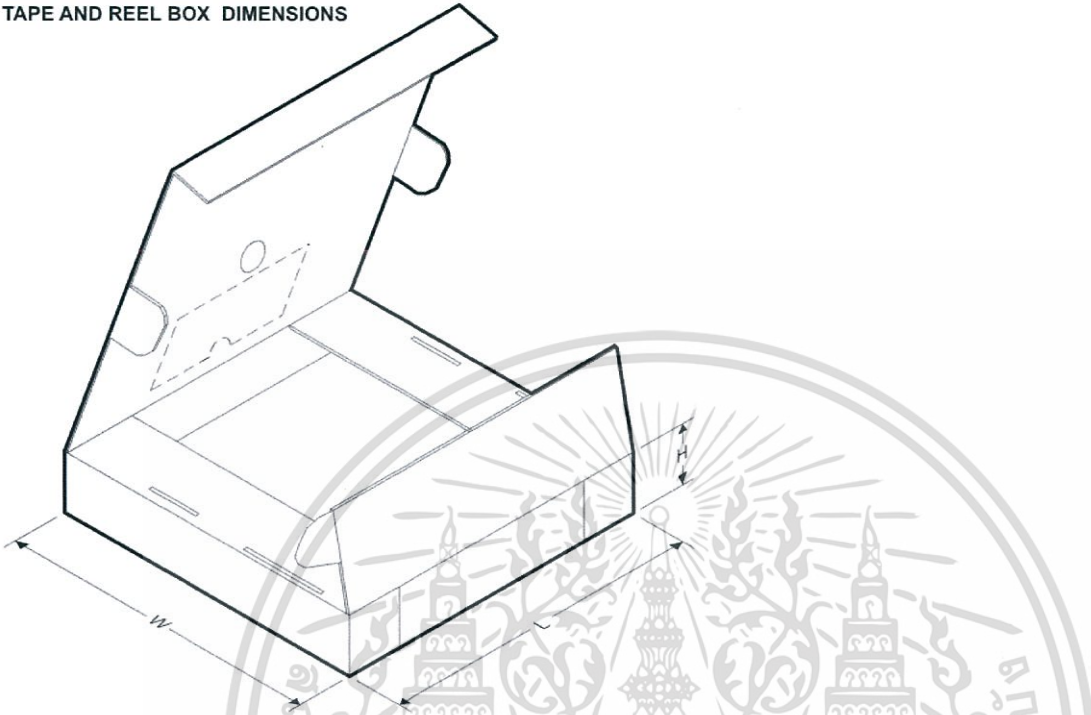
A0	Dimension designed to accommodate the component width
B0	Dimension designed to accommodate the component length
K0	Dimension designed to accommodate the component thickness
W	Overall width of the carrier tape
P1	Pitch between successive cavity centers

QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
LM317DCYR	SOT-223	DCY	4	2500	330.0	12.4	7.0	7.42	2.0	8.0	12.0	Q3
LM317DCYR	SOT-223	DCY	4	2500	330.0	12.4	6.55	7.25	1.9	8.0	12.0	Q3
LM317DCYR	SOT-223	DCY	4	2500	330.0	12.4	7.05	7.4	1.9	8.0	12.0	Q3
LM317KTTR	DDPAK/TO-263	KTT	3	500	330.0	24.4	10.8	16.3	5.11	16.0	24.0	Q2
LM317KTTR	DDPAK/TO-263	KTT	3	500	330.0	24.4	10.8	16.1	4.9	16.0	24.0	Q2

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS


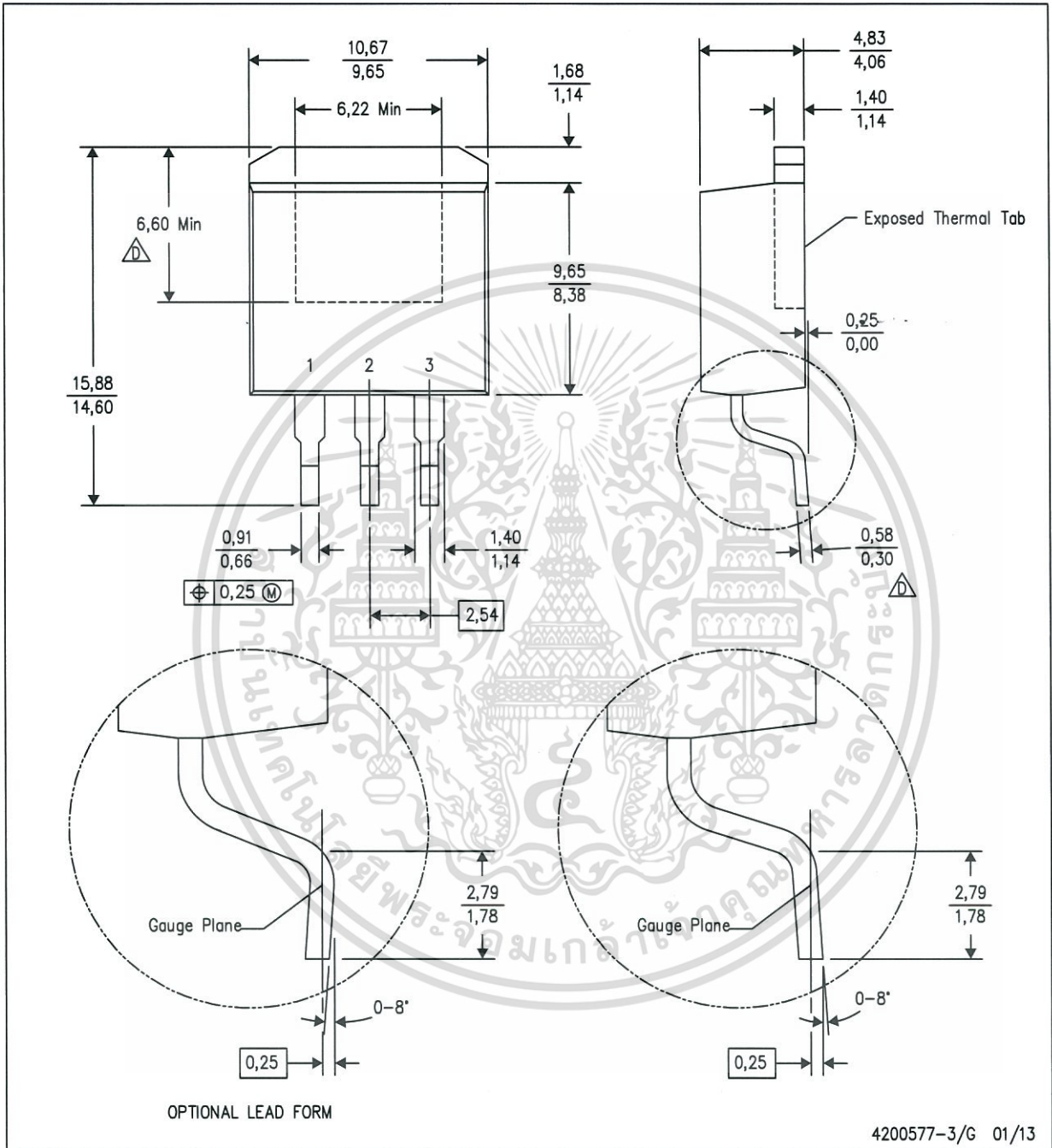
*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
LM317DCYR	SOT-223	DCY	4	2500	350.0	334.0	47.0
LM317DCYR	SOT-223	DCY	4	2500	336.0	336.0	48.0
LM317DCYR	SOT-223	DCY	4	2500	340.0	340.0	38.0
LM317KTTR	DDPAK/TO-263	KTT	3	500	340.0	340.0	38.0
LM317KTTR	DDPAK/TO-263	KTT	3	500	350.0	334.0	47.0

MECHANICAL DATA

KTT (R-PSFM-G3)

PLASTIC FLANGE-MOUNT PACKAGE

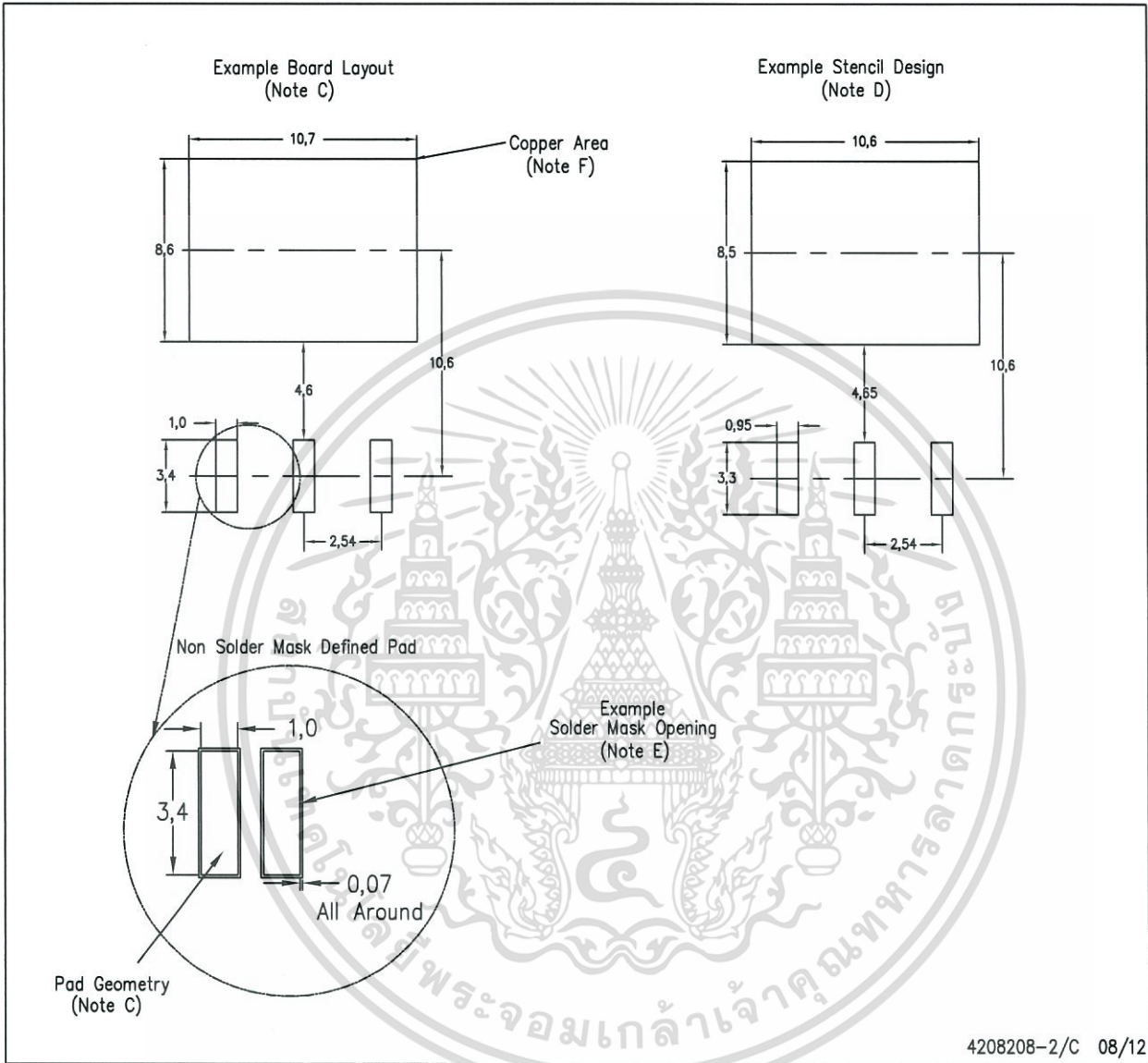


4200577-3/G 01/13

- NOTES:
- All linear dimensions are in millimeters.
 - This drawing is subject to change without notice.
 - Body dimensions do not include mold flash or protrusion. Mold flash or protrusion not to exceed 0.005 (0,13) per side.
- (D) Falls within JEDEC TO-263 variation AA, except minimum lead thickness and minimum exposed pad length.

KTT (R-PSFM-G3)

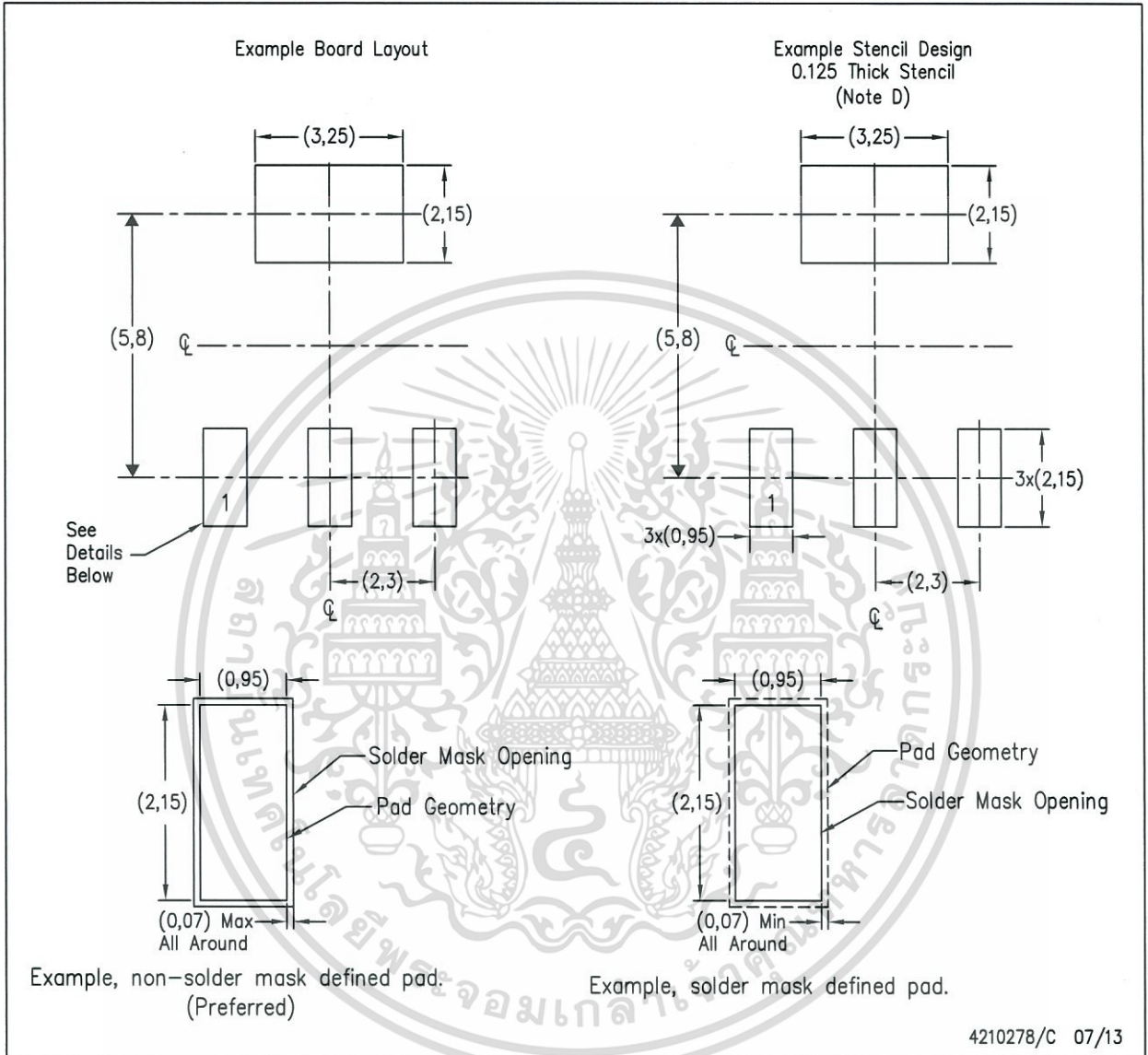
PLASTIC FLANGE-MOUNT PACKAGE



- NOTES:
- A. All linear dimensions are in millimeters.
 - B. This drawing is subject to change without notice.
 - C. Publication IPC-SM-782 is recommended for alternate designs.
 - D. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and also rounding corners will offer better paste release. Customers should contact their board assembly site for stencil design recommendations. Refer to IPC-7525.
 - E. Customers should contact their board fabrication site for solder mask tolerances between and around signal pads.
 - F. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. Refer to the Product Datasheet for specific thermal information, via requirements, and recommended thermal pad size. For thermal pad sizes larger than shown a solder mask defined pad is recommended in order to maintain the solderable pad geometry while increasing copper area.

DCY (R-PDSO-G4)

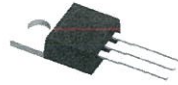
PLASTIC SMALL OUTLINE



NOTES:

- A. All linear dimensions are in millimeters.
- B. This drawing is subject to change without notice.
- C. Publication IPC-7351 is recommended for alternate designs.
- D. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and also rounding corners will offer better paste release. Customers should contact their board assembly site for stencil recommendations. Refer to IPC 7525 for stencil design considerations.

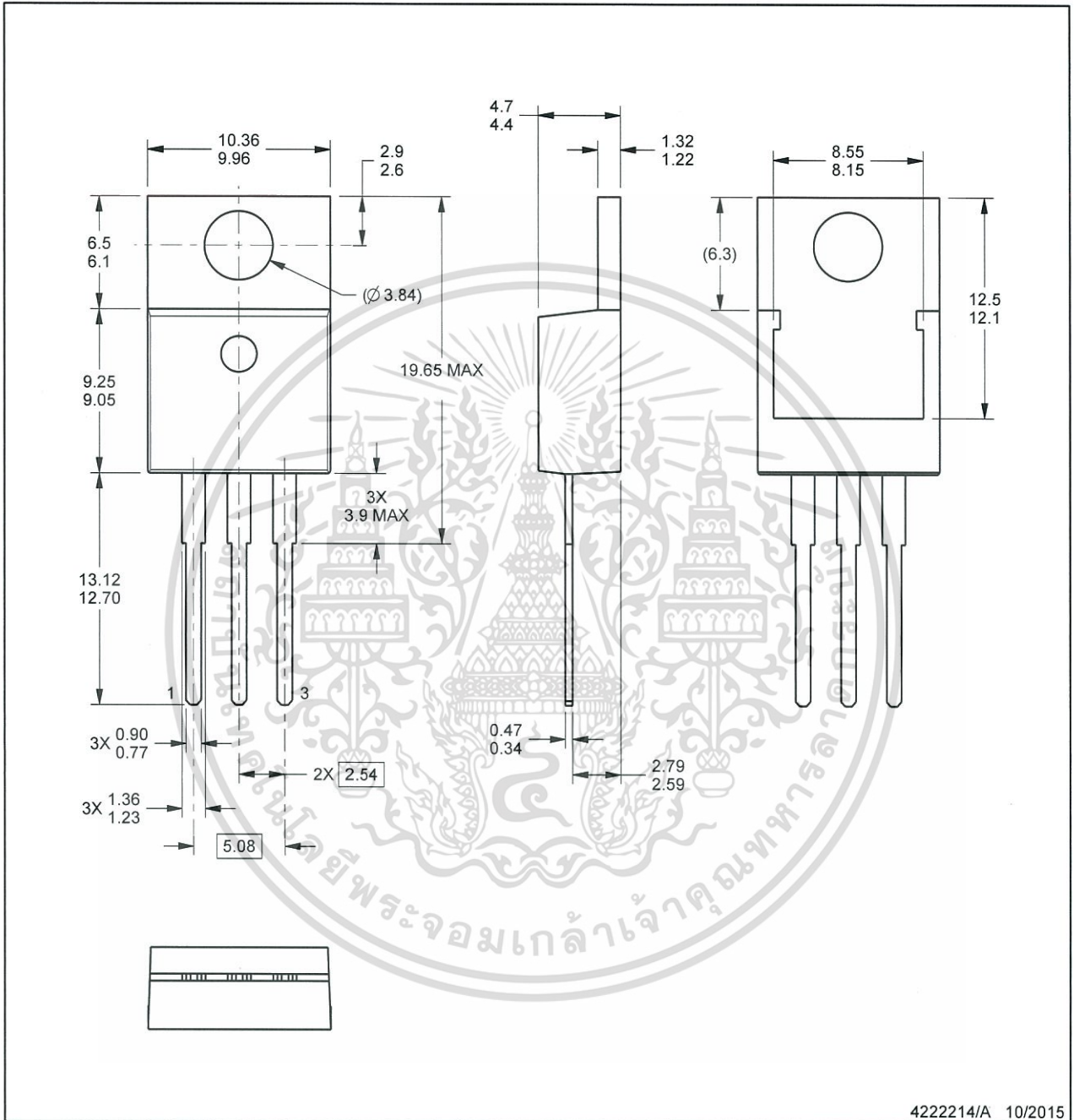
KCS0003B



PACKAGE OUTLINE

TO-220 - 19.65 mm max height

TO-220



4222214/A 10/2015

NOTES:

1. All controlling linear dimensions are in inches. Dimensions in brackets are in millimeters. Any dimension in brackets or parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. Reference JEDEC registration TO-220.



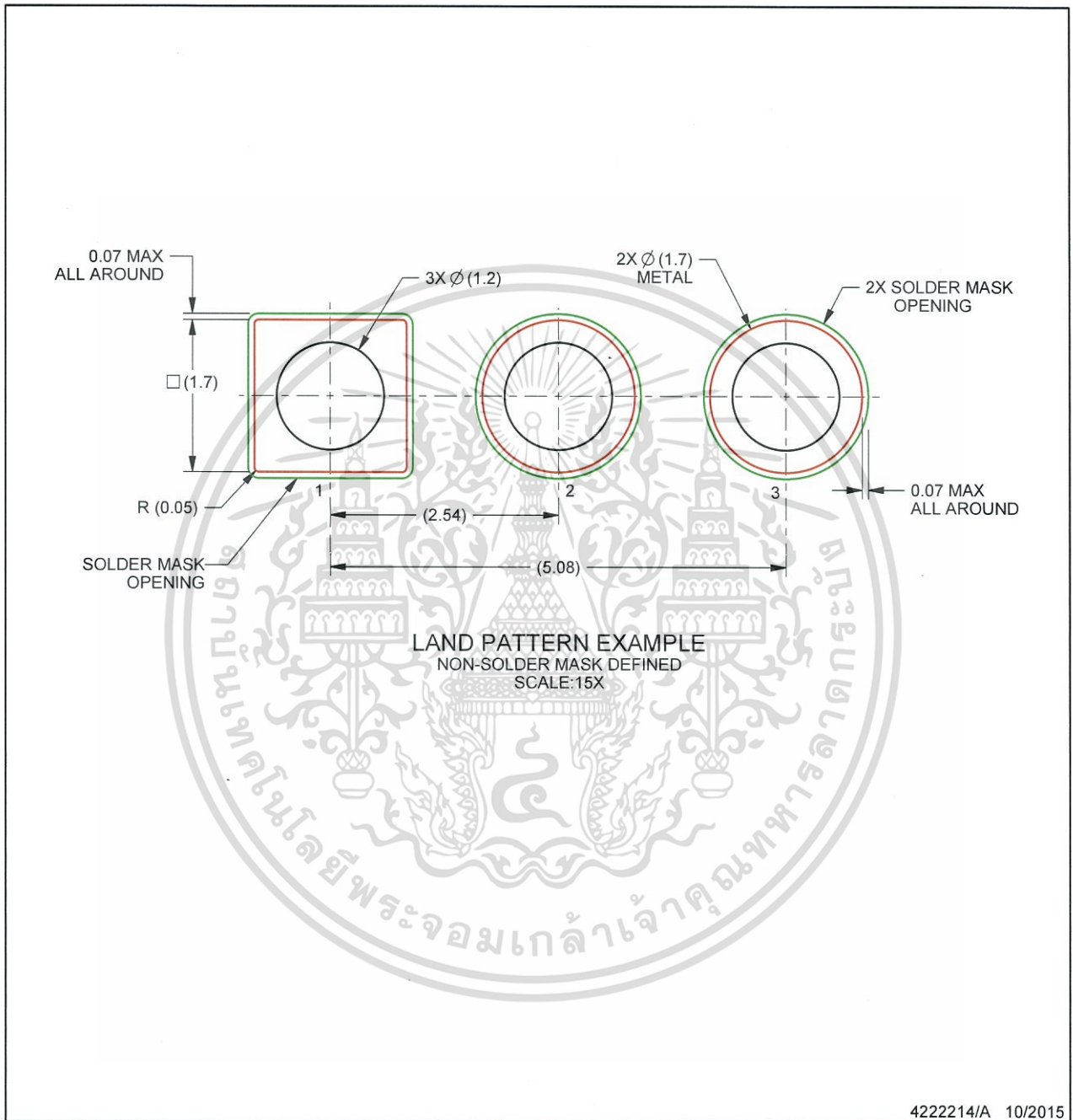
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเท่านั้น ไม่สามารถนำออกจำหน่ายโดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EXAMPLE BOARD LAYOUT

KCS0003B

TO-220 - 19.65 mm max height

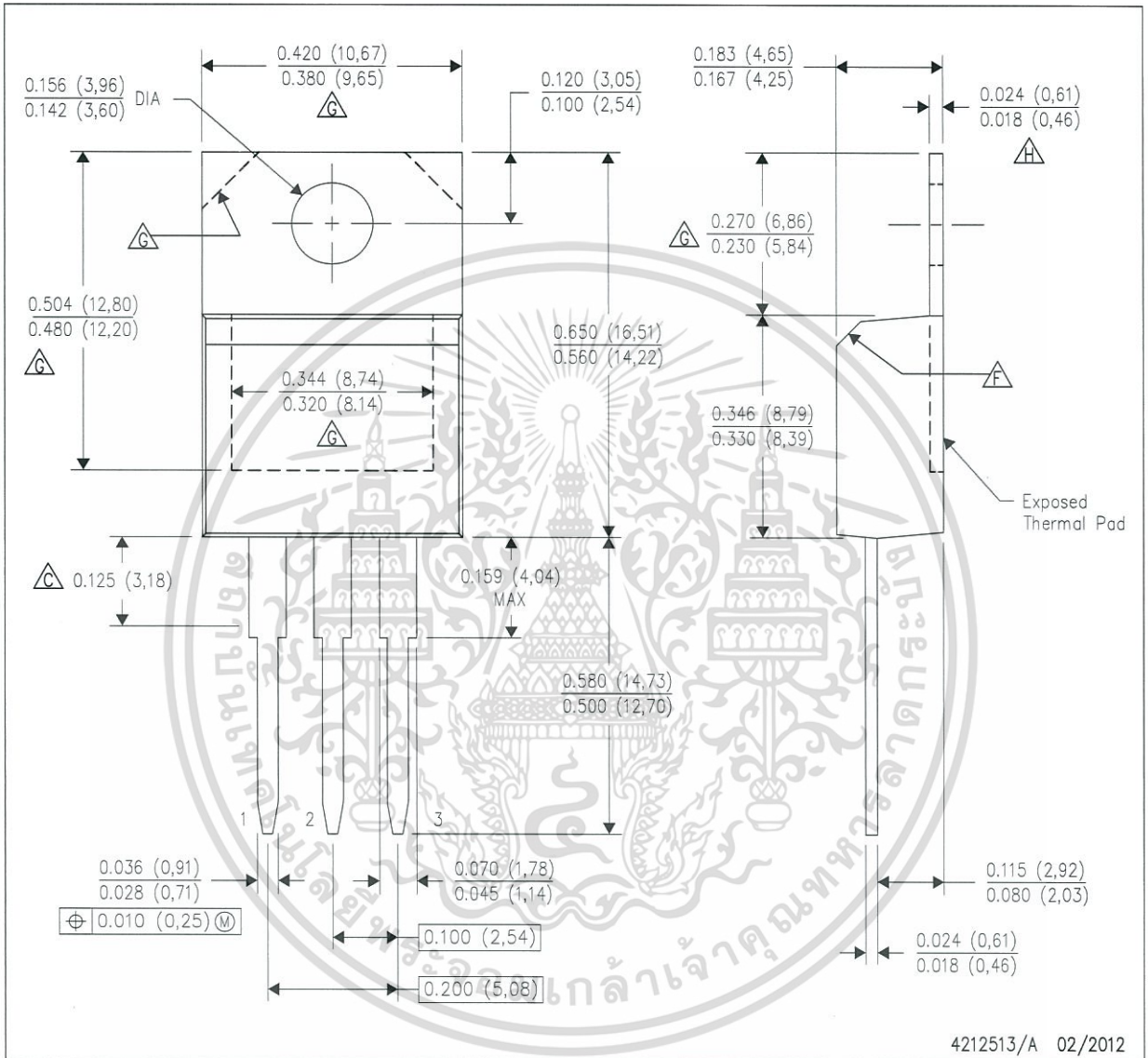
TO-220



MECHANICAL DATA

KCT (R-PSFM-T3)

PLASTIC FLANGE-MOUNT PACKAGE



NOTES:

- A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
- B. This drawing is subject to change without notice.
- C. Lead dimensions are not controlled within this area.
- D. All lead dimensions apply before solder dip.
- E. The center lead is in electrical contact with the mounting tab.
- F. The chamfer is optional.
- G. Thermal pad contour optional within these dimensions.
- H. Falls within JEDEC TO-220 variation AB, except minimum tab thickness.

IMPORTANT NOTICE

Texas Instruments Incorporated (TI) reserves the right to make corrections, enhancements, improvements and other changes to its semiconductor products and services per JESD46, latest issue, and to discontinue any product or service per JESD48, latest issue. Buyers should obtain the latest relevant information before placing orders and should verify that such information is current and complete.

TI's published terms of sale for semiconductor products (<http://www.ti.com/sc/docs/stdterms.htm>) apply to the sale of packaged integrated circuit products that TI has qualified and released to market. Additional terms may apply to the use or sale of other types of TI products and services.

Reproduction of significant portions of TI information in TI data sheets is permissible only if reproduction is without alteration and is accompanied by all associated warranties, conditions, limitations, and notices. TI is not responsible or liable for such reproduced documentation. Information of third parties may be subject to additional restrictions. Resale of TI products or services with statements different from or beyond the parameters stated by TI for that product or service voids all express and any implied warranties for the associated TI product or service and is an unfair and deceptive business practice. TI is not responsible or liable for any such statements.

Buyers and others who are developing systems that incorporate TI products (collectively, "Designers") understand and agree that Designers remain responsible for using their independent analysis, evaluation and judgment in designing their applications and that Designers have full and exclusive responsibility to assure the safety of Designers' applications and compliance of their applications (and of all TI products used in or for Designers' applications) with all applicable regulations, laws and other applicable requirements. Designer represents that, with respect to their applications, Designer has all the necessary expertise to create and implement safeguards that (1) anticipate dangerous consequences of failures, (2) monitor failures and their consequences, and (3) lessen the likelihood of failures that might cause harm and take appropriate actions. Designer agrees that prior to using or distributing any applications that include TI products, Designer will thoroughly test such applications and the functionality of such TI products as used in such applications.

TI's provision of technical, application or other design advice, quality characterization, reliability data or other services or information, including, but not limited to, reference designs and materials relating to evaluation modules, (collectively, "TI Resources") are intended to assist designers who are developing applications that incorporate TI products; by downloading, accessing or using TI Resources in any way, Designer (individually or, if Designer is acting on behalf of a company, Designer's company) agrees to use any particular TI Resource solely for this purpose and subject to the terms of this Notice.

TI's provision of TI Resources does not expand or otherwise alter TI's applicable published warranties or warranty disclaimers for TI products, and no additional obligations or liabilities arise from TI providing such TI Resources. TI reserves the right to make corrections, enhancements, improvements and other changes to its TI Resources. TI has not conducted any testing other than that specifically described in the published documentation for a particular TI Resource.

Designer is authorized to use, copy and modify any individual TI Resource only in connection with the development of applications that include the TI product(s) identified in such TI Resource. NO OTHER LICENSE, EXPRESS OR IMPLIED, BY ESTOPPEL OR OTHERWISE TO ANY OTHER TI INTELLECTUAL PROPERTY RIGHT, AND NO LICENSE TO ANY TECHNOLOGY OR INTELLECTUAL PROPERTY RIGHT OF TI OR ANY THIRD PARTY IS GRANTED HEREIN, including but not limited to any patent right, copyright, mask work right, or other intellectual property right relating to any combination, machine, or process in which TI products or services are used. Information regarding or referencing third-party products or services does not constitute a license to use such products or services, or a warranty or endorsement thereof. Use of TI Resources may require a license from a third party under the patents or other intellectual property of the third party, or a license from TI under the patents or other intellectual property of TI.

TI RESOURCES ARE PROVIDED "AS IS" AND WITH ALL FAULTS. TI DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES OR REPRESENTATIONS, EXPRESS OR IMPLIED, REGARDING RESOURCES OR USE THEREOF, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO ACCURACY OR COMPLETENESS, TITLE, ANY EPIDEMIC FAILURE WARRANTY AND ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, AND NON-INFRINGEMENT OF ANY THIRD PARTY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS. TI SHALL NOT BE LIABLE FOR AND SHALL NOT DEFEND OR INDEMNIFY DESIGNER AGAINST ANY CLAIM, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO ANY INFRINGEMENT CLAIM THAT RELATES TO OR IS BASED ON ANY COMBINATION OF PRODUCTS EVEN IF DESCRIBED IN TI RESOURCES OR OTHERWISE. IN NO EVENT SHALL TI BE LIABLE FOR ANY ACTUAL, DIRECT, SPECIAL, COLLATERAL, INDIRECT, PUNITIVE, INCIDENTAL, CONSEQUENTIAL OR EXEMPLARY DAMAGES IN CONNECTION WITH OR ARISING OUT OF TI RESOURCES OR USE THEREOF, AND REGARDLESS OF WHETHER TI HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES.

Unless TI has explicitly designated an individual product as meeting the requirements of a particular industry standard (e.g., ISO/TS 16949 and ISO 26262), TI is not responsible for any failure to meet such industry standard requirements.

Where TI specifically promotes products as facilitating functional safety or as compliant with industry functional safety standards, such products are intended to help enable customers to design and create their own applications that meet applicable functional safety standards and requirements. Using products in an application does not by itself establish any safety features in the application. Designers must ensure compliance with safety-related requirements and standards applicable to their applications. Designer may not use any TI products in life-critical medical equipment unless authorized officers of the parties have executed a special contract specifically governing such use. Life-critical medical equipment is medical equipment where failure of such equipment would cause serious bodily injury or death (e.g., life support, pacemakers, defibrillators, heart pumps, neurostimulators, and implantables). Such equipment includes, without limitation, all medical devices identified by the U.S. Food and Drug Administration as Class III devices and equivalent classifications outside the U.S.

TI may expressly designate certain products as completing a particular qualification (e.g., Q100, Military Grade, or Enhanced Product). Designers agree that it has the necessary expertise to select the product with the appropriate qualification designation for their applications and that proper product selection is at Designers' own risk. Designers are solely responsible for compliance with all legal and regulatory requirements in connection with such selection.

Designer will fully indemnify TI and its representatives against any damages, costs, losses, and/or liabilities arising out of Designer's non-compliance with the terms and provisions of this Notice.

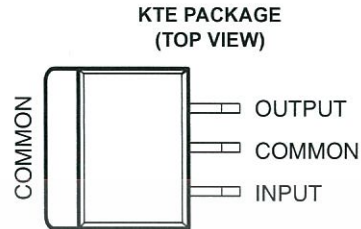
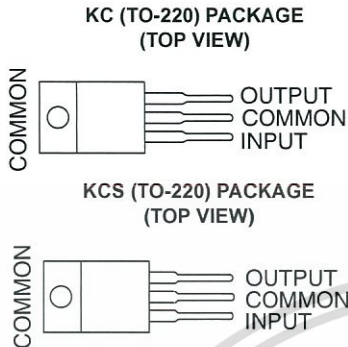
Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2017, Texas Instruments Incorporated

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

μA7800 SERIES POSITIVE-VOLTAGE REGULATORS

SLVS056J – MAY 1976 – REVISED MAY 2003

- 3-Terminal Regulators
- High Power-Dissipation Capability
- Output Current up to 1.5 A
- Internal Short-Circuit Current Limiting
- Internal Thermal-Overload Protection
- Output Transistor Safe-Area Compensation



description/ordering information

This series of fixed-voltage integrated-circuit voltage regulators is designed for a wide range of applications. These applications include on-card regulation for elimination of noise and distribution problems associated with single-point regulation. Each of these regulators can deliver up to 1.5 A of output current. The internal current-limiting and thermal-shutdown features of these regulators essentially make them immune to overload. In addition to use as fixed-voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable output voltages and currents, and also can be used as the power-pass element in precision regulators.

ORDERING INFORMATION

T _J	V _{O(NOM)} (V)	PACKAGE†	ORDERABLE PART NUMBER	TOP-SIDE MARKING	
0°C to 125°C	5	POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7805CKTER	μA7805C
		TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7805CKC	μA7805C
		TO-220, short shoulder (KCS)	Tube of 20	μA7805CKCS	μA7805C
	8	POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7808CKTER	μA7808C
		TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7808CKC	μA7808C
		TO-220, short shoulder (KCS)	Tube of 20	μA7808CKCS	μA7808C
	10	POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7810CKTER	μA7810C
		TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7810CKC	μA7810C
		POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7812CKTER	μA7812C
	12	TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7812CKC	μA7812C
		TO-220, short shoulder (KCS)	Tube of 20	μA7812CKCS	
		POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7815CKTER	
15	TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7815CKC		
	TO-220, short shoulder (KCS)	Tube of 20	μA7815CKCS		
24	POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7824CKTER	μA7824C	
	TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7824CKC	μA7824C	

† Package drawings, standard packing quantities, thermal data, symbolization, and PCB design guidelines are available at www.ti.com/sc/package.



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

**TEXAS
INSTRUMENTS**

Copyright © 2003, Texas Instruments Incorporated

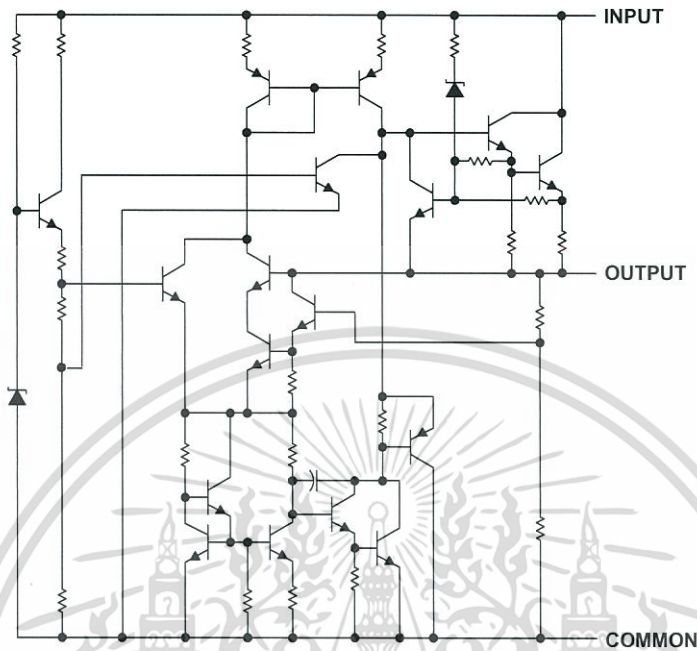
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการ POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265 อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

μA7800 SERIES POSITIVE-VOLTAGE REGULATORS

SLVS056J – MAY 1976 – REVISED MAY 2003

schematic



absolute maximum ratings over virtual junction temperature range (unless otherwise noted)†

Input voltage, V_I : μA7824C	40 V
All others	35 V
Operating virtual junction temperature, T_J	150°C
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds	260°C
Storage temperature range, T_{stg}	-65°C to 150°C

† Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

package thermal data (see Note 1)

PACKAGE	BOARD	θ_{JC}	θ_{JA}
POWER-FLEX (KTE)	High K, JESD 51-5	3°C/W	23°C/W
TO-220 (KC/KCS)	High K, JESD 51-5	3°C/W	19°C/W

NOTE 1: Maximum power dissipation is a function of $T_J(\max)$, θ_{JA} , and T_A . The maximum allowable power dissipation at any allowable ambient temperature is $P_D = (T_J(\max) - T_A)/\theta_{JA}$. Operating at the absolute maximum T_J of 150°C can affect reliability.



μA7800 SERIES POSITIVE-VOLTAGE REGULATORS

SLVS056J – MAY 1976 – REVISED MAY 2003

recommended operating conditions

		MIN	MAX	UNIT	
V _I	Input voltage	μA7805C	7	25	V
		μA7808C	10.5	25	
		μA7810C	12.5	28	
		μA7812C	14.5	30	
		μA7815C	17.5	30	
		μA7824C	27	38	
I _O	Output current		1.5	A	
T _J	Operating virtual junction temperature	μA7800C series	0	125	°C

electrical characteristics at specified virtual junction temperature, V_I = 10 V, I_O = 500 mA (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	T _J †	μA7805C			UNIT	
			MIN	TYP	MAX		
Output voltage	I _O = 5 mA to 1 A, V _I = 7 V to 20 V, P _D ≤ 15 W	25°C	4.8	5	5.2	V	
		0°C to 125°C	4.75		5.25		
Input voltage regulation	V _I = 7 V to 25 V	25°C	3			mV	
	V _I = 8 V to 12 V		1				
Ripple rejection	V _I = 8 V to 18 V, f = 120 Hz	0°C to 125°C	62	78		dB	
Output voltage regulation	I _O = 5 mA to 1.5 A	25°C	15			mV	
	I _O = 250 mA to 750 mA		5				
Output resistance	f = 1 kHz	0°C to 125°C	0.017			Ω	
Temperature coefficient of output voltage	I _O = 5 mA	0°C to 125°C	-1.1			mV/°C	
Output noise voltage	f = 10 Hz to 100 kHz	25°C	40			μV	
Dropout voltage	I _O = 1 A	25°C	2			V	
Bias current		25°C	4.2			8	mA
Bias current change	V _I = 7 V to 25 V	0°C to 125°C				1.3	mA
	I _O = 5 mA to 1 A					0.5	
Short-circuit output current		25°C	750			mA	
Peak output current		25°C	2.2			A	

† Pulse-testing techniques maintain the junction temperature as close to the ambient temperature as possible. Thermal effects must be taken into account separately. All characteristics are measured with a 0.33-μF capacitor across the input and a 0.1-μF capacitor across the output.



μA7800 SERIES POSITIVE-VOLTAGE REGULATORS

SLVS056J – MAY 1976 – REVISED MAY 2003

electrical characteristics at specified virtual junction temperature, $V_I = 14\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	$T_{J\ddagger}$	μA7808C			UNIT
			MIN	TYP	MAX	
Output voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$, $P_D \leq 15\text{ W}$	25°C	7.7	8	8.3	V
		$0^\circ\text{C to }125^\circ\text{C}$	7.6		8.4	
Input voltage regulation	$V_I = 10.5\text{ V to }25\text{ V}$	25°C		6	160	mV
	$V_I = 11\text{ V to }17\text{ V}$			2	80	
Ripple rejection	$V_I = 11.5\text{ V to }21.5\text{ V}$, $f = 120\text{ Hz}$	$0^\circ\text{C to }125^\circ\text{C}$	55	72		dB
Output voltage regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$	25°C		12	160	mV
	$I_O = 250\text{ mA to }750\text{ mA}$			4	80	
Output resistance	$f = 1\text{ kHz}$	$0^\circ\text{C to }125^\circ\text{C}$		0.016		Ω
Temperature coefficient of output voltage	$I_O = 5\text{ mA}$	$0^\circ\text{C to }125^\circ\text{C}$		-0.8		$\text{mV}/^\circ\text{C}$
Output noise voltage	$f = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$	25°C		52		μV
Dropout voltage	$I_O = 1\text{ A}$	25°C		2		V
Bias current		25°C		4.3	8	mA
Bias current change	$V_I = 10.5\text{ V to }25\text{ V}$	$0^\circ\text{C to }125^\circ\text{C}$			1	mA
	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$				0.5	
Short-circuit output current		25°C		450		mA
Peak output current		25°C		2.2		A

† Pulse-testing techniques maintain the junction temperature as close to the ambient temperature as possible. Thermal effects must be taken into account separately. All characteristics are measured with a 0.33- μF capacitor across the input and a 0.1- μF capacitor across the output.

electrical characteristics at specified virtual junction temperature, $V_I = 17\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	$T_{J\ddagger}$	μA7810C			UNIT
			MIN	TYP	MAX	
Output voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$, $P_D \leq 15\text{ W}$	25°C	9.6	10	10.4	V
		$0^\circ\text{C to }125^\circ\text{C}$	9.5	10	10.5	
Input voltage regulation	$V_I = 12.5\text{ V to }28\text{ V}$	25°C		7	200	mV
	$V_I = 14\text{ V to }20\text{ V}$			2	100	
Ripple rejection	$V_I = 13\text{ V to }23\text{ V}$, $f = 120\text{ Hz}$	$0^\circ\text{C to }125^\circ\text{C}$	55	71		dB
Output voltage regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$	25°C		12	200	mV
	$I_O = 250\text{ mA to }750\text{ mA}$			4	100	
Output resistance	$f = 1\text{ kHz}$	$0^\circ\text{C to }125^\circ\text{C}$		0.018		Ω
Temperature coefficient of output voltage	$I_O = 5\text{ mA}$	$0^\circ\text{C to }125^\circ\text{C}$		-1		$\text{mV}/^\circ\text{C}$
Output noise voltage	$f = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$	25°C		70		μV
Dropout voltage	$I_O = 1\text{ A}$	25°C		2		V
Bias current		25°C		4.3	8	mA
Bias current change	$V_I = 12.5\text{ V to }28\text{ V}$	$0^\circ\text{C to }125^\circ\text{C}$			1	mA
	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$				0.5	
Short-circuit output current		25°C		400		mA
Peak output current		25°C		2.2		A

† Pulse-testing techniques maintain the junction temperature as close to the ambient temperature as possible. Thermal effects must be taken into account separately. All characteristics are measured with a 0.33- μF capacitor across the input and a 0.1- μF capacitor across the output.



μA7800 SERIES POSITIVE-VOLTAGE REGULATORS

SLVS056J – MAY 1976 – REVISED MAY 2003

electrical characteristics at specified virtual junction temperature, $V_I = 19\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	T_J †	μA7812C			UNIT	
			MIN	TYP	MAX		
Output voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$, $P_D \leq 15\text{ W}$	$V_I = 14.5\text{ V to }27\text{ V}$	25°C	11.5	12	12.5	V
			0°C to 125°C	11.4		12.6	
Input voltage regulation	$V_I = 14.5\text{ V to }30\text{ V}$	25°C		10	240	mV	
	$V_I = 16\text{ V to }22\text{ V}$			3	120		
Ripple rejection	$V_I = 15\text{ V to }25\text{ V}$, $f = 120\text{ Hz}$	0°C to 125°C	55	71		dB	
Output voltage regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$	25°C		12	240	mV	
	$I_O = 250\text{ mA to }750\text{ mA}$			4	120		
Output resistance	$f = 1\text{ kHz}$	0°C to 125°C		0.018		Ω	
Temperature coefficient of output voltage	$I_O = 5\text{ mA}$	0°C to 125°C		-1		mV/°C	
Output noise voltage	$f = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$	25°C		75		μV	
Dropout voltage	$I_O = 1\text{ A}$	25°C		2		V	
Bias current		25°C		4.3	8	mA	
Bias current change	$V_I = 14.5\text{ V to }30\text{ V}$	0°C to 125°C			1	mA	
	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$				0.5		
Short-circuit output current		25°C		350		mA	
Peak output current		25°C		2.2		A	

† Pulse-testing techniques maintain the junction temperature as close to the ambient temperature as possible. Thermal effects must be taken into account separately. All characteristics are measured with a 0.33-μF capacitor across the input and a 0.1-μF capacitor across the output.

electrical characteristics at specified virtual junction temperature, $V_I = 23\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	T_J †	μA7815C			UNIT	
			MIN	TYP	MAX		
Output voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$, $P_D \leq 15\text{ W}$	$V_I = 17.5\text{ V to }30\text{ V}$	25°C	14.4	15	15.6	V
			0°C to 125°C	14.25		15.75	
Input voltage regulation	$V_I = 17.5\text{ V to }30\text{ V}$	25°C		11	300	mV	
	$V_I = 20\text{ V to }26\text{ V}$			3	150		
Ripple rejection	$V_I = 18.5\text{ V to }28.5\text{ V}$, $f = 120\text{ Hz}$	0°C to 125°C	54	70		dB	
Output voltage regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$	25°C		12	300	mV	
	$I_O = 250\text{ mA to }750\text{ mA}$			4	150		
Output resistance	$f = 1\text{ kHz}$	0°C to 125°C		0.019		Ω	
Temperature coefficient of output voltage	$I_O = 5\text{ mA}$	0°C to 125°C		-1		mV/°C	
Output noise voltage	$f = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$	25°C		90		μV	
Dropout voltage	$I_O = 1\text{ A}$	25°C		2		V	
Bias current		25°C		4.4	8	mA	
Bias current change	$V_I = 17.5\text{ V to }30\text{ V}$	0°C to 125°C			1	mA	
	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$				0.5		
Short-circuit output current		25°C		230		mA	
Peak output current		25°C		2.1		A	

† Pulse-testing techniques maintain the junction temperature as close to the ambient temperature as possible. Thermal effects must be taken into account separately. All characteristics are measured with a 0.33-μF capacitor across the input and a 0.1-μF capacitor across the output.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการ POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265 อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

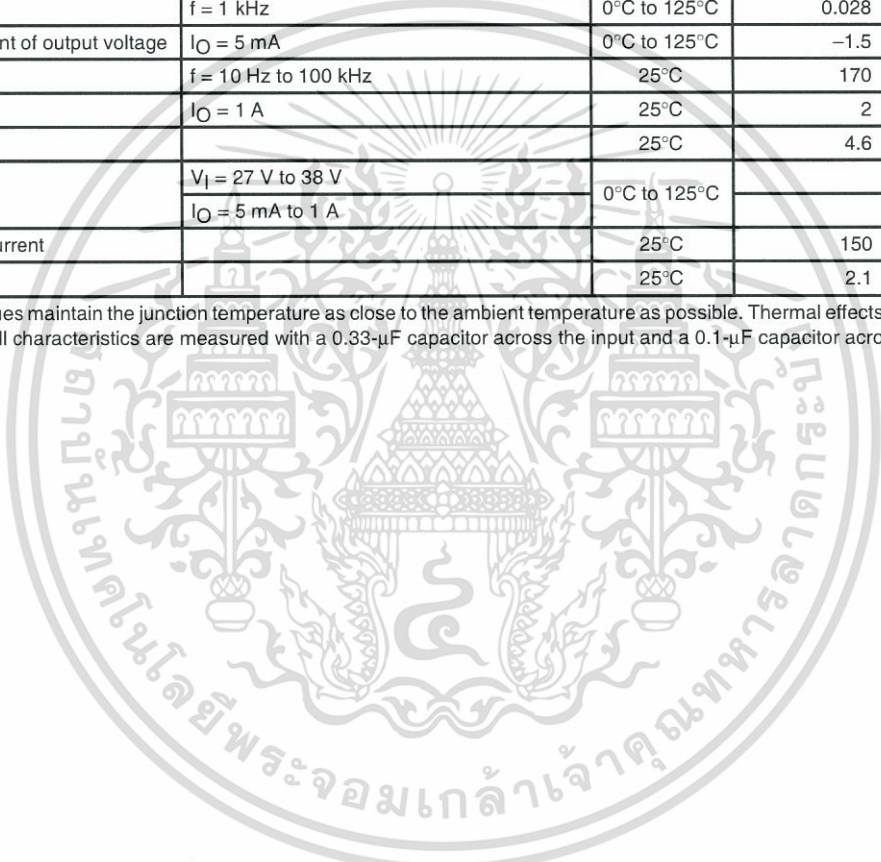
μA7800 SERIES POSITIVE-VOLTAGE REGULATORS

SLVS056J – MAY 1976 – REVISED MAY 2003

electrical characteristics at specified virtual junction temperature, $V_I = 33\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	$T_{J\ddagger}$	μA7824C			UNIT
			MIN	TYP	MAX	
Output voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$, $P_D \leq 15\text{ W}$	$V_I = 27\text{ V to }38\text{ V}$	23	24	25	V
		$0^\circ\text{C to }125^\circ\text{C}$	22.8		25.2	
Input voltage regulation	$V_I = 27\text{ V to }38\text{ V}$	25°C		18	480	mV
	$V_I = 30\text{ V to }36\text{ V}$			6	240	
Ripple rejection	$V_I = 28\text{ V to }38\text{ V}$, $f = 120\text{ Hz}$	$0^\circ\text{C to }125^\circ\text{C}$	50	66		dB
Output voltage regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$	25°C		12	480	mV
	$I_O = 250\text{ mA to }750\text{ mA}$			4	240	
Output resistance	$f = 1\text{ kHz}$	$0^\circ\text{C to }125^\circ\text{C}$	0.028			Ω
Temperature coefficient of output voltage	$I_O = 5\text{ mA}$	$0^\circ\text{C to }125^\circ\text{C}$	-1.5			$\text{mV}/^\circ\text{C}$
Output noise voltage	$f = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$	25°C	170			μV
Dropout voltage	$I_O = 1\text{ A}$	25°C	2			V
Bias current		25°C	4.6	8		mA
Bias current change	$V_I = 27\text{ V to }38\text{ V}$	$0^\circ\text{C to }125^\circ\text{C}$			1	mA
	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$				0.5	
Short-circuit output current		25°C	150			mA
Peak output current		25°C	2.1			A

† Pulse-testing techniques maintain the junction temperature as close to the ambient temperature as possible. Thermal effects must be taken into account separately. All characteristics are measured with a 0.33- μF capacitor across the input and a 0.1- μF capacitor across the output.



APPLICATION INFORMATION

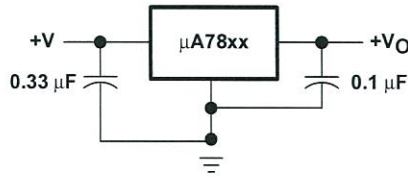


Figure 1. Fixed-Output Regulator

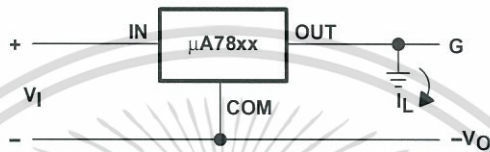
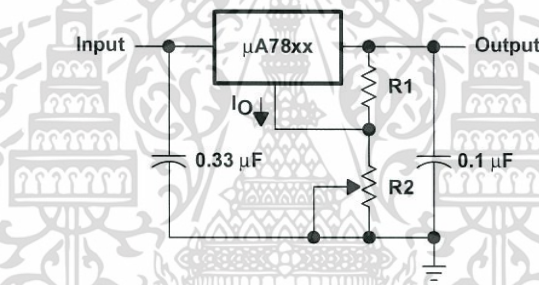


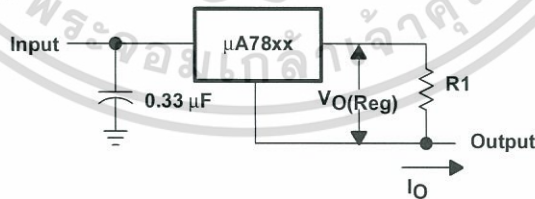
Figure 2. Positive Regulator in Negative Configuration (VI Must Float)



NOTE A: The following formula is used when V_{xx} is the nominal output voltage (output to common) of the fixed regulator:

$$V_o = V_{xx} + \left(\frac{V_{xx}}{R_1} + I_o \right) R_2$$

Figure 3. Adjustable-Output Regulator



$$I_o = (V_o/R_1) + I_o \text{ Bias Current}$$

Figure 4. Current Regulator



μA7800 SERIES POSITIVE-VOLTAGE REGULATORS

SLVS056J – MAY 1976 – REVISED MAY 2003

APPLICATION INFORMATION

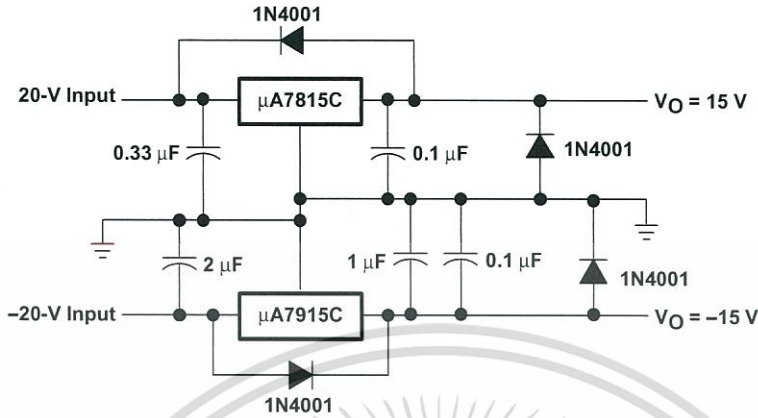


Figure 5. Regulated Dual Supply

operation with a load common to a voltage of opposite polarity

In many cases, a regulator powers a load that is not connected to ground but, instead, is connected to a voltage source of opposite polarity (e.g., operational amplifiers, level-shifting circuits, etc.). In these cases, a clamp diode should be connected to the regulator output as shown in Figure 6. This protects the regulator from output polarity reversals during startup and short-circuit operation.



Figure 6. Output Polarity-Reversal-Protection Circuit

reverse-bias protection

Occasionally, the input voltage to the regulator can collapse faster than the output voltage. This can occur, for example, when the input supply is crowbarred during an output overvoltage condition. If the output voltage is greater than approximately 7 V, the emitter-base junction of the series-pass element (internal or external) could break down and be damaged. To prevent this, a diode shunt can be used as shown in Figure 7.

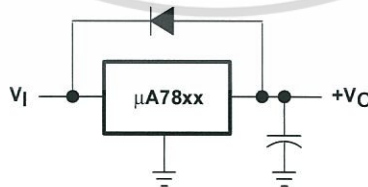
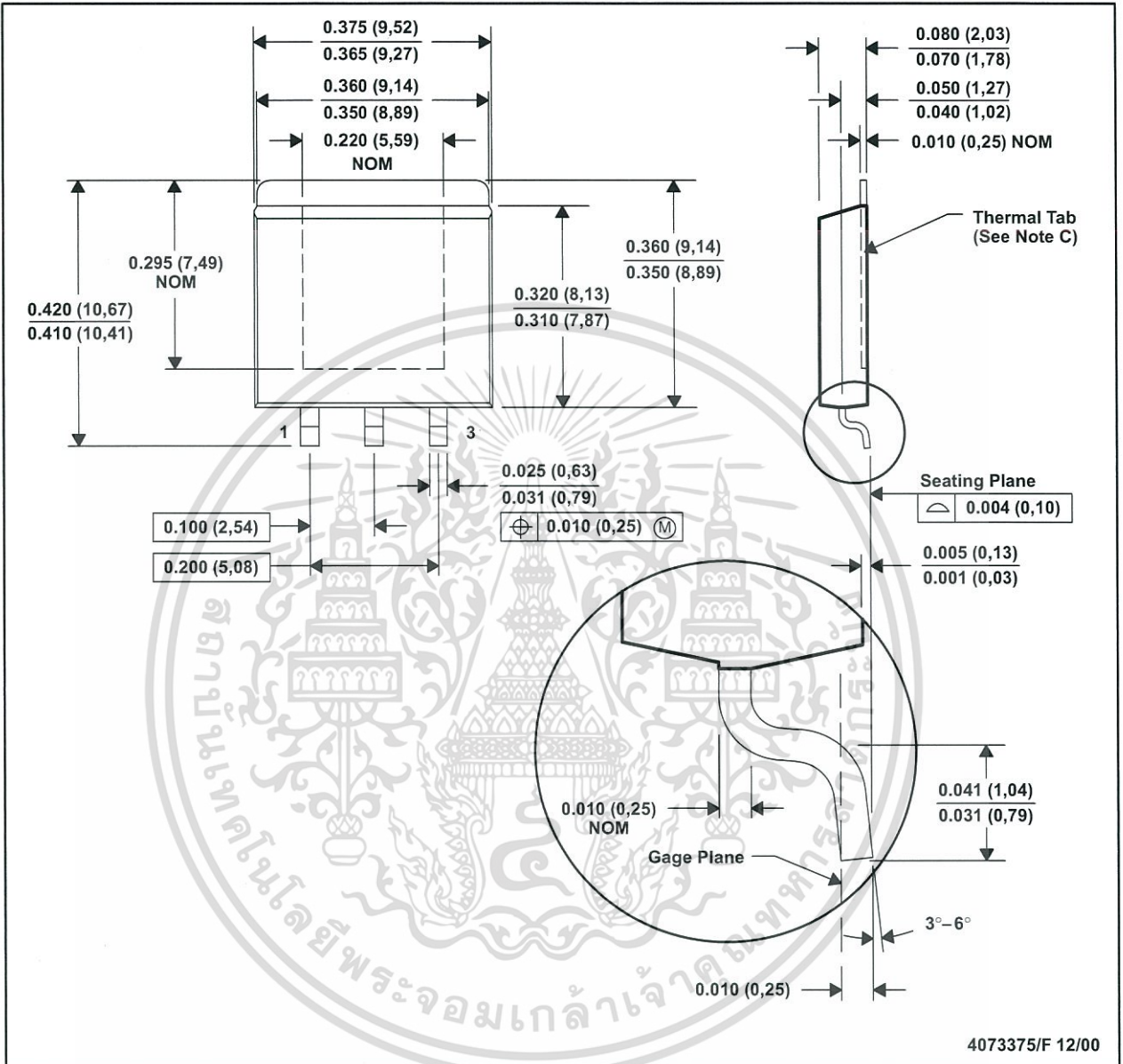


Figure 7. Reverse-Bias-Protection Circuit



KTE (R-PSFM-G3)

PowerFLEX™ PLASTIC FLANGE-MOUNT



- NOTES: A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
 B. This drawing is subject to change without notice.
 C. The center lead is in electrical contact with the thermal tab.
 D. Dimensions do not include mold protrusions, not to exceed 0.006 (0,15).
 E. Falls within JEDEC MO-169

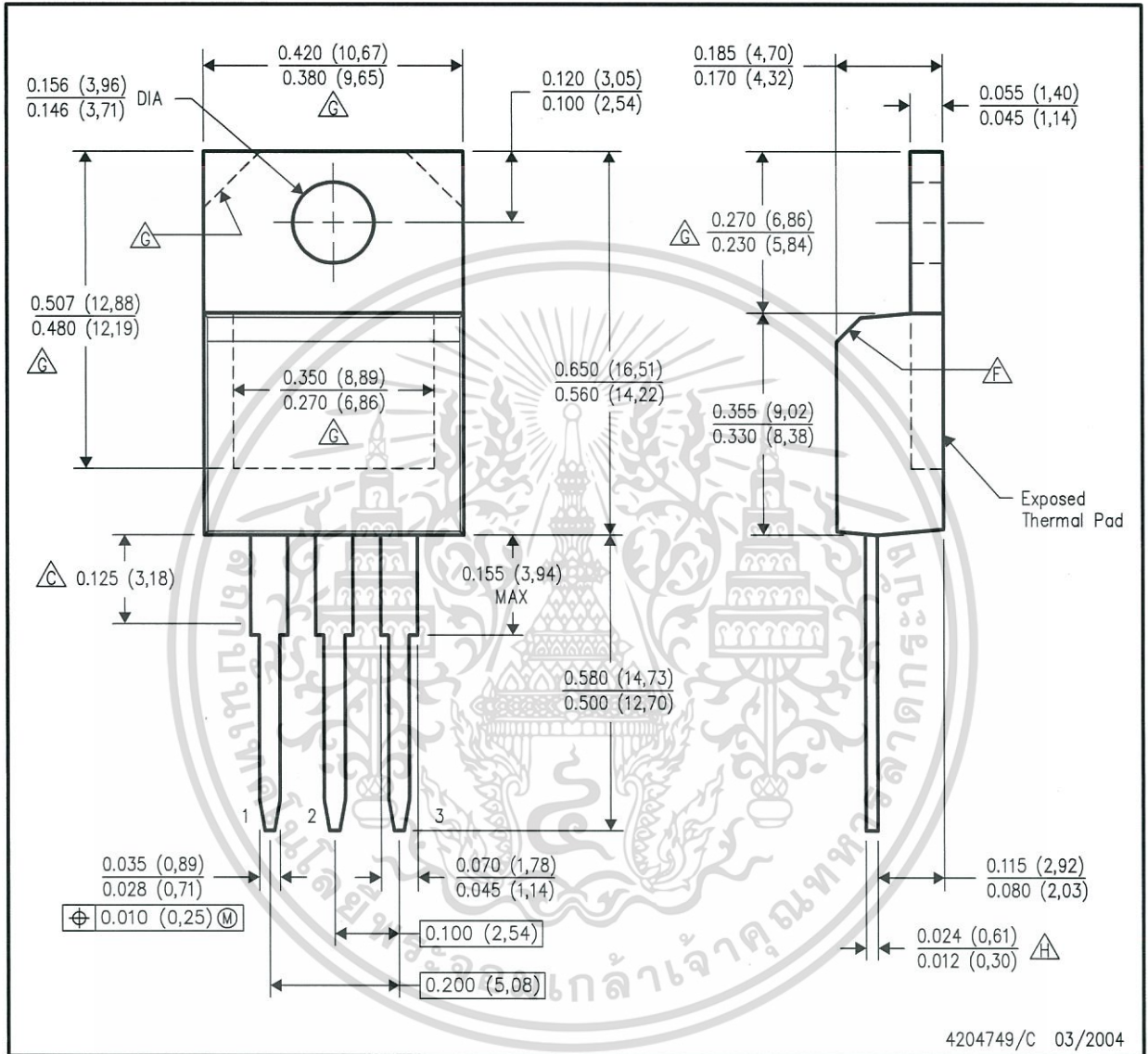
PowerFLEX is a trademark of Texas Instruments.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น ไม่สามารถเผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KCS (R-PSFM-T3)

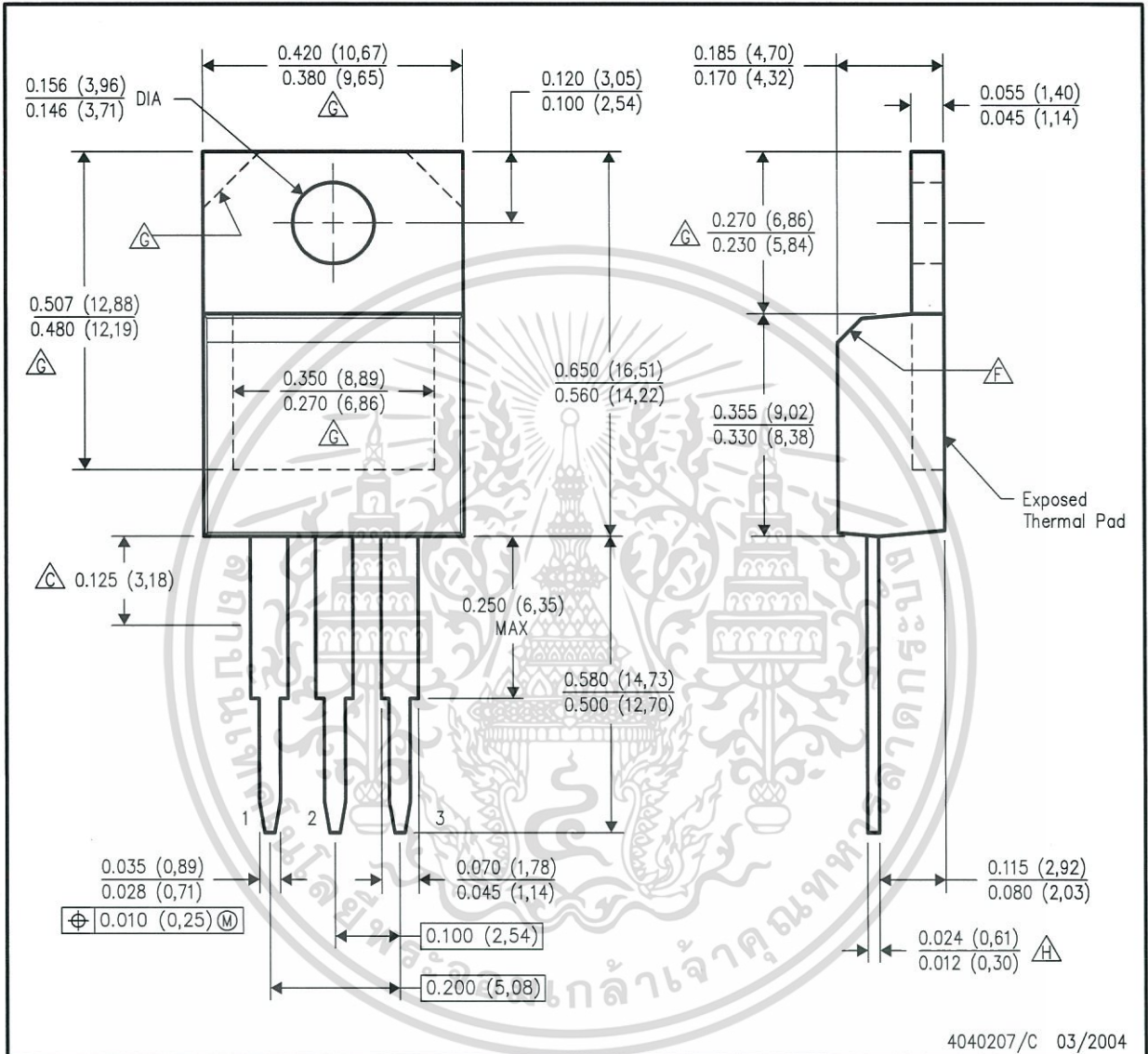
PLASTIC FLANGE-MOUNT PACKAGE



- NOTES:
- A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
 - B. This drawing is subject to change without notice.
 - C. Lead dimensions are not controlled within this area.
 - D. All lead dimensions apply before solder dip.
 - E. The center lead is in electrical contact with the mounting tab.
 - F. The chamfer is optional.
 - G. Thermal pad contour optional within these dimensions.
 - H. Falls within JEDEC TO-220 variation AB, except minimum lead thickness.

KC (R-PSFM-T3)

PLASTIC FLANGE-MOUNT PACKAGE



- NOTES:
- A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
 - B. This drawing is subject to change without notice.
 - C. Lead dimensions are not controlled within this area.
 - D. All lead dimensions apply before solder dip.
 - E. The center lead is in electrical contact with the mounting tab.
 - F. The chamfer is optional.
 - G. Thermal pad contour optional within these dimensions.
 - H. Falls within JEDEC TO-220 variation AB, except minimum lead thickness.

IMPORTANT NOTICE

Texas Instruments Incorporated and its subsidiaries (TI) reserve the right to make corrections, modifications, enhancements, improvements, and other changes to its products and services at any time and to discontinue any product or service without notice. Customers should obtain the latest relevant information before placing orders and should verify that such information is current and complete. All products are sold subject to TI's terms and conditions of sale supplied at the time of order acknowledgment.

TI warrants performance of its hardware products to the specifications applicable at the time of sale in accordance with TI's standard warranty. Testing and other quality control techniques are used to the extent TI deems necessary to support this warranty. Except where mandated by government requirements, testing of all parameters of each product is not necessarily performed.

TI assumes no liability for applications assistance or customer product design. Customers are responsible for their products and applications using TI components. To minimize the risks associated with customer products and applications, customers should provide adequate design and operating safeguards.

TI does not warrant or represent that any license, either express or implied, is granted under any TI patent right, copyright, mask work right, or other TI intellectual property right relating to any combination, machine, or process in which TI products or services are used. Information published by TI regarding third-party products or services does not constitute a license from TI to use such products or services or a warranty or endorsement thereof. Use of such information may require a license from a third party under the patents or other intellectual property of the third party, or a license from TI under the patents or other intellectual property of TI.

Reproduction of information in TI data books or data sheets is permissible only if reproduction is without alteration and is accompanied by all associated warranties, conditions, limitations, and notices. Reproduction of this information with alteration is an unfair and deceptive business practice. TI is not responsible or liable for such altered documentation.

Resale of TI products or services with statements different from or beyond the parameters stated by TI for that product or service voids all express and any implied warranties for the associated TI product or service and is an unfair and deceptive business practice. TI is not responsible or liable for any such statements.

Following are URLs where you can obtain information on other Texas Instruments products and application solutions:

Products

Amplifiers	amplifier.ti.com
Data Converters	dataconverter.ti.com
DSP	dsp.ti.com
Interface	interface.ti.com
Logic	logic.ti.com
Power Mgmt	power.ti.com
Microcontrollers	microcontroller.ti.com

Applications

Audio	www.ti.com/audio
Automotive	www.ti.com/automotive
Broadband	www.ti.com/broadband
Digital Control	www.ti.com/digitalcontrol
Military	www.ti.com/military
Optical Networking	www.ti.com/opticalnetwork
Security	www.ti.com/security
Telephony	www.ti.com/telephony
Video & Imaging	www.ti.com/video
Wireless	www.ti.com/wireless

Mailing Address: Texas Instruments
Post Office Box 655303 Dallas, Texas 75265

Copyright © 2004, Texas Instruments Incorporated

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



JZC-21F (T70)&JZC-20F

22.5x16.7x23.5

Features

- Small size, light weight.
- Low coil power consumption.
- Switching capacity up to 15A.
- PC board mounting.
- Suitable for household electrical appliance, automation system, electronic equipment, instrument, meter, telecommunication facilities and remote control facilities.

Contact Data

Contact Arrangement	1A, 1B, 1C	
Contact Material	Ag·CdO	
Contact Rating (resistive)	5A,10A,15A/120VAC,28VDC; 3A,5A,7A/220VAC ;	
Max. Switching Power	420W 1800VA	
Max. Switching Voltage	110VDC 380VAC	
Contact Resistance or Voltage drop	≤50mΩ (T70) <100mΩ (4088)	Max. Switching Current:15A
Operation life	Electrical 10 ⁵ Mechanical 10 ⁷	Item 3.12 of IEC255-7 Item 3.30 of IEC255-7 Item 3.31 of IEC255-7

Coil Parameter

Coil voltage VDC		Coil resistance Ω±10%		Pickup voltage VDC(max) (75% of rated voltage)	release voltage VDC(min) (10% of rated voltage)	Coil power consumption W	Operate Time ms	Release Time ms
Rated	Max.							
3	3.9	25	18	2.25	0.3			
5	6.5	70	50	3.75	0.5			
6	7.8	100	72	4.50	0.6			
9	11.7	225	162	6.75	0.9	0.36/0.5	<12	<5
12	15.6	400	288	9.00	1.2			
24	31.2	1600	1152	18.0	2.4			
48	62.4	6400	4608	36.0	4.8			

CAUTION: 1. The use of any coil voltage less than the rated coil voltage will compromise the operation of the relay.
2. Pickup and release voltage are for test purposes only and are not to be used as design criteria.

Operation condition

Insulation Resistance	T70: 1000MΩ min 4088: 100MΩ min (at 500VDC)	Item 7 of IEC255-5
Dielectric Strength		
Between contacts	50Hz 750V	Item 6 of IEC255-5
Between contact and coil	50Hz 1500V	Item 6 of IEC255-5
Shock resistance	100m/s ² 11ms	IEC68-2-27 Test Ea method 1
Vibration resistance	10~50Hz double amplitude 0.7mm	IEC68-2-6 Test Fc
Terminals strength	10N	IEC68-2-21 Test Ua1
Solderability	230℃ ± 2℃ 10 ± 0.5s	IEC68-2-20 Test Ta method 1
Ambient Temperature	-40~70℃	
Relative Humidity	85% (at 40℃)	IEC68-2-3 Test Ca
Mass	17g (T70) . 16g(4088)	

Qualification inspection:

Perform the qualification test as specified in the table IV of IEC255-19-1 and minimum sample size 24.

Ordering Information	
JZC-21F A Z 5 DC12V 0.36	Coil power consumption: 0.36: 0.36W, 0.5 :0.5W
	Coil rated DC Voltage 3V, 5V, 6V, 9V, 12V, 24V, 48V
	Contact Rating 5A, 10A, 15A/120VAC, 28VDC 3A, 5A, 7A/220VAC
	S: Sealed type, Z: Dust Cover
	Contact Arrangement: A: 1A, B: 1B, C: 1C
	Part number: JZC-21F(T70), JZC-20F(4088)

Dimensions (Unit: mm)

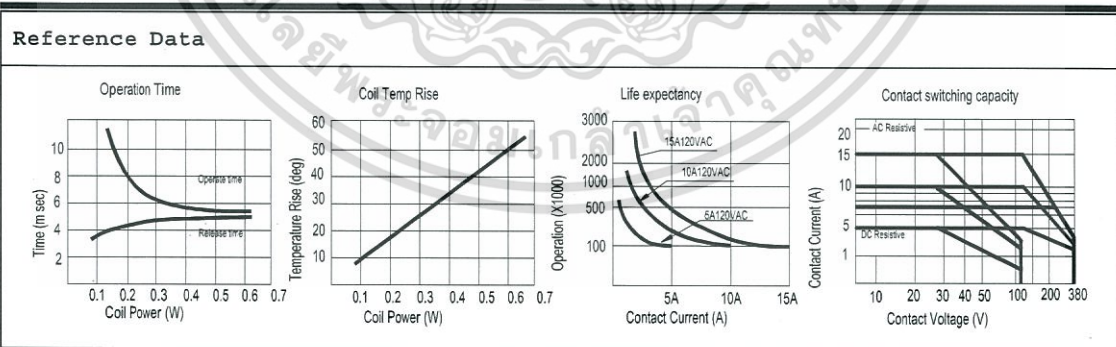
mm	inch
0.3	0.012
0.4	0.016
1.0	0.039
1.3	0.051
2.0	0.079
4.5	0.177
6.0	0.236
12.0	0.472
12.2	0.480
16.7	0.657
22.5	0.866
23.5	0.925

Mounting (Bottom views)

Dimensions

Wiring diagram (Bottom views)

NOTES 1).Dimensions are in millimeter.
2).Inch equivalents are given for general information only.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้