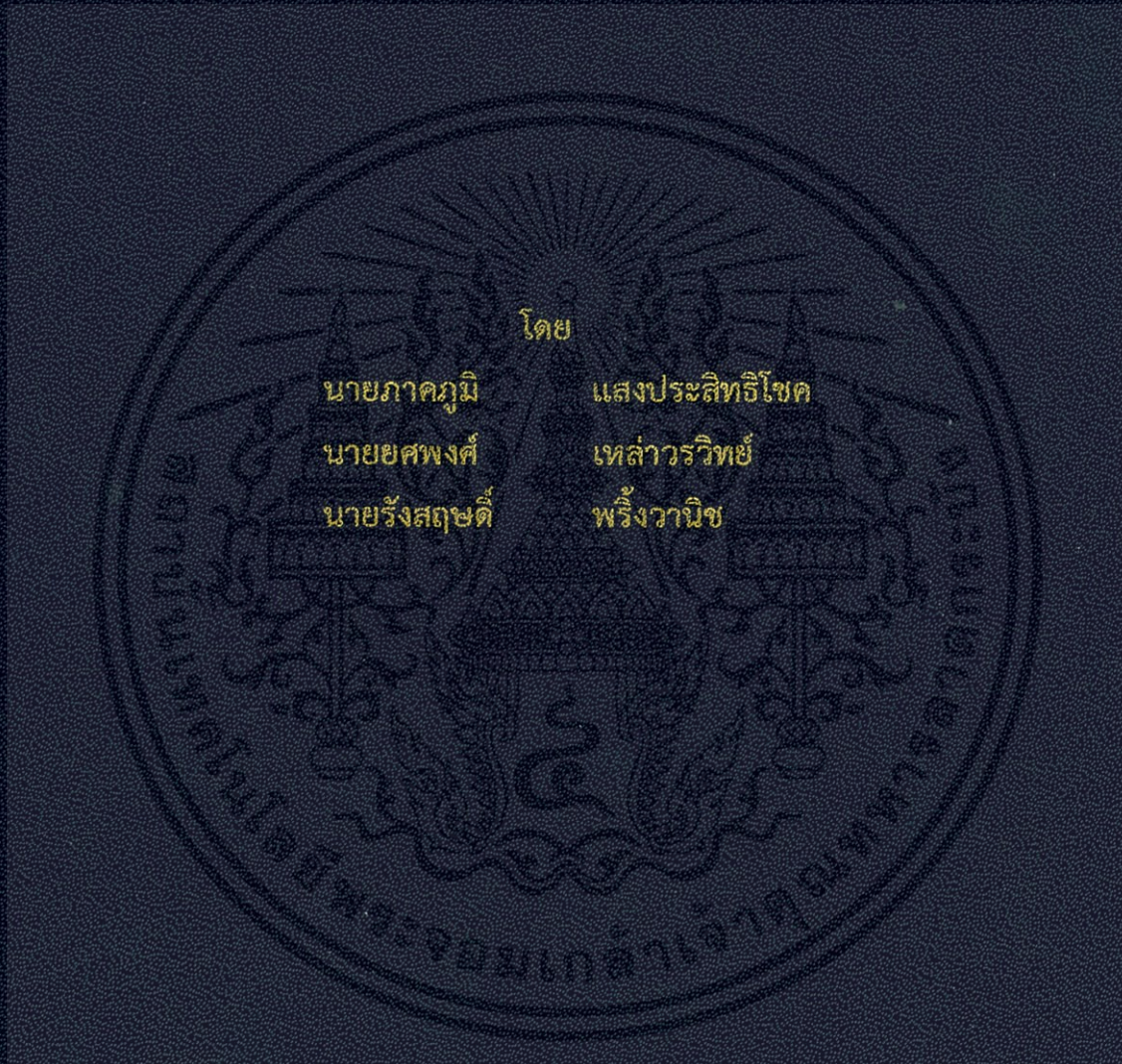


ระบบตรวจจับแก๊สรั่วไร้สาย
WIRELESS GAS DETECTION SYSTEM



โดย

นายภาคภูมิ

แสงประสิทธิ์โชค

นายยศพงศ์

เหล่าวรวิทย์

นายรังสฤษฎ์

พริ้งวานิช

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

ระบบตรวจจับแก๊สรั่วไร้สาย
WIRELESS GAS DETECTION SYSTEM



โดย

นายภาคภูมิ

แสงประสิทธิ์โชค

นายยศพงศ์

เหล่าวรวิทย์

นายรังสฤษดิ์

พริ้งวานิช

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบตรวจจับแก๊สรั่วไร้สาย
WIRELESS GAS DETECTION SYSTEM

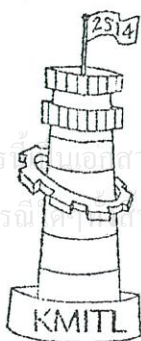
โดย

นายภาคภูมิ	แสงประสิทธิ์โชค	53011229
นายยศพงศ์	เหล่าวรวิทย์	53011317
นายรังสฤษดิ์	พริ้งวานิช	53011339

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี
ผศ.ดร. สุทธิชัย นพนาศิพงษ์

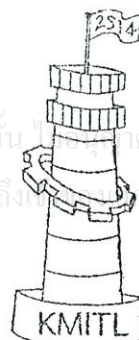
ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556




ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว


.....
อาจารย์ที่ปรึกษา
7/3/57

วิศวกรรมโทรคมนาคม
Telecommunications Engineering



ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว


.....
กรรมการผู้ตรวจชิ้นงาน
17/3/57

วิศวกรรมโทรคมนาคม
Telecommunications Engineering

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2556

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบตรวจจับแก๊สรั่วไร้สาย

Wireless Gas Detection System

ผู้จัดทำ

- | | | |
|-----------------|-----------------|----------|
| 1. นายภาคภูมิ | แสงประสิทธิ์โชค | 53011229 |
| 2. นายศพงษ์ | เหล่าวรัthy | 53011317 |
| 3. นายรังสฤษดิ์ | พริ้งวานิช | 53011339 |

(รศ.ดร. ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี)

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร. สุทธิชัย นพนาศพงษ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่องระบบตรวจจับแก๊สรั่วไร้สายจัดทำขึ้นเป็นผลสำเร็จได้เนื่องด้วยได้รับความอนุเคราะห์และได้รับคำปรึกษาด้วยดีจากอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี และผศ.ดร.สุทธิชัย นพนาศิพงษ์ ที่ช่วยให้คำแนะนำ แนวความคิด คำปรึกษา และข้อคิดเห็นที่ดีตลอดมา ขอขอบคุณ มารดา บิดา พี่ ๆ เพื่อน ๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจมาตลอด และ บริษัท บางกอก เอ็นจิเนียริ่ง มอเตอร์ ที่ให้การสนับสนุนเครื่องมือวัดค่าความเข้มข้นแก๊ส ที่สำคัญที่สุด ขอขอบคุณภาคีวิชาชีพวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ท้ายสุดขอขอบคุณอาจารย์ที่ท่านที่ไม่ได้กล่าวถึงในที่นี้ ที่กรุณาประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ รวมถึงแนวทางการปฏิบัติให้แก่ผู้จัดทำ จนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จผลตามเป้าหมาย หากมีข้อผิดพลาดประการใดผู้จัดทำต้องขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

นายภาคภูมิ แสงประสิทธิ์โชค
นายยศพงศ์ เหล่าวริทย์
นายรังสฤษดิ์ พริ้งวานิช

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบตรวจจับแก๊สรั่วไร้สาย
WIRELESS GAS DETECTION SYSTEM

โดย นายภาคภูมิ แสงประสิทธิ์โชค 53011229
นายศพงษ์ เหล่าววิทย์ 53011317
นายรังสฤษดิ์ พริ้งวานิช 53011339

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผศ.ดร. สุทธิชัย นพนาดีพงษ์

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการนำเสนอถึงระบบตรวจจับแก๊สรั่วไร้สาย ซึ่งเป็นการนำเซนเซอร์ตรวจจับแก๊สมาประยุกต์ใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์และส่งข้อมูลแจ้งเตือนแบบไร้สาย เก็บข้อมูลพื้นฐานข้อมูลและแสดงผลที่ภาครับ โดยมีส่วนประกอบหลัก คือ เซนเซอร์ MQ-6 มีหน้าที่ในการตรวจจับ LPG โดยควบคุมการทำงานโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ และโมดูล Zigbee รับและส่งสัญญาณโดยใช้ความถี่ 2.4 GHz ซึ่งเป็นการสื่อสารทางเดียวไปยังคอมพิวเตอร์ โดยข้อมูลที่รับมาจะถูกเก็บลงในฐานข้อมูล และแสดงผลผ่านเว็บเบราว์เซอร์ พร้อมทั้งแจ้งเตือนด้วยสัญญาณเตือนที่ห้องควบคุม และส่ง E-mail ไปยังผู้ดูแลห้องควบคุมเมื่อมีการตรวจจับ LPG รั่ว

ABSTRACT

This research project demonstrates the wireless gas detection system that could be applied to microcontroller which sends data through the wireless transceiver collect in database and directly display on the receiver. Main component is MQ-6 gas sensor that controls on the LPG sensing by microcontroller and Zigbee module. The particular function is receiver and deliver signal on frequency band 2.4GHz as one way communication direct to PC. Input unit has collect on database then will be display on Web browser and also warn to central processing control at the same time and report an e-mail to controller when it found LPG leak out.

เอกสารนี้เป็นเอกสารทงสวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
สารบัญ	III
สารบัญรูป	V
สารบัญตาราง	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	2
2.1 เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สาย (BROADBAND WIRELESS ACCESS TECHNOLOGIES)	2
2.2 ZIGBEE	4
2.3 หลักการเซ็นเซอร์แก๊สโดยวิธีฟิล์มหนา (THICK FILM GAS SENSOR)	11
2.4 แก๊สปิโตรเลียมเหลว	15
2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MICROCONTROLLER)	24
2.6 โปรแกรม X-CTU	31
2.7 ไอซีเร็กกูเลเตอร์ (IC REGULATOR)	43
2.8 GRAPHICAL USER INTERFACE (GUI)	44
2.9 ภาษา C#	44
2.10 MYSQL	45
2.11 ภาษา PHP	52
2.12 PHPMYADMIN	60
2.13 อันตรายที่มีผลต่อสุขภาพอนามัยและมาตรฐานอาชีวอนามัยและ ความปลอดภัย	65
2.14 ข้อปฏิบัติในกรณีฉุกเฉิน	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3	
การออกแบบและการจัดทำปริญญาบัตร	67
3.1 การออกแบบ	67
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	77
3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	78
บทที่ 4	79
ผลการทดลอง	79
4.1 วัดค่าความถี่ที่ใช้ของ ZIGBEE	79
4.2 ผลการทดสอบระยะเวลาการส่งสัญญาณของ ZIGBEE	80
4.3 ผลการวัดค่าสัญญาณ ZIGBEE	82
4.4 การส่งค่าผ่าน ZIGBEE	84
4.5 ผลการทดสอบแก๊สเซนเซอร์	85
4.6 ผลการทดสอบวงจร	86
4.7 วัดเปรียบเทียบค่าความเข้ม LPG กับอุปกรณ์อ้างอิง	89
4.8 ทดสอบ E-MAIL แจ้งเตือน	92
4.9 ทดสอบเปิดเว็บเบราว์เซอร์ตรวจสอบข้อมูลภายในฐานข้อมูล	94
บทที่ 5	95
สรุปผลและข้อเสนอแนะ	95
5.1 สรุปผล	95
5.2 ข้อเสนอแนะ	95
บรรณานุกรม	96
ภาคผนวก ก	
วงจรภาคส่งระบบตรวจจับแก๊สรั่วไร้สาย	98
ภาคผนวก ข	
โฟลว์ชาร์ตการทำงานของซอฟต์แวร์ที่ภาคส่ง	100
ภาคผนวก ค	
โฟลว์ชาร์ตการทำงานของซอฟต์แวร์ที่ภาครับ	102
ภาคผนวก ง	
โปรแกรมการทำงานของระบบ	104
ภาคผนวก จ	
ภาพรวมชิ้นงาน	137
ภาคผนวก ฉ	
รายละเอียดที่สำคัญของ PIC 16F877, ZIGBEE, LM 1117 , SENSOR MQ-6 และ เครื่องวัดความเข้มแก๊ส (JL269)	139

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ช่องสัญญาณและความถี่	4
2.2 ZIGBEE STACK	5
2.3 PHYSICAL DEVICE	5
2.4 LOGICAL DEVICE	6
2.5 NETWORK TOPOLOGY	7
2.6 โมดูล ZIGBEE	8
2.7 การจัดขาของโมดูล ZIGBEE	9
2.8 (ก) แสดงตำแหน่งของขา	12
(ข) วงจรทดสอบขั้นเบื้องต้น	12
2.9 ความสัมพันธ์ระหว่างความไวในการเปลี่ยนค่าความต้านทานของเซ็นเซอร์แก๊สแบบฟิล์มหนาต่อความเข้มข้นของแก๊สที่ปริมาณต่าง ๆ	13
2.10 แหล่งที่มาของแก๊สปิโตรเลียมเหลว	16
2.11 กระบวนการแยกแก๊สธรรมชาติ	17
2.12 คุณสมบัติของแก๊สปิโตรเลียมเหลว	18
2.13 สถาปัตยกรรมภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877	26
2.14 ตัวถังของ CPU PIC 16F877	27
2.15 ลักษณะการเกิดอินเทอร์รัพท์จากภายนอก RBO/INT	30
2.16 หลังเปิดโปรแกรม X-CTU	31
2.17 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของ ZIGBEE	32
2.18 อ่านค่า FIRMWARE ภายใน ZIGBEE	33
2.19 ค่า CONFIGURE ภายใน ZIGBEE ฝั่งส่ง	34
2.20 ค่า CONFIGURE ภายใน ZIGBEE ฝั่งรับ	35
2.21 ข้อมูลที่รับได้จาก ZIGBEE ฝั่งส่ง	36
2.22 หลังเปิดโปรแกรม X-CTU โดยไม่มีการเชื่อมต่อ ZIGBEE กับคอมพิวเตอร์	37
2.23 หลังเปิดโปรแกรม X-CTU โดยเมื่อเชื่อมต่อ ZIGBEE กับคอมพิวเตอร์	38
2.24 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของ ZIGBEE	39
2.25 อ่านค่า FIRMWARE ภายใน ZIGBEE	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า	
2.26	ค่า FIRMWARE ภายใน ZIGBEE	41
2.27	ข้อมูลที่รับได้จาก ZIGBEE ฝั่งส่ง	42
2.28	การต่อไอซีเร็กกูเลเตอร์ใช้งาน	43
2.29	ตำแหน่งขาของ IC REGULATOR เบอร์ 78XX	43
2.30	ขณะยังไม่ได้เข้าไปใช้ในพื้นที่ฐานข้อมูลที่มีอยู่	47
2.31	ขณะเข้าไปใช้ในพื้นที่ฐานข้อมูลที่มีอยู่	47
2.32	ขณะย้ายเข้าไปใช้ในพื้นที่ฐานข้อมูลที่มีชื่อว่า PUII1	47
2.33	ขั้นตอนการทำงาน PHP SCRIPT REQUEST/RESPONSE	53
2.34	HTML TAG และ PHP SCRIPT	54
2.35	ผลการทำงานของโค้ดผ่านบราวเซอร์	54
2.36	หน้าจอแรกในการใช้งาน	61
2.37	สร้างฐานข้อมูลใหม่ชื่อ PRODUCT	62
2.38	การสร้างตารางใหม่	63
3.1	บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบ	67
3.2	วงจรการทำงานที่ภาคส่ง	68
3.3	พาวเวอร์ซัพพลาย	69
3.4	วงจรเสมือนของ SENSOR	69
3.5	วงจรเซนเซอร์ (GAS SENSOR)	70
3.6	วงจรส่งสัญญาณไร้สาย	71
3.7	โฟลว์ชาร์ตซอฟต์แวร์การทำงานของวงจรที่ภาคส่ง	72
3.8	หน้าต่าง (GUI) ที่ออกแบบที่ภาครับโดยภาษาC#	73
3.9	โฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมที่ภาครับ	74
3.10	รายละเอียดฐานข้อมูล	75
3.11	โค้ด PHP นำมาตกแต่งใน DREAMWAVAR	76
3.12	ออกแบบหน้าเว็บด้วย DREAMWEAVER	77
4.1	ความถี่ที่ใช้ของ ZIGBEE	79
4.2	สัญญาณที่ขา TX ของ ZIGBEE ฝั่งส่งเมื่อส่งตัวเลข 9	82
4.3	สัญญาณที่ขา RX ของ ZIGBEE ฝั่งรับเมื่อส่งตัวเลข 9	82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.4 สัญญาณที่ขา TX ของ ZIGBEE ฝั่งส่งเมื่อส่งตัวอักษร J	83
4.5 สัญญาณที่ขา RX ของ ZIGBEE ฝั่งรับเมื่อส่งตัวอักษร J	83
4.6 ทดสอบส่งค่า ZIGBEE	84
4.7 สัญญาณเมื่อแรงดันตกคร่อมแก๊สเซนเซอร์มีค่าคงที่	85
4.8 สัญญาณเมื่อแรงดันตกคร่อมเซนเซอร์แก๊สมีค่าสูงที่สุด	85
4.9 สัญญาณเมื่อหยุดการปล่อยแก๊ส	86
4.10 โปรแกรมหน่วงเวลาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ตั้งไว้	86
4.11 ค่าความต้านทานของเซนเซอร์แก๊สหลังหน่วงเวลา 2 นาที โดยเซนเซอร์แก๊สอยู่ในสภาพแวดล้อมปกติ	87
4.12 เมื่อทำการปล่อยแก๊สที่ จุด A	88
4.13 เมื่อทำการปล่อยแก๊สที่ จุด B	88
4.14 เมื่อปล่อยแก๊สที่จุด A และ B	89
4.15 วัดเปรียบเทียบค่าระหว่างอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น และอุปกรณ์อ้างอิงที่ LPG ความเข้มข้น 500 PPM	90
4.16 วัดเปรียบเทียบค่าระหว่างอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น และอุปกรณ์อ้างอิงที่ LPG ความเข้มข้น 10,000 PPM	91
4.17 E-MAIL แจ้งเตือนจุด A LPG มีความเข้มข้นแก๊ส 200 – 1000 PPM	92
4.18 E-MAIL แจ้งเตือนจุด A เมื่อ LPG มีความเข้มข้นแก๊ส 1000 – 10000 PPM	92
4.19 E-MAIL แจ้งเตือนจุด A เมื่อ LPG มีความเข้มข้นแก๊สเกิน 10000 PPM	92
4.20 E-MAIL แจ้งเตือนจุด B เมื่อ LPG มีความเข้มข้นแก๊ส 200 – 1000 PPM	93
4.21 E-MAIL แจ้งเตือนจุด B เมื่อ LPG มีความเข้มข้นแก๊ส 1000 – 10000 PPM	93
4.22 E-MAIL แจ้งเตือนจุด B เมื่อ LPG มีความเข้มข้นแก๊สเกิน 10000 PPM	93
4.23 ตัวอย่างฐานข้อมูลของอุปกรณ์ที่ 1	94
4.24 ตัวอย่างฐานข้อมูลของอุปกรณ์ที่ 2	94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	10
2.2	11
2.3	14
HEIMANN	
2.4	28
2.5	29
2.6	48
2.7	49
2.8	50
2.9	51
2.10	57
2.11	58
2.12	58
2.13	59
4.1	80
4.2	80
4.3	81
4.4	89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันได้มีความเกี่ยวข้องกับการใช้แก๊ส LPG มากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นในด้าน อุตสาหกรรม ด้านการคมนาคมขนส่ง แม้แต่ในบ้านเรือนทั่วไปก็มีการใช้แก๊สในการประกอบอาหาร เป็นต้น ดังนั้นเมื่อมีความต้องการใช้แก๊ส LPG มากขึ้นจึงทำให้เกิดสถานีเติมแก๊ส LPG มากขึ้น หรือไม่ว่าจะเป็นตามอาคารบ้านเรือนที่มีการใช้แก๊ส LPG มากขึ้น จึงต้องมีการตรวจวัดการรั่วของ แก๊ส LPG เพื่อความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สินดังนั้นจึงก่อให้เกิดการประยุกต์ใช้งานแก๊ส เซนเซอร์ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์และโมดูลไร้สาย (Zigbee) เกิดขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาหลักการทำงานและวิธีการใช้งานของเซนเซอร์แก๊ส MQ-6 และนำมาประยุกต์ใช้งานกับโครงการ
- 2) เพื่อศึกษาหลักการทำงานและวิธีการใช้งานของโมดูลไร้สาย (Zigbee) และนำมาประยุกต์ใช้งานกับโครงการ
- 3) เพื่อใช้ในการตรวจจับการรั่วของแก๊ส LPG และแสดงการแจ้งเตือน
- 4) เพื่อใช้โมดูลไร้สาย (Zigbee) ในการสื่อสารแบบไร้สาย
- 5) เพื่อศึกษาการสร้างฐานข้อมูลและแสดงผลทางเว็บเบราว์เซอร์

1.3 ขอบเขตของปริญญาณิพนธ์

ปริญญาณิพนธ์ฉบับนี้เป็นการสร้างระบบตรวจจับแก๊สรั่วไร้สายผ่าน Zigbee โดย เมื่อมีการรั่วของแก๊สเกิดขึ้นที่จุดใดจุดหนึ่งที่มีการตรวจจับของ Gas Sensor ซึ่งต่ออยู่กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์โดยเขียนโปรแกรมสั่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์รับข้อมูลจาก Gas Sensor และ ส่งข้อมูลแบบไร้สายผ่าน Zigbee ไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อแสดงการแจ้งเตือน เก็บข้อมูลลงใน ฐานข้อมูล และสามารถดูข้อมูลภายในฐานข้อมูลได้ผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สาย (Broadband Wireless Access Technologies)

ในปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีหลายแบบสำหรับการเข้าใช้บรอดแบนด์ไร้สายโดยองค์กรมาตรฐานระดับนานาชาติ การพัฒนาเทคโนโลยีมีลักษณะเป็นการปรับปรุงเทคโนโลยีเดิมให้สามารถเข้าใช้บรอดแบนด์ไร้สายได้ หรือเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่สำหรับบรอดแบนด์ไร้สาย เทคโนโลยีบรอดแบนด์นำมาใช้ตามลักษณะของโครงข่าย (Network) ดังนี้

2.1.1 โครงข่ายรอบตัวบุคคล (Personal Area Network: PAN)

เทคโนโลยี WPAN ถูกกำหนดให้อยู่ในมาตรฐาน IEEE 802.15 และมีมาตรฐานย่อย IEEE 802.15.1 ที่เป็นมาตรฐานเฉพาะของเทคโนโลยีบลูทูธ (Bluetooth) ซึ่งในขั้นต้นได้เสนอมาตรฐานนี้โดยร่วมกันของผู้ผลิตจากหลายบริษัท โดยการใช้งานในปัจจุบันนั้น การส่งข้อมูลด้วย Bluetooth สามารถใช้การส่งผ่านสาย (Cable) และมีระยะการส่งถึง 20 เมตร ต่อมามีการเสนอมาตรฐาน IEEE 802.15.3a เป็นมาตรฐานสำหรับระบบ Ultra Wide Band (UWB) ซึ่งเป็นระบบเครือข่ายที่มีอัตราการรับส่งข้อมูลใกล้ (ไม่เกิน 20 เมตร) ซึ่งมาตรฐาน IEEE 802.15.3a ยังไม่มีความสมบูรณ์และมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ส่วนมาตรฐาน IEEE 802.15.4 เป็นมาตรฐานระบบ ZigBee ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีความซับซ้อนน้อย ออกแบบมาเพื่อเป็นโครงข่ายไร้สายสำหรับอุปกรณ์ควบคุมในโรงงานอุตสาหกรรม

2.1.2 โครงข่ายท้องถิ่น (Local Area Network: LAN)

มาตรฐาน IEEE 802.11 WLAN หรือแลนดไร้สาย เป็นที่รู้จักกันทั่วไปในนามเทคโนโลยี Wifi และเป็นที่ยอมรับมาก มาตรฐาน IEEE 802.11 ได้รับการตีพิมพ์ครั้งแรกในปี พ.ศ. 2540 ซึ่งอุปกรณ์ตามมาตรฐานดังกล่าวจะมีความสามารถในการส่งข้อมูลด้วยความเร็ว 1 และ 2 Mbps ด้วยสื่ออินฟราเรด (Infrared) หรือคลื่นวิทยุความถี่ 2.4 GHz และ 5 GHz เนื่องจากมาตรฐาน IEEE 802.11 เวอร์ชันแรกมีประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำและไม่มีการรองรับ Quality of service (QoS) ซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาด อีกทั้งกลไกการรักษาความปลอดภัยที่ใช้อยู่ยังมีช่องโหว่อยู่มาก IEEE จึงได้จัดตั้งคณะทำงาน (Task Group) ขึ้นมาหลายชุดด้วยกันเพื่อทำการปรับปรุงเพิ่มเติมมาตรฐานให้มีศักยภาพสูงขึ้น โดยคณะกรรมการกลุ่มที่มีผลงานน่าสนใจและเป็นที่ยอมรับได้แก่ IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11e, IEEE 802.11g, IEEE 802.11i

2.1.3 เครือข่ายไร้สายครอบคลุมพื้นที่ขนาดกว้าง (Metropolitan Area Network: MAN)

เครือข่ายแมนไร้สาย หรือ WMAN เป็นเครือข่ายไร้สายครอบคลุมพื้นที่ขนาดกว้าง เช่น เมือง ผู้ให้บริการโทรศัพท์ ผู้ให้บริการเครือข่าย T1 หรือ T3 เพื่อเชื่อมโยงไซต์ต่างๆ หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำเอกสารนี้ไปเผยแพร่หรือใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่นใดโดยไม่ได้รับอนุญาตจากหน่วยงานการศึกษานี้
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แคมป์ขนาดใหญ่ หน่วยงาน IEEE ออกมาตรฐานเทคโนโลยี WMAN ชุดใหม่ซึ่งมาตรฐานเทคโนโลยีที่รู้จักกันเป็นอย่างดี คือ IEEE 802.16d หรือ WiMAX ทำงานที่ช่วงความถี่ 2-11 kHz (ในอเมริกาจะทำงานที่คลื่นความถี่ 2.5, 3.5 และ 5.8 GHz) ทั้งนี้ในทางทฤษฎีแล้ว WiMAX รองรับความเร็วสูงสุดที่ 70 Mbps ครอบคลุมพื้นที่มากกว่า 50 กิโลเมตร

2.1.4 โครงข่ายที่มีพื้นที่ครอบคลุมในการให้บริการที่กว้างขวาง (Wide Area Network: WAN)

มาตรฐาน IEEE 802.16 เป็นมาตรฐานเทคโนโลยีล่าสุดมาตรฐานหนึ่งที่กำหนดสำหรับ BWA (Broadband Wireless Access) ซึ่งถือว่าเป็นโครงข่ายที่มีพื้นที่ครอบคลุมในการให้บริการที่กว้างขวางพัฒนาขึ้นโดย IEEE ของสหรัฐอเมริกา โดยภาคอุตสาหกรรม ซึ่งประกอบด้วยผู้ผลิตอุปกรณ์ ผู้พัฒนา chipset และผู้ประกอบการ ได้รวมตัวกันก่อตั้ง WiMAX Forum หรือ Worldwide Interoperability for Microwave Access Forum เป็นองค์กรที่ไม่แสวงหาผลกำไร มีเป้าหมายเพื่อนสนับสนุนและพัฒนาอุปกรณ์เครือข่ายให้มาตรฐานในกลุ่ม IEEE 802.16 เป็นไปในแนวทางเดียวกัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้อุปกรณ์จากผู้ผลิตต่างๆสามารถใช้งานร่วมกันได้ เกิดความกลมกลืนของมาตรฐานและมีราคาเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ดังนั้น IEEE 802.16 จึงมีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า WiMAX

BWA เป็นระบบเครือข่ายที่มีขอบเขตครอบคลุมพื้นที่กว้างขวางมากกว่า WLAN หรือ Wifi โดยแท้จริงแล้วมาตรฐาน IEEE 802.16 BWA แบ่งได้ 2 แบบคือ มาตรฐาน IEEE 802.16-2004 ซึ่งกำหนดใช้ได้ในลักษณะการเข้าถึงแบบอยู่กับที่ (Fixed Wireless Access) เรียกว่า WMAN และ มาตรฐาน IEEE 802.16e ซึ่งเป็นการปรับปรุงพัฒนามาจากมาตรฐาน IEEE.16-2004 โดยวัตถุประสงค์ของมาตรฐาน IEEE 802.16e เพื่อให้ใช้งานในขณะที่มีการเคลื่อนที่ และมีประสิทธิภาพการ Roaming ข้ามเซลล์ที่ดีกว่า

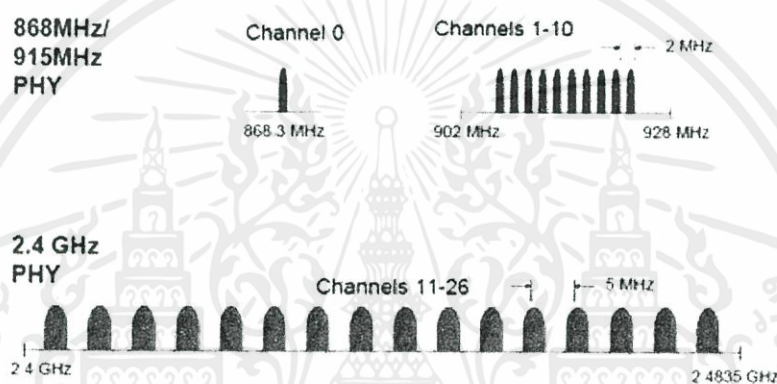
อีกหนึ่งมาตรฐานในส่วนของ BWA คือ มาตรฐาน IEEE 802.20 Mobile Broadband Wireless Access (MBWA) ซึ่งกำหนดให้ใช้งานบนพื้นฐานโครงข่าย IP (Internet Protocol) มีการเชื่อมต่อผ่านอากาศแบบแพ็คเกจ (Packet) แต่อย่างไรก็ตามผู้กำหนดมาตรฐานมีความต้องการให้มาตรฐานนี้เข้าได้กับมาตรฐานอื่นๆที่มีอยู่ด้วยเป็นเทคโนโลยีที่กำหนดสำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ความเร็วสูง (High Speed Mobile)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะฉิวใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 Zigbee

มาตรฐานสากล Zigbee กำหนดโดย Zigbee Alliance เป็นการสื่อสารแบบไร้สายที่มีอัตราการรับส่งข้อมูลต่ำ ใช้พลังงานต่ำราคาถูก เพื่อให้สามารถสร้างระบบที่เรียกว่า Wireless Sensor Network ได้

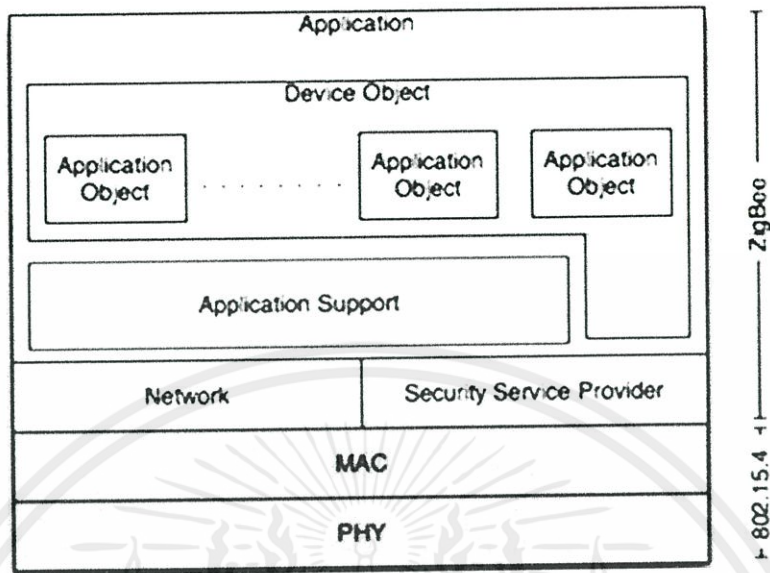
Zigbee กำหนด ย่านความถี่ใช้งานตามมาตรฐานไว้ 3 ย่านความถี่คือ ย่าน 2.4 GHz, ย่าน 915 MHz และย่าน 868 MHz โดยแต่ละย่านจะมีช่องสัญญาณ 16 ช่อง, 10 ช่อง และ 1 ช่อง ตามลำดับดังรูปที่ 2.1 ส่วนอัตรารับส่งข้อมูล (ทางอากาศ) จะอยู่ที่ 250 Kbps, 40 Kbps และ 20 Kbps ตามลำดับเช่นกัน



รูปที่ 2.1 ช่องสัญญาณและความถี่ [10]

Zigbee นำ Physical Layer และ MAC Layer ของ IEEE 802.15.4 ซึ่งเป็นมาตรฐานการสื่อสารไร้สายแบบ WPAN (Wireless Personal Area Network) รองรับการทำงานกับอุปกรณ์ประเภท Low Data Rate และ Long Battery Life ซึ่งเป็นอุปกรณ์เกี่ยวกับ sensor ด้านการแพทย์ อุตสาหกรรม และการรักษาความปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



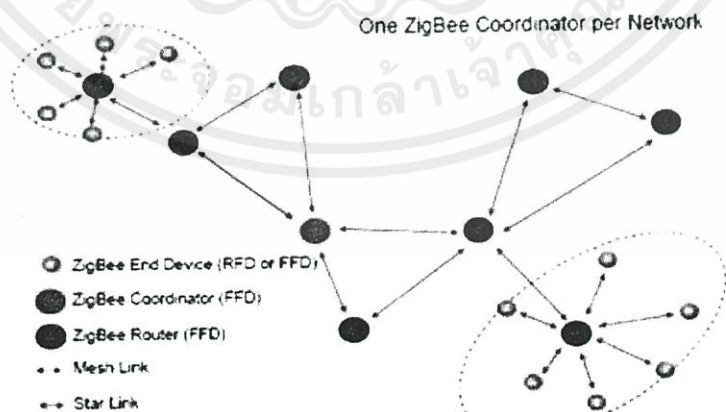
รูปที่ 2.2 Zigbee Stack [10]

Zigbee สามารถสร้างเป็นเครือข่ายได้ ทั้งนี้ Zigbee ได้อ้างอิงมาตรฐานตาม IEEE 802.15.4 โดย IEEE 802.15.4 แบ่งชนิดอุปกรณ์ของ Zigbee มีอยู่ 2 ชนิดคือ แบบ Physical Device และ Logical Device

แบบ Physical Device มี 2 ประเภท คือ

Full Function Device : FFD เป็น เราเตอร์ที่เป็นสื่อกลางในการส่งข้อมูลจากอุปกรณ์อื่นๆ ใช้พลังงานจาก power line ทำงานได้ในทุก Topology และสามารถทำเป็นจุดเชื่อมต่อด้วยกันได้

Reduced Function Device : RFD เหมาะแก่การเชื่อมต่อภายในเครือข่าย ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ ไม่สามารถถ่ายทอดข้อมูลจากอุปกรณ์อื่นๆได้ ทำได้ง่ายในเครือข่ายที่เป็นแบบ star



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 2.3 Physical Device [10]

แบบ Logical Device มี 3 ประเภท คือ

Zigbee Coordinators เป็นจุดที่ประสานเชื่อมต่อกัน ทำหน้าที่ในการจัดเก็บข้อมูลในเครือข่าย

Zigbee Routers ทำหน้าที่จัดการเส้นทางของข้อความที่ส่งผ่านภายในโครงข่ายระหว่างคู่ของโนดใดๆ

Zigbee End Devices เป็นโนดที่อยู่ในส่วนของผู้ใช้งาน โดยสามารถเป็นได้ทั้งแบบ RFD และ FFD

ZigBee Nodes

The ZigBee Protocol defines three types of nodes: Coordinators, Routers and End Device, with a requirement of one Coordinator per network. While all nodes can send and receive data, there are differences in the specific roles they play.



Coordinators are the most capable of the three node types. There is exactly one coordinator in each network and it is the device that establishes the network originally. It is able to store information about the network, including security keys.

Routers act as intermediate nodes, relaying data from other devices.

End Devices can be low-power / battery-powered devices. They have sufficient functionality to talk to their parents (either the coordinator or a router) and cannot relay data from other devices. This reduced functionality allows for the potential to reduce their cost.

ZigBee offers these advantages:

- Open standard with interoperability between vendors
- Option for lower cost, reduced function end nodes

รูปที่ 2.4 Logical Device [10]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระบบ Zigbee Network อุปกรณ์แต่ละตัวสามารถที่จะมีสถานะเป็น FFD (Full - Function Device) หรือ RFD (Reduced - Function Device)

FFD สามารถที่จะทำงานได้สาม mode คือ PAN coordinator, Coordinator or Device ซึ่งใน Zigbee Network ต้องมี FFD อย่างน้อยหนึ่งตัวซึ่งจะทำหน้าที่เป็น PAN coordinator โดย FFD สามารถที่จะติดต่อได้ทั้ง FFD และ RFD แต่ RFD จะสามารถติดต่อได้เพียง FFD เท่านั้น

Network Topology

โปรโตคอล Zigbee สามารถสร้างระบบเครือข่ายได้สามรูปแบบ คือ Star, Peer - to - Peer, และ Cluster Tree

Star Topology

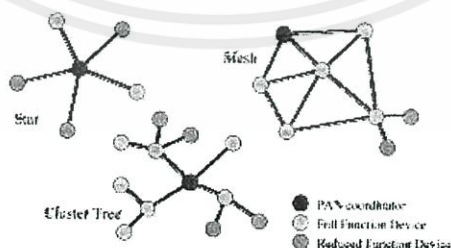
เมื่อ FFD ทำงานเป็นครั้งแรก มันจะทำการสร้าง Network ของตนเอง และจะกลายเป็น PAN coordinator หลังจากนั้นจะทำการเลือก PAN Identifier ซึ่งจะต้องไม่ถูกใช้ในระบบเน็ตเวิร์กอื่น Application : Home Automation, Personal Computer Peripheral, Toys and Games

Peer - to - Peer Topology

จะมีอุปกรณ์ตัวหนึ่งที่ทำหน้าที่เป็น PAN Coordinator ซึ่งอุปกรณ์ทุกตัวสามารถสื่อสารกับอุปกรณ์อื่นๆแบบ Peer - to - Peer ได้ และ Peer - to Peer Network สามารถที่จะเป็นได้ทั้ง ad hoc, Self-Organizing และ Self-healing

Cluster tree Topology

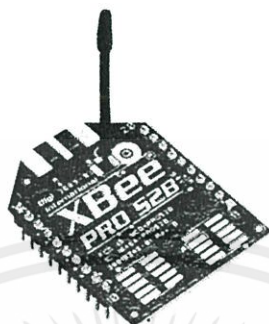
ในการสร้างระบบ Cluster tree PAN Coordinator จะใช้ตัวเองเป็น Cluster แรก เรียกว่า Cluster Head (CH) และ Cluster Identifier (CID) เป็นศูนย์ หลังจากนั้นทำการเลือก PAN Identifier และทำการ Broadcasting Beacon Frame ไปยังอุปกรณ์ข้างเคียง และเมื่ออุปกรณ์ตัวอื่นได้รับก็จะส่ง Request ไปที่ CH จากนั้น CH ทำการยอมรับและเพิ่มชื่ออุปกรณ์ใน Neighbor List แบบเป็นลูกข่าย(child) ในขณะที่อุปกรณ์ที่เข้ามาใหม่จะเพิ่มชื่อ CLH ตัวนั้นใน Neighbor List ว่าเป็นแม่ข่าย (parent) หลังจากนั้นก็ทำการส่ง Beacon ไปยังอุปกรณ์ตัวอื่นต่อไป



รูปที่ 2.5 Network Topology [11]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรณีการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า โดยอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 โมดูลสื่อสารข้อมูลไร้สาย Zigbee



รูปที่ 2.6 โมดูล Zigbee [12]

2.2.1.1 คุณสมบัติทางเทคนิค

1) คุณสมบัติโดยทั่วไป

- ความถี่ในการทำงาน : 2.4 GHz
- สายอากาศ : มีสายอากาศแบบ Whip
- ระยะทำการในร่ม : สูงสุด 300 ฟุต หรือประมาณ 100 เมตร
- ระยะทำการกลางแจ้ง (แบบ Line-of-sight) : สูงสุดถึงประมาณ 1500 เมตร
- กำลังสูงสุด : 60 mW (18dBm)
- ความไวในการรับสัญญาณ : -100dBm (1% Packet error rate)
- การทำงานของชาพอร์ต : สามารถกำหนดผ่านทางซอฟต์แวร์ X-CTU เพื่อให้ทำงานเป็น
 - อินพุตอนาล็อกสำหรับวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล ความละเอียด 10 บิต
 - อินพุตเอาต์พุตดิจิทัล
 - ขนาด : 0.96 x 1.297 นิ้ว หรือ 2.438 x 3.294 เซนติเมตร
 - ไฟเลี้ยง : 2.8v. ถึง 3.4v.
 - กระแสไฟฟ้า : เมื่อส่งข้อมูล 2115 mA , น้อยกว่า 10 mA ในโหมดลดพลังงานที่ไฟเลี้ยง +3.3v.
 - อุณหภูมิที่ใช้งาน : -40 ถึง 85 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) คุณสมบัติด้านการสื่อสารข้อมูล

- สามารถทำงานเป็นอุปกรณ์มาสเตอร์
- อัตราถ่ายทอข้อมูลผ่านคลื่นวิทยุ : 250,000 บิตต่อวินาที
- อัตราการถ่ายทอข้อมูลอนุกรม (บอดเรต) : 1,200 ถึง 115,200 บิตต่อวินาที
- รูปแบบโครงสร้างข้อมูลที่รองรับ : จุดต่อจุด (Point-to-point), จุดต่อหลายจุด

2.2.1.2 การจัดขา



รูปที่ 2.7 การจัดขาของโมดูล Zigbee [13]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 การจัดขาของโมดูล Zigbee และฟังก์ชันการทำงาน [13]

ขาที่	ชื่อขา	การทำงาน
1	Vcc	ขาต่อไฟเลี้ยง +3.3v.
2	DOUT	ขาเอาต์พุตส่งข้อมูลอนุกรม
3	DIN	ขาอินพุตรับข้อมูลอนุกรม
4	DO8	ขาเอาต์พุตดิจิตอลช่อง 8
5	RESET	ขารีเซ็ตหลัก (แอกทีฟ "0")
6	PWM0/RSSI	ขาเอาต์พุต PWM ช่อง 0 และ ขาเอาต์พุตแสดงควม แรงของการรับสัญญาณ
7	PWM1	ขาเอาต์พุต PWM ช่อง 1
8	NC	ไม่ใช้งาน
9	DTR/SLEEP_RQ/D18	ขาอินพุตรับสัญญาณให้หยุดทำงานเข้าสู่โหมดสลีปหรือ เป็นขาอินพุตดิจิตอลช่อง 8
10	GND	ขาต่อกราวด์
11	AD4/DIO4	ขาอินพุตอนาล็อก 4 หรือ ขาอินพุตเอาต์พุตดิจิตอล 4
12	CTS/DIO7	อินพุตรับสัญญาณแจ้งการส่งข้อมูลจากโฮสต์ (Clear-To-Send) ใช้ในการควบคุมจังหวะการรับส่ง ข้อมูลหรือเป็นขาอินพุตเอาต์พุตดิจิตอล 7
13	ON/SLEEP	ขาแสดงสถานะทำงาน "1" : อยู่ในโหมดทำงานปกติ "0" : อยู่ในโหมดสลีป
14	VRE	ขาต่อแรงกั้นอ้างอิงสำหรับโมดูลแปลงสัญญาณอนาล็อก เป็นดิจิตอลภายใน Zigbee Series 2
15	Associated/AD5/DIO5	ขาแสดงสถานะการเชื่อมต่อหรือขาอินพุตอนาล็อก 5 หรือขาอินพุตเอาต์พุตดิจิตอล 5
16	RTS/AD6/DIO6	ขาเอาต์พุตแจ้งความพร้อมในการส่งข้อมูล (Ready-To-Send) ใช้ควบคุมจังหวะการรับส่งข้อมูล หรือเป็นขาอินพุตอนาล็อก 6 หรือเป็นขาอินพุต เอาต์พุตดิจิตอล 6
17	AD3/DIO3	ขาอินพุตอนาล็อก 3 หรือขาอินพุตเอาต์พุตดิจิตอล 3
18	AD2/DIO2	ขาอินพุตอนาล็อก 2 หรือขาอินพุตเอาต์พุตดิจิตอล 2
19	AD1/DIO1	ขาอินพุตอนาล็อก 1 หรือขาอินพุตเอาต์พุตดิจิตอล 1
20	AD0/DIO0	ขาอินพุตอนาล็อก 0 หรือขาอินพุตเอาต์พุตดิจิตอล 0

2.3 หลักการเซ็นเซอร์แก๊สโดยวิธีฟิล์มหนา (Thick Film Gas Sensor)

ตัวเซ็นเซอร์แก๊สแบบนี้ใช้หลักการ “ฟิล์มหนาของโซลแมแนร์ก” เป็นแก๊สเซ็นเซอร์ชนิดใหม่ที่ใช้หลักการของสารกึ่งตัวนำ ตัวเซ็นเซอร์แบบนี้จะไม่เหมือนแบบโดยตรงที่มีกระบวนการพิมพ์ลงบนระหว่างชั้นบาง ๆ ของฟิล์ม

ตัวเซ็นเซอร์แบบสารกึ่งตัวนำที่ใช้ในการตรวจจับ คลุมไว้ด้วยฟิล์มเซรามิก ซึ่งมีรูให้แก๊สรั่วซึมได้หลังจากนั้นจึงให้ความร้อนอย่างรวดเร็วบนตัวตรวจจับแก๊ส โดยที่ทั้งตัวเซ็นเซอร์และตัวทำความร้อนจะถูกฝังไว้บนชั้นบาง ๆ นี้อย่างแน่นหนาเพื่อป้องกันการสั่นสะเทือนและการช็อก

ตารางที่ 2.2 สภาวะการทำงานของตัวเซ็นเซอร์แก๊สแบบฟิล์มหนาของโซลแมแนร์ก [14]

ตัวแปร	พิกัด
อุณหภูมิการปฏิบัติงาน	$-10^{\circ}\text{C} - 55^{\circ}\text{C}$
อุณหภูมิที่เสถียร	$-30^{\circ}\text{C} - 85^{\circ}\text{C}$
ตัวต้านโหลด, RL	เปลี่ยนแปลงได้
อัตราการใช้พลังงานของตัวเซ็นเซอร์, P_S	$\leq 15\text{ mW}$
อัตราแรงดันทำงานของวงจร, V_C	AC หรือ DC 5 V (สูงสุด 12 V)
อัตราแรงดันทำงานของตัวทำความร้อน	AC หรือ DC 5 V \pm 12 V

ตัวเซ็นเซอร์แก๊สแบบนี้ทำมาจากออกไซด์ของสารกึ่งตัวนำ มีหลักการทำงาน คือ ตัวเซ็นเซอร์จะถูกทำให้ร้อนที่อุณหภูมิ 350°C เมื่อมันรับแก๊สเข้าไป ออกซิเจนก็จะถูกดูดเข้าไปบนผิวของฟิล์มเพื่อใช้ในการเผาไหม้ ทำให้ค่าความต้านทานทางไฟฟ้าปรากฏขึ้นที่ค่า ๆ หนึ่ง

การตรึงค่าความต้านทานดังกล่าวสามารถนำมาคาดคะเนและพล็อตเพื่อหาค่าการทำซ้ำได้ ดังนั้นหากใช้วงจรที่มีความเหมาะสม ก็สามารถนำค่าความต้านทานดังกล่าวมาประยุกต์ใช้เป็นวงจรเตือนภัย หรือประยุกต์ให้สามารถอ่านค่าออกโดยระบบทางแสงได้

จากรูปที่ 2.8 (ก) เป็นวงจรทดสอบเพื่อนำไปใช้งาน ส่วนในรูปที่ 2.8 (ข) เมื่อ ขา 1 และขา 3 ต่อเข้าไปยังตัวทำความร้อน ขา 2 และ ขา 4 จะต่อเข้ากับส่วนของเซ็นเซอร์ ซึ่งเซ็นเซอร์ในตัวนี้จะถูกกำหนดให้ใช้แรงเคลื่อนคงที่ 5 โวลต์



รูปที่ 2.8 (ก) แสดงตำแหน่งของขา (ข) วงจรทดสอบชั้นเบื้องต้น [14]

เมื่อตัวเซ็นเซอร์ตรวจพบแก๊ส ค่าความต้านทานของตัวเซ็นเซอร์ก็จะลดลงทันทีโดยที่ค่าความต้านทานของตัวเซ็นเซอร์ (R_S) ดังกล่าวนี้นี้สามารถคำนวณได้จากแรงเคลื่อนทางด้านเอาต์พุต (V_{out}) ดังสูตรด้านล่างต่อไปนี้

$$R_S = \frac{V_S - V_{out}}{V_{out}} R_L \quad (2.1)$$

ให้สังเกตว่าความไวของตัวเซ็นเซอร์ จะกำหนดด้วยอัตราส่วน (R_S / R_{AIR}) นั่นคือค่าของความต้านทานเซ็นเซอร์ในขณะที่อากาศมีแก๊ส (R_S) ต่อค่าความต้านทานของเซ็นเซอร์ที่อากาศบริสุทธิ์ (R_{AIR}) ที่ปราศจากแก๊สรบกวนอื่นๆ

กำลังสูญเสียที่ตัวเซ็นเซอร์ จะสามารถหาได้จาก

$$P_S = \frac{V_C^2 \times R_S}{(R_S + R_L)^2} \quad (2.2)$$

เมื่อ R_S = ความต้านทานของตัวเซ็นเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ในการเปลี่ยนค่าความต้านทานของเซ็นเซอร์แก๊สแบบฟิล์มหนาต่อความเข้มข้นของแก๊สที่ปริมาณต่าง ๆ [14]

ในรูปที่ 2.9 แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของแก๊สแต่ละชนิดต่อความถี่ในการเปลี่ยนแปลงความต้านทานของเซ็นเซอร์ หากเราสามารถรักษาอากาศให้บริสุทธิ์ได้ ค่าความต้านทานเนื่องจากอากาศบริสุทธิ์ก็จะมีค่าคงที่ ดังนั้นหากมีแก๊สที่จะทำการวัดไหลเข้ามา ความถี่ที่ได้จากความเข้มข้นของแก๊สที่จะวัดนั้นก็เปลี่ยนแปลง การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีผลให้แรงเคลื่อนที่เกิดจากวงจรแบ่งแรงเคลื่อนทางต้านเอาต์พุตในรูปที่ 2.9 เปลี่ยนแปลงไปด้วย

ข้อควรจำในการใช้งานตัวเซ็นเซอร์แบบฟิล์มหนา

1. หลังจากใช้ตัวเซ็นเซอร์แล้วปล่อยให้คลายตัวได้ความชื้นสูงเป็นระยะเวลานาน
2. ใช้เวลาระยะหนึ่งเพื่อให้คุณสมบัติของมันถึงจุดที่มีความเสถียรภาพเสียก่อน อุณหภูมิตัวเรือนของตัวเซ็นเซอร์แก๊ส จะถูกทำให้ร้อนด้วยตัวทำความร้อน โดยมีค่าเป็น 30°C ถึง 40°C ซึ่งจะสูงกว่าอุณหภูมิห้องในขณะที่กำลังปฏิบัติงาน
3. ต้องวัดคุณสมบัติของตัวเซ็นเซอร์แก๊สหลังจากที่ปฏิบัติงานมาแล้วมากกว่า 24 ชั่วโมง เพื่อดูความเสถียรภาพของตัวเซ็นเซอร์
4. คุณสมบัติของตัวเซ็นเซอร์แก๊สที่ได้ดังกล่าวจะต้องทำการวัดในบริเวณที่อากาศสะอาดปราศจากแก๊สรบกวนอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างคุณลักษณะจำเพาะของตัวเซ็นเซอร์แก๊สรุ่นต่างๆของยี่ห้อ HEIMANN [14]

ชื่อชนิด	AF10	AF20	AF30	AF33	AF35	AF50	AF56	AF63	AF63P
แก๊สที่ตรวจจับ	ไฮโดรเจน	คาร์บอน-มอนอกไซด์	ควันทูหรี			มีเทน	แก๊ส LP (โพรเพน, บิวเทน)	ไอของแก๊สโซลีนที่มีแอลกอฮอล์ ทอลลูอิน	อีทานอลที่เป็นของเหลว
ย่านการตรวจจับ	10 ppm – 1000 ppm	50 ppm – 2000 ppm				500 ppm – 10000 ppm	500 ppm – 10000 ppm	100 ppm – 5000 ppm	
การสูญเสียกำลัง (mW) สูงสุด	530	780	535	680	530	690	690	680	
อุปกรณ์ที่ใช้ตรวจจับ	ออกไซด์ของสารกึ่งตัวนำ								
วัสดุขา	นิกเกิลอัลลอย								
โลหะที่เคลือบ	ไนลอน 66								พีทีเอส
ตัวป้องกันไฟ	ตะแกรงทำจากสแตนเลสสตีล (SUS 316) ขนาด 100 mesh 2 ชั้น								

ข้อมูลทางเทคนิคดังกล่าวนี้ได้จากการวัดตามสภาวะของอากาศบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ $25 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ที่ $50 \pm 5\%$ แรงเคลื่อนที่จ่ายให้วงจร 5 ± 0.05 โวลต์ แรงเคลื่อนที่ตัวทำความร้อน 5 ± 0.05 โวลต์ ค่าความต้านทานโหลด 5 กิโลโอห์ม – 10 กิโลโอห์ม $\pm 1\%$ เวลาในการทำความร้อนล่วงหน้ามากกว่า 48 ชั่วโมง แต่หากไม่ตรงกับภาวะดังกล่าวนี้ ก็จะได้ค่าที่แตกต่างกันออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 แก๊สปิโตรเลียมเหลว

แก๊สปิโตรเลียมเหลว หมายถึง “แก๊สไฮโดรคาร์บอนเหลว คือ โพรเพน โพรพิลีน นอร์มัลบิวเทน ไอโซบิวเทน หรือ บิวทีลีน อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง ผสมกันเป็นส่วนใหญ่” โดยทั่วไปเรามักเรียกแก๊สปิโตรเลียมเหลวนี้นว่า แก๊สเหลวหรือแก๊สหุงต้ม ส่วนในวงการค้าและอุตสาหกรรม ชื่อที่เรารู้จักกันดี คือ แอล พี แก๊ส (LP GAS) หรือ แก๊สปิโตรเลียมเหลว ซึ่งเป็นอักษรย่อมาจาก Liquefied Petroleum Gas แก๊สปิโตรเลียมเหลวมีสภาพเป็นแก๊สที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศ โดยมีน้ำหนักประมาณ 1.5-2 เท่าของอากาศ การที่ได้ชื่อว่าปิโตรเลียมเหลวเนื่องจากแก๊สจะถูกอัดให้อยู่ในสภาพของเหลวภายใต้ความดันเพื่อสะดวกต่อการเก็บและการขนส่ง เมื่อลดความดันแก๊สเหลวนี้อาจกลายเป็นไอ สามารถนำไปใช้งานได้แก๊สปิโตรเลียมเหลว เป็นเชื้อเพลิงที่มีความสำคัญในปัจจุบัน ใช้กันอย่างแพร่หลาย ทั้งในครัวเรือน ร้านอาหาร ภัตตาคาร พาณิชยกรรม อุตสาหกรรม และในรถยนต์ เนื่องจากเป็นเชื้อเพลิงที่ขนส่งสะดวกไม่เปลืองที่เก็บ และที่สำคัญคือเผาไหม้แล้วเกิดเขม่าน้อยกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่น

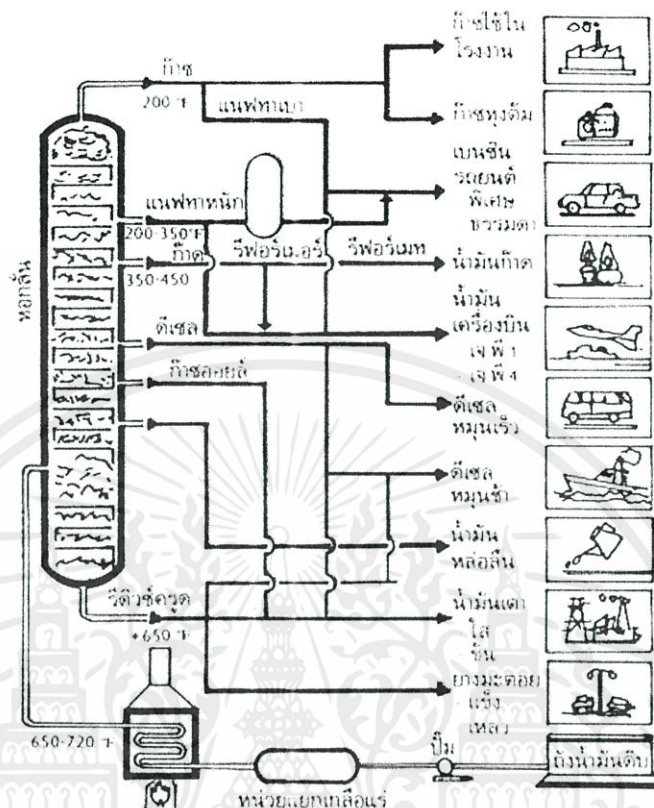
2.4.1 แหล่งที่มาของแก๊สปิโตรเลียมเหลว

2.4.1.1 ได้จากกระบวนการกลั่นน้ำมันดิบในโรงกลั่นน้ำมัน

ซึ่งจะได้แก๊สโพรเพนและบิวเทนประมาณ 1-2% แต่ก่อนที่จะนำน้ำมันดิบเข้ากลั่น ต้องแยกน้ำและเกลือแร่ที่ปนอยู่ออกเสียก่อน หลังจากนั้นนำน้ำมันดิบมาให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิประมาณ 340-400 °C จากนั้นจะถูกส่งเข้าสู่หอกลั่น ซึ่งภายในประกอบด้วยถาด (tray) เป็นชั้นๆ หลายสิบชั้น ไอร้อนที่ลอยขึ้นไป เมื่อเย็นตัวลงจะกลั่นตัวเป็นของเหลวบนถาดตามชั้นต่างๆ และจะอยู่ชั้นใดขึ้นอยู่กับช่วงจุดเดือดต่ำจะลอยขึ้นสู่เบื้องบนของหอกลั่นคือไฮโดรคาร์บอนที่มีสถานะเป็นแก๊ส (LPGรวมอยู่ในส่วนนี้ด้วย) ส่วนไฮโดรคาร์บอนที่มีจุดเดือดปานกลางและสูงก็จะแยกตัวออกมาทางตอนกลางและตอนล่างของหอกลั่น ซึ่งได้แก่ แนพทา(naphtha) น้ำมันแก๊สน้ำมันดีเซล และน้ำมันเตา ตามลำดับ ดังรูปที่ 2.10

ไฮโดรคาร์บอนที่มีสถานะเป็นแก๊สที่ออกจากด้านบนของหอกลั่นรวมเรียกว่า “แก๊สปิโตรเลียม” ซึ่งประกอบด้วยส่วนผสมของ แก๊สไฮโดรคาร์บอนที่มีคาร์บอน 1 อะตอม ถึง 4 อะตอมและมีแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H₂S) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ไนโตรเจน (N₂) ไฮโดรเจน (H₂) และอื่นๆ ปนอยู่ จำเป็นต้องกำจัดหรือแยกออกโดยนำแก๊สปิโตรเลียมผ่านเข้าหน่วยแยกแก๊สปิโตรเลียมเหลว (gas recovery unit) เพื่อแยกเอาโพรเพนและบิวเทน (หรือแก๊สปิโตรเลียมเหลว) ออกมา จากนั้นแก๊สปิโตรเลียมเหลวจะถูกส่งเข้าหน่วยฟอก ซึ่งใช้โซดาไฟ (caustic soda) เพื่อแยกเอกรด (acid gas) เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H₂S) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ออก หลังจากนั้นแก๊สปิโตรเลียมเหลวจะถูกส่งไปเก็บในถังเก็บและมีสภาพเป็นของเหลวภายใต้ความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 แหล่งที่มาของแก๊สปิโตรเลียมเหลว [15]

2.4.1.2 ได้จากกระบวนการแยกแก๊สธรรมชาติ

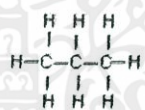
ซึ่งจะมีแก๊สโพรเพนและบิวเทนในแก๊สธรรมชาติประมาณ 6-10% แก๊สธรรมชาติที่นำขึ้นมาจะส่งเข้าสู่โรงแยกแก๊ส (gas separation plant) เพื่อทำการแยกเอาสารไฮโดรคาร์บอนที่มีอยู่ในแก๊สธรรมชาติ ออกเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ คือ มีเทน อีเทน โพรเพน บิวเทน แก๊สปิโตรเลียมเหลว และแก๊สโซลีนธรรมชาติ (natural gasoline, NGL) กระบวนการแยกแก๊สธรรมชาติ เริ่มต้นด้วยการกำจัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) และน้ำที่เจือปน อยู่ในแก๊สธรรมชาติออก ก่อน โดยกระบวนการ Benfield ซึ่งใช้โปตัสเซียมคาร์บอเนต (K₂CO₃) เป็นตัวจับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และกระบวนการดูดซับ (absorption process) โดยใช้สารจำพวก molecular sieve ซึ่งมีลักษณะเป็นรูพรุน ทำหน้าที่ดูดซับน้ำ แก๊สธรรมชาติที่แห้งจากหน่วยนี้จะผ่านเข้าไปใน turbo-expander เพื่อลดอุณหภูมิจาก 250OK เป็น 170OK และลดความดันลง จาก 43 บาร์ เป็น 16 บาร์ก่อนแล้วจึงเข้าสู่หอแยกมีเทน (de-methanizer) มีเทนจะถูกกลั่นแยกออกไป และส่วนที่เหลือคือส่วนผสมของ แก๊สไฮโดรคาร์บอนที่มีคาร์บอนตั้งแต่ 2 อะตอมขึ้นไป (ethane plus stream) ซึ่งอยู่ในสถานะของเหลวและจะออกทางส่วนล่างของหอ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่

2.4.2 คุณสมบัติของแก๊สปิโตรเลียมเหลว

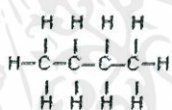
2.4.2.1 คุณสมบัติทางเคมี

แก๊สปิโตรเลียมเหลว ประกอบด้วยไฮโดรคาร์บอน ที่มีส่วนประกอบของคาร์บอน (C) 3 อะตอม และคาร์บอน (C) 4 อะตอม ใน 1 โมเลกุล ไฮโดรคาร์บอนกลุ่มนี้ประกอบด้วย โพรเพน (propane) = C_3H_8 , โพรพิลีน (propylene) = C_3H_6 , บิวเทน (butane) = C_4H_{10} , บิวทิลีน (butylene) = C_4H_8 สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ปรากฏอยู่ในส่วนผสมของแก๊สปิโตรเลียมเหลว อาจแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ พวงไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว (saturated hydrocarbon) และไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว (unsaturated hydrocarbon) กลุ่มไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว ได้แก่ โพรเพน นอร์มัลบิวเทน (n-butane) ไอโซบิวเทน (iso-butane) คุณสมบัติทางเคมีแสดงได้ดังรูป 2.12

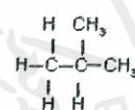
กลุ่มไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว (saturated hydrocarbon) ได้แก่ โพรเพน (propane) นอร์มัลบิวเทน (n-butane) ไอโซบิวเทน (iso-butane)



Propane

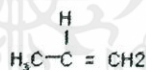


n-butane

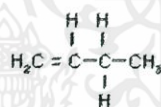


iso-butane

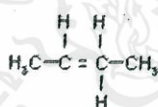
กลุ่มไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว (unsaturated hydrocarbon) ได้แก่ โพรพิลีน (propylene) นอร์มัลบิวทิลีน (n-butylene) ไอโซบิวทิลีน (iso-butylene)



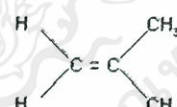
Propylene



n-butylene (butene-1)



Butylene-2 (mixture of cis and trans isomers)



iso-butylene (2 methylpropane) (iso-butene)

รูปที่ 2.12 คุณสมบัติของแก๊สปิโตรเลียมเหลว [16]

แก๊สปิโตรเลียมเหลวที่ได้มาจากกระบวนการแยกแก๊สธรรมชาติจะประกอบด้วยโพรเพน เป็นส่วนใหญ่ สัดส่วนของ C_3 และ C_4 ขึ้นอยู่กับแหล่งของแก๊สธรรมชาติ หากได้จากกระบวนการกลั่นน้ำมันดิบ จะประกอบด้วยบิวเทน เป็นส่วนใหญ่ และอาจมีการผสม C_3 และ C_4 ในรูปของไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว (un-saturated hydrocarbon) ซึ่งมักประกอบด้วยโพรพิลีน

(propylene) นอร์มัลบิวทิลีน (n-butylene) ไอโซบิวทิลีน (iso-butylene) และ butylene-2

ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 คุณสมบัติทางกายภาพ

แก๊สปีโตรเลียมเหลวที่ใช้กันอยู่มี 2 สถานะ คือ ของเหลวและแก๊ส ดังนั้น จำเป็นต้องทราบถึงคุณสมบัติทางกายภาพของแก๊สปีโตรเลียมเหลวทั้งสองสถานะ ดังนี้

2.4.3.1 แก๊สปีโตรเลียมเหลวเมื่ออยู่ในสถานะเป็นของเหลว

1) จุดเดือด และสภาวะวิกฤติ

เนื่องจากแอลพีจีมีจุดเดือดต่ำมาก คือ โพรเพน มีจุดเดือดเท่ากับ -42°C นอร์มัลบิวเทนเท่ากับ -0.5°C ไอโซบิวเทน เท่ากับ -11.7°C ดังนั้น แอลพีจีมีสถานะเป็นแก๊สที่อุณหภูมิปกติและความดันบรรยากาศวันเสียแต่จะถูกอัดให้เป็นของเหลวอยู่ในถังภายใต้ ความดันหรือนำถังไปแช่เย็นเอาไว้ ค่าความดันที่ทำให้แอลพีจีเป็นของเหลว คือ ค่าความดันไอ (vapor pressure) เช่น ที่อุณหภูมิ 15°C ความดันไอของโพรเพนเท่ากับ 7.3 บรรยากาศ และที่อุณหภูมิสูงขึ้น ค่าความดันไอก็จะสูงขึ้นด้วยโพรเพนที่อุณหภูมิ 96.67°C ความดันที่ใช้อัดเท่ากับ 41.94 บรรยากาศ เมื่ออุณหภูมิสูงกว่านี้โพรเพนจะไม่เป็นของเหลว แม้ว่าจะอัดด้วยความดันมากกว่า 41.94 บรรยากาศก็ตาม อุณหภูมิ 96.67°C และความดัน 41.94 บรรยากาศ ก็คือสภาวะวิกฤติสำหรับโพรเพน

2) ความหนาแน่น ปริมาตรจำเพาะและความถ่วงจำเพาะ

ความหนาแน่น คือ อัตราส่วนของน้ำหนักต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร เช่น ที่อุณหภูมิ 15.5°C ความหนาแน่นของโพรเพนมีค่าเท่ากับ 507 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สำหรับส่วนกลับของความหนาแน่นก็คือ ปริมาตรจำเพาะ โพรเพนมีค่าปริมาตรจำเพาะเท่ากับ 2 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ดังนั้นถ้าต้องการเก็บโพรเพนไว้ใช้ 10 วัน โดยในแต่ละวันมีความต้องการ 0.5 ตัน จะต้องใช้ถังที่มีขนาดความจุอย่างน้อยที่สุด 10 ลูกบาศก์เมตร

สำหรับค่าความถ่วงจำเพาะจะแสดงถึงอัตราส่วนของความหนาแน่นระหว่างแก๊สปีโตรเลียมเหลวที่อุณหภูมิใด อุณหภูมิหนึ่งกับน้ำที่อุณหภูมิ 4°C ตัวอย่างเช่น ค่าความถ่วงจำเพาะของโพรเพนเหลวที่อุณหภูมิ 15°C มีค่าเท่ากับ 0.5077 ส่วนนอร์มัลบิวเทน เท่ากับ 0.5844 และไอโซบิวเทนเท่ากับ 0.5631 ดังนั้นแก๊สปีโตรเลียมเหลวในสถานะที่เป็นของเหลวจะเบากว่าน้ำ ถ้าเกิดมีแก๊สรั่วขึ้นในขณะที่อุณหภูมิโดยรอบในขณะนั้นต่ำมาก และแก๊สปีโตรเลียมเหลวเกิดไหลลงไปในรางระบายน้ำ คูคลอง แก๊สปีโตรเลียมเหลวก็จะลอยไปกับน้ำ ซึ่งอาจจะทำให้เกิดอัคคีภัยในท้องที่ห่างไกลจากบริเวณที่แก๊สปีโตรเลียมเหลวรั่วออกไปได้ นอกจากนี้ที่อุณหภูมียังมีผลต่อค่าความหนาแน่น คือ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นของสารเมื่ออยู่ในสถานะของเหลวจะลดลง

3) ความหนืด

ความหนืด (ความข้นใส) คือ ความสามารถในการต้านทานการไหลของของไหล (ของเหลวหรือแก๊ส) ที่มีต่อภาชนะหรือท่อ ของไหลต่างชนิดกัน จะมีความหนืดแตกต่างกันจะเห็นได้ว่า แก๊สปีโตรเลียมเหลวในสภาพของเหลวจะมีความหนืดน้อยมาก (ความหนืด

ของน้ำเท่ากับ 1 เซนติพอยส์) จากคุณสมบัติอันนี้ ทำให้แก๊สเหลวรั่วซึมได้ง่ายกว่าของเหลวชนิดอื่น และนอกจากนี้แก๊สปิโตรเลียมเหลวไม่มีคุณสมบัติในการหล่อลื่น เนื่องจากมีความหนืดต่ำ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง เช่น ปั๊ม จึงมีการสึกหรอสูง เพราะฉะนั้นอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับแก๊สปิโตรเลียมเหลว จึงต้องออกแบบให้เหมาะสมทนต่อการสึกหรอและแรงดันสูงได้ อุณหภูมิจะมีผลต่อความหนืดของของไหล กล่าวคือ ของไหลที่มีสถานะเป็นของเหลวเมื่ออุณหภูมิ สูงขึ้น ค่าความหนืดจะลดลง แต่ถ้าเป็นแก๊ส เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นค่าความหนืดก็สูงขึ้นด้วย

4) ความดันไอ (Vapor Pressure)

แก๊สแอลพีจีเมื่อถูกบรรจุอยู่ในภาชนะปิดภายใต้ความดันจะมีสถานะเป็นของเหลว แอลพีจีเหลวจะระเหยเป็นไอเต็มช่องว่างที่อยู่เหนือระดับส่วน ที่เป็นของเหลวจนกระทั่งถึงจุดอิ่มตัว (Saturation point) จึงจะหยุดระเหย ค่าความดันของแก๊สปิโตรเลียมเหลวที่จุดอิ่มตัวนี้เรียกว่า “ค่าความดันไออิ่มตัว” ค่าความดันไออิ่มตัวเป็นตัวบ่งบอกคุณสมบัติการระเหย (volatility) ของสาร กล่าวคือ ถ้าสารใดมีความดันไอสูง แสดงว่าสารนั้นสามารถระเหยได้เร็ว และเป็นค่าที่ขึ้นกับอุณหภูมิโดยตรง กล่าวคือ ถ้าอุณหภูมิสูง ค่าความดันไออิ่มตัวก็สูงขึ้นด้วย

5) ความร้อนแฝงในการระเหย

ความร้อนแฝงในการระเหย คือ ปริมาณความร้อนที่ต้องใช้ในการระเหยต่อหน่วยน้ำหนักของสาร เพื่อเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊สที่จุดเดือดปกติ (ณ ความดันบรรยากาศ) หรือปริมาณความร้อนที่ต้องถูกดึงออกต่อหน่วยน้ำหนักของสาร เพื่อให้ได้กลิ่นตัวเป็นของเหลวที่ความดันบรรยากาศ และค่าความร้อนแฝงจะมีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งแก๊สปิโตรเลียมเหลวมีค่าความร้อนแฝงน้อยกว่าน้ำมันก๊าด ดังนั้น เมื่อแก๊สถูกปล่อยออกจากภาชนะเก็บแก๊สเหลวจะระเหย การที่แก๊สเหลวระเหยได้ต้องได้รับความร้อนหรือดึงความร้อนจากบริเวณใกล้เคียง ซึ่งจะทำให้บริเวณที่ถูกดึงความร้อนไปจะมีความเย็นจัด เพราะฉะนั้นถ้าแก๊สเหลวรั่วมาถูกผิวหนังหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของร่างกายจะทำให้ผิวหนัง หรือส่วนของร่างกายนั้นได้รับความเย็นจัดจนถึงกับไหม้

6) ความร้อนจำเพาะ

ค่าความร้อนจำเพาะ คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้วัตถุหนึ่งหน่วยน้ำหนักมีอุณหภูมิสูงขึ้นหนึ่งองศา มีหน่วยเป็นกิโลแคลอรี/กิโลกรัม/องศาเซลเซียส หรือ บีทียู/ปอนด์/องศาฟาเรนไฮต์ เช่น เมื่ออยู่ในสถานะของเหลว ความดันคงที่ 1 บรรยากาศ อุณหภูมิ 25 °C ค่าความร้อนจำเพาะของโพรเพนเท่ากับ 0.6023 นอร์มัลบิวเทนเท่ากับ 0.5748 ไอโซบิวเทนเท่ากับ 0.5824 commercial propane เท่ากับ 0.60 และ commercial butane เท่ากับ 0.57

7) สัมประสิทธิ์การขยายตัว

แก๊สปิโตรเลียมเหลวมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวที่ 15 °C ประมาณ 0.300/°C สำหรับโพรเพน และ 0.002/°C สำหรับบิวเทนอุณหภูมิ ยิ่งสูงการขยายตัวยิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการอ้างอิงเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาก ตัวเลขนี้จำเป็นอย่างยิ่งใช้ในการคำนวณปริมาตรสูงสุดที่สามารถจะบรรจุแก๊สลงภาชนะหรือถังเก็บได้ในสภาพอุณหภูมิต่าง ๆ กัน ดังนั้น การบรรจุแก๊สปิโตรเลียมเหลวลงในถังจะต้องเหลือที่ว่างเหนือแก๊สเหลวไว้ โดยในส่วนของช่องว่างนี้จะมีไอแก๊สอยู่ ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความดัน ที่เกิดการขยายตัวของของเหลวในกรณีที่แก๊สได้รับความร้อนผิดปกติ นอกจากนี้ระบบท่อส่งต่าง ๆ ที่ส่งแก๊สปิโตรเลียมเหลวจำเป็นต้องมีกลอุกรณ์นิรภัย แบบระบาย (hydrostatic relief valve) ไว้ในระบบด้วย ซึ่งเป็นอุปกรณ์สำคัญตัวหนึ่ง

2.4.3.2 คุณสมบัติทางกายภาพของแก๊สปิโตรเลียมเหลว เมื่ออยู่ในสถานะเป็นแก๊ส

1) ความหนาแน่น ปริมาตรจำเพาะและความถ่วงจำเพาะ

ค่าความถ่วงจำเพาะของแก๊สปิโตรเลียมเหลวเมื่อเป็นแก๊สจะแสดงถึงอัตราส่วนของความหนาแน่นระหว่างแก๊สกับอากาศที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าเป็นตัวเลขที่ชี้ให้เห็นว่าแก๊สปิโตรเลียมเหลว เมื่อเป็นแก๊สจะหนักเป็นกี่เท่าของอากาศ (เมื่อความหนาแน่นของอากาศ = 1) “ที่อุณหภูมิ 15.50 °C (600 °F) ณ ความดันบรรยากาศ โพรเพนมีค่าความถ่วงจำเพาะเมื่อเป็นแก๊ส เท่ากับ 1.5 และ บิวเทน มีค่าความถ่วงจำเพาะเมื่อเป็นแก๊ส เท่ากับ 2.0”

ดังนั้นแก๊สปิโตรเลียมเหลวในสถานะที่เป็นแก๊สจะหนักกว่าอากาศ เมื่อเกิดการรั่วไหลขึ้นแก๊สจะไปรวมตัวอยู่ในที่ต่ำ และถ้าบริเวณที่ต่ำนั้นเป็นรางระบายน้ำหรือคูคลอง แก๊สอาจจะไหลตามน้ำไป ทำให้เกิดอุบัติเหตุไฟไหม้ ณ จุดซึ่งห่างไกลจากบริเวณที่แก๊สรั่วได้ ความหนืด แก๊สปิโตรเลียมเหลวในสถานะของแก๊สจะมีความหนืดสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

2) ความสามารถในการอัดตัวของแก๊สปิโตรเลียมเหลว (Compressibility factor)

สำหรับแก๊สอุดมคติ (Ideal gas) ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ ความดันและปริมาตร สามารถแสดงโดย สมการสถานะ (Equation of state) คือ

$$PV = nRT \quad (2.3)$$

(P = ความดัน , V = ปริมาตร , n = จำนวนโมล , R = gas constant T = อุณหภูมิ) แต่สำหรับแก๊สแอลพีจีจะมีลักษณะเบี่ยงเบนไปจากแก๊สอุดมคติ ดังนั้น เพื่อให้สามารถใช้สมการสถานะได้ จึงจำเป็นต้องเพิ่มค่าความสามารถในการอัดตัวของแก๊ส (Compressibility factor, Z) เข้าไปในสมการคือ

$$PV = ZnRT \quad (2.4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับแก๊สไม่อุดมคติ โดยที่ Z จะมีค่าน้อยกว่า 1 คือที่อุณหภูมิ 15°C ณ ความดันบรรยากาศ โพรเพน นอร์มัลบิวเทน และไอโซบิวเทน มีค่า $Z = 0.984, 0.969$ และ 0.971 ตามลำดับ

3) ช่วงการลุกไหม้ (Flammability Limits in Air)

แก๊สที่สันดาปได้จะมีช่วงส่วนผสมกับอากาศเพียงช่วงเดียวที่จุดไฟแล้วลุกไหม้ได้ เพราะมีอากาศผสมอยู่ในปริมาณที่พอเหมาะ ช่วงการลุกไหม้ได้จะแสดง ค่าเป็นอัตราส่วนร้อยละ (%) ปริมาตรแก๊สต่ออากาศ ค่าทางด้านความเข้มข้นสูงของช่วงการลุกไหม้เรียกว่าค่าขอบบน ส่วนทางด้านต่ำเรียกว่าค่าขอบล่าง แก๊สปิโตรเลียมเหลว จะสามารถลุกไหม้หรือติดไฟได้ก็ต่อเมื่อมีแก๊สผสมอยู่ในอากาศ 2%-9% คือถ้ามีแก๊สปิโตรเลียมเหลวต่ำกว่า 2 ส่วนหรือมากกว่า 9 ส่วนในส่วนผสมของแก๊สกับอากาศกับอากาศ 100 ส่วน ส่วนผสมนั้นก็จะไม่ติดไฟ

4) อุณหภูมิของจุดติดไฟ (Ignition Temperature)

เมื่อค่อยๆเพิ่มอุณหภูมิให้กับเชื้อเพลิงจนเลยอุณหภูมิค่าหนึ่งแล้วเชื้อเพลิงก็จะเริ่มลุกไหม้เอง แม้จะไม่มีประกายไฟหรือสาเหตุของการติดไฟ อุณหภูมิต่ำสุดที่เริ่มเกิดการลุกไหม้ตามธรรมชาตินี้เรียกว่าอุณหภูมิของจุดติดไฟ (Ignition Temperature) เนื่องจากอุณหภูมิจุดติดไฟของโพรเพน คือ $460-580^{\circ}\text{C}$ และของบิวเทนคือ $410-550^{\circ}\text{C}$ ดังนั้น แก๊สปิโตรเลียมเหลวจึงติดไฟได้ยากกว่าเมื่อเทียบกับน้ำมันเบนซินซึ่งมีจุดติดไฟ $280-430^{\circ}\text{C}$ และน้ำมันดีเซล $250-340^{\circ}\text{C}$ ดังนั้นเกี่ยวกับเรื่องนี้จึงกล่าวได้ว่าแก๊สปิโตรเลียมเหลวมีความปลอดภัยสูงกว่า

5) อุณหภูมิของเปลวไฟ (Flame temperature)

อุณหภูมิของเปลวไฟที่ได้จากการเผาไหม้ของแก๊สปิโตรเลียมเหลวสูงมากพอที่จะหลอมโลหะต่าง ๆ ได้ เช่น หลอมเหล็ก ทองเหลือง อลูมิเนียม และแก้ว เป็นต้น โดยโพรเพน มีอุณหภูมิของเปลวไฟในอากาศ $1,930^{\circ}\text{C}$ และบิวเทน $1,900^{\circ}\text{C}$ ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ในการอบเครื่องเคลือบดินเผาและอบสีได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6) ค่าออกเทน (Octane Number)

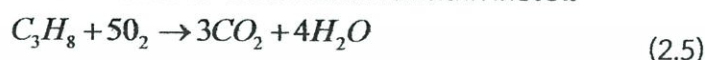
แก๊สปิโตรเลียมเหลวมีค่าออกเทนสูง ประมาณ 95-110 ซึ่งสูงกว่าค่าออกเทนของน้ำมันเบนซิน จึงเหมาะกับการใช้เป็นเชื้อเพลิงของรถยนต์มาก

7) อัตราส่วนปริมาตรของเหลว/แก๊ส (Liquid/Vapor Volume Ratio)

แอลพีจีเหลวเมื่อระเหยและเปลี่ยนสถานะไปเป็นแก๊สปริมาตรจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก กล่าวคือที่อุณหภูมิ 15.5°C (60°F) โพรเพนเหลว 1 หน่วยปริมาตร เมื่อกลายเป็นแก๊สจะมีปริมาตรเป็น 274 หน่วย ส่วนบิวเทนเหลว 1 หน่วยปริมาตร เมื่อกลายเป็นแก๊สจะมีปริมาตรเป็น 233 หน่วย ดังนั้น แก๊สปิโตรเลียมเหลวในสถานะที่เป็นของเหลว ถ้ารั่วออกมาจะมีอันตรายมากกว่าที่เป็นแก๊ส เพราะจำนวนที่ออกมาเป็นของเหลว เมื่อกลายเป็นแก๊สจะเพิ่มปริมาตรมากขึ้น เมื่อปริมาณแก๊สมาก ความอันตรายและความรุนแรงก็ย่อมมีมาก

8) ปริมาณอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ (Air Requirement)

แก๊สออกซิเจนเป็นแก๊สที่มีส่วนผสมอยู่ในอากาศ 21 % โดยปริมาตรและเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้เกิดการเผาไหม้ ดังนั้นปริมาณอากาศที่ป้อนเข้าไปในห้องเผาไหม้จะต้องมีปริมาณที่แน่นอนในกรณีที่แก๊สแอลพีจีเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ทั้งหมดก็จะกลายเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำและการเปลี่ยนแปลงนี้ เขียนเป็นสมการเคมีได้ดังต่อไปนี้



ดังจะเห็นได้จากสมการเหล่านี้ ปริมาณออกซิเจนที่จำเป็นต่อการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์จะเป็น 5 เท่าในกรณีของโพรเพน และ 6.5 เท่าในกรณีของบิวเทน เนื่องจากปริมาณออกซิเจนในอากาศมีประมาณ 21% ฉะนั้นในการเผาไหม้โพรเพนอย่างสมบูรณ์ 1 ลูกบาศก์เมตร จะต้องใช้อากาศ 24 ลูกบาศก์เมตร ส่วนบิวเทน 1 ลูกบาศก์เมตร จะใช้อากาศ 31 ลูกบาศก์เมตร ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซินแล้วแก๊สปิโตรเลียมเหลวต้องการปริมาณอากาศมากกว่าเล็กน้อย

9) ค่าความร้อนของการเผาไหม้ (heat of combustion)

ค่าความร้อนของการเผาไหม้ของแก๊สปิโตรเลียมเหลว หมายถึงค่าปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นจากการนำเอาแก๊สปิโตรเลียมเหลวหนึ่งหน่วยน้ำหนัก หรือหนึ่งหน่วยปริมาตรมาเผาไหม้ที่ความดันบรรยากาศ และอุณหภูมิปกติ (25 °C) ค่าความร้อนของการเผาไหม้เป็นค่าที่บ่งบอกถึงคุณสมบัติของเชื้อเพลิง และใช้ในการคำนวณหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องจักร

10) สี กลิ่น และการละลาย

แก๊สปิโตรเลียมเหลวบริสุทธิ์ ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ดังนั้น บริษัท ผู้ผลิตแก๊สปิโตรเลียมเหลวจึงต้องเติมสารประกอบที่มีกลิ่นเหม็นลงไปด้วย เพื่อให้ผู้ใช้รู้ตัวเมื่อแก๊สปิโตรเลียมเหลวเกิดการรั่ว หรือผู้ใช้ลืมปิดวาล์วใช้แก๊ส สารประกอบที่เติมลงไปเพื่อให้แก๊สปิโตรเลียมเหลวมีกลิ่นเหม็นเป็นสารพวกเมอร์แคปแทน (mercaptan) นอกจากนี้แก๊สปิโตรเลียมเหลว มีคุณสมบัติเป็นตัวทำละลาย (solvent) เช่นเดียวกับพวกน้ำมันระเหย จึงสามารถละลายหรือทำให้อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ทำมาจาก ยางธรรมชาติเสียคุณสมบัติได้ เช่น ปะเก็น หรือซีลต่างๆ ดังนั้นอุปกรณ์ที่นำมาใช้กับถังที่บรรจุแก๊สปิโตรเลียมเหลว ควรใช้วัสดุอื่นที่ไม่ได้ทำมาจากยางธรรมชาติ เช่น ยางสังเคราะห์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC ของบริษัท Microchip เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในบ้านเรา เนื่องจากเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีความสามารถและเพียบพร้อมไปด้วยทรัพยากรหรือฟังก์ชันการใช้งาน ต่างๆ มากมาย เช่น โมดูล Analog to Digital, Time/Counter, USART, SPI, I²C, PWM และอื่นๆ ซึ่งส่วนต่างๆ เหล่านี้จะถูกสร้างรวมอยู่ภายใน CPU เพียงตัวเดียวนี้ สามารถทำงานได้ หลายๆ อย่าง และสามารถลดในส่วนของฮาร์ดแวร์บางอย่างลง ส่วนในเรื่องของความเร็วของ CPU ตระกูลนี้จะใช้เวลาในการทำคำสั่งต่างๆ เพียง 1 หรือ 2 ไซเคิล ต่อคำสั่งเท่านั้น โดยการทำงานนี้จะเป็นลักษณะ ไปป์ไลน์ (Pipe Line) ทำให้มีความเร็วในการทำงานมากกว่า CPU ทั่วไป (ที่ความถี่เดียวกัน)

2.5.1 PIC

PIC คือ microcontroller ชนิดหนึ่ง ย่อมาจากคำว่า Peripheral Interface Controller ซึ่งพยายามรวมเอาทุกอย่างเอาไว้ในตัวไม่ว่าจะเป็น PROGRAM MEMORY, RAM, EEPROM, SERIAL, I2C, PWM, A/D ฯลฯ โดยไม่จำเป็นต้องต่ออุปกรณ์เสริมจากภายนอก ใน PIC จะมีฟังก์ชันที่ใช้ในการประมวลผล รวมทั้งหน่วยความจำ

2.5.2 คุณสมบัติไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 สามารถสรุปได้ดังนี้คือ

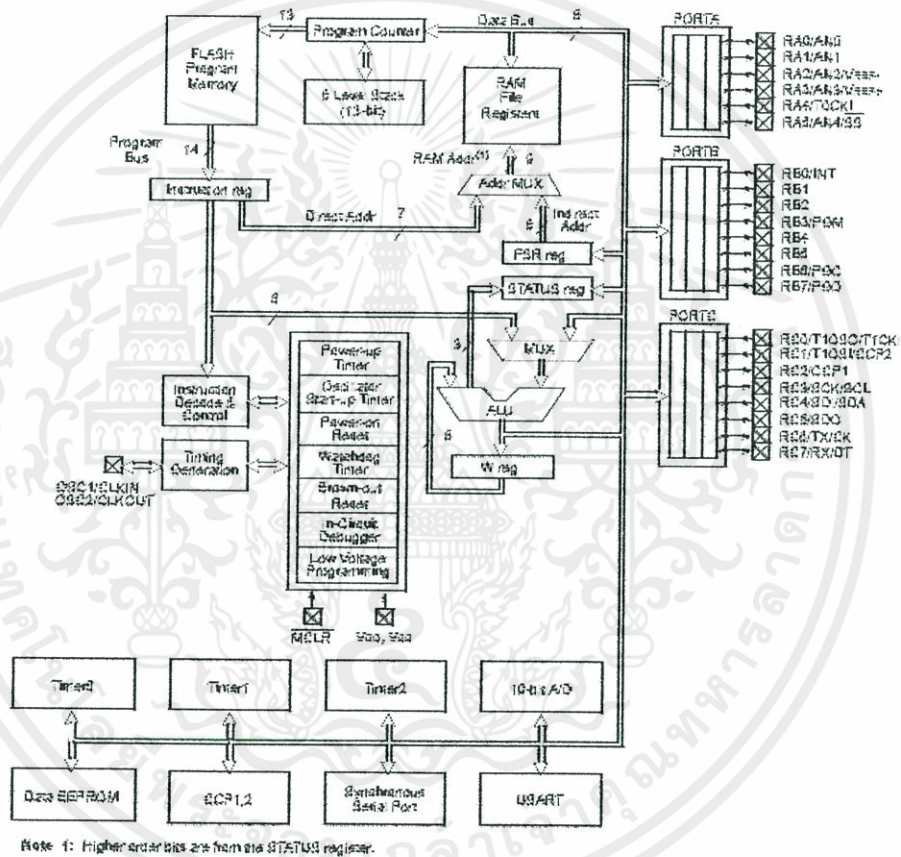
- 35 Instruction คำสั่ง
- ในการปฏิบัติงานคำสั่งต่าง ๆ จะใช้ Cycle เดียวและ 2 Cycle ในคำสั่งที่เป็นการกระโดด
- ความถี่สูงสุดที่ทำงานได้คือ 20 MHz (16F877)
- การทำงานจะเป็นลักษณะ Pipeline ทำให้มีการทำงานที่เร็วขึ้น
- หน่วยความจำโปรแกรม FLASH Program Memory มีขนาด 8k (14-Bit Words)
- หน่วยความจำข้อมูล (RAM) 368 Bytes
- หน่วยความจำข้อมูล (EEPROM) 256 Bytes
- สามารถตอบสนองการอินเตอร์รัพท์ได้ถึง 14 แหล่ง
- STACK 8 ระดับ
- เพาเวอร์อนรีเซต (POR), เพาเวอร์อัพไทมเมอร์ (PWRT) และ Oscillator Start-Up Time
- Watchdog Timer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ - สามารถเลือกการป้องกันข้อมูลได้ (Code Protection) าคำให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- โหมดประหยัดพลังงาน (Sleep Mode)
- เลือกโหมดของสัญญาณนาฬิกาได้หลายโหมด
- สามารถโปรแกรมโดยใช้แรงดัน +5V ได้
- ฟังก์ชันการโปรแกรมแบบ ICSP (In-Circuit Serial Programming)
- ทำงานที่ไฟเลี้ยง 2.0V ถึง 5.5V
- กระแสทั้งซิงค์และซอร์สของพอร์ตคือ 25 mA
- Time/Counter จำนวน 3 ตัว คือ Time0, Timer1 และ Timer2
- โมดูล Capture/Compare/PWM จำนวน 2 ชุด
- Analog to Digital Converter ความละเอียด 10 บิต 8 แชนแนลภายในตัว
- ไม่มีชุดการสื่อสาร USART
- มีโมดูลตรวจจับระดับแรงดันไฟเลี้ยง Brown-out reset (BOR)
- มีพอร์ต I/O 5 พอร์ตประกอบด้วย A, B, C, D และ E แต่ละพอร์ตจะมีจำนวนบิตไม่เท่ากันซึ่งรวมแล้ว จะมี I/O จำนวน 33 บิต
 - PORTA=RA5-RA0 จำนวน 6 บิต
 - PORTB=RB7-RB0 จำนวน 8 บิต
 - PORTC=RC7-RC0 จำนวน 8 บิต
 - PORTD=RD7-RD0 จำนวน 8 บิต
 - PORTE=RE2-RE0 จำนวน 3 บิต

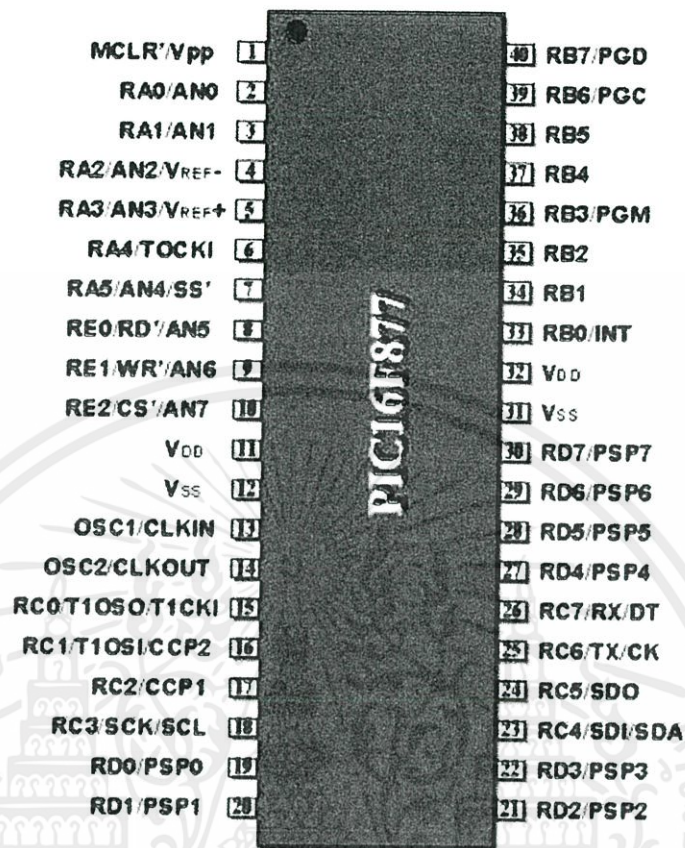
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาสัญญาณของ PIC เบอร์ 16F877 มีทั้งหมด 40 ขาประกอบด้วยขาทำหน้าที่ต่างๆ โดยจะมีขาสัญญาณ I/O Port ทั้งหมดจำนวน 33 ขา โดยสามารถนำไปใช้เป็นอินพุต/เอาต์พุตได้ทั้งหมดทุกขา ยกเว้นขา RA4 ซึ่งโครงสร้างภายในเป็นแบบ Open Drain ดังนั้นหากต้องการนำไปใช้เป็นขาสัญญาณเอาต์พุต จะต้องต่อตัวต้านทานพูลอัพ (Pull-Up) ไว้ด้วย ส่วนขาที่เหลือสามารถใช้งานได้ตามปกติ นอกจากขาสัญญาณ I/O แล้วยังประกอบไปด้วยขาสัญญาณอื่น ๆ อีกคือ ขาไฟเลี้ยง กราวด์ ขารีเซ็ต และ ขาออสซิลเลเตอร์ สถาปัตยกรรมภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877 และ ตัวถังของ CPU PIC 16F877 แสดงในรูปที่ 2.13 และ รูปที่ 2.14 ตามลำดับ



รูปที่ 2.13 สถาปัตยกรรมภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877 [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 ตัวถังของ CPU PIC 16F877 [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 รายละเอียดและตำแหน่งขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 [1]

Pin Name	DIP Pin#	PLCC Pin#	QFP Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
OSC1/CLKIN	13	14	30	I	ST/CMOS ⁽⁴⁾	Oscillator crystal input/external clock source input.
OSC2/CLKOUT	14	15	31	O	—	Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in crystal oscillator mode. In RC mode, OSC2 pin outputs CLKOUT which has 1/4 the frequency of OSC1, and denotes the instruction cycle rate.
MCLR/VPP	1	2	19	I/P	ST	Master Clear (Reset) input or programming voltage input. This pin is an active low RESET to the device.
RA0/AN0	2	3	19	I/O	TTL	PORTA is a bi-directional I/O port. RA0 can also be analog input0. RA1 can also be analog input1. RA2 can also be analog input2 or negative analog reference voltage. RA3 can also be analog input3 or positive analog reference voltage. RA4 can also be the clock input to the Timer0 timer/counter. Output is open drain type. RA5 can also be analog input4 or the slave select for the synchronous serial port.
RA1/AN1	3	4	20	I/O	TTL	
RA2/AN2/VREF-	4	5	21	I/O	TTL	
RA3/AN3/VREF+	5	6	22	I/O	TTL	
RA4/T0CKI	6	7	23	I/O	ST	
RA5/SS/AN4	7	8	24	I/O	TTL	
RB0/INT	33	36	8	I/O	TTL/ST ⁽¹⁾	PORTB is a bi-directional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-up on all inputs. RB0 can also be the external interrupt pin. RB3 can also be the low voltage programming input. Interrupt-on-change pin. Interrupt-on-change pin. Interrupt-on-change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming clock. Interrupt-on-change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming data.
RB1	34	37	9	I/O	TTL	
RB2	35	38	10	I/O	TTL	
RB3/PGM	36	39	11	I/O	TTL	
RB4	37	41	14	I/O	TTL	
RB5	38	42	15	I/O	TTL	
RB6/PGC	39	43	16	I/O	TTL/ST ⁽²⁾	
RB7/PGD	40	44	17	I/O	TTL/ST ⁽²⁾	

Legend: I = input O = output I/O = input/output P = power
— = Not used TTL = TTL input ST = Schmitt Trigger input

- Note 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as an external interrupt.
2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.
3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as general purpose I/O and a TTL input when used in the Parallel Slave Port mode (for interfacing to a microprocessor bus).
4: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC oscillator mode and a CMOS input otherwise.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 รายละเอียดและตำแหน่งขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 (ต่อ) [1]

Pin Name	DIP Pin#	PLCC Pin#	QFP Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
RC0/T1OS0/T1CKI	15	16	32	I/O	ST	PORTC is a bi-directional I/O port. RC0 can also be the Timer1 oscillator output or a Timer1 clock input.
RC1/T1OS1/CCP2	16	18	35	I/O	ST	RC1 can also be the Timer1 oscillator input or Capture2 input/Compare2 output/PWM2 output.
RC2/CCP1	17	19	36	I/O	ST	RC2 can also be the Capture1 input/Compare1 output/PWM1 output.
RC3/SCK/SCL	18	20	37	I/O	ST	RC3 can also be the synchronous serial clock input/output for both SPI and I ² C modes.
RC4/SDI/SDA	23	25	42	I/O	ST	RC4 can also be the SPI Data In (SPI mode) or data I/O (I ² C mode).
RC5/SDO	24	26	43	I/O	ST	RC5 can also be the SPI Data Out (SPI mode).
RC6/TX/CK	25	27	44	I/O	ST	RC6 can also be the USART Asynchronous Transmit or Synchronous Clock.
RC7/RX/DT	26	29	4	I/O	ST	RC7 can also be the USART Asynchronous Receive or Synchronous Data.
RD0/P5P0	19	21	38	I/O	ST/TTL ^{1,2}	PORTD is a bi-directional I/O port or parallel slave port when interfacing to a microprocessor bus.
RD1/P5P1	20	22	39	I/O	ST/TTL ^{1,2}	
RD2/P5P2	21	23	40	I/O	ST/TTL ^{1,2}	
RD3/P5P3	22	24	41	I/O	ST/TTL ^{1,2}	
RD4/P5P4	27	30	2	I/O	ST/TTL ^{1,2}	
RD5/P5P5	28	31	3	I/O	ST/TTL ^{1,2}	
RD6/P5P6	29	32	4	I/O	ST/TTL ^{1,2}	
RD7/P5P7	30	33	5	I/O	ST/TTL ^{1,2}	
RE0/RD/AN5	8	9	25	I/O	ST/TTL ^{1,3}	PORTE is a bi-directional I/O port. RE0 can also be read control for the parallel slave port, or analog input5. RE1 can also be write control for the parallel slave port, or analog input6. RE2 can also be select control for the parallel slave port, or analog input7.
RE1/W/AN6	9	10	26	I/O	ST/TTL ^{1,3}	
RE2/CS/AN7	10	11	27	I/O	ST/TTL ^{1,3}	
Vss	12,31	13,34	6,29	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.
VDD	11,32	12,35	7,28	P	—	Positive supply for logic and I/O pins.
NC	—	1,17,28,40	12,13,33,34	—	—	These pins are not internally connected. These pins should be left unconnected.

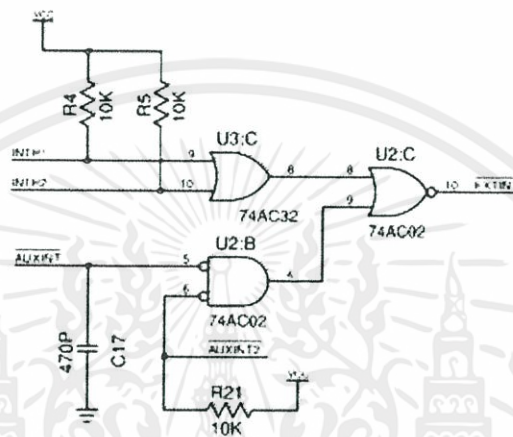
Legend: I = input O = output I/O = input/output P = power
 — = Not used TTL = TTL input ST = Schmitt Trigger input

- Note 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as an external interrupt.
 2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.
 3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as general purpose I/O and a TTL input when used in the Parallel Slave Port mode (for interfacing to a microprocessor bus).
 4: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC oscillator mode and a CMOS input otherwise.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 การอินเทอร์รัพท์ภายนอก RBO/INT

การอินเทอร์รัพท์แบบนี้เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสัญญาณลอจิกที่ขา RBO/IN ซึ่งสามารถกำหนดรูปแบบของสัญญาณที่ต้องการให้เกิดอินเทอร์รัพท์ได้จากบิต INTDEG(OPTION_REG<6>) โดยถ้าเซตเป็น “1” การอินเทอร์รัพท์จะเกิดจากสัญญาณขอบขาลง และถ้าเคลียร์บิตนี้เป็น “0” การอินเทอร์รัพท์จะเกิดจากสัญญาณขอบขาขึ้น



รูปที่ 2.15 ลักษณะการเกิดอินเทอร์รัพท์จากภายนอก RBO/INT [1]

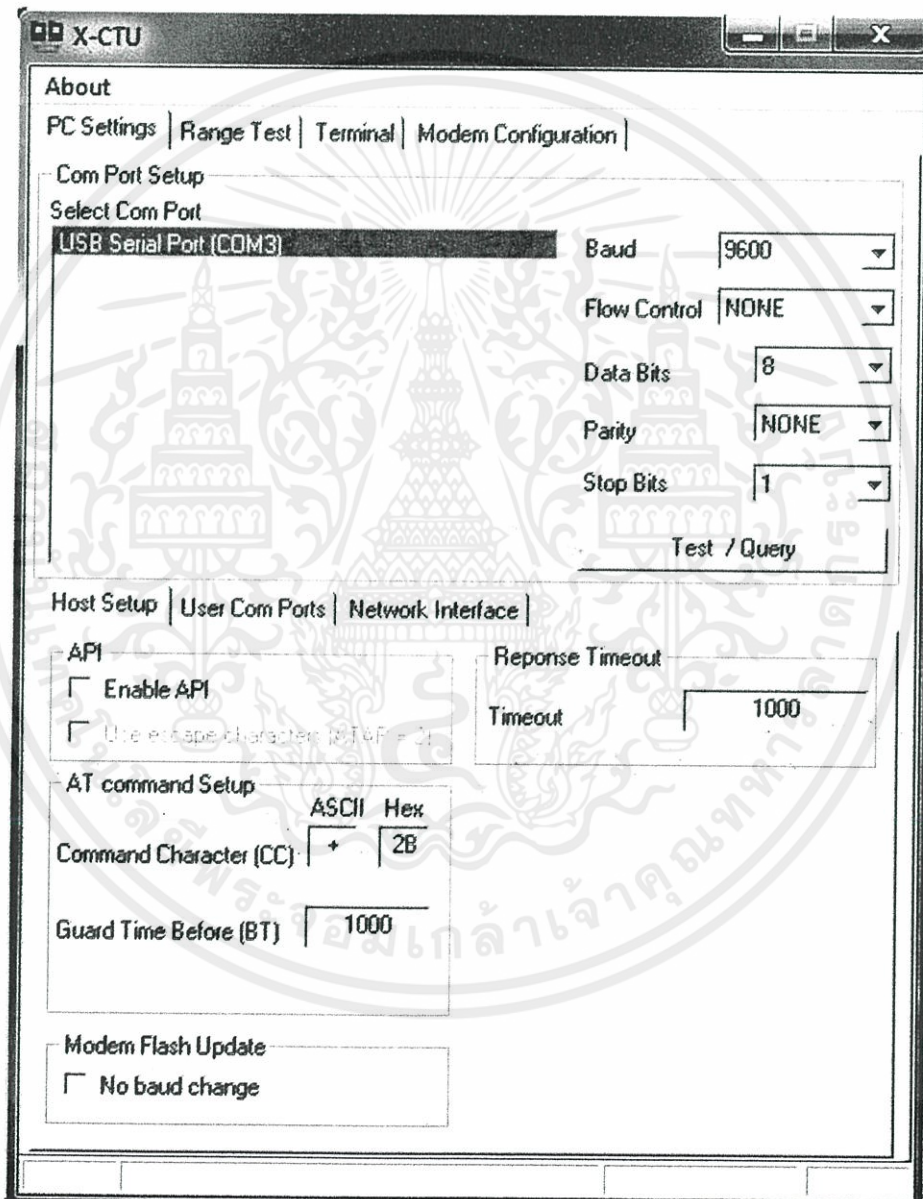
การกำหนดให้มีการเกิดอินเทอร์รัพท์แบบนี้ทำได้โดยการเซตบิต GIE(INTCON<7>) และบิต INTE(INTCON<4>) เมื่อทำเช่นนี้แล้วหากมีการเปลี่ยนแปลงสัญญาณที่ขา RBO/INT ตามรูปแบบสัญญาณที่กำหนดบิตสถานะหรือบิตร้องขอการอินเทอร์รัพท์ INTF “1” โดยฮาร์ดแวร์ ทำให้เกิดอินเทอร์รัพท์ขึ้นโดย CPU จะกระโดดไปยังตำแหน่งแวกเตอร์ของการอินเทอร์รัพท์ (0004h) ซึ่งเป็นที่อยู่ของโปรแกรมบริการอินเทอร์รัพท์ และ เมื่อต้องการออกจากโปรแกรมบริการอินเทอร์รัพท์ จะต้องทำการเคลียร์ INTF ให้เป็น “0” ด้วยเพื่อป้องกันการอินเทอร์รัพท์ซ้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 โปรแกรม X-CTU

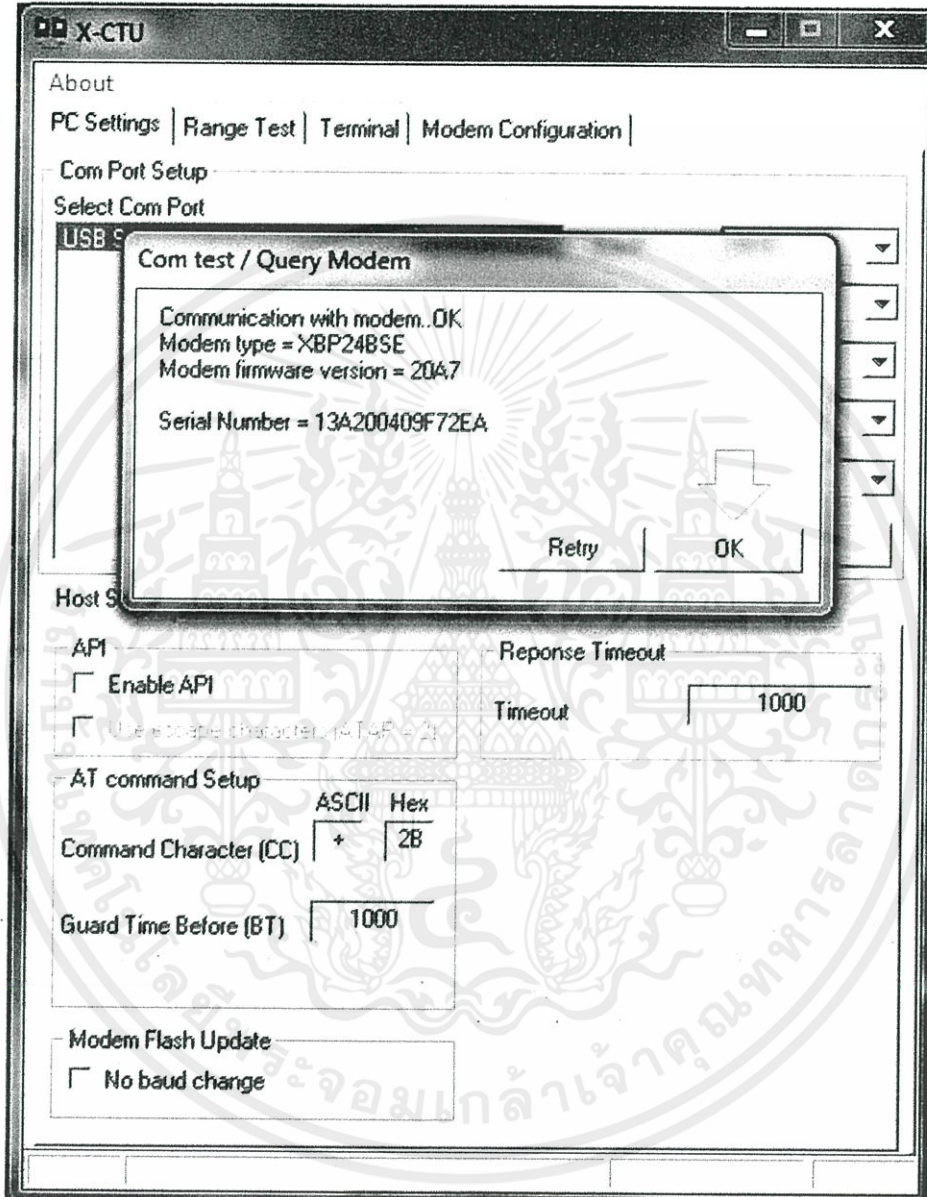
2.6.1 ขั้นตอนการตั้งค่า Zigbee ฝั่งส่ง

2.6.1.1 เมื่อทำการเชื่อมต่อ Zigbee เข้ากับคอมพิวเตอร์และเปิดโปรแกรม X-CTU จะปรากฏหน้าต่างตามรูปที่ 2.16 โดยได้ทำการตั้งค่า Baud Rate 9600, Flow Control None, Data Bits 8, Parity None, Stop Bits 1 และเลือกคำสั่ง Test / Query



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรรูปที่ 2.16 เมื่อเปิดโปรแกรม X-CTU าคให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

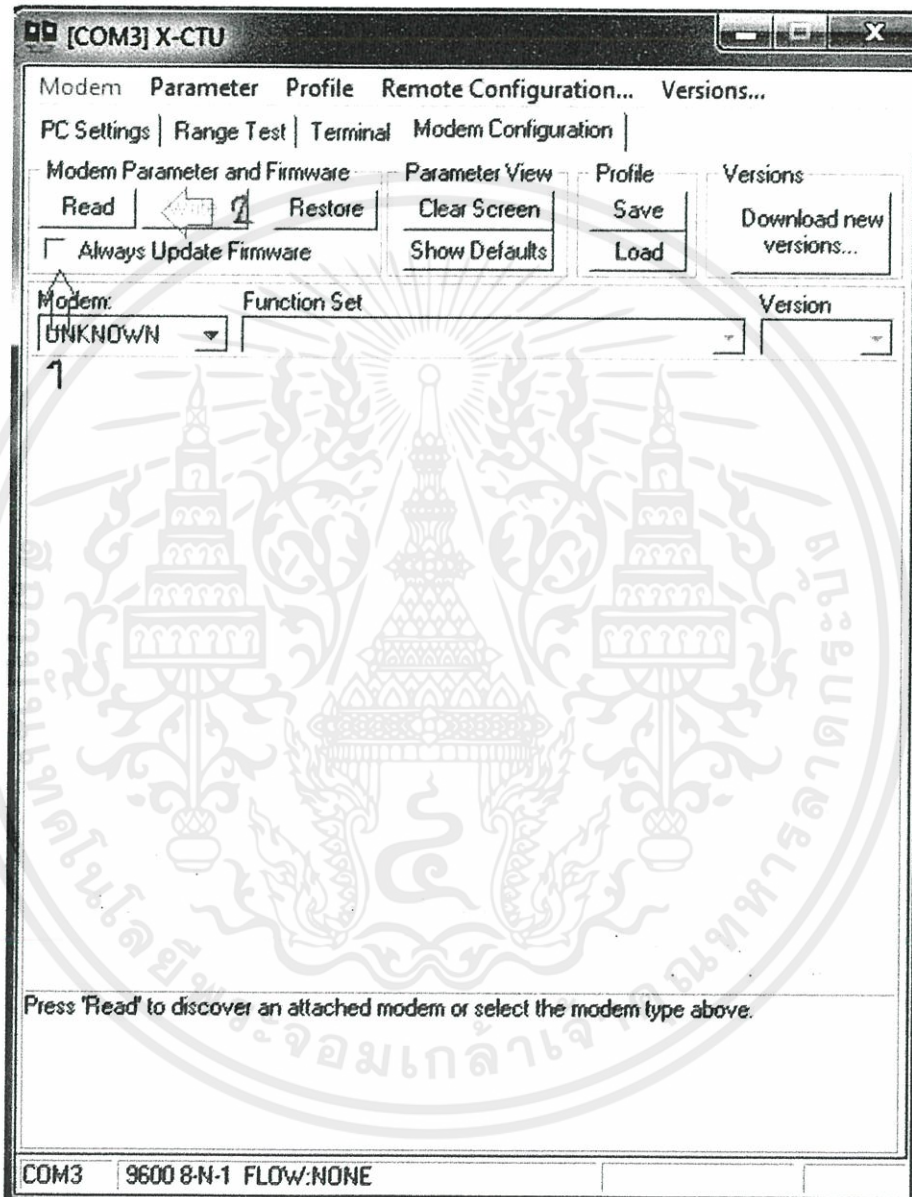
2.6.1.2 เมื่อเลือกคำสั่ง Test/Query โปรแกรมจะแสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆของ Zigbee ตัวนั้นๆ และเลือกคำสั่ง OK เพื่อปิดหน้าต่างนี้ ตามรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของ Zigbee

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.3 เลือกในส่วนของ Modem Configuration เลือกที่ Always Update Firmware และคลิกที่คำสั่ง Read เพื่ออ่านค่า Firmware ภายใน Zigbee ตามรูปที่ 2.18

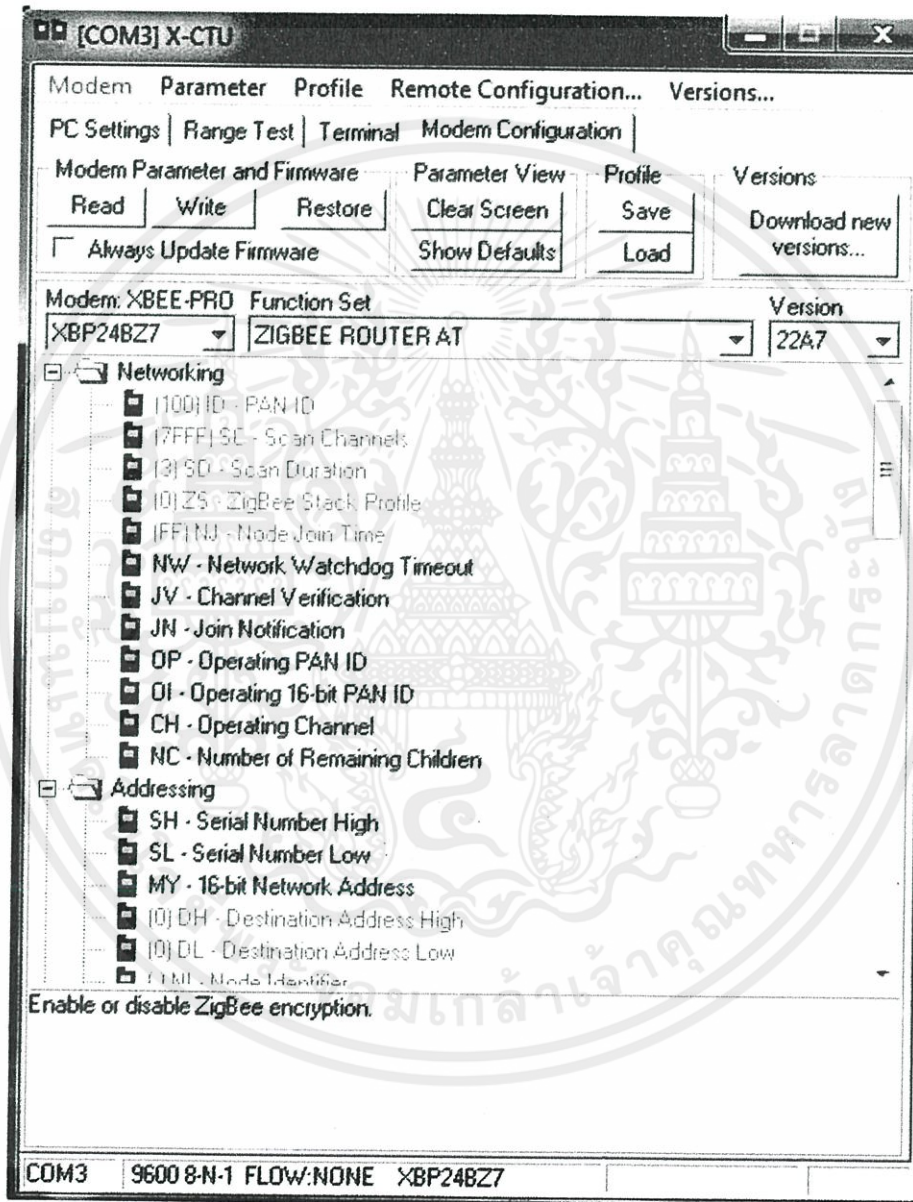


รูปที่ 2.18 อ่านค่า Firmware ภายใน Zigbee

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.4 เมื่ออ่านค่า Firmware แล้ว

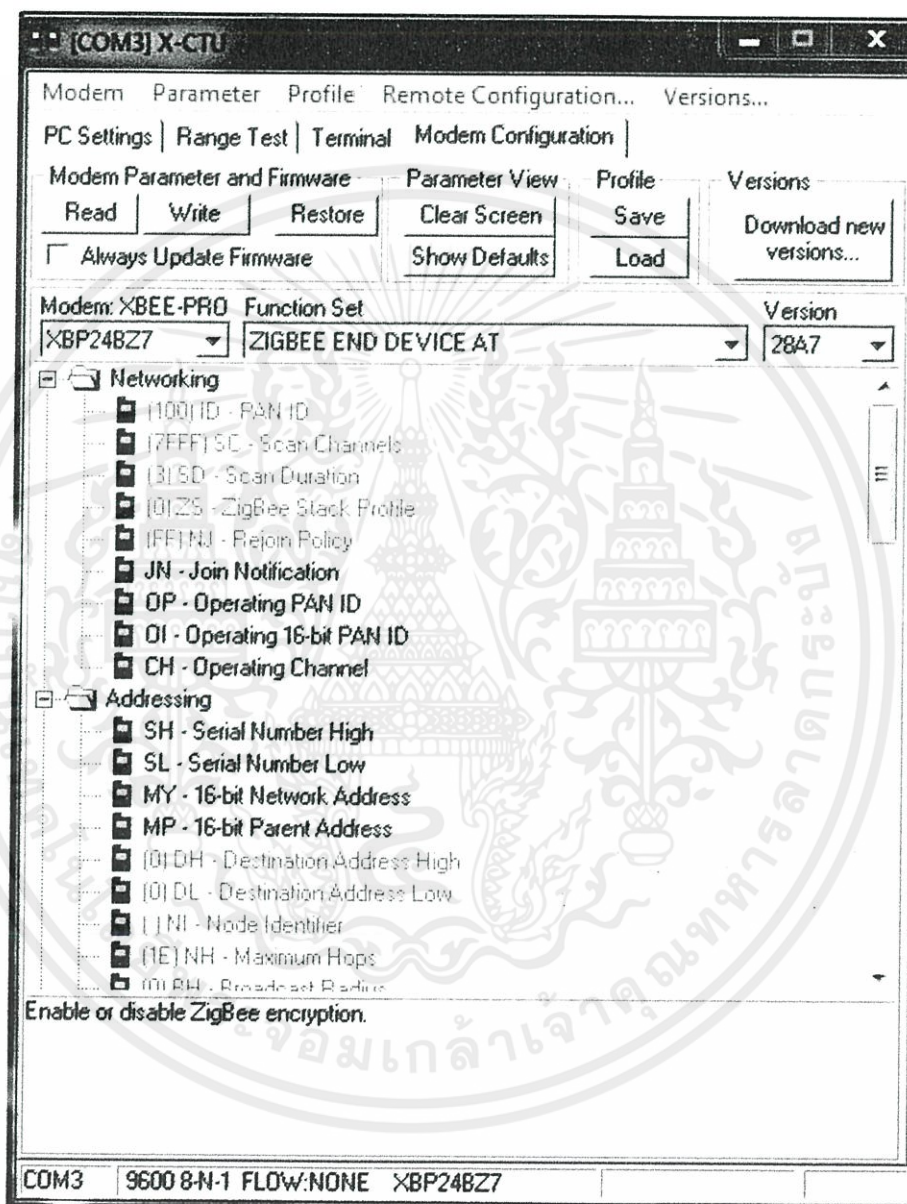
1) สำหรับ Zigbee ฝั่งส่งตั้งค่าเป็น Router AT ตามรูปที่ 2.19 และในส่วนของ Destination Address High และ Destination Address Low กำหนดค่า 0 ทั้งสองค่า



รูปที่ 2.19 ค่า Configure ภายใน Zigbee ฝั่งส่ง กรณีเป็น Router

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

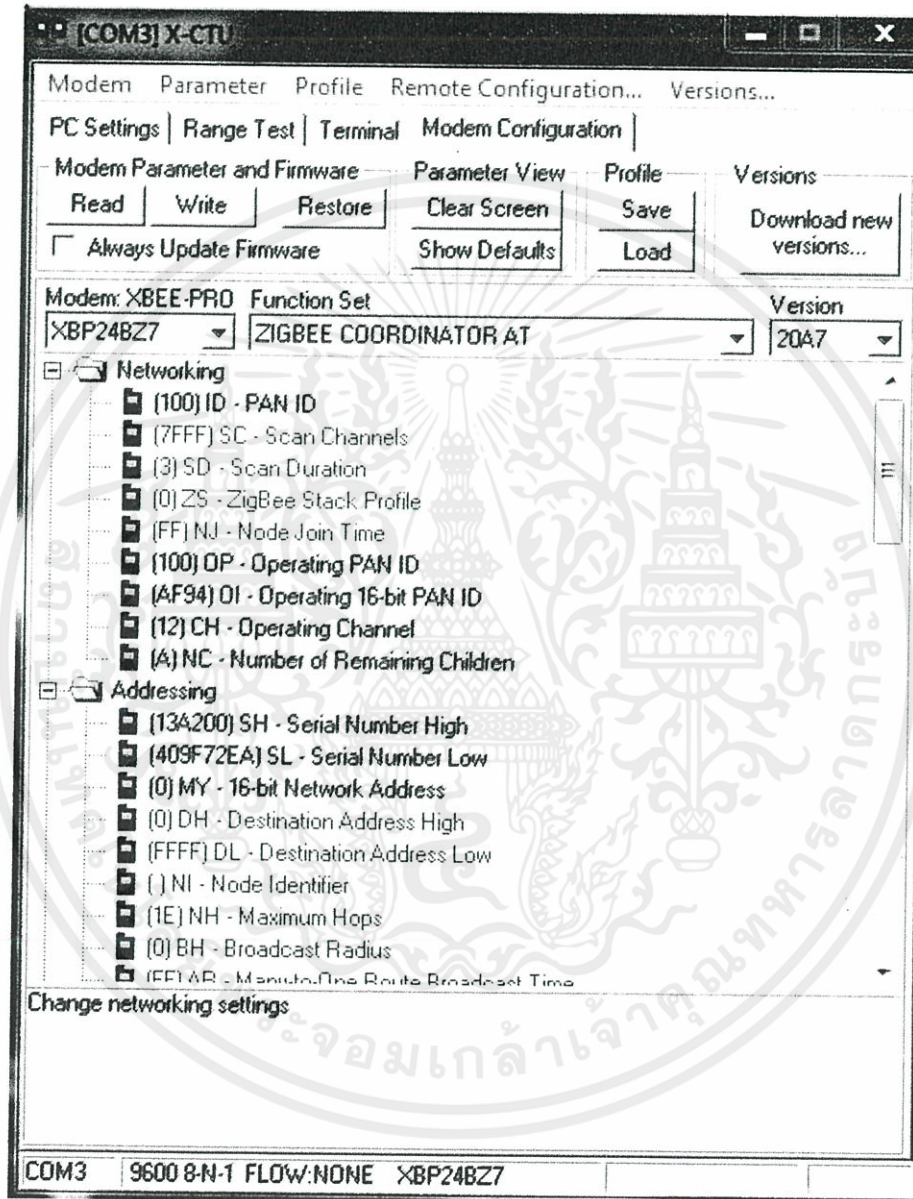
2) สำหรับ Zigbee ฝั่งส่งตั้งค่าเป็น End Device AT ตามรูปที่ 2.19 และในส่วนของ Destination Address High และ Destination Address Low กำหนดค่า 0 ทั้งสองค่า



รูปที่ 2.20 ค่า Configure ภายใน Zigbee ฝั่งส่ง กรณีเป็น End Device

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) สำหรับ Zigbee ฝั่งรับตั้งค่าเป็น Coordinator AT ตามรูปที่ 2.20 และในส่วนของ Destination Address High และ Destination Address Low กำหนดค่า 0 และ FFFF ตามลำดับ



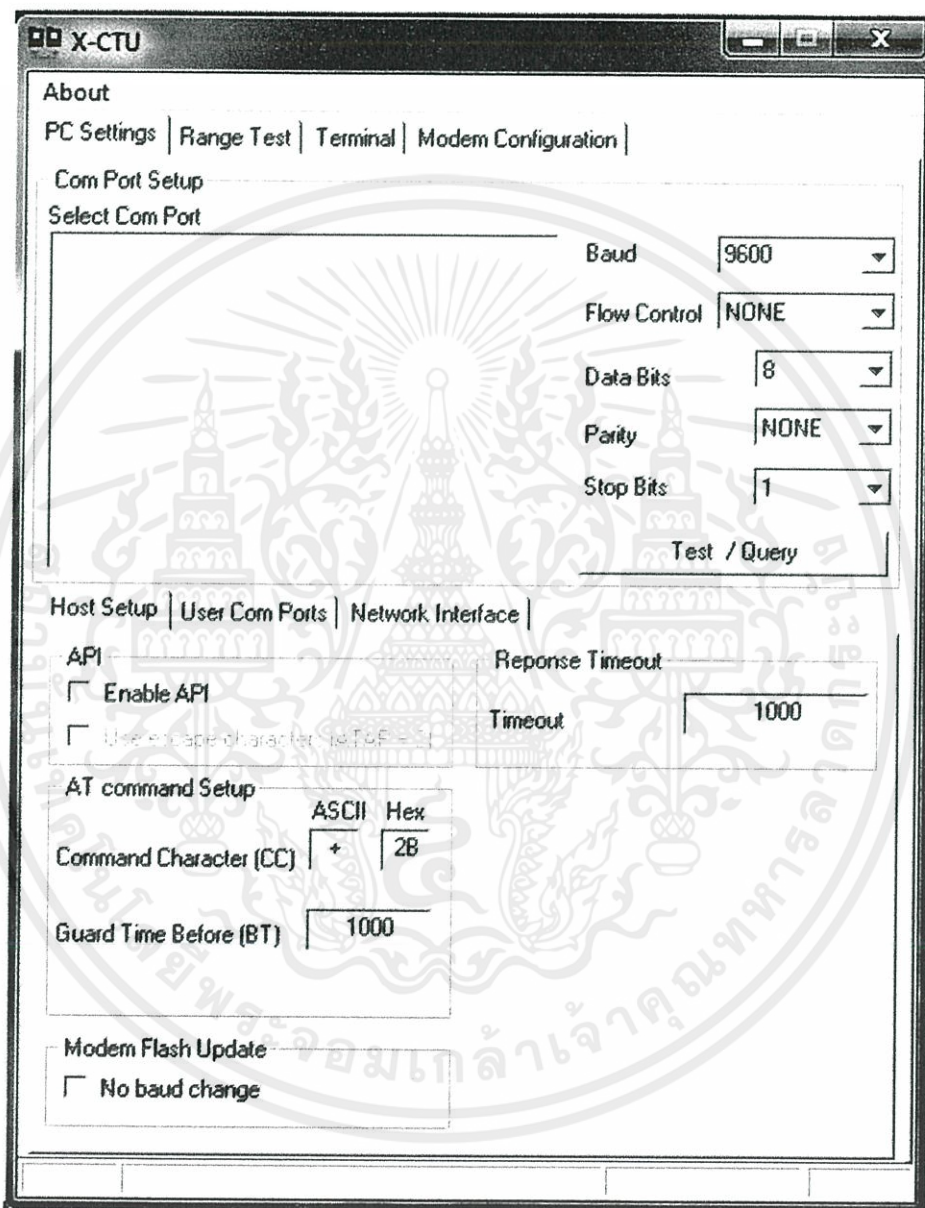
รูปที่ 2.21 ค่า Configure ภายใน Zigbee ฝั่งรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 ขั้นตอนการใช้โปรแกรม X-CTU Zigbee ฝั่งรับ

2.6.2.1 เมื่อไม่มีการเชื่อมต่อ Zigbee เข้ากับคอมพิวเตอร์และเปิด

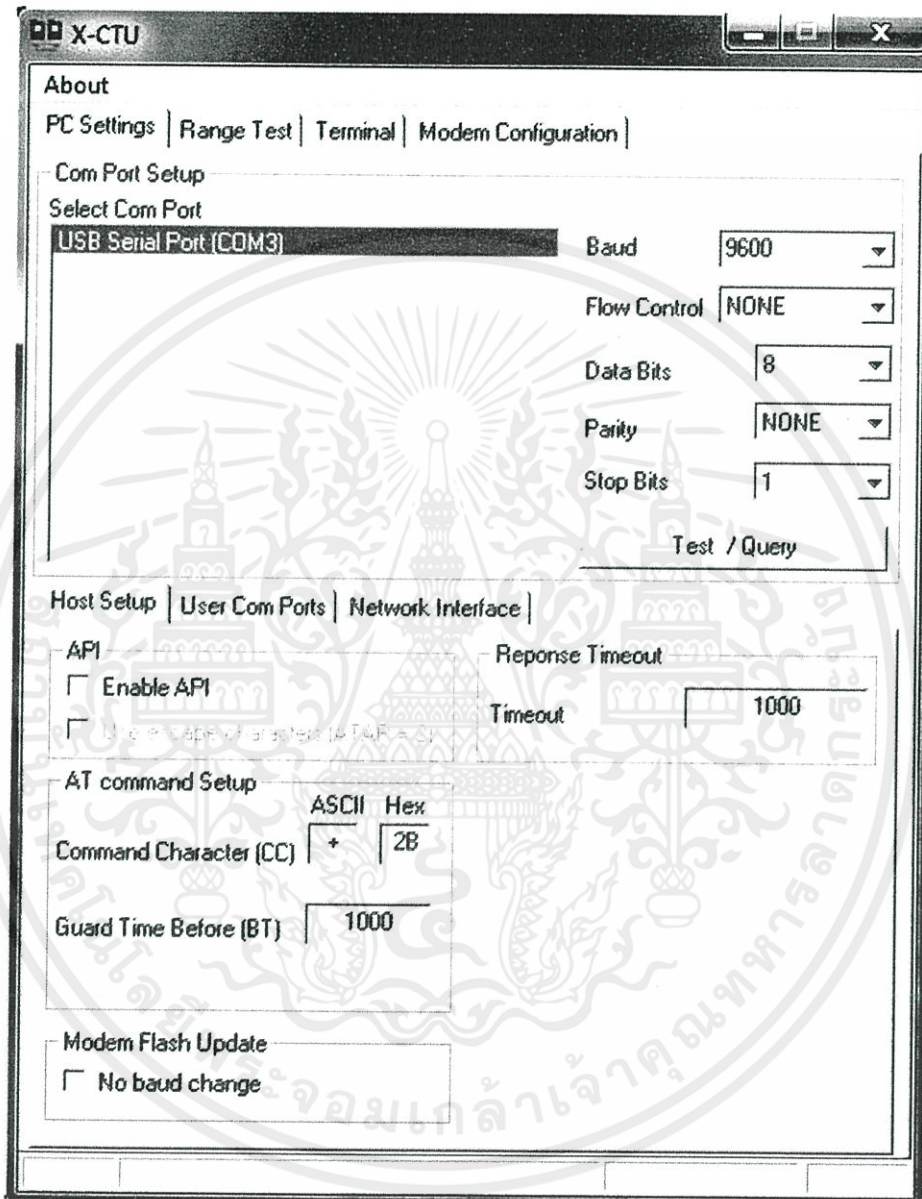
โปรแกรม X-CTU จะขึ้นภาพตามรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 เปิดโปรแกรม X-CTU โดยไม่มีการเชื่อมต่อ Zigbee กับคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

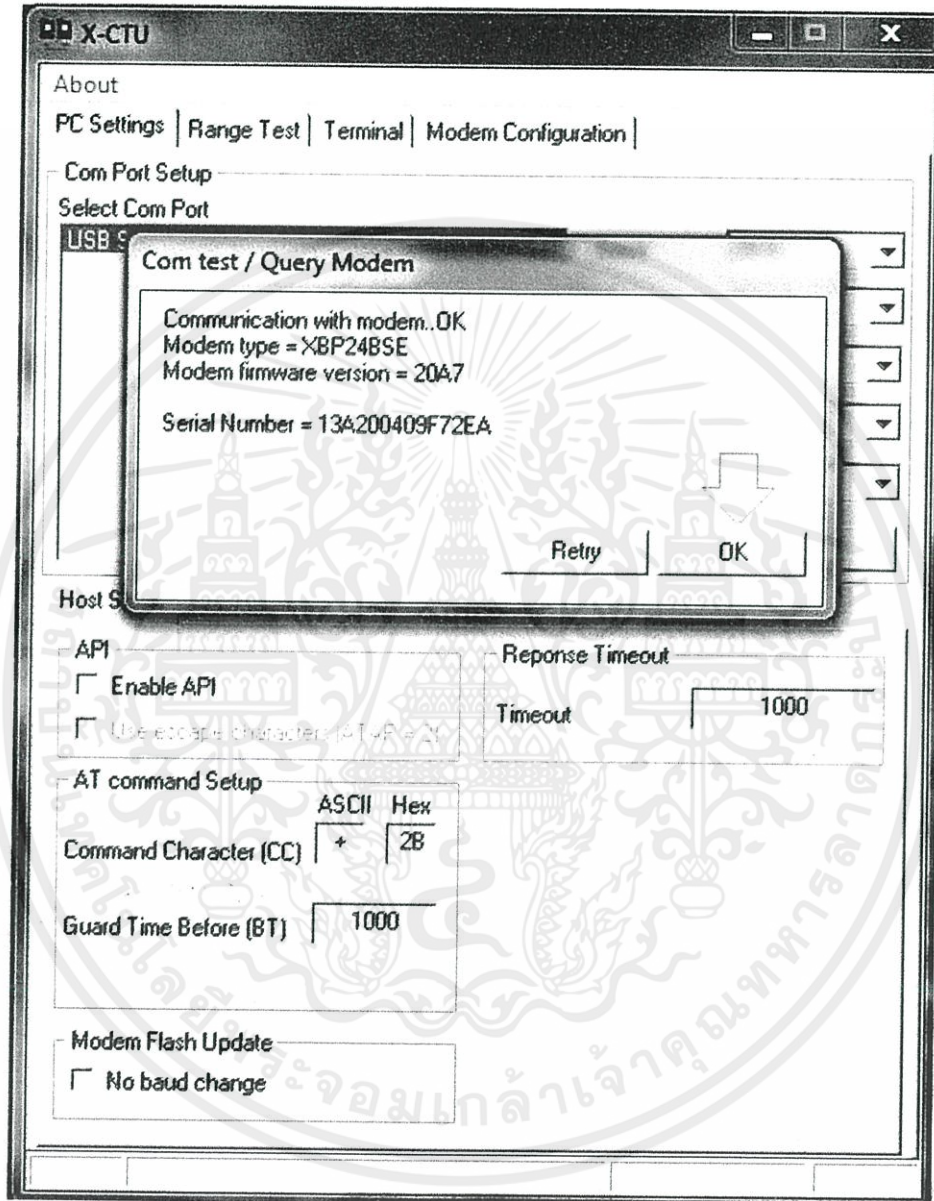
2.6.2.2 เมื่อเชื่อมต่อ Zigbee เข้ากับคอมพิวเตอร์และเปิดโปรแกรม X-CTU ใหม่อีกครั้งจะขึ้นภาพตามรูปที่ 2.23 และเลือกคำสั่ง Test/Query



รูปที่ 2.23 เปิดโปรแกรม X-CTU โดยเมื่อเชื่อมต่อ Zigbee กับคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

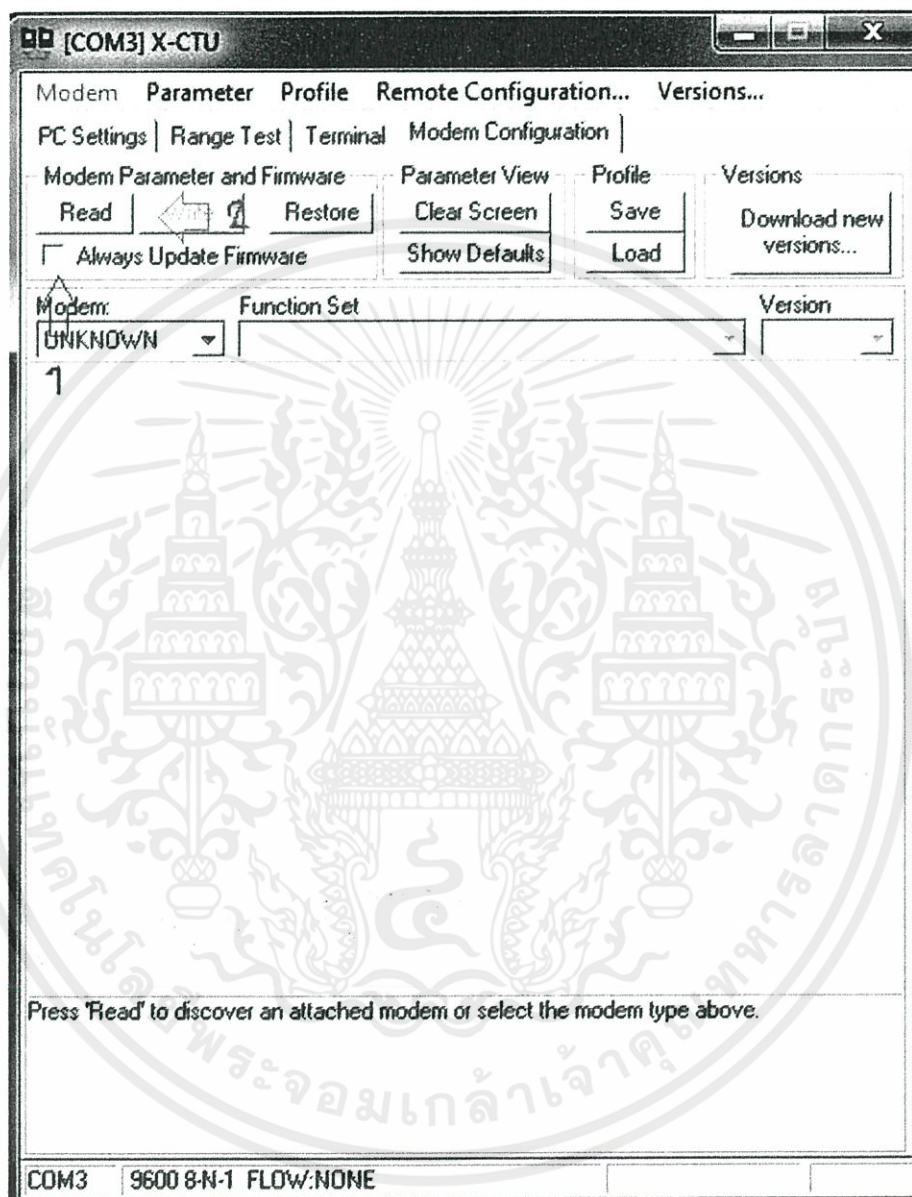
2.6.2.3 เมื่อเลือกคำสั่ง Test/Query แล้ว จะแสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของ Zigbee ตัวนั้นๆ และเลือกคำสั่ง OK เพื่อปิดหน้าต่างนี้ ตามรูปที่ 2.24



รูปที่ 2.24 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของ Zigbee

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2.4 เลือกในส่วนของ Modem Configuration เลือกที่ Always Update Firmware และคลิกที่คำสั่ง Read เพื่ออ่านค่า Firmware ภายใน Zigbee ตามรูปที่ 2.25

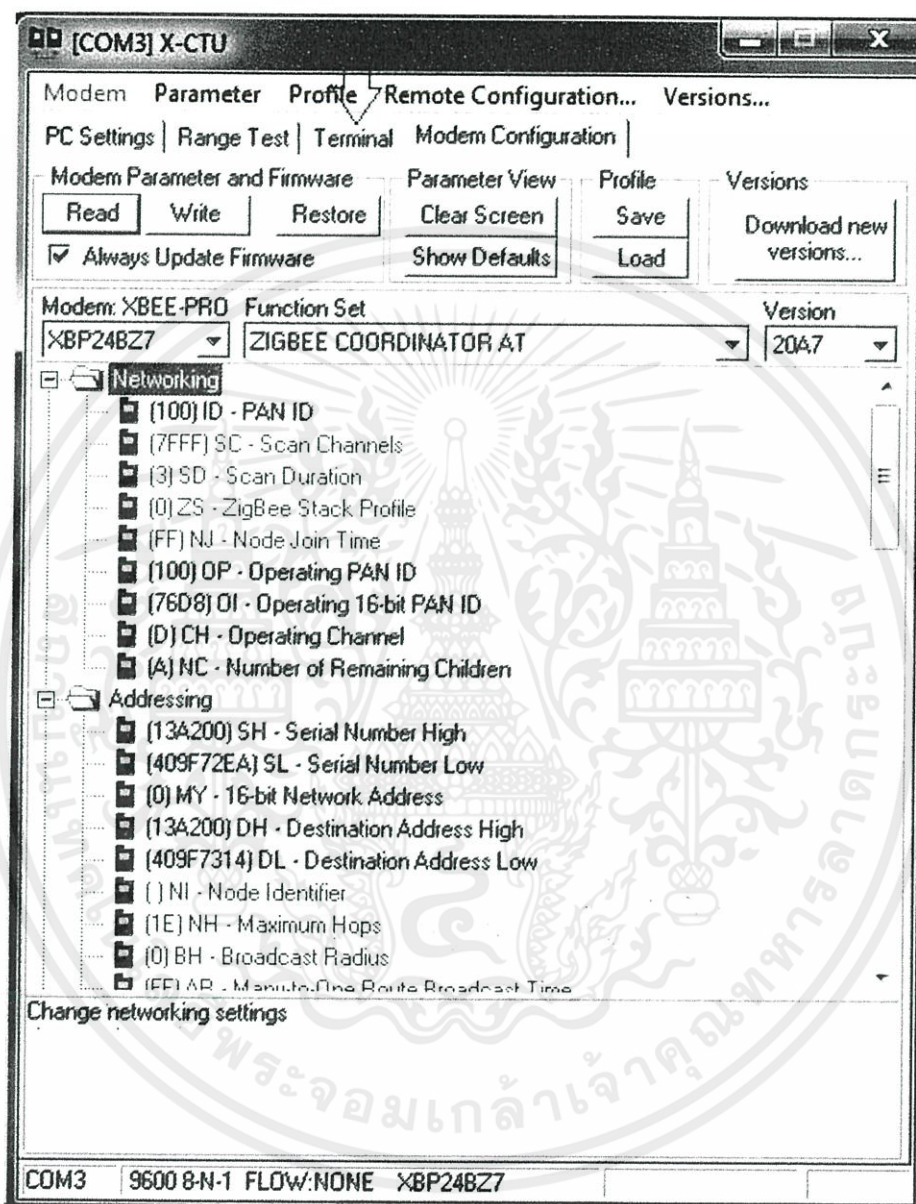


รูปที่ 2.25 อ่านค่า Firmware ภายใน Zigbee

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2.5 เมื่ออ่านค่า Firmware แล้ว เลือกในส่วนของ Terminal ตาม

รูปที่ 2.26

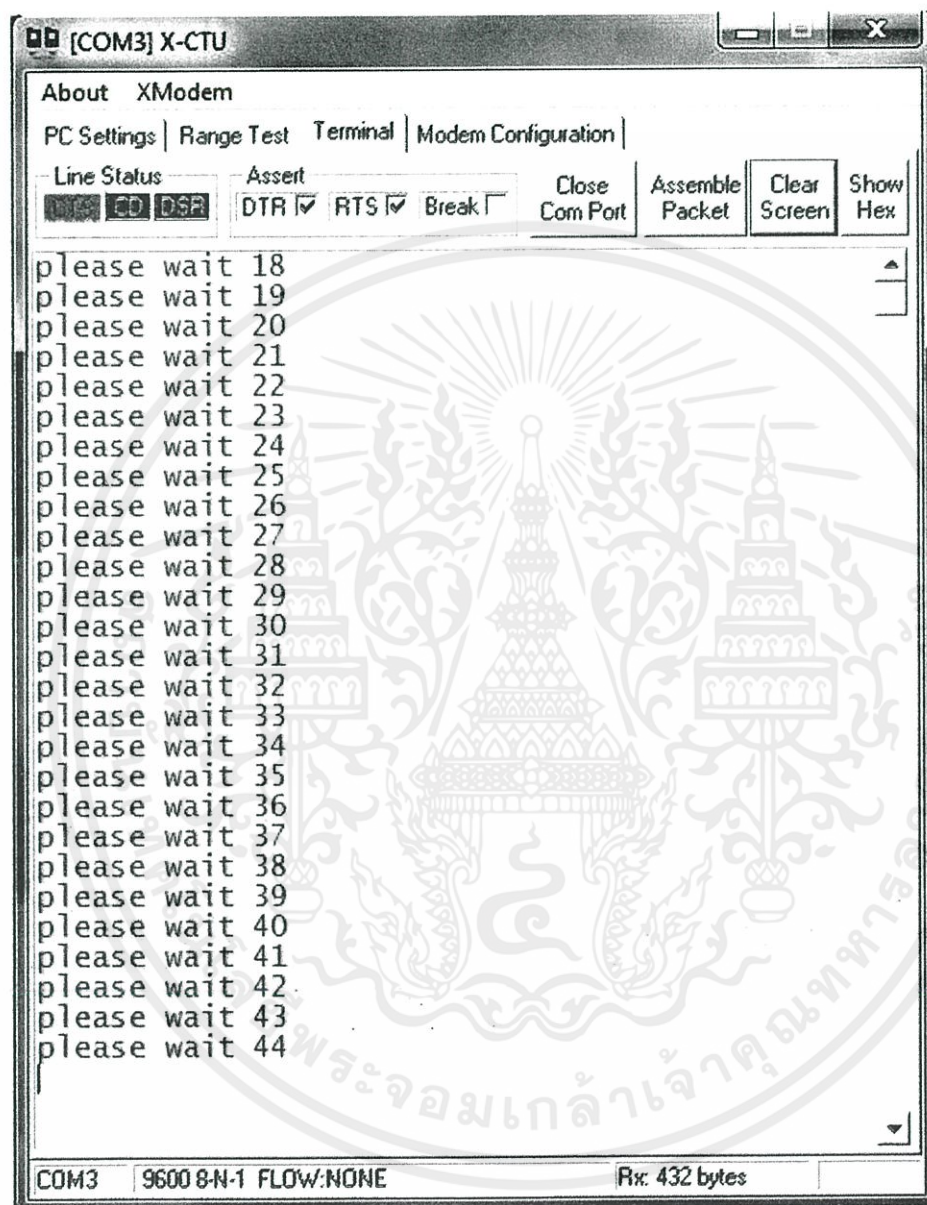


รูปที่ 2.26 ค่า Firmware ภายใน Zigbee

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2.6 ทำการรับค่าที่ส่งจาก Zigbee ฝั่งส่งที่ต่อกับโมโครคอนโทรเลอร์

ตามรูปที่ 2.27

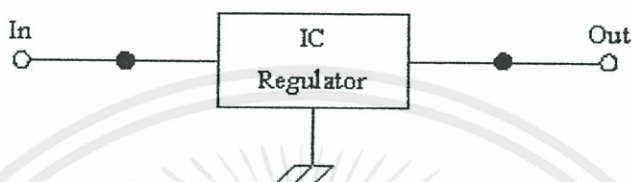


รูปที่ 2.27 ข้อมูลที่รับได้จาก Zigbee ฝั่งส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ไอซีเร็กกูเลเตอร์ (IC Regulator)

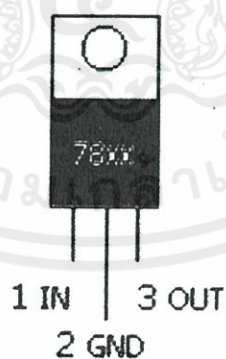
ไอซีเร็กกูเลเตอร์สามขาชนิดจ่ายแรงดันไฟฟ้าคงที่ ไอซีเร็กกูเลเตอร์ภายในประกอบด้วยวงจรเร็กกูเลเตอร์แบบอนุกรม มีขาต่อใช้งาน 3 ขา ประกอบด้วยขา อินพุต เอาต์พุต และ กราวด์ ซึ่งจะจ่ายแรงดันไฟฟ้าค่าใดค่าหนึ่งโดยเฉพาะ



รูปที่ 2.28 การต่อไอซีเร็กกูเลเตอร์ใช้งาน [6]

จุดเด่นของไอซีเร็กกูเลเตอร์ค่าคงที่นี้ คือ สามารถต่อวงจรได้ง่ายไม่ต้องต่ออุปกรณ์ภายนอกเพิ่มเติมมากนัก ตัวอย่างวงจรการใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 2.28 ในการต่อวงจรบางครั้งจำเป็นต้องต่อไอซีเร็กกูเลเตอร์ห่างจากแหล่งจ่ายไฟอินพุตเกิด 5 cm จึงควรใส่ตัวเก็บประจุอิเล็กโทรไลต์ ขนาดประมาณ 10 ไมโครฟารัด เพื่อช่วยปรับปรุงแรงดันไฟฟ้าให้เรียบขึ้น ถึงแม้ว่าแรงดันไอซีเร็กกูเลเตอร์ชนิดนี้จะให้แรงดันไฟฟ้าเอาต์พุตคงที่ มีเบอร์ให้เลือกแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุตคงที่หลายเบอร์เช่น 5 V, 5.2 V, 6 V, 8 V, 12 V, 15 V, 18 V และ 24 V กระแสเอาต์พุตตั้งแต่ 10 mA ถึง 3 A และมีให้เลือกทั้งชนิดเร็กกูเลเตอร์ไฟบวกและเร็กกูเลเตอร์ไฟลบ

FRONT VIEW



รูปที่ 2.29 ตำแหน่งขาของ IC Regulator เบอร์ 78xx [6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 Graphical User Interface (GUI)

GUI (Graphical User Interface) หมายถึง แนวคิดการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยการติดต่อโดยใช้รูปภาพสัญลักษณ์ ที่เรียกว่า ไอคอน (Icon) ปัจจุบันมีการบัญญัติศัพท์ว่า สัญลักษณ์ และใช้อุปกรณ์ชี้ตำแหน่ง เรียกว่า เมาส์ (Mouse) เป็นอุปกรณ์หลักช่วยให้การใช้งานคอมพิวเตอร์ง่ายขึ้น (Easy to use) ผู้ใช้งานไม่ต้องจดจำคำสั่งที่ยุ่งยาก และไม่จำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์มากนัก

ภาษาคอมพิวเตอร์มีการพัฒนาหรือมีวิวัฒนาการโดยลำดับเช่นเดียวกับคอมพิวเตอร์ โดยจะสามารถแบ่งออกเป็นยุคหรือเป็นรุ่นของภาษา (Generation) ซึ่งในยุคหลัง ๆ จะมีการพัฒนาภาษาให้มีความสะดวกในการอ่านและเขียนง่ายขึ้นกว่าภาษาในยุคแรก ๆ เนื่องจากจะมีโครงสร้างภาษาใกล้เคียงกับภาษาอังกฤษสามารถ แบ่งภาษาคอมพิวเตอร์ออกได้เป็น 5 ยุค

1. ภาษาเครื่อง (Machine Language)
2. ภาษาระดับต่ำ (Low - Level Language)
3. ภาษาระดับสูง (High - level Language)
4. ภาษาระดับสูงมาก (Very High - level Language)
5. ภาษาธรรมชาติ (Natural Language)

2.9 ภาษา C#

C# เป็นภาษา object-oriented programming จาก Microsoft ที่มีจุดมุ่งหมายในการรวมความสามารถการคำนวณของ C++ ด้วยการโปรแกรมง่ายกว่าของ Visual Basic โดย C# มีพื้นฐานจาก C++ และเก็บส่วนการทำงานคล้ายกับ Java

C# ได้รับการออกแบบให้ทำงานกับ .NET platform ของ Microsoft จุดมุ่งหมายคืออำนวยความสะดวกในการแลกเปลี่ยนสารสนเทศและบริการผ่านเว็บ และทำให้ผู้พัฒนาสร้างโปรแกรมประยุกต์ในขนาดกะทัดรัด C# ทำให้โปรแกรมง่ายขึ้นผ่านการใช้ Extensible Markup Language (XML) และ Simple Object Access Protocol (SOAP) ซึ่งยอมให้เข้าถึงอ็อบเจกต์ของโปรแกรมหรือเมธอดโดยปราศจากความต้องการให้ผู้เขียนโปรแกรมเขียนคำสั่งเพิ่มในแต่ละขั้นตอน เนื่องจากผู้เขียนโปรแกรมสามารถสร้างบนคำสั่งที่มีอยู่แทนที่การคัดลอกซ้ำ C# ได้รับการคาดการณ์ว่าทำให้เร็วขึ้นและต้นทุนต่ำในการนำผลิตภัณฑ์และบริการเข้าสู่ตลาด

Microsoft ร่วมมือกับ ECMA องค์กรด้านมาตรฐานระหว่างประเทศ ในการสร้างมาตรฐานสำหรับ C# การยอมรับของ International Standards Organization (ISO) สำหรับ C# จะกระตุ้นให้บริษัทอื่นพัฒนาภาษานี้ในเวอร์ชันของตัวเอง บริษัทที่ได้ใช้ภาษา C# รวมถึง Apex Software, Bunka Orient, Component Source, devSoft, FarPoint Technologies, LEAD Technologies, ProtoView และ Seagate Software

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 Mysql

Mysql จัดเป็นระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (RDBMS: Relational Database Management System) ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโลกของ internet เนื่องจาก

- mysql เป็นฟรีแวร์ทางด้านฐานข้อมูลที่มีประสิทธิภาพสูง
- นักพัฒนาฐานข้อมูลที่เคยใช้ Mysql ต่างยอมรับในความรวดเร็ว การรองรับจำนวนผู้ใช้ และขนาดของข้อมูลจำนวนมาก
- สนับสนุนการใช้งานบนระบบปฏิบัติการมากมาย เช่น UNIX OS/2 MAC OS Windows
- สามารถใช้งานร่วมกับ Web Development platform เช่น C, C++, Java, Perl, PHP, Python, TCL, หรือ ASP
- ได้รับความนิยมน้อยมากในปัจจุบัน และมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆในอนาคต

Mysql จัดเป็นซอฟต์แวร์ประเภท open source software สามารถ download ซอร์สโค้ดต้นฉบับได้จากอินเทอร์เน็ตโดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆ การแก้ไขสามารถทำได้ตามต้องการ Mysql ยึดถือสิทธิบัตรตาม GPL (GNU General Public License) ซึ่งเป็นข้อกำหนดของซอฟต์แวร์ประเภทนี้ โดยจะเป็นการชี้แจงว่าสิ่งใดทำได้ หรือทำไม่ได้ในกรณีต่างๆ สามารถหาข้อมูลเพิ่มเติมได้จากเว็บไซต์ www.gnu.org

ทุกวันนี้มีการนำ mysql ไปใช้ในระบบต่างๆมากมาย ไม่ว่าจะเป็นระบบเล็กๆที่มีจำนวนตารางข้อมูลน้อย เช่น ระบบฐานข้อมูลของแผนกเล็กๆ ไปจนถึงระบบฐานข้อมูลขนาดใหญ่ เช่น ระบบบัญชีเงินเดือน ในปัจจุบันได้มีการใช้ Mysql เป็น Database Server เพื่อการทำงานสำหรับฐานข้อมูลบนเว็บมากขึ้น

2.10.1 สถาปัตยกรรมของ Mysql

โครงสร้างการทำงานของ mysql เป็นลักษณะการทำงานแบบ client/server ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนหลักๆคือ ส่วนของผู้ให้บริการ (Server) และ ส่วนของผู้ใช้บริการ (Client) โดยในแต่ละส่วนก็จะมีโปรแกรมสำหรับการทำงานตามหน้าที่ของตน

ส่วนของผู้ให้บริการ (Server) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่บริหารจัดการระบบฐานข้อมูล ก็คือตัว mysql server นั่นเอง และเป็นที่จัดเก็บข้อมูลทั้งหมด

ส่วนของผู้ใช้บริการ (Client) คือผู้ใช้นั่นเอง โปรแกรมใช้งานในส่วนนี้ ได้แก่ Mysql client, Access, Web development platform ต่างๆ เช่น Java, Perl, PHP, ASP

2.10.2 การบริหารและจัดการ Mysql Server

2.10.2.1 การ start/stop mysql server

ให้เข้าไปที่ directory \mysql\bin เช่น C:\>cd \mysql\bin เมื่อเข้าไปอยู่ใน bin แล้วให้ใช้คำสั่ง c:\mysql\bin> mysql -u root

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการเรียนการสอน ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่ไม่ได้มีการเซต password ไว้ ระบบจะเข้าไปใน Mysql monitor โดย prompt จะเปลี่ยนเป็น Mysql>

2.10.2.2 การเรียกดู database ใน Mysql server

ใช้คำสั่ง show databases; (อย่าลืมเติม s ตรงคำว่า database) เช่น

Mysql> show databases; จะได้ผลลัพธ์เป็น

```

+-----+
| Database |
+-----+
| Mysql    |
| Test     |
| Puii     |
+-----+

```

เป็นการแสดงว่าใน mysql server ของเราตอนนี้ มี database อยู่ 3 ตัว ชื่อว่า mysql , test และ puii ถ้าที่มีอยู่ 3 ตัวนี้ยังไม่พอใจอยากสร้างใหม่ ให้ใช้คำสั่ง Create database ชื่อ database ที่ต้องการสร้าง; เช่น Mysql> create database puii1; (ไม่ต้องใส่ s ตรงคำว่า database) แล้วลองเรียกดู database ทั้งหมดใหม่

Mysql> show databases; จะได้ผลลัพธ์เป็น

```

+-----+
| Database |
+-----+
| Mysql    |
| Test     |
| Puii     |
| Puii1    |
+-----+

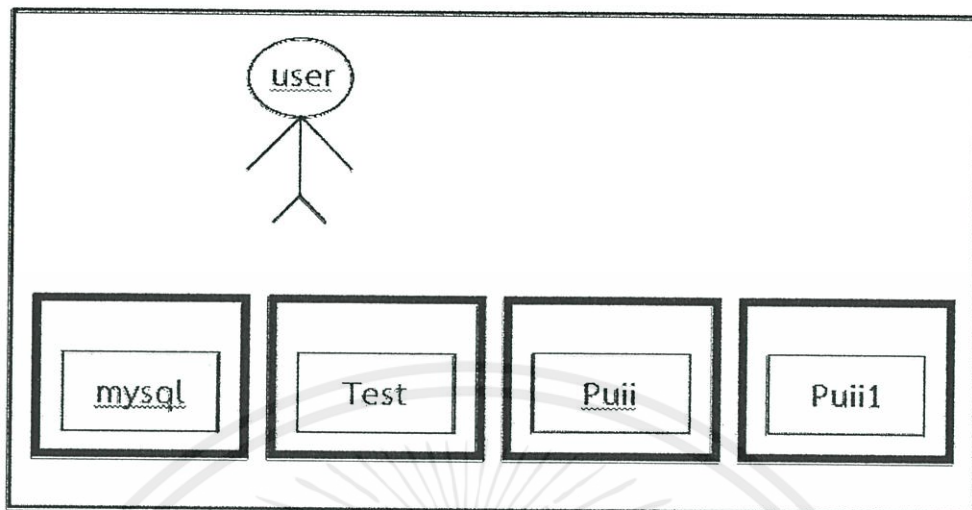
```

จะเห็นว่า มี database ชื่อ puii1 เพิ่มขึ้นมา

2.10.2.3 การเข้าไปใช้ database ที่มีอยู่

เนื่องจากตอนนี้เรายังอยู่ในพื้นที่ข้างนอก ยังไม่ได้เข้าไปใช้ในพื้นที่ฐานข้อมูลที่มีอยู่ ดังแสดงในรูปที่ 2.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



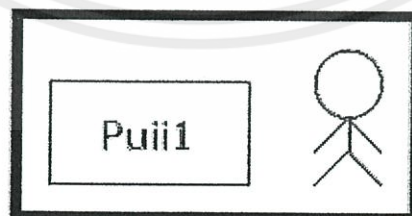
รูปที่ 2.30 ขณะยังไม่ได้เข้าไปใช้ในพื้นที่ฐานข้อมูลที่มีอยู่ [17]

2.10.2.4 การเข้าไปใช้ database ใน Mysql ของเรา ให้ใช้คำสั่ง use ชื่อ database ที่ต้องการเข้าไปใช้; เช่น Mysql>use puii; หน้าจอจะขึ้นคำว่า Database changed แสดงว่าเราได้เข้าไปอยู่ใน database ชื่อว่า puii แล้ว ดังรูปที่ 2.31



รูปที่ 2.31 ขณะเข้าไปใช้ในพื้นที่ฐานข้อมูลที่มีอยู่ [17]

หากต้องการเปลี่ยนไปใช้ database อื่น ก็ใช้คำสั่งเดิมคือ use ตามด้วยชื่อ database ที่ต้องการเปลี่ยน เช่น Mysql>use puii1; หน้าจอจะขึ้นคำว่า Database changed แสดงว่าเราได้ย้ายเข้าไปอยู่ใน database ชื่อว่า puii1 แล้ว ดังรูปที่ 2.32



รูปที่ 2.32 ขณะย้ายเข้าไปใช้ในพื้นที่ฐานข้อมูลที่มีชื่อว่า puii1 [17]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.2.5 การลบ database

ใช้คำสั่ง drop database ชื่อ database ที่ต้องการลบ; เช่น Mysql> drop database puii1; แล้วลองเรียกดู database ทั้งหมดใหม่ Mysql> show databases; จะได้ผลลัพธ์เป็น

```

+-----+
| Database |
+-----+
| Mysql    |
| Test     |
| Puii     |
+-----+

```

จะเห็นว่า database ชื่อ puii1 ถูกลบไปแล้ว

2.10.3 การสร้างตารางข้อมูลใน Database

ก่อนที่จะสร้างตารางข้อมูล เราจำเป็นต้องรู้ชนิดของข้อมูลที่จะจัดเก็บก่อน และต้องเลือกกำหนดประเภทของข้อมูลให้เหมาะสมในแต่ละฟิลด์ bb

ประเภทของข้อมูลใน mysql

1. ประเภทข้อมูลสำหรับตัวเลข ไว้สำหรับเก็บข้อมูลตัวเลข ซึ่งอาจจะใช้ในการคำนวณหรือการจัดเรียงเปรียบเทียบกันในฟิลด์นั้นๆ แบ่งออกเป็น จำนวนเต็ม จำนวนทศนิยม และจำนวนจริง

ตารางที่ 2.6 ประเภทข้อมูลชนิดจำนวนเต็ม [17]

ลำดับที่	ชื่อประเภทข้อมูล	แบบคิดเครื่องหมาย	แบบไม่คิดเครื่องหมาย	เนื้อที่เก็บข้อมูล
1	TINYINT(M)	-128 ถึง 127	0 ถึง 255	1 byte
2	SMALLINT(M)	-32768 ถึง 32767	0 ถึง 65535	2 byte
3	MEDIUMINT(M)	-8388608 ถึง 8388607	0 ถึง 16777215	3 byte
4	INT(M) หรือ INTEGER(M)	-2147483648 ถึง 2147483647	0 ถึง 4294967295	4 byte
5	BIGINT(M)	-9223372036854775808 ถึง 9223372036854775807	0 ถึง 18446744073709551615	8 byte

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 ประเภทข้อมูลชนิดจำนวนทศนิยม [17]

ลำดับที่	ชื่อประเภทข้อมูล	แบบคิดเครื่องหมาย	แบบไม่คิดเครื่องหมาย	เนื้อที่เก็บข้อมูล
1	FLOAT(M,D) ค่า M เป็นจำนวนหลักที่ต้องการแสดงผลและค่า D คือจำนวนหลังจุดทศนิยม	-3.402823466E+38 ถึง -1.175494351E-38	0 และ 1.175494351E-38 ถึง 3.402823466E+38	4 byte
2	DOUBLE(M,D)	-1.7976931348623157E+308 ถึง -2.2250738585072014E-308	0 และ 2.2250738585072014E-308 ถึง 1.7976931348623157E+308	8 byte

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ประเภทข้อมูลสำหรับวันที่และเวลา

ตารางที่ 2.8 ประเภทข้อมูลสำหรับวันที่และเวลา [17]

ลำดับ ที่	ชื่อประเภทข้อมูล	รายละเอียด	เนื้อที่ เก็บ ข้อมูล
1	DATE	ข้อมูลชนิดวันที่ ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ค.ศ. 1000 ถึง 31 ธันวาคม ค.ศ. 9999 การแสดงผลวันที่อยู่ในรูปแบบ 'YYYY-MM-DD'	3 byte
2	DATETIME	ข้อมูลชนิดวันที่และเวลา ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ค.ศ. 1000 เวลา 00:00:00 ถึง 31 ธันวาคม ค.ศ. 9999 เวลา 23:59:59 การแสดงผลวันที่และเวลาอยู่ในรูปแบบ 'YYYY-MM-DD HH:MM:SS'	8 byte
3	TIME	ข้อมูลประเภทเวลา สามารถเป็นได้ตั้งแต่ '-838:59:59' ถึง '838:59:59' แสดงผลในรูปแบบ HH:MM:SS	3 byte
4	YEAR(2/4)	ข้อมูลประเภทปี คศ โดยสามารถเลือกว่าจะใช้แบบ 2 หรือ 4 หลัก ถ้าเป็น 2 หลักจะใช้ได้ตั้งแต่ปี คศ 1901 ถึง 2155 ถ้าเป็น 4 หลักจะใช้ได้ตั้งแต่ปี คศ 1970 ถึง 2069	1 byte

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ประเภทข้อมูลสำหรับตัวอักษร

ตารางที่ 2.9 ประเภทข้อมูลสำหรับตัวอักษร [17]

ลำดับ ที่	ชื่อประเภท ข้อมูล	รายละเอียด	เนื้อที่เก็บข้อมูล
1	CHAR(M)	เป็นข้อมูลสตริงที่จำกัดความกว้าง ไม่สามารถ ปรับขนาดได้ ขนาดความกว้างเป็นได้ตั้งแต่ 1 ถึง 255 ตัวอักษร	ตามจำนวนตัวอักษรที่ ระบุ
2	VARCHAR (M)	คล้ายกับแบบ CHAR(M) แต่สามารถปรับขนาด ตามข้อมูลที่เก็บในฟิลด์ได้ ความกว้างเป็นได้ ตั้งแต่ 1 ถึง 255 ตัวอักษร	ขนาดข้อมูลจริง + 1 byte
3	TINYTEXT	เป็น text ที่ความกว้างเป็นได้สูงสุด 255 ตัวอักษร	ขนาดข้อมูลจริง + 1 byte
4	TEXT	เป็น text ที่ความกว้างเป็นได้สูงสุด 65,535 ตัวอักษร	ขนาดข้อมูลจริง + 2 byte
5	MEDIUMTE XT	เป็น text ที่ความกว้างเป็นได้สูงสุด 16,777,215 ตัวอักษร	ขนาดข้อมูลจริง + 3 byte
6	LONGTEXT	เป็น text ที่ความกว้างเป็นได้สูงสุด 4,294,967,295 ตัวอักษร	ขนาดข้อมูลจริง + 4 byte
7	ENUM	เป็นข้อมูลประเภทระบุเฉพาะค่าที่ต้องการ หรือ ถ้าไม่มีจะให้เป็นค่า NULL สามารถกำหนดค่าได้ ถึง 65,535 ค่า	ตามจำนวนตัวอักษรที่ ระบุ
8	SET('value 1','value2' ,...)	เป็นข้อมูลประเภทเซต ประกอบด้วยข้อมูลที่ไม่มี ค่าหรือมีค่าตามสมาชิกที่กำหนด สามารถมี จำนวนสมาชิกได้ 64 ตัว	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 ภาษา PHP

2.11.1 ความหมายของภาษา PHP

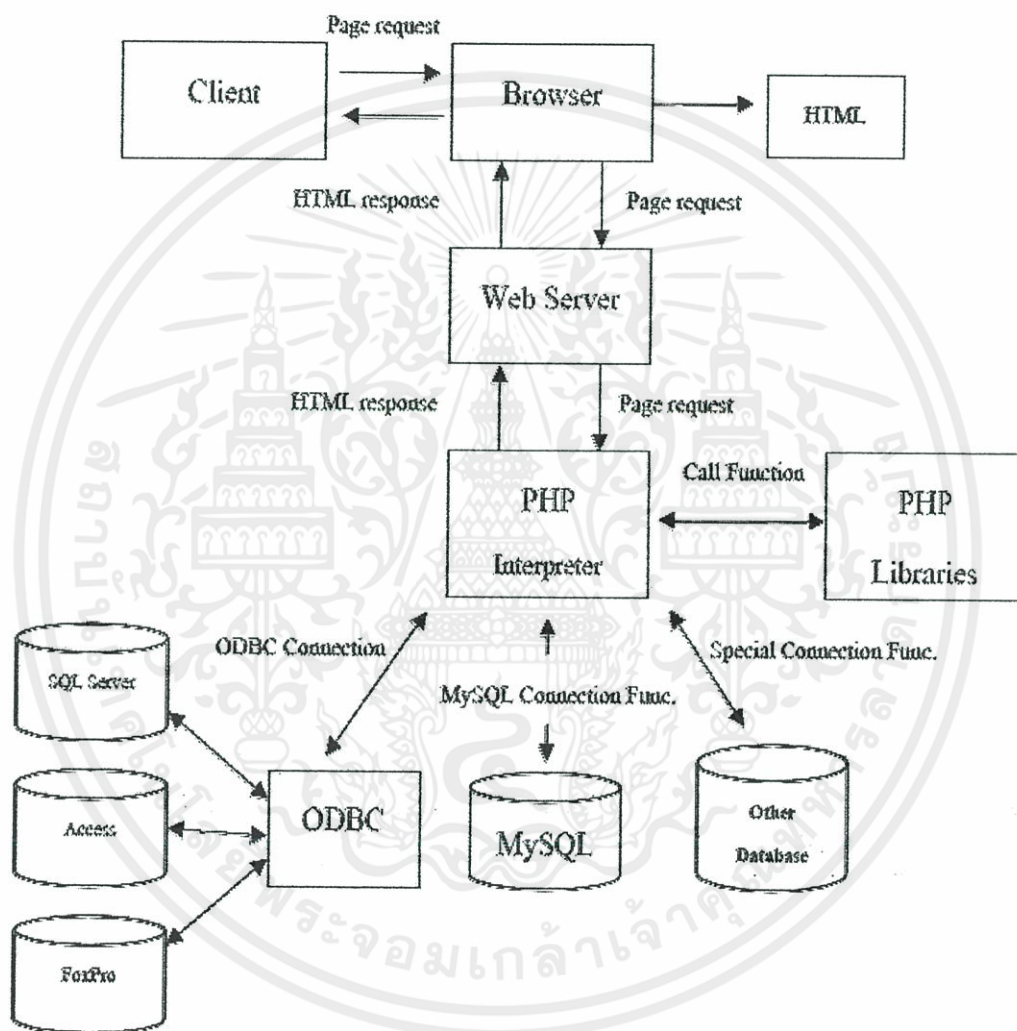
PHP เป็นชื่อย่อของภาษาโปรแกรมชนิดหนึ่งที่มีชื่อว่า “Professional Home Pages” แต่ในปัจจุบันภาษาชนิดนี้ถูกพัฒนาต่อมาจนกลายเป็นภาษาโปรแกรมชนิดใหม่ซึ่งมีชื่อว่า “Personal Hypertext Processor; PHP” ภาษาชนิดใหม่นี้เป็นที่นิยมในการนำมาใช้เขียนสคริปต์ (ชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของโปรแกรม ซึ่งมีความยาวไม่มากนักและสามารถทำงานได้ดีกับเว็บไซต์เป็นอย่างมาก) PHP เป็นภาษาสคริปต์ที่เป็น Server Side Script และเป็น Open Source ที่ผู้ใช้ทั่วไปสามารถ Download Source Code ได้ฟรี จุดประสงค์ที่สำคัญของภาษา PHP คือการช่วยให้นักพัฒนาเว็บเพจสามารถเขียนเว็บเพจที่เป็นแบบไดนามิกได้อย่างรวดเร็ว ภาษา PHP จะทำงานร่วมกับเอกสาร HTML โดยการสร้างโค้ดแทรกระหว่าง Tag HTML และสร้างเป็นไฟล์ที่มีนามสกุล .php .php3 หรือ php4 ไวยากรณ์ที่ใช้ใน PHP เป็นการนำรูปแบบของภาษาต่าง ๆ มารวมกัน ได้แก่ C Perl และ Java ทำให้ผู้ใช้ที่มีพื้นฐานของภาษาเหล่านี้สามารถใช้งาน PHP ได้ไม่ยากเนื่องจาก PHP จะทำงานโดยมีตัวแปลและเอ็กซิคิวต์ที่ฝั่งเซิร์ฟเวอร์ อาจจะเรียกการทำงานว่าเป็นเซิร์ฟเวอร์ไซด์ (Server Side) ส่วนการทำงานของบราวเซอร์ของผู้ใช้เรียกว่าไคลเอนไซด์ (Client Side) โดยการทำงานจะเริ่มตัวที่ผู้ใช้ส่งความต้องการผ่านเว็บเบราว์เซอร์ทาง HTTP (HTTP Request) ซึ่งอาจเป็นการกรอกแบบฟอร์ม หรือใส่ข้อมูลที่ต้องการ หรือแสดงดูเฉย โดยเรียกเอกสาร PHP (เอกสารนี้จะมีส่วนขยายเป็น php) เช่น test.php เมื่อเอกสาร PHP เข้ามาถึงเว็บเซิร์ฟเวอร์ก็จะถูกส่งต่อไปให้ PHP Interpreter เพื่อทำหน้าที่แปลคำสั่งแล้วเอ็กซิคิวต์คำสั่งตามบรรทัดที่ระบุคำสั่งนั้นๆ จากนั้น PHP จะสร้างผลลัพธ์ในรูปแบบเอกสาร HTML ส่งกลับไปให้เว็บเซิร์ฟเวอร์เพื่อส่งต่อไปให้บราวเซอร์แสดงผลทางฝั่งผู้ใช้ต่อไป (HTTP Response) ดังรูป 2.33 ตามกระบวนการดังนี้

1. จากไคลเอนต์จะเรียกไฟล์ php script ผ่านทางโปรแกรมบราวเซอร์ (Internet Explore)
2. บราวเซอร์จะส่งคำร้อง (Request) ไปยังเว็บเซิร์ฟเวอร์ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
3. เมื่อเว็บเซิร์ฟเวอร์รับคำร้องขอจากบราวเซอร์แล้ว ก็จะนำสคริปต์ php ที่เก็บอยู่ในเซิร์ฟเวอร์มาประมวลผลด้วยโปรแกรมแปลภาษา PHP ที่เป็น อินเตอร์พรีเตอร์
4. กรณีที่ php script มีการเรียกใช้ข้อมูลก็จะติดต่อกับฐานข้อมูลต่าง ๆ ผ่านทาง ODBC Connection ถ้าเป็น ฐานข้อมูลกลุ่ม Microsoft SQL Server, Microsoft Access, FoxPro หรือใช้ Function Connection ที่มีอยู่ใน PHP Library ในการเชื่อมต่อฐานข้อมูล เพื่อดึงข้อมูลออกมา หลังจากแปลสคริปต์ PHP เสร็จแล้วจะได้รับไฟล์ HTML ใหม่ที่มีแต่แท็ก HTML ไปยัง Web Service

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Web Service ส่งไฟล์ HTML ที่ได้ผ่านการแปลแล้วกลับไปยังบราวเซอร์ที่ร้องขอผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

6. บราวเซอร์รับไฟล์ HTML ที่เว็บเซิร์ฟเวอร์ส่งมาให้ แปล HTML แสดงผลออกมาทางจอภาพเป็นเว็บเพจ โดยใช้ตัวแปลภาษา HTML ที่อยู่ในบราวเซอร์ ซึ่งเป็นอินเตอร์พรีเตอร์เช่นเดียวกัน



รูปที่ 2.33 ขั้นตอนการทำงาน PHP Script Request/Response [18]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างโค้ดที่ใช้ใน PHP

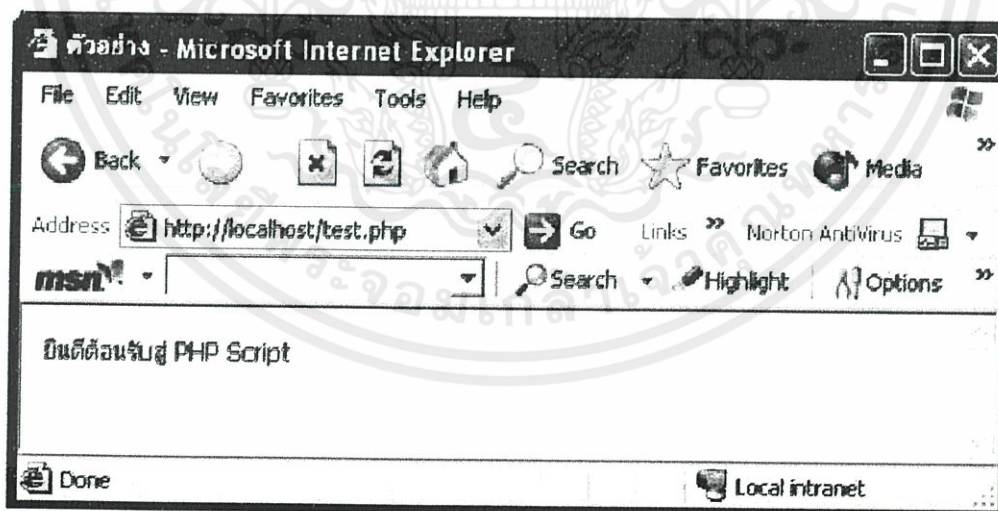
```

1. <html>
2. <head>
3. <title> ตัวอย่าง </title>
4. </head>
5. <body>
6. <?php
7. echo "ยินดีต้อนรับสู่ PHP Script";
8. ?>
9. </body>
10. </html>

```

รูปที่ 2.34 html tag และ PHP Script [19]

จากรูปที่ 2.34 บรรทัดที่ 6 ถึง 9 เป็นส่วนของ Script PHP ซึ่งเริ่มต้นด้วย <?php คำสั่งเรียกใช้ฟังก์ชัน หรือข้อความ ?> สำหรับ Script นี้เป็นการแสดงข้อความว่า “ยินดีต้อนรับสู่ PHP Script” โดยใช้คำสั่ง echo “ยินดีต้อนรับสู่ PHP Script”; ซึ่งจะแสดงผลดังรูปที่ 2.35



รูปที่ 2.35 ผลการทำงานของโค้ดผ่านบราวเซอร์ [19]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.2 ความสามารถของภาษา PHP

ภาษา PHP เป็นภาษาที่พัฒนาขึ้นจากพื้นฐานของภาษาโปรแกรมมิ่งชนิดอื่นๆ เช่น C, C++ และ Perl ทำให้มีลักษณะเด่นของภาษาดั้งเดิมแต่ละชนิดรวมกันอยู่ ความสามารถของภาษา PHP ที่เห็นได้อย่างเด่นชัด สามารถจำแนกออกได้ดังนี้

- เป็นภาษาที่ทำความเข้าใจและใช้งานง่ายไม่เหมือนกับ JAVA หรือ C++ และมีส่วนที่สนับสนุนการทำงานได้กับทุกเว็บไซต์

- เป็น Open Source ผู้ใช้สามารถดาวน์โหลด และนำ source code ของ PHP ไปใช้ได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย

- เป็นสคริปต์แบบเซิร์ฟเวอร์ไซด์ ดังนั้นจึงทำงานบนเว็บเซิร์ฟเวอร์ ไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของเครื่องไคลเอนต์ โดย PHP จะอ่านโค้ด และทำงานที่เซิร์ฟเวอร์จากนั้นจึงส่งผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลมาที่เครื่องของผู้ใช้ในรูปแบบของเอกสาร HTML ซึ่งอ่านโค้ดของ PHP ผู้ใช้ไม่สามารถมองเห็นได้

- PHP สามารถทำงานได้ในระบบปฏิบัติการที่ต่างชนิดกัน เช่น UNIX, Windows, Mac, OS หรือ Risc OS อย่างดี ประสิทธิภาพเนื่องจาก PHP เป็นสคริปต์ที่ต้องทำงานบนเซิร์ฟเวอร์ ดังนั้นคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับเรียกคำสั่ง PHP จึงจำเป็นต้องติดตั้งโปรแกรมประเภทเว็บเซิร์ฟเวอร์ไว้ด้วยเพื่อให้สามารถประมวลผล PHP ได้ซึ่งเป็นเหตุผลที่ทำให้ PHP สามารถทำงานได้กับหลายระบบปฏิบัติการหลายชนิด

- PHP สามารถทำงานได้ในเว็บเซิร์ฟเวอร์หลายชนิด เช่น Personal Web Server (PWS), Apache, OmniHttpd, Microsoft Internet Information Server (IIS) เป็นต้น

- สนับสนุนการเขียนสคริปต์ที่ใช้หลักของ Object Orientation

- PHP สามารถสร้างเว็บไซต์ที่บรรจุข้อมูลรูปแบบต่าง ๆ ลงในเว็บ เช่น รูปภาพ ไฟล์ PDF หรือ Flash Movie เป็นต้น

- คุณสมบัติที่สำคัญอีกประการหนึ่งของ PHP คือความสามารถในการทำงานร่วมกับระบบจัดการฐานข้อมูลที่หลากหลายซึ่งระบบการจัดการฐานข้อมูลที่สนับสนุนการทำงานของ PHP มีตัวอย่างดังนี้

- 1) ชนิด ORACLE เช่น Oracle (OC17 and OC18), AdabasD, Ingres, FilePro (read-only) และ Solid เป็นต้น

- 2) ชนิด Access เช่น dBase, InterBase, Ovrimos Empress และ FrontBase เป็นต้น

- 3) ชนิด SQL เช่น MS SQL, PostgreSQL, MSOL และ MySQL เป็นต้น

- PHP อนุญาตให้ผู้ใช้สร้างเว็บไซต์ซึ่งทำงานผ่านโปรโตคอล (Protocol) ชนิดต่างๆ ได้ เช่น LDAP, IMAP, SNMP, NNTP, POP3, HTTP และ COM (สำหรับ Windows) เป็นต้น

- ผู้ใช้สามารถเขียนโค้ด PHP และอ่านข้อมูลในรูปแบบของ Extensible Markup Language (XML) ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์โดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย

2.11.3 ไวยากรณ์ของภาษา PHP

เมื่อผู้ใช้ทราบถึงความสามารถของภาษา PHP และเลือกที่จะใช้ภาษา PHP เป็นเครื่องมือช่วยในการควบคุมการทำงานระหว่างเว็บเพจและฐานข้อมูล เนื้อหาในส่วนนี้จะกล่าวถึงการใช้คำสั่ง และไวยากรณ์ของภาษา PHP ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.11.3.1 การ Comments

Comments คือ ข้อความที่เขียนไว้ในโปรแกรมเพื่ออธิบายโค้ด โดยใส่ไว้ในโปรแกรมที่ต้องการอธิบาย ซึ่งจะไม่มีผลกับการทำงานของโปรแกรมในระหว่างโปรแกรมทำงาน การใส่ Comments โดยทั่วไปจะมี 2 แบบ คือ การอธิบายแบบที่ละบรรทัดและการอธิบายแบบหลาย บรรทัด สำหรับการอธิบายที่ละบรรทัดนั้นใช้เครื่องหมาย // หรือ # โดยใส่ไว้ข้างหลังโค้ดที่ต้องการอธิบาย เมื่อขึ้นบรรทัดใหม่ Comments นั้นก็จะมีผล ถ้าต้องการอธิบายก็ใส่ Comment ใหม่สำหรับการใส่ Comments อีกรูปแบบนั้นเป็นการใส่คร่อมข้อความทั้งหมดที่ต้องการอธิบายในครั้งเดียว ซึ่งจะใช้เครื่องหมาย /* ข้อความที่ต้องการอธิบาย */

2.11.3.2 ตัวแปรใน Script PHP

การตั้งชื่อตัวแปรของ PHP นั้นสามารถใช้ตัวเล็กหรือตัวใหญ่ก็ได้ นอกจากนี้ยังสามารถใช้เครื่องหมาย Underscore (_) ได้เช่นกัน แต่ตัวอักษรตัวแรกของชื่อห้ามเป็นตัวเลข โดยหน้าตัวแปรที่กำหนดจะต้องมีเครื่องหมาย \$ นำหน้า เช่น

```
<?
$ Name= "นิโคล";
Echo "($Name);
?>
```

จากตัวอย่างเป็นการกำหนดตัวแปร Name ขึ้นมาโดยใส่ค่า String เข้าไปคือ "นิโคล" และทำการแสดงผลโดยใช้คำสั่ง echo

ชนิดข้อมูล (Data Type) ใน PHP นั้นมีอยู่ด้วยกัน 5 แบบ คือ

- Integer เป็นการกำหนดตัวแปรแบบตัวเลข ซึ่งเป็นเลขจำนวนเต็ม เช่น 100 เป็นต้น
- Floating เป็นการกำหนดเลขซึ่งเป็นจำนวนทศนิยม เช่น 100.25 เป็นต้น
- String เป็นการกำหนดตัวแปรชนิดอักขระ เช่น "บริษัท KTP Comp and consult" เป็นต้น
- Array เป็นการกำหนดตัวแปรชนิดอาเรย์ ซึ่งเป็นลักษณะของชุดข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Object และ Class เป็นการกำหนดตัวแปรให้เป็น Object ไว้เก็บคุณสมบัติ และหน้าที่ต่างๆซึ่งถูกกำหนดโดย Class

2.11.3.3 การใช้อักขระพิเศษ

อักขระพิเศษใช้สำหรับช่วยให้การแสดงผลเป็นไปอย่างสมบูรณ์ตามที่ผู้ใช้งานต้องการ เช่น เมื่อต้องการขึ้นบรรทัดใหม่จะใช้ คำสั่ง \n ดังตัวอย่างดังนี้

```
Echo "Hello my friend, \n John";
```

สำหรับตัวอย่างนี้การแสดงผลจะเป็นดังนี้

```
Hello my friend, John
```

ความหมายของอักขระพิเศษ ต่าง ๆ ซึ่ง PHP Interpreter แปลคำสั่งจะพิมพ์อักขระพิเศษนี้ไปยังเว็บเบราว์เซอร์ดังตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.10 ความหมายของอักขระ [20]

อักขระพิเศษ	ความหมาย
\r	Carriage ขึ้นบรรทัดใหม่
\t	Horizontal tab เลื่อนไปทางขวา 1 ช่องตัวอักษร
\n	New line ขึ้นบรรทัดใหม่
\"	Double quote แสดงเครื่องหมาย "
\\$	Dollar Sign แสดงเครื่องหมาย \$
\\	Backslash แสดงเครื่องหมาย \

2.11.3.4 Operators

Operator เป็นเครื่องหมายในการคำนวณ หรือเปรียบเทียบสามารถจำแนกประเภทของ Operator ได้ดังนี้

- โอเปอเรเตอร์เชิงคณิตศาสตร์ (Arithmetic Operators) เป็นเครื่องหมายที่ใช้คำนวณทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยเครื่องหมาย ดังตารางตารางที่ 2.11 โอเปอเรเตอร์เชิงคณิตศาสตร์ (Arithmetic Operators)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.11 โอเปอเรเตอร์เชิงคณิตศาสตร์ [20]

เครื่องหมาย	ความหมาย	ตัวอย่าง
+	Addition แทนการบวก	$\$x+\y
-	Subtraction แทนการลบ	$\$x-\y
*	Multiplication แทนการคูณ	$\$x*\y
/	Division แทนการหาร	$\$x/\y
%	Modules แทนการหารเอาเศษ	$\$x\%\y

การระบุจำนวนลบสามารถนำเครื่องหมาย – ใส่หน้าจำนวนที่ต้องการได้ทันที เช่น -1 เป็นต้น

- โอเปอเรเตอร์เชิงเปรียบเทียบ (Comparison Operators)

การเปรียบเทียบค่า 2 ค่าของค่าใด ๆ ผลที่ได้จะเป็นค่าจริง (True) หรือเท็จ (False) สำหรับ PHP ในเวอร์ชัน 4 มี Operator ที่เพิ่มขึ้นมาใหม่ คือ Identical Operator (==) ซึ่งการเปรียบเทียบของ 2 ค่าใด ๆ นอกจากที่กำหนดไว้โดย == ว่าถ้า 2 ค่ามีค่าเท่ากันจะได้ผลเป็นจริง (True) ถ้าต่างกันค่าใดค่าหนึ่งเป็นเท็จ (False) แต่สำหรับ === จะรวมถึงการเปรียบเทียบชนิดของข้อมูลด้วย รูปแบบของ Comparison Operator ที่กำหนดไว้ใน PHP มีดังนี้

ตารางที่ 2.12 โอเปอเรเตอร์เชิงเปรียบเทียบ (Comparison Operators) [20]

เครื่องหมาย	ความหมาย	ค่าที่ทำให้เป็นจริง
$a == b$	เท่ากับ	ค่าของ a เท่ากับ b
$a === b$	เหมือนกันทั้งค่า และชนิด	ค่าและชนิดของ a เท่ากับ b
$a != b$	ไม่เท่ากับ	ค่าของ a ไม่เท่ากับ b
$a <> b$	ไม่เท่ากับ	ค่าของ a ไม่เท่ากับ b
$a < b$	น้อยกว่า	ค่าของ a น้อยกว่า b
$a > b$	มากกว่า	ค่าของ a มากกว่า b
$a <= b$	น้อยกว่าหรือเท่ากับ	ค่าของ a น้อยกว่าหรือเท่ากับ b
$a >= b$	มากกว่าหรือเท่ากับ	ค่าของ a มากกว่าหรือเท่ากับ b

- โอเปอเรเตอร์เชิงตรรกะ (Boolean Operators)

การเปรียบเทียบเชิงตรรกะมักจะนำมาใช้ในประโยคที่ใช้การตัดสินใจก่อนเข้า

ไปทำหรือการตัดสินใจเมื่อทำงานจบ ในแต่ละรอบ การเปรียบเทียบในประโยค if.....else เป็น

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ต้น ซึ่งการเปรียบเทียบในรูปแบบต่าง ๆ มีดังตารางที่ 2.13 นั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.13 โอเปอเรเตอร์เชิงตรรกะ (Boolean (logical) Operators) [20]

เครื่องหมาย	ผลลัพธ์
!a	เป็นจริงเมื่อค่า a เป็นเท็จ
a&& b	เป็นจริงเมื่อค่าของ a และ b เป็นจริงหรือเป็นเท็จเหมือนกัน
a b	เป็นจริงเมื่อค่าของ a และ b ไม่เป็นเท็จทั้งคู่
a and b	เหมือนกับ && แต่จะมีความสำคัญน้อยกว่า
a or b	เหมือนกับ // แต่จะมีความสำคัญน้อยกว่า

2.11.3.5 ฟังก์ชัน (Function)

ฟังก์ชันเป็นส่วนของโค้ดที่ระบุการทำงานของโปรแกรมโดยเมื่อต้องการเรียกใช้งานก็ให้ทำการเรียกใช้ ซึ่งในการเรียกอาจจะส่งค่าบางอย่างไปพร้อมกันได้ การสร้างฟังก์ชันขึ้นมาใช้งานมีประโยชน์คือ ในกรณีที่ต้องการเรียกใช้การทำงานแบบใดแบบหนึ่งบ่อยครั้ง การเรียกใช้ฟังก์ชันที่มีการส่งค่ากลับอาจจะเก็บค่าจากฟังก์ชันนั้นไว้ในตัวแปรก่อน เพื่อเรียกใช้งานต่อไปได้สำหรับฟังก์ชันที่ไม่มีการคืนค่าจะต้องระบุคำสั่ง return ในส่วนท้ายของฟังก์ชันโดยไม่มีส่วนใดต่อเพื่อบอกให้โปรแกรมกลับไปยังจุดที่เรียกใช้ฟังก์ชันนั้นด้วย ส่วนฟังก์ชันที่มีการคืนค่าก็จะต้องระบุคำสั่ง return ตัวแปรที่เก็บค่าที่ต้องการ ; ไปด้วย โดยถ้าการคืนค่านั้นได้ค่าใดค่าหนึ่งออกมา ก็จะนำค่านั้นส่งกลับไปยังจุดที่เรียกมา

2.11.3.6 การใช้งาน String

การเชื่อม String เป็นการนำ String หรือข้อความมาเชื่อมต่อกันหรือเรียกว่า “String Concatenation” ภาษา PHP กำหนดให้ใช้เครื่องหมาย “.” วางไว้ระหว่างข้อความที่ต้องการ เช่น

```

$String = “การเขียน”;
Echo $String. “PHP Script”;
```

เป็นการแสดงข้อความของ String ที่เก็บอยู่ในตัวแปร \$String1 ต่อกับคำว่า “PHP Script” ซึ่งจะได้ผลการทำงานเป็น “การเขียน PHP Script”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12 phpMyAdmin

phpMyAdmin เป็นโปรแกรมประเภท MySQL Client ตัวหนึ่งที่ใช้ในการจัดการฐานข้อมูล mySQL ผ่านบราวเซอร์ได้โดยตรง โปรแกรมนี้เขียนขึ้นโดยนาย Tobias Retschiller และเป็นโปรแกรมแบบ Open Source ด้วย เพราะว่าเขียนด้วย PHP ทั้งหมด phpMyAdmin ตัวนี้จะทำงานบน Web Server เป็น PHP Application ที่ใช้ควบคุมจัดการกับ MySQL Server ความสามารถของ phpMyAdmin คือ

1. สร้างและลบ Database
2. สร้างและจัดการ Table เช่น แทรก record, ลบ record, แก้ไข record หรือลบ Table, เพิ่มหรือแก้ไข field ในตาราง
3. โหลดเท็กซ์ไฟล์เข้าไปเก็บเป็นข้อมูลในตารางได้
4. ทาผลสรุป (Query) ด้วยคำสั่ง SQL และอีกหลายๆความสามารถที่ phpMyAdmin ทำได้ ซึ่งเราจะมาดูกันภายในคู่มือการใช้งานนี้

2.12.1 การติดตั้ง phpMyAdmin

ดาวน์โหลดโปรแกรมจากเว็บไซต์ http://www.phpmyadmin.net/home_page/ โดยชนิดของไฟล์จะเป็น .zip สำหรับระบบปฏิบัติการ Windows

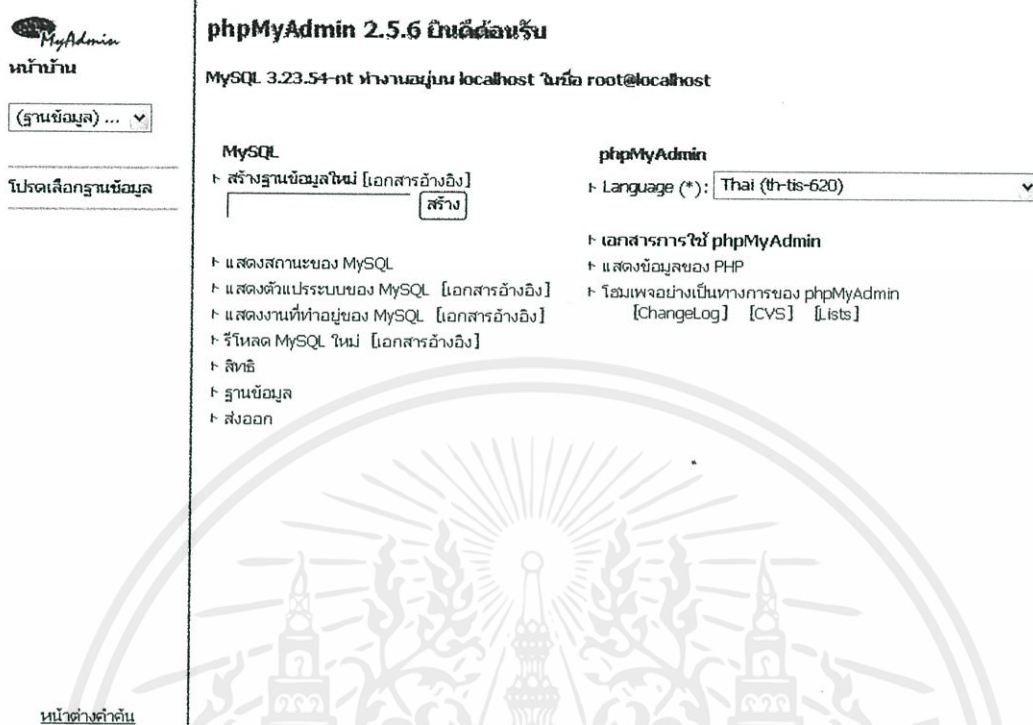
การติดตั้งสำหรับระบบ Windows

สำหรับการติดตั้งบนระบบปฏิบัติการ Windows ให้ทำการ unzip ไฟล์ phpMyAdmin มีนามสกุลไฟล์เป็น .zip (ชื่อไฟล์อาจจะไม่เหมือนกัน เนื่องจากเปลี่ยนแปลงตามเวอร์ชัน) ที่ดาวน์โหลดมา ไปไว้ยัง root โดเรกทอรีของเว็บเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งในที่นี้คือ C:\AppServ\www ในลำดับถัดไปให้เข้าไปยังโดเรกทอรี C:\AppServ\www จะพบกับ โดเรกทอรี phpMyAdmin-x.x.x (x แทนเวอร์ชัน) จากนั้นเปลี่ยนชื่อจาก phpMyAdmin-x.x.x ให้เป็น phpMyAdmin เพื่อให้สะดวกต่อการเรียกใช้งาน

2.12.2 การเข้าใช้งาน

การเข้าใช้งานโปรแกรม phpMyAdmin จะใช้งานผ่านโปรแกรม Internet Explorer และพิมพ์ URL ไปยังโดเรกทอรีของ phpMyAdmin เช่น <http://localhost/phpMyAdmin> เป็นต้น (ชื่อโดเรกทอรีอาจจะเป็นชื่ออื่น ขึ้นอยู่กับขั้นตอนการเปลี่ยนชื่อโดเรกทอรี) และต้องแน่ใจว่าได้ติดตั้งโปรแกรม webServer เช่น Apache เป็นต้น ไว้ภายในเครื่องเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ซึ่งหน้าจอรแรกในการใช้งาน แสดงดังรูปที่ 2.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.36 หน้าจอแรกในการใช้งาน [21]

จากรูปที่ 2.36 จะเห็นได้ว่าโปรแกรมได้แบ่งส่วนของการแสดงผลออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนซ้าย (เลข 1) และ ส่วนขวา (เลข 2, 3) ซึ่งจะอธิบายได้ดังนี้

1. ใช้สำหรับ เลือก/เปลี่ยน จัดการกับฐานข้อมูลเดิมที่มีอยู่แล้ว
2. สำหรับใส่ชื่อฐานข้อมูลใหม่ที่ต้องการสร้าง
3. สำหรับเลือกภาษาที่ต้องการให้แสดงภายในโปรแกรม phpMyAdmin

2.12.3 การสร้างฐานข้อมูลใหม่

ก่อนที่จะเก็บข้อมูลลงใน MySQL จะต้องเลือกว่า จะสร้างฐานข้อมูลชื่ออะไรจากนั้น จึงทำการสร้างตาราง และ ฟิลด์ เพื่อบันทึกข้อมูล ในอันดับแรกจะเป็นการทดลองสร้างฐานข้อมูลขึ้นมาใหม่ โดยจะยกตัวอย่างฐานข้อมูลเกี่ยวกับสินค้า ซึ่งมีชื่อฐานข้อมูลว่า “product” ดังรูปที่ 2.37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หน้าบ้าน

(ฐานข้อมูล) ... ▾

โปรดเลือกฐานข้อมูล

phpMyAdmin 2.5.6 ยินดีต้อนรับ

MySQL 3.23.54-nt ทำงานอยู่บน localhost ในชื่อ

MySQL

▸ สร้างฐานข้อมูลใหม่ [เอกสารอ้างอิง]

product

สร้าง

▸ แสดงสถานะของ MySQL

▸ แสดงตัวแปรระบบของ MySQL [เอกสารอ้างอิง]

▸ แสดงงานที่ทำอยู่ของ MySQL [เอกสารอ้างอิง]

▸ รีโหลด MySQL ใหม่ [เอกสารอ้างอิง]

▸ สิทธิ

▸ ฐานข้อมูล

▸ ส่งออก

รูปที่ 2.37 สร้างฐานข้อมูลใหม่ชื่อ product [21]

จากรูปที่ 2.37 อธิบายขั้นตอนการสร้างฐานข้อมูลใหม่ตามลำดับ ได้ดังนี้

1. ใส่ชื่อของฐานข้อมูลที่ต้องการสร้าง ในที่นี้ให้ชื่อว่า product
2. คลิกที่ปุ่ม สร้าง เพื่อสร้างฐานข้อมูล

2.12.4 การสร้างตารางใหม่

ภายหลังจากที่สร้างฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้ว phpMyAdmin จะแจ้งว่า ได้ทำการสร้างฐานข้อมูล product เรียบร้อยแล้ว และท่านใช้งานฐานข้อมูล product อยู่ ยังไม่มีตารางใดๆอยู่เลย ในที่นี้จะสร้างตารางสำหรับเก็บข้อมูลสินค้า โดยรายละเอียดในตารางจะมี 3 ฟیلด์ ดังนี้

- name ชื่อสินค้า
- cost ราคาสินค้า
- quan จำนวนสินค้า (ย่อมาจาก quantity แต่เขียนให้ง่ายและสั้นขึ้น)

ทำการสร้างตารางใหม่ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ใส่ชื่อตารางที่ต้องการสร้าง
2. ใส่จำนวนฟیلด์ของตาราง สำหรับตาราง stock จะมีจำนวน 3 ฟیلด์
3. คลิกปุ่ม ลงมือ เพื่อดำเนินการขั้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฐานข้อมูล product ทำงานอยู่บน localhost

ฐานข้อมูล product สร้างเสร็จแล้ว

คำสั่ง SQL : [แก้ไข] [สร้างโค้ด PHP]
CREATE DATABASE `product` ;

โครงสร้าง	SQL	ส่งออก	ค้นหา	ค่าค้นจากตัวอย่าง	ใบพิมพ์
-----------	-----	--------	-------	-------------------	---------

ไม่พบตารางใดๆ ในฐานข้อมูล

• สร้างตารางในฐานข้อมูลนี้ product :

ชื่อ :

จำนวนฟิลด์ :

รูปที่ 2.38 การสร้างตารางใหม่ [21]

ขั้นตอนต่อไป ภายหลังจากคลิกปุ่ม ลงมือในขั้นตอนก่อนหน้า จะเป็นการกำหนดชื่อฟิลด์ชนิดของข้อมูลที่เก็บ และรายละเอียดอื่นๆ ซึ่งจะอธิบายในส่วนต่างๆ ได้ดังนี้

- ฟิลด์ สำหรับใส่ชื่อฟิลด์
- ชนิด สำหรับเลือกชนิดของข้อมูลที่ต้องการเก็บในฟิลด์นั้น
- ความยาว/เขต สำหรับกำหนดขนาดของข้อมูล
- แอตทริบิวต์ สำหรับเลือกลักษณะเฉพาะของข้อมูลที่จะเก็บ เช่น ตัวเลขแบบคิดเครื่องหมาย บวกหรือลบ เป็นต้น
- ค่าว่างเปล่า (null) สำหรับเลือกว่า ฟิลด์นั้นสามารถใส่ค่าว่างได้หรือไม่
- ค่าปริยาย สำหรับกำหนดค่าเริ่มต้นของฟิลด์ (ค่า Default)
- เพิ่มเติม สำหรับกำหนดค่าเพิ่มเติม เช่น กรณีที่ฟิลด์เก็บข้อมูลตัวเลขจำนวนเต็ม (Integer) จะสามารถเลือกให้มีการเพิ่มค่าอัตโนมัติ (auto increment) ได้ เป็นต้น
- ไพรมารี เลือกเมื่อต้องการกำหนดให้ฟิลด์นั้นๆ เป็นไพรมารีคีย์ (Primary Key)
- ดัชนี เลือกเมื่อต้องการสร้างฟิลด์นั้นๆ เป็นดัชนี (Index)
- เอกลักษณ์ เลือกเมื่อต้องการให้ฟิลด์นั้นเป็น Unique

ต่อไปนี้เป็นคำอธิบายของชนิดข้อมูลแต่ละชนิดที่สามารถเลือกได้

VARCHAR : สำหรับเก็บข้อมูลประเภทตัวอักษร ทุกครั้งที่เลือกชนิดของฟิลด์เป็นประเภทนี้ จะต้องมีการกำหนดความยาวของข้อมูลลงไปด้วย ซึ่งสามารถกำหนดค่าได้ตั้งแต่ 1 - 255 ฟิลด์ชนิดนี้ เหมาะสำหรับการเก็บข้อมูลสั้นๆ เช่น ชื่อ นามสกุล หรือหัวข้อต่างๆ เป็นต้น ในส่วนฟิลด์ประเภทนี้ จะสามารถเลือก "แอตทริบิวต์" เป็น BINARY ได้ โดยปกติแล้วการจัดเรียงข้อมูลเวลาสืบค้น (query) สำหรับ VARCHAR จะเป็นแบบ casesensitive(ตัวอักษรใหญ่ และเล็กมีความหมายแตกต่างกัน) แต่หากระบุ "แอตทริบิวต์" เป็น BINARY ปูบ การสืบค้นจะไม่คำนึงตัวอักษรว่าจะเป็นตัวใหญ่ หรือตัวเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CHAR: สำหรับเก็บข้อมูลประเภทตัวอักษร แบบที่ถูกจำกัดความกว้างเอาไว้คือ 255 ตัวอักษร ไม่สามารถปรับเปลี่ยนได้เหมือนกับ VARCHAR หากทำการสืบค้นโดยเรียงตามลำดับก็จะเรียงข้อมูลแบบ case-sensitive เว้นแต่จะกำหนดแอดทริบิวต์เป็น BINARY ที่จะทำให้การเรียงข้อมูลเป็นแบบ non case-sensitive เช่นเดียวกับ VARCHAR

TINYTEXT: ในกรณีที่ข้อความยาวๆ หรือต้องการที่จะค้นหาข้อความ โดยอาศัยฟีเจอร์ FULL TEXT SEARCH ของ MySQL เราอาจจะเลือกที่จะไม่เก็บข้อมูลลงในฟิลด์ประเภท VARCHAR ที่มีข้อจำกัดแค่ 256 ตัวอักษร แต่จะเก็บลงฟิลด์ประเภท TEXT แทน โดย TINYTEXT นี้ จะสามารถเก็บข้อมูลได้ 256 ตัวอักษร

TEXT: สำหรับเก็บข้อมูลประเภทตัวอักษร เช่นเดียวกับ TINYTEXT แต่สามารถเก็บได้มากขึ้น โดยสูงสุดคือ 65,535 ตัวอักษร หรือ 64KB เหมาะสำหรับเก็บข้อมูลพวกเนื้อหาต่างๆ ที่ยาวๆ

MEDIUMTEXT: เก็บข้อมูลประเภทตัวอักษร เช่นเดียวกับ TINYTEXT แต่เก็บข้อมูลได้ 16,777,215 ตัวอักษร

LONGTEXT: เก็บข้อมูลประเภทตัวอักษร เช่นเดียวกับ TINYTEXT แต่เก็บข้อมูลได้ 4,294,967,295 ตัวอักษร

TINYINT: สำหรับเก็บข้อมูลชนิดตัวเลขที่มีขนาด 8 บิต ข้อมูลประเภทนี้เราสามารถกำหนดเพิ่มเติมในส่วนของ "แอดทริบิวต์" ได้ว่าจะเลือกเป็น UNSIGNED หรือ UNSIGNED ZEROFILL โดยจะมีความแตกต่างดังนี้

- UNSIGNED: จะหมายถึงเก็บค่าตัวเลขแบบไม่มีเครื่องหมาย แบบนี้จะทำให้สามารถเก็บค่าได้ตั้งแต่ 0 - 255

- UNSIGNED ZEROFILL: เหมือนข้างต้น แต่ว่าหากข้อมูลที่กรอกเข้ามาไม่ครบตามจำนวนหลักที่เรากำหนด ตัว MySQL จะทำการเติม 0 ให้ครบหลักเอง เช่น ถ้ากำหนดให้ใส่ได้ 3 หลัก แล้วทำการเก็บข้อมูล 25 เข้าไป เวลาที่สืบค้นดู จะได้ค่าออกมาเป็น 025 หากไม่เลือก "แอดทริบิวต์" สิ่งที่เราจะได้ก็คือ SIGNED นั่นก็คือต้องเสียบิตนึ่งไปเก็บเครื่องหมาย บวก/ลบ ทำให้สามารถเก็บข้อมูลได้อยู่ในช่วง -128 ถึง 127 เท่านั้น

SMALLINT: สำหรับเก็บข้อมูลประเภทตัวเลขที่มีขนาด 16 บิต จึงสามารถเก็บค่าได้ตั้งแต่ -32768 ถึง 32767 (ในกรณีแบบคิดเครื่องหมาย) หรือ 0 ถึง 65535 (ในกรณี UNSIGNED หรือไม่คิดเครื่องหมาย) ซึ่งสามารถเลือก Attribute เป็น UNSIGNED และ UNSIGNED ZEROFILL ได้เช่นเดียวกับ TINYINT

MEDIUMINT: สำหรับเก็บข้อมูลประเภทตัวเลขที่มีขนาด 24 บิต นั่นก็หมายความว่าสามารถเก็บข้อมูลตัวเลขได้ตั้งแต่ -8388608 ไปจนถึง 8388607 (ในกรณีแบบคิดเครื่องหมาย) หรือ 0 ถึง 16777215 (ในกรณีที่เป็น UNSIGNED หรือไม่คิดเครื่องหมาย) ซึ่งสามารถเลือก Attribute เป็น UNSIGNED และ UNSIGNED ZEROFILL ได้เช่นเดียวกับ TINYINT

เอกสารนี้ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INT: สำหรับเก็บข้อมูลประเภทตัวเลขที่มีขนาด 32 บิต หรือสามารถเก็บข้อมูลได้ตั้งแต่ -2147483648 ไปจนถึง 2147483647 ครบ (ในกรณีแบบคิดเครื่องหมาย) หรือ 0 ถึง 74294967295 (ในกรณีที่เป็น UNSIGNED หรือไม่คิดเครื่องหมาย) ซึ่งสามารถเลือก Attribute เป็น UNSIGNED และ UNSIGNED ZEROFILL ได้เช่นเดียวกับ TINYINT

DATE: สำหรับเก็บข้อมูลประเภทวันที่ โดยเก็บได้จาก 1 มกราคม ค.ศ. 1000 ถึง 31 ธันวาคม ค.ศ. 9999 โดยจะแสดงผลในรูปแบบ YYYY-MM-DD

DATETIME: สำหรับเก็บข้อมูลประเภทวันที่ และเวลา โดยจะเก็บได้ตั้งแต่ 1 มกราคม ค.ศ. 1000 เวลา 00:00:00 ไปจนถึง 31 ธันวาคม ค.ศ. 9999 เวลา 23:59:59 โดยรูปแบบการแสดงผล เวลาที่ทำการสืบค้น (query) ออกมา จะเป็น YYYY-MM-DD HH:MM:SS

TIMESTAMP [(M)]: สำหรับเก็บข้อมูลประเภทวันที่ และเวลาเช่นกัน แต่จะเก็บในรูปแบบของ YYYYMMDDHHMMSS หรือ YMMDDHHMMSS หรือ YYYYMMDD หรือ YMMDD แล้วแต่ว่าจะระบุค่า M เป็น 14, 12, 8 หรือ 6 ตามลำดับ สามารถเก็บได้ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ค.ศ. 1000 ไปจนถึงประมาณปี ค.ศ. 2037

TIME: สำหรับเก็บข้อมูลประเภทเวลา มีค่าได้ตั้งแต่ -838:59:59 ไปจนถึง 838:59:59 โดยจะแสดงผลออกมาในรูปแบบ HH:MM:SS

YEAR [(2/4)]: สำหรับเก็บข้อมูลประเภทปี ในรูปแบบ YYYY หรือ YY แล้วแต่ว่าจะเลือก 2 หรือ 4 (หากไม่ระบุ จะถือว่าเป็น 4 หลัก) โดยหากเลือกเป็น 4 หลัก จะเก็บค่าได้ตั้งแต่ ค.ศ. 1901 ถึง 2155 แต่หากเป็น 2 หลัก จะเก็บตั้งแต่ ค.ศ. 1970 ถึง 2069

2.13 อันตรายที่มีผลต่อสุขภาพอนามัยและมาตรฐานอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

ผู้ที่ปฏิบัติการเกี่ยวข้องกับแก๊สปิโตรเลียมเหลวหากได้รับแก๊สจำนวนน้อยจะไม่เกิดอันตรายแต่อย่างใด แต่ถ้าร่างกายได้รับแก๊สในปริมาณมากระดับหนึ่งก็จะมีผลให้เกิดอันตรายได้

มาตรฐานอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับผู้ใช้แรงงานที่ต้องคลุกคลีและเกี่ยวข้องกับแก๊ส ปิโตรเลียมเหลวโดยทั่วไปแล้ว จะกำหนดเป็นระดับความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊สปิโตรเลียมเหลวในอากาศ ของสถานที่ทำงานในระยะเวลาการทำงานวันละ 8 ชั่วโมง ในเรื่องนี้กระทรวงแรงงาน สหรัฐอเมริกาได้กำหนดมาตรฐานอาชีวอนามัยและความปลอดภัยของแก๊สปิโตรเลียมเหลวไว้ว่า “ในอากาศสถานที่ที่ทำงานจะมีแก๊สปิโตรเลียมเหลวได้ไม่เกิน 1,000 ส่วนต่อ อากาศล้านส่วน (ppm) โดยเฉลี่ยในระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง หรือ 1,800 มิลลิกรัม ของแก๊สปิโตรเลียมเหลวต่อหนึ่งลูกบาศก์เมตรของอากาศ”

แก๊สปิโตรเลียมเหลวจัดอยู่ในกลุ่มที่เรียกว่า ยาสลบทั่วไป (general anesthetics) ซึ่งเป็นตัวที่ทำให้ผู้สูดดมแก๊สนี้เข้าไปมาก เกิดอาการง่วงเหงาหาวนอน เนื่องจากแก๊สนี้เป็นตัวไปกดระบบประสาทส่วนกลาง (central nervous system depressants) ในรายที่สัมผัสแก๊สนี้จะทำให้เกิดระคายเคืองต่อเยื่อต่างๆ (mucous membrane) ทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนัง ทำให้ผิวหนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัทฯ ไม่ควรนำออกเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
แม้ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แห้ง เนื่องจากแก๊สนี้เป็นตัวละลายไขมันของผิวหนัง (defat the skin) ทำให้เกิดโรคผิวหนัง (dermatitis) ในกรณีหายใจเข้าไปมาก ๆ อาจจะทำให้เป็นโรคปอดอักเสบ (preumonitis) ปอดบวม (pulmonary edema) และตกเลือด (hemorrhage) หากหายใจสูดแก๊สปิโตรเลียมเหลวเข้าไปมาก ๆ อาจถึงแก่ความตาย เพราะขาดออกซิเจน เช่นกรณีอยู่ในห้องปิด ไม่มีอากาศระบาย

ถ้าแก๊สรั่วโดยเฉพาะอย่างยิ่งขณะนอนหลับก็จะหายใจเอาแก๊สเข้าไป ทำให้ขาดออกซิเจน หมดสติและเสียชีวิตได้ สำหรับในบางกรณี ที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ใช้แก๊ส เช่น เครื่องทำน้ำร้อนในห้องอาบน้ำ ที่มีขนาดเล็กและแคบ ไม่มีการหมุนเวียนอากาศที่ดีขณะที่ใช้น้ำร้อน แก๊สปิโตรเลียมเหลวก็จะถูกเผาไหม้เพื่อให้ความร้อน ออกซิเจนภายในห้องถูกใช้ไปในการเผาไหม้เรื่อยๆ น้อยลงทุกที จึงอาจเกิดการเผาไหม้ ไม่สมบูรณ์ (Incomplete Combustion) เกิดแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) แทนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ซึ่งแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์นี้เมื่อหายใจเข้าไป จะเกิดอันตราย บางรายทำให้ถึงแก่ความตายได้

2.14 ข้อปฏิบัติในกรณีฉุกเฉิน

ในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินขึ้นและมีผู้ได้รับอันตรายควรจัดให้มีการปฐมพยาบาลอย่างทันที ดังนี้

2.14.1 กรณีแก๊สปิโตรเลียมเหลว กระเด็นหรือกระฉอกเข้าตาจะต้องรีบล้างตาด้วยน้ำสะอาดหลาย ๆ ครั้ง อย่างฉับพลันและให้ตั้งหน้าตาล่าง และหนังตาบนอยู่เสมอ ห้ามใช้น้ำอุ่นล้างตาเป็นอันตราย แล้วรีบส่งผู้ป่วยไปยังสถานพยาบาลทันที

2.14.2 กรณีที่แก๊สปิโตรเลียมเหลว ถูกผิวหนัง จะต้องล้างด้วยน้ำทันที และเมื่อเสื้อผ้าเปียกชุ่มด้วยแก๊สปิโตรเลียมเหลว จะต้องถอดเสื้อผ้าออกทันที แล้วอาบน้ำชำระล้างผิวหนังด้วยน้ำให้หมด ห้ามใช้น้ำอุ่นชำระล้างผิวหนังเป็นอันตราย ถ้าหากรู้สึกระคายเคืองผิวหนังหลังจากชำระล้าง ด้วยน้ำเรียบร้อยแล้ว จะต้องส่งผู้ป่วยไปยังสถานพยาบาลทันที

2.14.3 กรณีที่หายใจเอาแก๊สปิโตรเลียมเหลวเข้าไปในปริมาณที่สูง จะต้องเคลื่อนย้ายผู้ป่วยไปยังบริเวณที่มีอากาศบริสุทธิ์ถ้าหากผู้ป่วยนั้นหยุดหายใจ จะต้องช่วยผายปอดหรือใช้เครื่องช่วยหายใจ แล้วจึงให้ผู้ป่วยได้พักผ่อนและห่มผ้าให้ร่างกายอบอุ่น แล้วส่งผู้ป่วยไปยังสถานพยาบาลโดยเร็ว

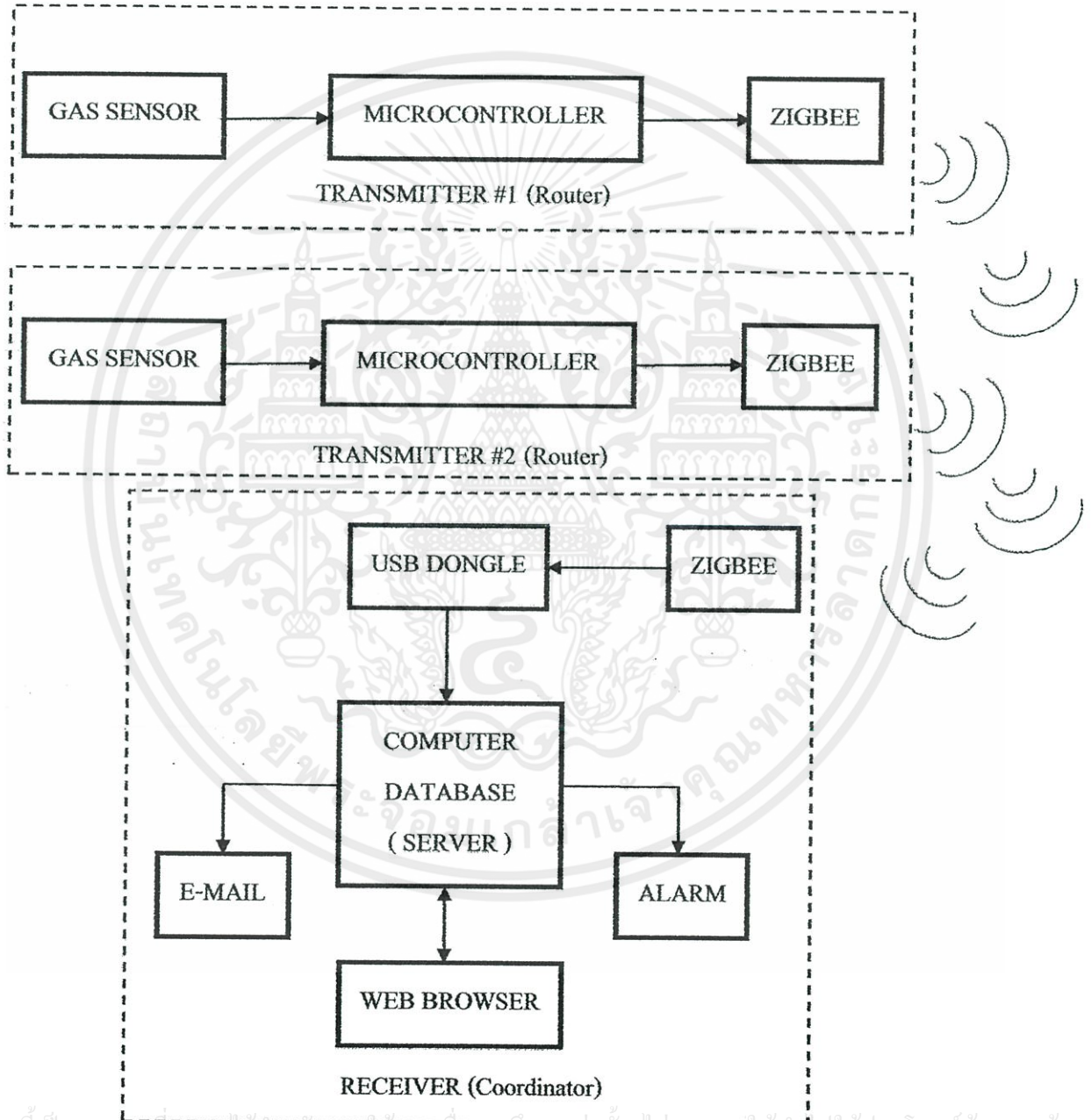
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำปริญญาบัตร

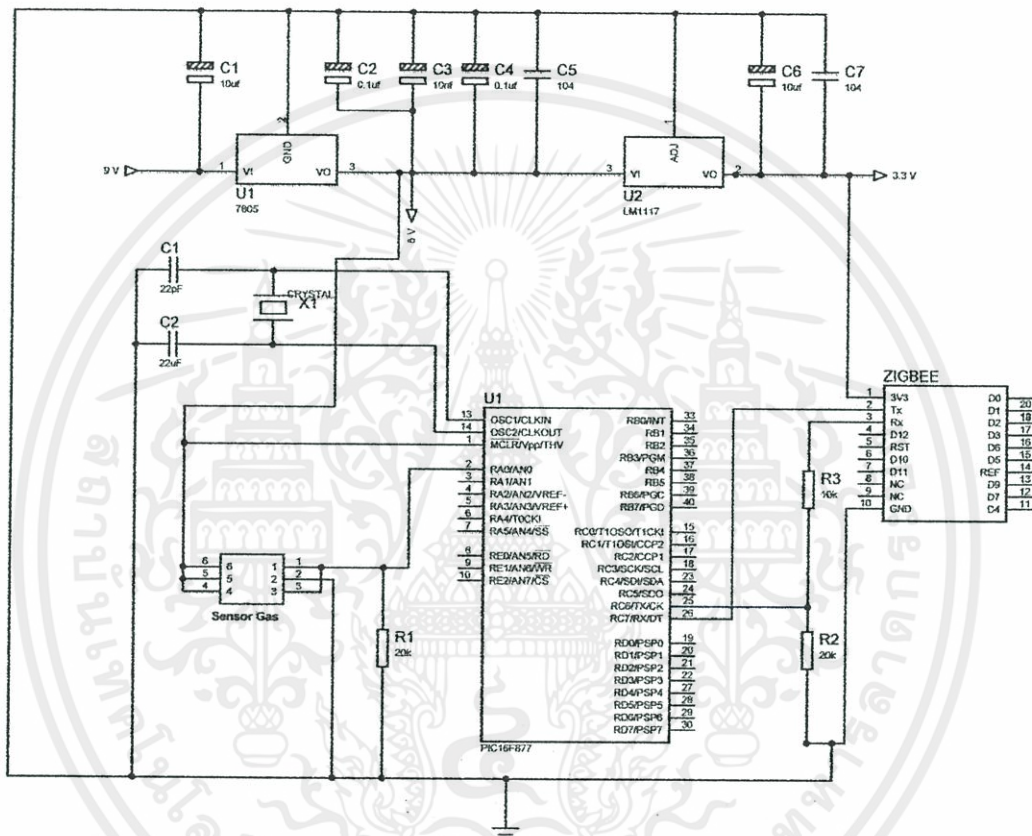
3.1 การออกแบบ

3.1.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงหลักการทำงานของระบบที่เชื่อมต่อแบบ Mesh



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับศึกษาใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงชื่อของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากบล็อกไดอะแกรมข้างต้นนี้ ประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ คือ บล็อก GAS SENSOR บล็อกควบคุม (ไมโครคอนโทรลเลอร์) บล็อก ZIGBEE (XBEE PRO S2B) โดยภาครับนั้น ประกอบไปด้วยบล็อก USB DONGLE บล็อก DATABASE บล็อก ALARM (สัญญาณเตือน) และ บล็อก E-MAIL (จดหมายอิเล็กทรอนิกส์) พร้อมทั้งการแสดงผลบนเว็บเบราว์เซอร์ ซึ่งสามารถอธิบาย และแสดงวงจรการทำงานทั้งหมดได้ดังนี้



รูปที่ 3.2 วงจรการทำงานที่ภาคส่ง

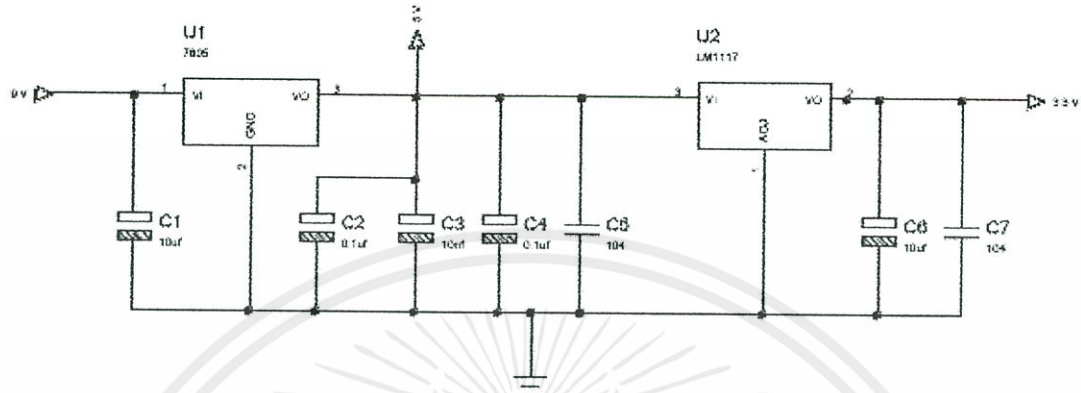
3.1.2 รายละเอียดของการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอน

ในการดำเนินการสร้างระบบตรวจจับแก๊สรั่วไร้สายมีขั้นตอนในการดำเนินงานให้เสร็จตามเป้าหมาย จะต้องประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆด้วยกัน คือ ฮาร์ดแวร์ (Hardware) และ ซอฟต์แวร์ (Software) ซึ่งทั้งสองส่วนจะขาดส่วนใดส่วนหนึ่งไปไม่ได้จะทำให้ระบบตรวจจับแก๊สรั่วไร้สายไม่สามารถทำงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.1 การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์

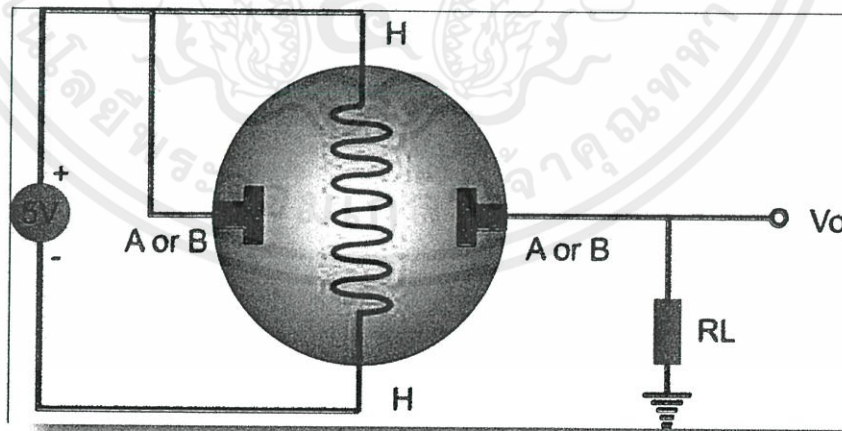
1) พาวเวอร์ซัพพลาย



รูปที่ 3.3 พาวเวอร์ซัพพลาย

พาวเวอร์ซัพพลาย คือ แหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับวงจร โดยในบางส่วนนี้จะให้ Voltage Regulator จ่ายไฟฟ้าให้แก่วงจรขนาด 5 V และ 3.3 V ให้กับวงจรในส่วนต่างๆ และเนื่องจากภาคส่งประกอบด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ ในที่นี้เราใช้ไอซีเบอร์ PIC 16F877 และ MQ6 (Gas Sensor) ซึ่งต้องการไฟเลี้ยง +5 V จึงต้องแปลงแรงดันให้เป็นไฟ +5 V โดยใช้ไอซีเบอร์ 7805 และเนื่องจากในการส่งสัญญาณไร้สายนั้นใช้ชิพบี ซึ่งต้องการไฟเลี้ยง +3.3 V จึงต้องแปลงแรงดันไฟฟ้าเป็น 3.3 V โดยใช้ไอซี LM1117

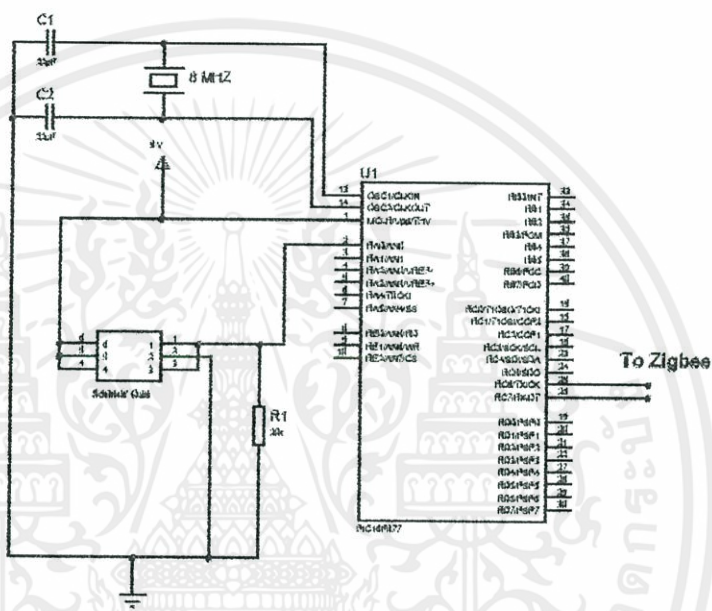
2) วงจรเซนเซอร์ Gas Sensor



รูปที่ 3.4 วงจรเสมือนของ Sensor [9]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรเซนเซอร์ Gas Sensor เมื่อเริ่มจ่ายพลังงานให้ที่ขา H จะทำให้เกิดความร้อนขึ้นที่ขดลวดเพื่อทำให้สารเคมีภายในตัวเซนเซอร์สามารถทำปฏิกิริยากับก๊าซ LPG ได้ เมื่อมีก๊าซ LPG เข้ามาทำปฏิกิริยาจะทำให้เกิดค่าความต้านระหว่างขา A และ B โดยเมื่อเซนเซอร์ตรวจจับปริมาณ LPG ได้มากจะทำให้ค่าความต้านทานระหว่างขา A และ B ลดลง หรือค่าความต้านทานจะแปรผกผันกับปริมาณของก๊าซ LPG

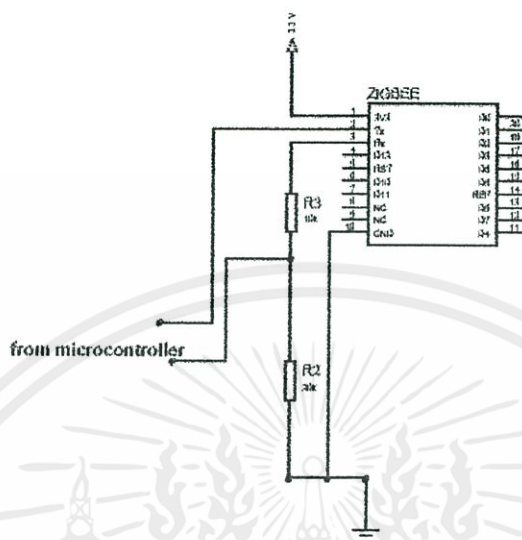


รูปที่ 3.5 วงจรเซนเซอร์ (Gas Sensor)

วงจรเซนเซอร์ (Gas Sensor) เมื่อมีการตรวจจับ LPG ได้จะมีการแสดงค่าเอาพุตที่ออกมาจากเซนเซอร์เป็นค่าแรงดันอนาล็อกและทำการแปลงอนาล็อกเป็นดิจิตอลโดยไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อที่จะนำค่าไปคำนวณในสูตรความสัมพันธ์ที่ได้จากคาลิเบรชันเพื่อทำการคำนวณความเข้มข้นของ LPG ที่ตรวจจับได้ และส่งค่าไปยัง Zigbee ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) วงจรส่งสัญญาณไร้สาย



รูปที่ 3.6 วงจรส่งสัญญาณไร้สาย

โมดูลชิปบีจะทำหน้าที่ติดต่อสื่อสารข้อมูลแบบไร้สาย โดยใช้ไฟเลี้ยง 3.3 V ต่อเข้ากับขา 1 (V_{CC}) และขาส่งข้อมูล (TX_D) ต่อเข้ากับขารับข้อมูลของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ขา 26 (RX_D) ส่วนขารับข้อมูลของโมดูลชิปบี (RX_D) ต่อเข้ากับขาส่งข้อมูลของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ขา 25 (TX_D) โดยมีการต่อตัวต้านทานเพื่อลดแรงดันไฟฟ้าที่ออกมาจาก ไมโครคอนโทรลเลอร์ก่อนที่จะเข้าโมดูลชิปบี เพื่อป้องกันความเสียหายเนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ใช้ไฟเลี้ยงที่มากกว่าโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ 5V ส่วน โมดูลชิปบี ใช้ไฟเลี้ยง 3.3 V

4) ผังภาครับ

ที่ผังภาครับได้มีการออกแบบให้ชิปบี มีการเชื่อมต่อกับ คอมพิวเตอร์โดยรับข้อมูลและแสดงผลผ่านโปรแกรม X-CTU โดยรับข้อมูลจากผังภาคส่งที่มี เชื่อมต่อผ่าน dongle ซึ่งเป็นตัวเชื่อมชิปบีกับคอมพิวเตอร์ในการรับข้อมูลจากภาคส่ง

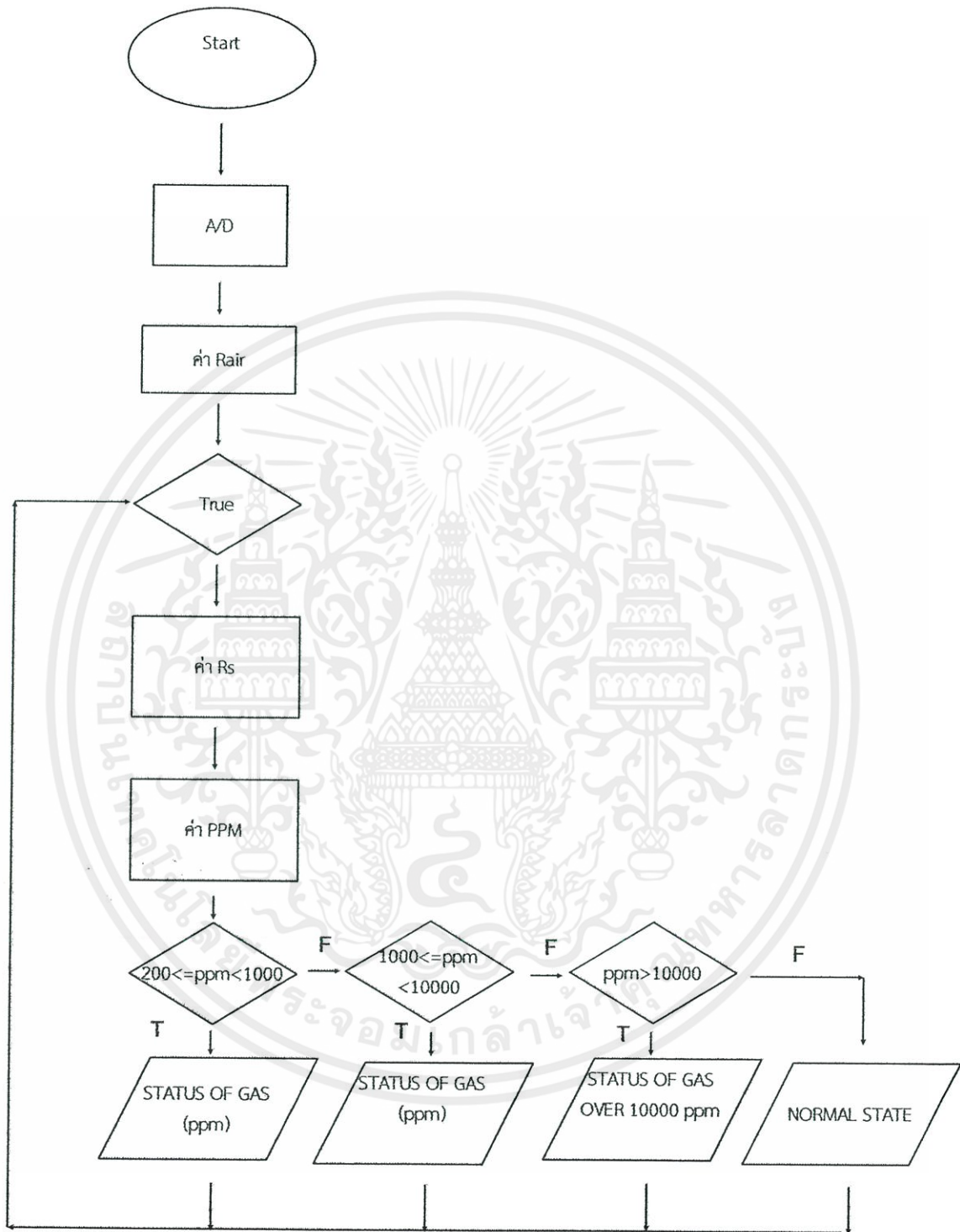
3.1.2.2 การออกแบบทางด้านซอฟต์แวร์

การออกแบบซอฟต์แวร์ที่ภาคส่ง

1) หลักการทำงานของซอฟต์แวร์ที่ภาคส่ง

หลักการทำงานของซอฟต์แวร์ที่ภาคส่งแสดงได้ดังรูปที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



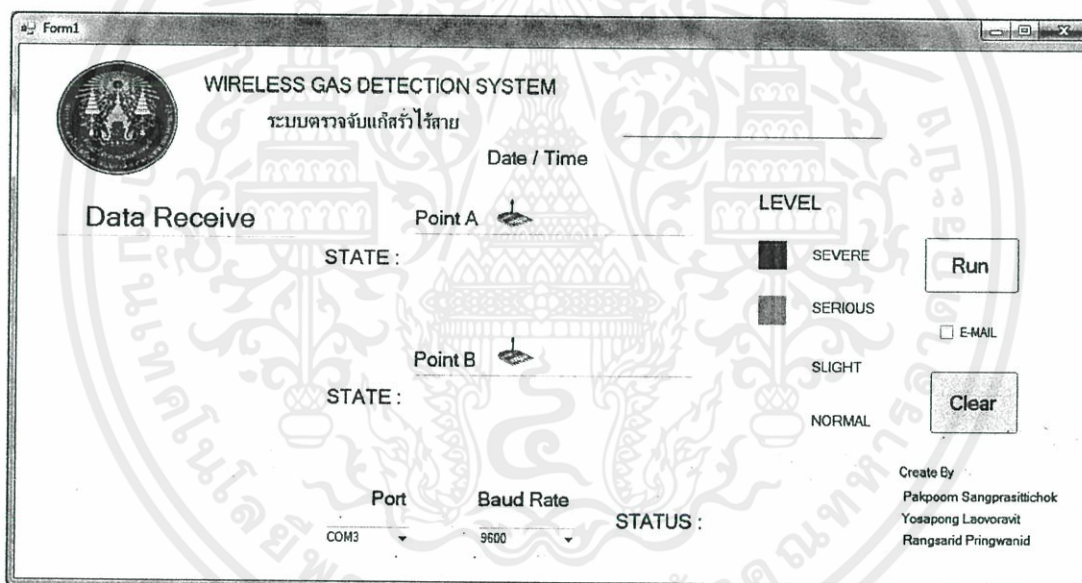
รูปที่ 3.7 โฟลว์ชาร์ตซอฟต์แวร์การทำงานของวงจรที่ภาคส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) สมการที่ใช้ในการคำนวณหาค่าความเข้มข้นของแก๊สLPG

$$\log(\text{concentration}_{ppm}) = \frac{\log\left(\frac{10R_s}{R_{air}}\right) - 1.2477}{-0.4144} \quad (3.1)$$

โดยสมการที่ได้นี้หามาจากความสัมพันธ์ของกราฟ R_s/R_o และความเข้มข้นแก๊สในหน่วย ppm โดยพิจารณาจากความเข้มข้นของอากาศและค่า R_s/R_o ที่มีค่าเท่ากัน เสมอเป็นมาตรฐานเทียบกับค่า R_s/R_o ที่มีค่าลดลงตามความเข้มข้นแก๊ส LPG ที่เพิ่มขึ้นเป็นลักษณะเส้นตรง จึงสามารถคำนวณได้ตามสมการเส้นตรงที่ 3.1 (โดยจากกราฟที่ภาคผนวก ค)



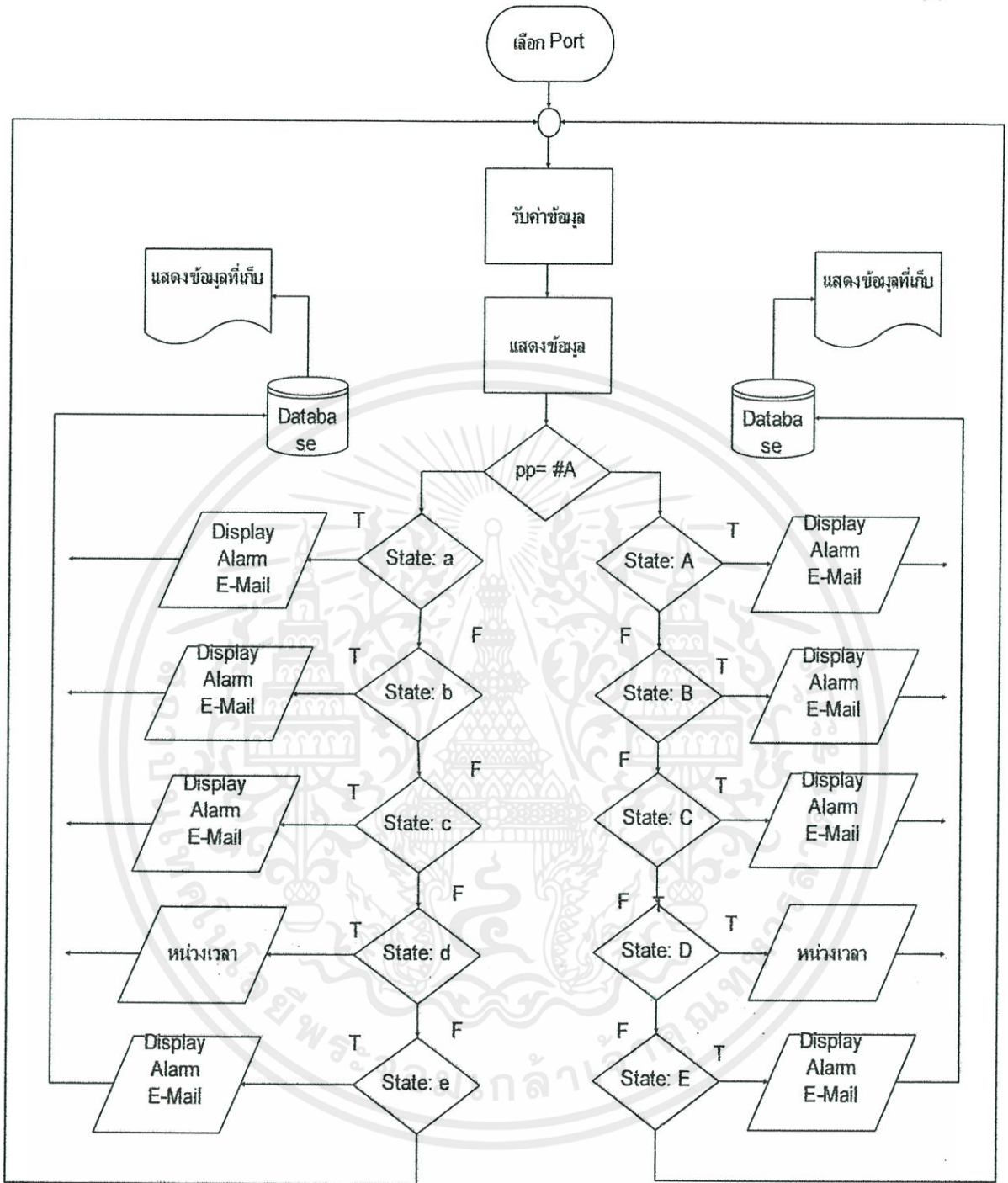
รูปที่ 3.8 หน้าต่าง (GUI) ที่ออกแบบที่ภาครับโดยภาษา C#

การออกแบบซอฟต์แวร์ที่ภาครับ

1) การออกแบบหน้าต่างรับค่าและแสดงผลที่ภาครับ

เป็นการใช้ภาษา C# ในการเขียนโปรแกรมเพื่อรับค่าจากตัวโมดูล ZIGBEE ที่ทำการเชื่อมต่อกันทางภาคส่งและภาครับ โดยออกแบบหน้าต่างที่ใช้ในการรับข้อมูลแสดงได้ดังรูปที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมที่ภาครับ

2) หลักการทำงานของซอฟต์แวร์ที่ภาครับ

หลักการทำงานของโปรแกรมที่ภาครับแสดงการทำงานได้ดังรูปที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
3.9
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกแบบฐานข้อมูล

1) สร้างฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลในโปรแกรม phpMyAdmin เนื่องจากเป็น MySQL Client ที่สามารถจัดการฐานข้อมูล MySQL ผ่านบราวเซอร์ได้โดยตรง

Server: localhost | Database: pro | Table: device2

ฟิลด์	ชนิด	การคิดค่าสมาชิก	ขนาดฟิลด์	วางปลั๊ก (null)	ค่าปริมาตร	เพิ่มเติม	ประเภท
ชื่อเครื่องจักร	varchar(30)	สมาชิก_เครื่องจักร		ใช่	NULL		
Time	varchar(20)	สมาชิก_เครื่องจักร		ใช่	NULL		
Date	varchar(10)	สมาชิก_เครื่องจักร		ใช่	NULL		

ฟิลด์	ชนิด	ขนาด	ค่า
ชื่อเครื่องจักร	varchar(30)	880	ไม่มี
Time	varchar(20)	1,024	ไม่มี
Date	varchar(10)	128	ไม่มี
รวม		1,776	ไม่มี
รวม		1,904	ไม่มี

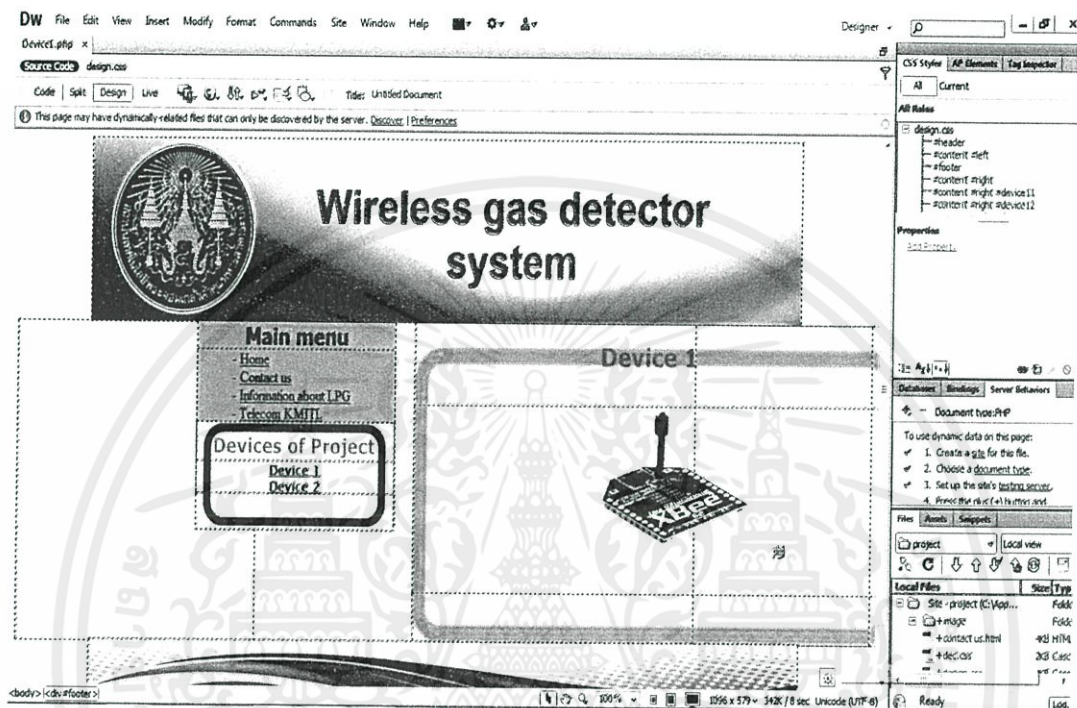
รูปที่ 3.10 รายละเอียดฐานข้อมูล

2) สร้างตาราง 2 ตาราง สำหรับเก็บข้อมูลจากอุปกรณ์ 2 อุปกรณ์ ที่ใช้ในการตรวจจับแก๊ส โดยแต่ละตารางกำหนดค่าดังนี้ คือ ฟิลด์ Concentration สำหรับเก็บสถานะความเข้มข้นของ LPG ณ จุดที่ติดตั้งอุปกรณ์ เป็นชนิด varchar (30) ฟิลด์ Time สำหรับเก็บเวลาที่รับข้อมูล เป็นชนิด varchar (20) ฟิลด์ Date สำหรับเก็บวันที่ที่รับข้อมูลเป็นชนิด varchar (10) ดังรูปที่ 3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกแบบเว็บเบราว์เซอร์

1) เขียนโค้ด PHP เพื่อดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลมาแสดงในรูปแบบตารางโดยแยกตามวันที่

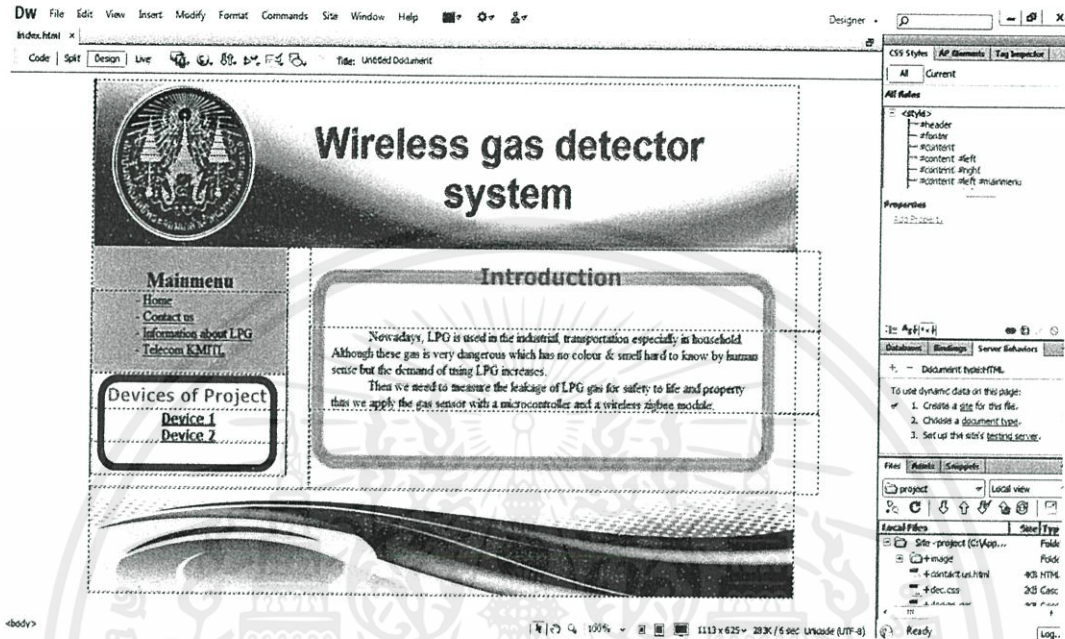


รูปที่ 3.11 โค้ด PHP นำมาตกแต่งใน Dreamweaver

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) นำโค้ด PHP มาตกแต่งในโปรแกรม Dreamweaver CS6

ตามรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.12 ออกแบบหน้าเว็บด้วย Dreamweaver

3) สร้างหน้าเว็บ Index สำหรับเป็นหน้าเว็บหลัก Contact us สำหรับแสดงรายชื่อสมาชิกในกลุ่ม และรายชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา Information about LPG สำหรับบอกอันตรายของ LPG และสร้างลิ้งค์เชื่อมต่อซึ่งกันและกัน ตามรูปที่ 3.12

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 ออสซิลโลสโคป (Oscilloscope) ใช้ในการวัดสัญญาณเอาต์พุตที่ใช้ในการทดลองเพื่อดูรูปของสัญญาณและขนาดของสัญญาณ ค่าแรงดัน ความถี่

3.2.2 พาวเวอร์ซัพพลาย (Power supply) ใช้ในการป้อนไฟเลี้ยงให้กับวงจร

3.2.3 มัลติมิเตอร์ (Multimeter) ใช้ในการวัดค่าแรงดันและตรวจสอบวงจร

3.2.4 เครื่องเบิร์นไมโครโทรลเลอร์ ET-PGMPIC PK3 ใช้ป้อนโปรแกรมลงไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877

3.2.5 สเปกตรัมอนาไลเซอร์ ใช้ในการวัดย่านความถี่ที่ใช้ส่งสัญญาณไร้สายของชิป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

- 3.3.1 จัดเก็บผลการทดลองในส่วนของไฟเลี้ยงวงจร ว่าจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้ไอซีได้ถูกต้องหรือไม่ โดยจัดเก็บจากส่วนของวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้า
- 3.3.2 จัดเก็บผลความถี่ที่ใช้ในการส่งสัญญาณไร้สายของชิคปี
- 3.3.3 จัดเก็บค่ากำลังการส่งของชิคปี คือค่า RSSI
- 3.3.4 จัดเก็บผลการทดลองการส่งของเซนเซอร์แก๊สไร้สายผ่านชิคปี โดยการต่อวงจรและทดลองรันในโปรแกรมว่าได้ผลตามที่ต้องการหรือไม่
- 3.3.5 จัดเก็บผลการส่งสัญญาณของชิคปี
- 3.3.6 จัดเก็บผลการเก็บข้อมูลของฐานข้อมูลพร้อมทั้งผลการแสดงข้อมูลทางเว็บเบราว์เซอร์
- 3.3.7 จัดเก็บผลการรับค่าข้อมูลจากหน้าต่าง (GUI) ที่ได้ทำการออกแบบไว้ข้างต้น
- 3.3.8 จัดเก็บผลการส่ง E-MAIL และการส่งเสียงสัญญาณเตือนเมื่อเกิดการรั่วของแก๊ส LPG
- 3.3.9 จัดเก็บผลการทดลองภาพรวมของวงจรทั้งระบบว่ามีความสมบูรณ์ถูกต้องเพียงใด

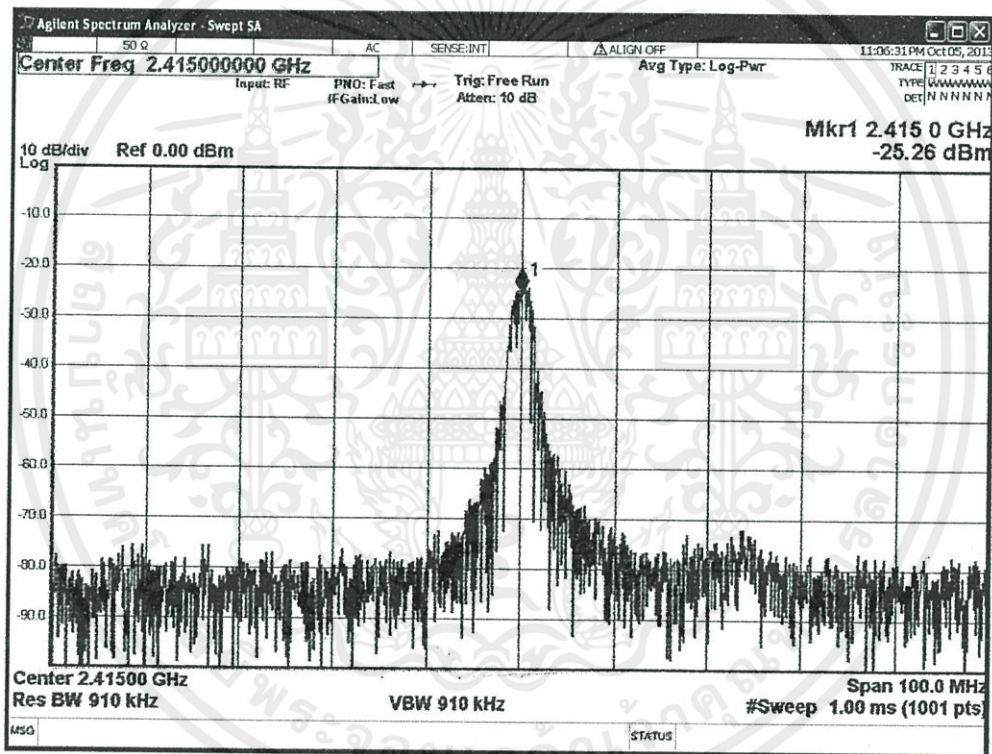
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 วัดค่าความถี่ที่ใช้ของ Zigbee

ค่าความถี่ที่วัดได้คือความถี่ในช่วง 2.4 GHz โดยอยู่ในช่องสัญญาณที่ 13 มีค่าความถี่กลางที่ 2.415 GHz ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ความถี่ที่ใช้ของ Zigbee

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดสอบระยะการส่งสัญญาณของ Zigbee

โดยการวัดจะแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

4.2.1 Line of sight indoor เป็นการวัดภายในอาคารที่มีลักษณะการส่งสัญญาณเป็นเส้นตรงโดยปราศจากสิ่งกีดขวางซึ่งมีค่าความแรงของสัญญาณดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การวัดความแรงสัญญาณ Line of sight indoor

ระยะ (m)	วัดความแรงของสัญญาณครั้งที่ 1 (dBm)	วัดความแรงของสัญญาณครั้งที่ 2 (dBm)
5	-40	-40
10	-40	-40
20	-40	-40
30	-40	-40
40	-49	-46

4.2.2 Non line of sight indoor เป็นลักษณะการวัดภายในอาคารที่มีลักษณะการส่งสัญญาณไม่เป็นเส้นตรงและมีสิ่งกีดขวางซึ่งมีค่าความแรงของสัญญาณดังตารางที่ 4.2 โดยมี Zigbee ฝั่งรับอยู่ที่ หน้าอาคาร T-302 สาขา วิศวกรรมโทรคมนาคม สจล.

ตารางที่ 4.2 การวัด Non line of sight indoor

ตำแหน่ง Zigbee ฝั่งส่ง	วัดความแรงของสัญญาณครั้งที่ 1 (dBm)	วัดความแรงของสัญญาณครั้งที่ 2 (dBm)
T-201	-51	-59
T-215	รับไม่ได้	รับไม่ได้
T-101	-84	-83
T-107	รับไม่ได้	รับไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 Line of sight outdoor เป็นลักษณะการวัดภายนอกอาคารที่มีลักษณะการส่งเป็นเส้นตรงโดยปราศจากสิ่งกีดขวางจากต้นทางไปยังปลายทางซึ่งมีค่าความแรงของสัญญาณดังตารางที่ 4.3

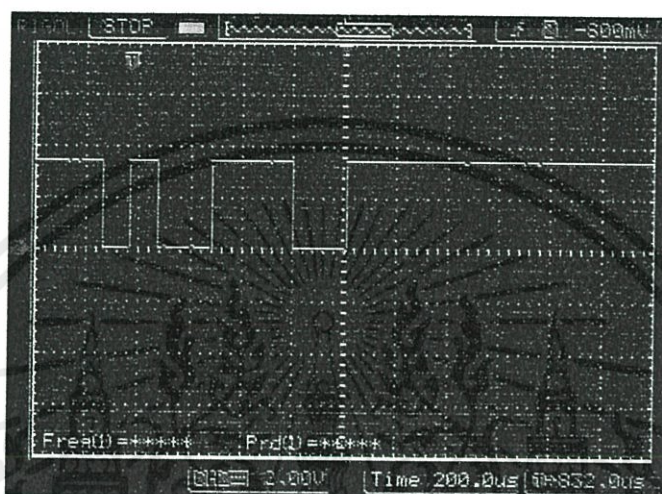
ตารางที่ 4.3 การวัด Line of sight outdoor

ระยะ (m)	วัดความแรงสัญญาณครั้งที่ 1(dBm)	วัดความแรงสัญญาณครั้งที่ 2 (dBm)	วัดความแรงสัญญาณครั้งที่ 3 (dBm)
50	-64	-61	-63
100	-75	-70	-73
150	-77	-78	-75
200	-82	-85	-81
250	-87	-86	-86
300	-89	-88	-88
350	-86	-89	-88
400	-87	-88	-87
450	-88	-91	-89
500	-87	-88	-88
550	-88	-87	-92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

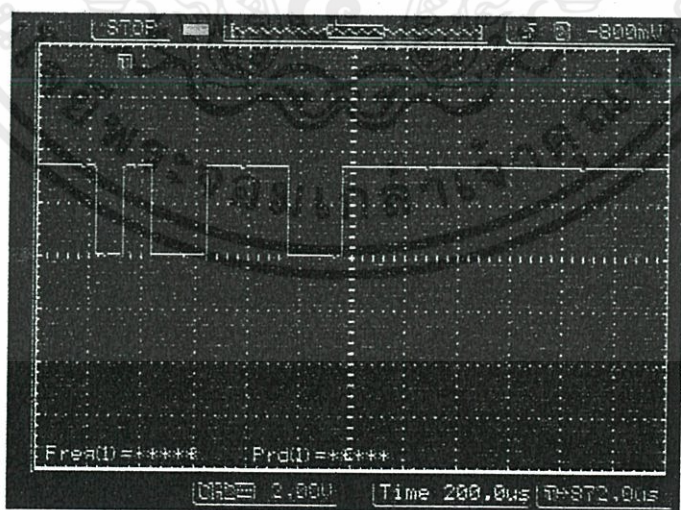
4.3 ผลการวัดค่าสัญญาณ Zigbee

ทดสอบส่งข้อมูลผ่าน Zigbee แล้ววัดค่าสัญญาณที่ออกจากขา Tx ของ Zigbee ฝั่ง โดยส่งเลข 9 ซึ่งมีรหัส ASCII คือ 0011 1001 จะได้สัญญาณดังรูปที่ 4.2 โดยจะมี Start bit คือ 0 และ Stop bit คือ 1



รูปที่ 4.2 สัญญาณที่ขา Tx ของ Zigbee ฝั่งส่งเมื่อส่งตัวเลข 9

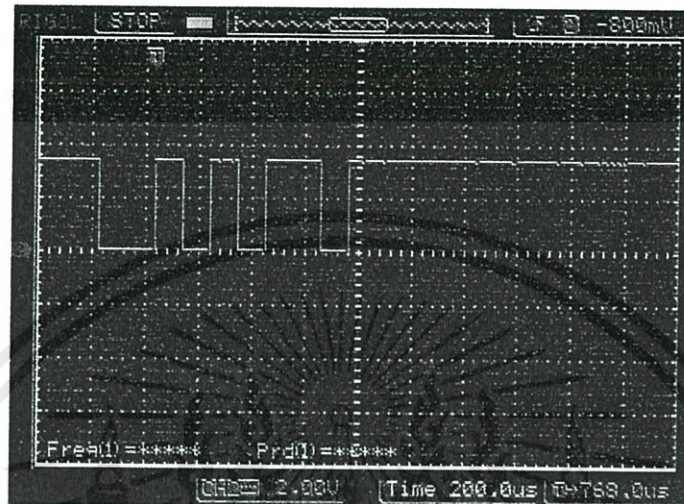
ทดสอบส่งข้อมูลผ่าน Zigbee แล้ววัดค่าสัญญาณที่ออกจาก ขา Rx ของ Zigbee ฝั่งรับ โดยส่งเลข 9 ซึ่งมีรหัส ASCII คือ 0011 1001 จะได้สัญญาณดังรูปที่ 4.3 โดยจะมี Start bit คือ 0 และ Stop bit คือ 1



รูปที่ 4.3 สัญญาณที่ขา Rx ของ Zigbee ฝั่งรับเมื่อส่งตัวเลข 9

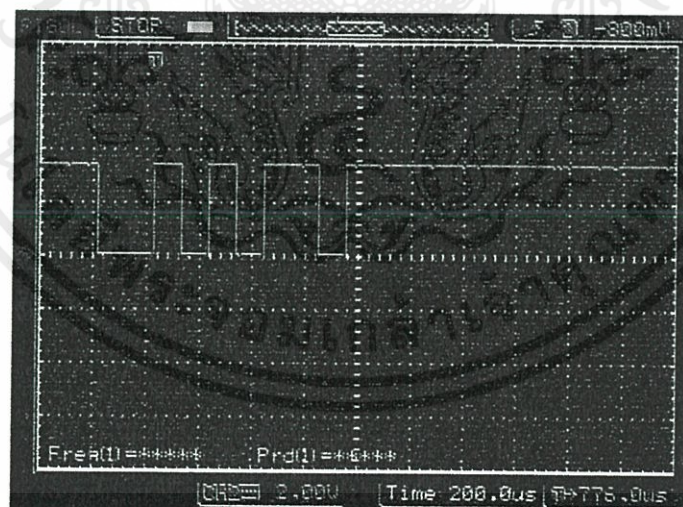
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบส่งตัวอักษร j ซึ่งมีรหัส ASCII คือ 0110 1010 วัดสัญญาณที่ขา Tx ของ Zigbee ฝั่งส่งจะได้สัญญาณดังรูปที่ 4.4 โดยจะมี Start bit คือ 0 และ Stop bit คือ 1



รูป 4.4 สัญญาณที่ขา Tx ของ Zigbee ฝั่งส่งเมื่อส่งตัวอักษร j

ทดสอบส่งตัวอักษร j ซึ่งมีรหัส ASCII คือ 0110 1010 วัดสัญญาณที่ขา Rx ของ Zigbee ฝั่งรับได้สัญญาณดังรูปที่ 4.5 ตามลำดับ โดยจะมี Start bit คือ 0 และ Stop bit คือ 1

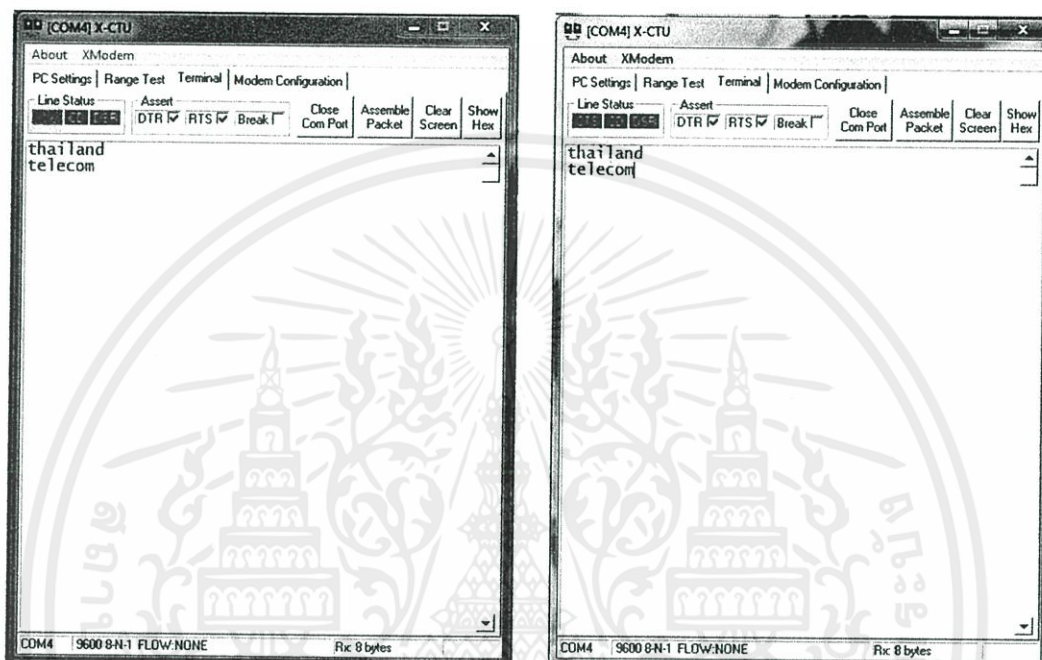


รูปที่ 4.5 สัญญาณที่ขา Rx ของ Zigbee ฝั่งรับเมื่อส่งตัวอักษร j

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การส่งค่าผ่าน Zigbee

เมื่อทดสอบส่งค่าผ่าน Zigbee โดยด้านแรกพิมพ์คำว่า thailand และด้านที่ 2 พิมพ์คำว่า telecom กลับมาโดยข้อความที่มีตัวอักษรสีน้ำเงินจะเป็นข้อความที่ทำการส่ง ส่วนข้อความที่มีตัวอักษรสีแดงเป็นข้อความที่ทำการรับมาจะได้ดังรูปที่ 4.6

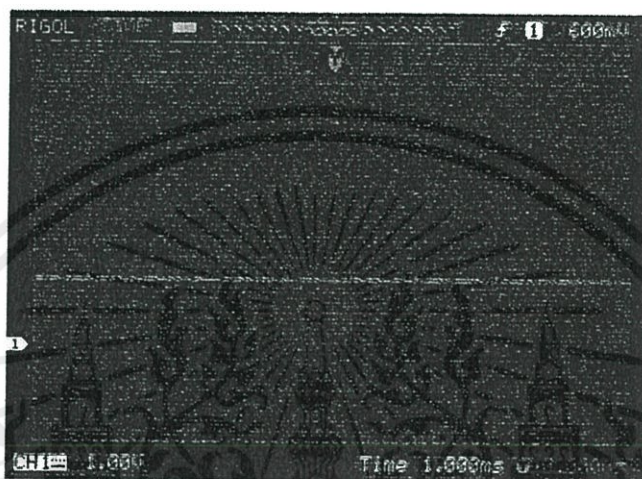


รูปที่ 4.6 ทดสอบส่งค่าผ่าน Zigbee

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

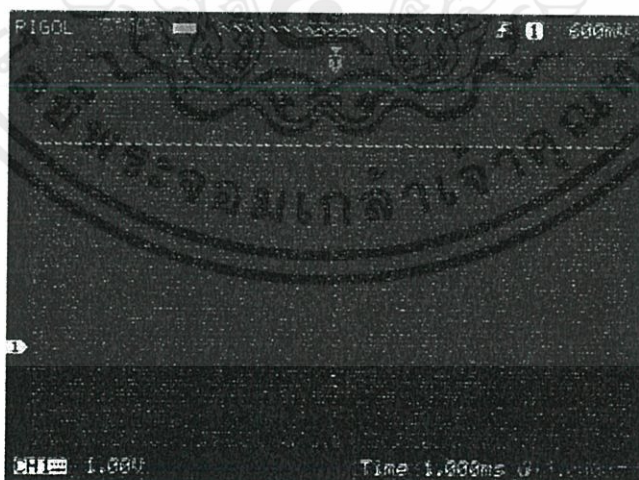
4.5 ผลการทดสอบแก๊สเซนเซอร์

ทดสอบหลักการทำงานของเซนเซอร์แก๊สโดยทำการป้อนไฟเลี้ยงและรระยะเวลา 2 นาทีเพื่อให้แรงดันที่ตกคร่อมเซนเซอร์แก๊สมีค่าคงที่ วัดสัญญาณได้สัญญาณ DC ประมาณ 1.2 V ซึ่งเป็นดังรูปที่ 4.7



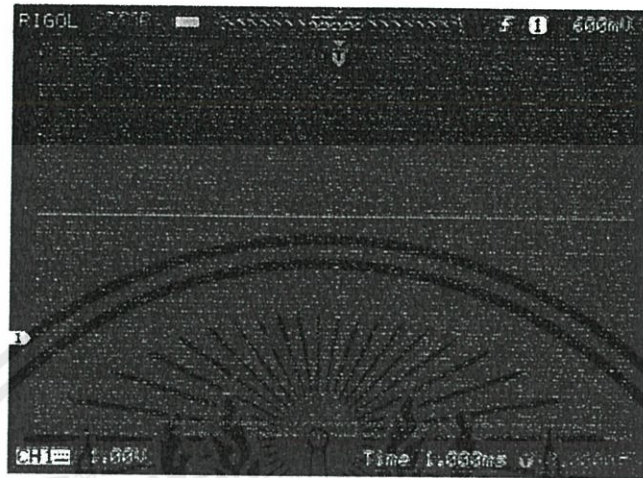
รูปที่ 4.7 สัญญาณเมื่อแรงดันตกคร่อมแก๊สเซนเซอร์มีค่าคงที่

ทดสอบป้อนแก๊สให้มีค่าแรงดันตกคร่อมเซนเซอร์แก๊สมากที่สุดซึ่งได้สัญญาณ DC แรงดัน 5 V ดังรูปที่ 4.8 โดยแรงดันตกคร่อมเซนเซอร์แก๊สที่ได้จะมีค่าไม่เกินค่าแรงดันที่จ่ายให้กับเซนเซอร์แก๊ส



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สง รูปที่ 4.8 สัญญาณเมื่อแรงดันตกคร่อมเซนเซอร์แก๊สมีค่าสูงที่สุดไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อหยุดการปล่อยแก๊ส แรงดันที่ตัวคร่อมเซนเซอร์แก๊สจะลดลงเรื่อยๆดังรูปที่ 4.9 โดยแรงดันจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของแก๊สที่เซนเซอร์แก๊สตรวจจับได้



รูปที่ 4.9 สัญญาณเมื่อหยุดปล่อยแก๊ส

4.6 ผลการทดสอบวงจร

ทดสอบวงจรโดยป้อนไฟเลี้ยงเข้าไปในวงจรและต่อ Zigbee ฝั่งรับกับคอมพิวเตอร์ และเก็บผลโดยกำหนดให้ PIC delay เป็นระยะเวลา 2 นาที เพื่อให้ค่าความต้านทานของเซนเซอร์แก๊สมีค่าคงที่ ดังรูปที่ 4.10

รูปที่ 4.10 โปรแกรมหน่วงเวลาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษามานาน ไม่นอนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อครบ 2 นาที จะทำการเก็บค่าความต้านทานของเซนเซอร์แก๊สโดยเซนเซอร์แก๊ส ต้องอยู่ในสภาพแวดล้อมปกติ ไว้เพื่อใช้ในการเทียบเคียงกับกราฟดังภาคผนวก ฉ Gas Sensor MQ - 6 ดังรูปที่ 4.11

Form1

WIRELESS GAS DETECTION SYSTEM
ระบบตรวจจับแก๊สไร้สาย

Date / Time Friday, February 28, 2014 12:00 PM

Data Receive

```
#Please Wat 52
#Please Wat 51
#Please Wat 53
#Please Wat 52
#Please Wat 54
#Please Wat 53
#Please Wat 54
#Please Wat 55
#Please Wat 54
#Please Wat 56
#Please Wat 55
#Please Wat 57
#Please Wat 56
#Please Wat 58
#Please Wat 57
#Please Wat 59
#Please Wat 58
#Please Wat 60
#Please Wat 59
Rair=75607.49 ohm
#Please Wat 60
NORMAL STATE
Rair=45787.78 ohm
```

Point A
STATE : NORMAL STATE

Point B
STATE : Rair=45787.78 ohm

LEVEL

- SEVERE
- SERIOUS
- SLIGHT
- NORMAL

E-MAIL

Port COM3 Baud Rate 9600 STATUS : OPEN COM3

Create By
Pakpoom Sangprasitichok
Yosapong Laovoravit
Rangsarid Pringwanid

รูปที่ 4.11 ค่าความต้านทานของเซนเซอร์แก๊สหลังช่วงเวลา 2 นาที โดยเซนเซอร์แก๊สอยู่ในสภาพแวดล้อมปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการปล่อยแก๊สเสมือนมีแก๊สรั่วที่จุด A Zigbee ที่จุด A จะส่งข้อมูลไปยัง Zigbee ฝั่งรับและแสดงผลค่าความเข้มข้นแก๊สที่รั่วพร้อมสถานะสีส้มที่ความเข้มข้นระหว่าง 1,000 ppm – 10,000 ppm ดังรูปที่ 4.12

The screenshot shows the 'WIRELESS GAS DETECTION SYSTEM' interface. At the top, it displays the system name in Thai and English, along with the date and time: Friday, February 28, 2014 12:07 PM. The interface is divided into several sections:

- Data Receive:** A list of 'NORMAL STATE' messages and a detailed status for Point A: 'STATUS OF LPG PPM = 1741.69 ppm'.
- Point A:** Labeled 'STATE: NORMAL STATE' with a gas leak icon.
- Point B:** Labeled 'STATE: NORMAL STATE' with a gas leak icon.
- LEVEL:** A vertical scale with four levels: SEVERE (black), SERIOUS (dark grey), SLIGHT (light grey), and NORMAL (white).
- Port and Baud Rate:** Set to COM3 and 9600 respectively.
- STATUS:** Displayed as 'STATUS : OPEN COM3'.
- Buttons:** 'Run' and 'Clear' buttons are visible.
- Footer:** 'Create By Pakpoom Sangprasitichok, Yosapong Laovoravit, Rangarid Pringwanid'.

รูปที่ 4.12 เมื่อทำการปล่อยแก๊สที่จุด A

เมื่อทำการปล่อยแก๊สเสมือนมีแก๊สรั่วที่จุด B Zigbee ที่จุด B จะส่งข้อมูลไปยัง Zigbee ฝั่งรับและแสดงผลค่าความเข้มข้นแก๊สที่รั่วพร้อมสถานะสีเหลืองที่ความเข้มข้นระหว่าง 100 ppm – 1,000 ppm ดังรูปที่ 4.13

The screenshot shows the 'WIRELESS GAS DETECTION SYSTEM' interface. At the top, it displays the system name in Thai and English, along with the date and time: Friday, February 28, 2014 12:35 PM. The interface is divided into several sections:

- Data Receive:** A list of 'NORMAL STATE' messages and a detailed status for Point B: 'STATUS OF LPG PPM = 262.83 ppm'.
- Point A:** Labeled 'STATE: NORMAL STATE' with a gas leak icon.
- Point B:** Labeled 'STATE: NORMAL STATE' with a gas leak icon.
- LEVEL:** A vertical scale with four levels: SEVERE (black), SERIOUS (dark grey), SLIGHT (light grey), and NORMAL (white).
- Port and Baud Rate:** Set to COM3 and 9600 respectively.
- STATUS:** Displayed as 'STATUS : OPEN COM3'.
- Buttons:** 'Run' and 'Clear' buttons are visible.
- Footer:** 'Create By Pakpoom Sangprasitichok, Yosapong Laovoravit, Rangarid Pringwanid'.

รูปที่ 4.13 เมื่อทำการปล่อยแก๊สที่จุด B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกข้อมูลและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อปล่อยแก๊สรั่วทั้งสองตำแหน่งจะแสดงค่าความเข้มข้นของแก๊สที่รั่วของแต่ละตำแหน่ง พร้อมทั้งแสดงสถานะสีโดยที่จุด A สีส้มและที่จุด B สีแดง โดยที่ความเข้มข้นแก๊สระหว่าง 1,000 ppm – 10,000 ppm และ ความเข้มข้นแก๊สเกิน 10,000 ppm ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.14

รูปที่ 4.14 เมื่อปล่อยแก๊สที่จุด A และ B

4.7 วัดเปรียบเทียบค่าความเข้มข้น LPG กับอุปกรณ์อ้างอิง

เมื่อทดสอบวัดความเข้มข้นของ LPG ระหว่างอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นกับอุปกรณ์ได้ผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบค่าความเข้มข้น LPG ของอุปกรณ์อ้างอิง (JL269) และอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น

วัดจาก อุปกรณ์ อ้างอิง (ppm)	วัดจากอุปกรณ์ ที่สร้างขึ้น ครั้งที่ 1 (ppm)	วัดจากอุปกรณ์ ที่สร้างขึ้น ครั้งที่ 2 (ppm)	วัดจากอุปกรณ์ ที่สร้างขึ้น ครั้งที่ 3 (ppm)	ค่าเฉลี่ย (ppm)	ค่า ความคลาด เคลื่อน
500	410.57	556.38	473.44	442.34	3.98%
1,000	919.50	1,374.56	1,189.21	1161.09	16.11%
2,000	1,673.13	2,381.60	1,922.11	1992.28	0.39%
5,000	6,051.73	4,567.51	5,219.04	5279.43	5.59%
10,000	9,257.65	24,793.48	16,902.34	16,984.27	69.84%

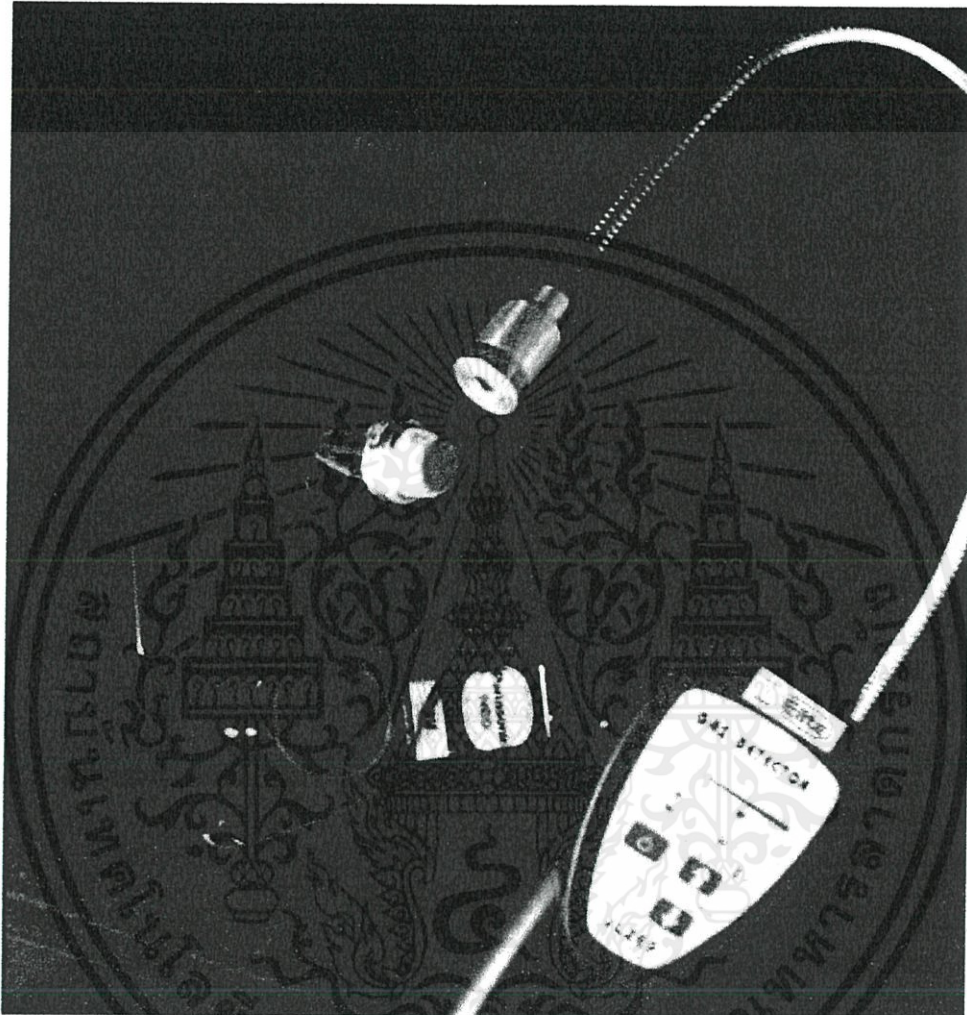
การวัดเปรียบเทียบค่าระหว่างอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นและอุปกรณ์อ้างอิงที่ LPG ความเข้มข้น 500 ppm แสดงได้ดังรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 วัดเปรียบเทียบค่าระหว่างอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น
และอุปกรณ์อ้างอิงที่ LPG ความเข้มข้น 500 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวัดวัดเปรียบเทียบค่าระหว่างอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นและอุปกรณ์อ้างอิงที่ LPG ความเข้มข้น 10,000 ppm แสดงได้ดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 วัดเปรียบเทียบค่าระหว่างอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นและอุปกรณ์อ้างอิงที่ LPG ความเข้มข้น 10,000 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8 ทดสอบ E-mail แจ้งเตือน

เมื่อทดลองปล่อย LPG ที่สถานะ คือ LPG ที่ความเข้มข้น 200 - 1000 ppm ที่ตำแหน่ง A E-mail จะถูกส่งเตือนไปยังผู้ดูแลระบบดังรูปที่ 4.17

WARNING!! DETECT LPG  กล้องจดหมาย x

lpgproject56@gmail.com

ถึง ฉัน ▾

@ POSITION A THIS IS CONCENTRATION BETWEEN 200 PPM TO 1000 PPM

รูปที่ 4.17 E-mail แจ้งเตือนจุด A LPG มีความเข้มข้น 200 – 1000 ppm

เมื่อทดลองปล่อย LPG ที่สถานะ คือ LPG ที่ความเข้มข้น 1000 – 10000 ppm ที่ตำแหน่ง A E-mail จะถูกส่งเตือนไปยังผู้ดูแลระบบดังรูปที่ 4.18

WARNING!! DETECT LPG  กล้องจดหมาย x

lpgproject56@gmail.com

ถึง ฉัน ▾

@ POSITION A THIS IS CONCENTRATION BETWEEN 1000 PPM TO 10000 PPM

รูปที่ 4.18 E-mail แจ้งเตือนจุด A เมื่อ LPG มีความเข้มข้น 1000 – 10000 ppm

เมื่อทดลองปล่อย LPG ที่สถานะ คือ LPG ที่ความเข้มข้นเกิน 10000 ppm ที่ตำแหน่ง A E-mail จะถูกส่งเตือนไปยังผู้ดูแลระบบดังรูปที่ 4.19

WARNING!! DETECT LPG  กล้องจดหมาย x

lpgproject56@gmail.com

ถึง ฉัน ▾

@ POSITION A THIS IS CONCENTRATION OVER 10000 PPM

รูปที่ 4.19 E-mail แจ้งเตือนจุด A เมื่อ LPG มีความเข้มข้นเกิน 10000 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทดลองปล่อย LPG ที่สถานะ คือ LPG ที่ความเข้มข้น 200 - 1000 ppm ที่ตำแหน่ง B E-mail จะถูกส่งเตือนไปยังผู้ดูแลระบบดังรูปที่ 4.20

WARNING!! DETECT LPG  กล้องจดหมาย x

lpgproject56@gmail.com

ถึง ฉัน ▾

@ POSITION B THIS IS CONCENTRATION BETWEEN 200 PPM TO 1000 PPM

รูปที่ 4.20 E-mail แจ้งเตือนจุด B เมื่อ LPG มีความเข้มข้น 200 – 1000 ppm

เมื่อทดลองปล่อย LPG ที่สถานะ คือ LPG ที่ความเข้มข้น 1000 – 10000 ppm ที่ตำแหน่ง B E-mail จะถูกส่งเตือนไปยังผู้ดูแลระบบดังรูปที่ 4.21

WARNING!! DETECT LPG  กล้องจดหมาย x

lpgproject56@gmail.com

ถึง ฉัน ▾

@ POSITION B THIS IS CONCENTRATION BETWEEN 1000 PPM TO 10000 PPM

รูปที่ 4.21 E-mail แจ้งเตือนจุด 2 เมื่อ LPG มีความเข้มข้น 1000 – 10000 ppm

เมื่อทดลองปล่อย LPG ที่สถานะ คือ LPG ที่ความเข้มข้นเกิน 10000 ppm ที่ตำแหน่ง A E-mail จะถูกส่งเตือนไปยังผู้ดูแลระบบดังรูปที่ 4.22

WARNING!! DETECT LPG  กล้องจดหมาย x

lpgproject56@gmail.com

ถึง ฉัน ▾

@ POSITION B THIS IS CONCENTRATION OVER 10000 PPM

รูปที่ 4.22 E-mail แจ้งเตือนจุด 2 เมื่อ LPG มีความเข้มข้นเกิน 10000 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9 ทดสอบเปิดเว็บเบราว์เซอร์ตรวจสอบข้อมูลภายในฐานข้อมูล

เมื่อเปิดเว็บเบราว์เซอร์ตรวจสอบข้อมูลจะพบว่าข้อมูลจะถูกบันทึกลงในฐานข้อมูลเป็นระยะๆ โดยประกอบด้วย 3 필ด์หลักๆ คือ ความเข้ม เวลา และวันที่เก็บผล ตามรูปที่ 4.23 และ 4.24

Date
31-01-2014
01-02-2014
02-02-2014
04-02-2014
05-02-2014

Concentration	Time	Date
#NORMAL STATE	00:22:25	05-02-2014
#NORMAL STATE	00:41:20	05-02-2014
#NORMAL STATE	00:44:20	05-02-2014
#NORMAL STATE	00:47:20	05-02-2014
#NORMAL STATE	00:53:20	05-02-2014
#NORMAL STATE	00:59:29	05-02-2014
#NORMAL STATE	01:16:11	05-02-2014

รูปที่ 4.23 ตัวอย่างฐานข้อมูลของอุปกรณ์ที่ 1

Date
31-01-2014
02-02-2014
04-02-2014
05-02-2014

Concentration	Time	Date
#NORMAL STATE	00:50:20	05-02-2014
#STATUS OF GAS PPM IS OVER 1000	00:56:29	05-02-2014
#NORMAL STATE	01:02:29	05-02-2014

รูปที่ 4.24 ตัวอย่างฐานข้อมูลของอุปกรณ์ที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการสร้างเครื่องตรวจจับแก๊สรั่วไร้สายโดยทำการส่งข้อมูลสถานะความเข้มข้น LPG ผ่าน Zigbee เข้าสู่คอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม X-CTU พบว่าอุปกรณ์มีความสามารถในการรับส่งสัญญาณได้ดีในลักษณะการส่งแบบ Line of sight และกำลังในการส่งจะถูกลดทอนตามระยะทางที่เพิ่มมากขึ้นโดยมีค่า Sensitivity เท่ากับ -92 dBm ซึ่งจากการทดลองการวัดค่าแรงดันตกคร่อมเซนเซอร์แก๊ส LPG พบว่าเมื่อมีการตรวจจับ LPG ได้จะส่งผลทำให้มีค่าแรงดันตกคร่อมเซนเซอร์เพิ่มขึ้น ทำให้สามารถตรวจจับการรั่วของ LPG ได้

จากการทดลองข้างต้นเมื่อนำเครื่องตรวจจับแก๊สรั่วไร้สายทั้งสองตัวมาเชื่อมต่อกันแบบ Mesh และแสดงผลผ่านโปรแกรมที่เขียนขึ้นด้วยภาษา C# เพื่อรับข้อมูลแสดงสถานะของ LPG ทั้งสองอุปกรณ์พร้อมกัน ทำให้สามารถตรวจจับการรั่วของ LPG ในสองตำแหน่งได้ โดยเมื่อพบการรั่วของ LPG จะทำการแจ้งเตือนโดยมีเสียงและส่งอีเมลไปยังผู้ดูแล และเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูลพร้อมทั้งสามารถเรียกดูได้ผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการทำโครงการระบบตรวจจับแก๊สรั่วไร้สายเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานให้ดีขึ้นมีข้อเสนอแนะดังนี้

- 1) Sensor แก๊ส MQ-6 สามารถตรวจจับแก๊ส LPG ได้ในช่วง 200 ppm ถึง 10,000 ppm
- 2) ค่าความเข้มข้นแก๊สที่ได้ยังไม่ดีผ่านการทำการเปรียบเทียบค่ากับเครื่องวัดความเข้มข้น LPG
- 3) ที่อุณหภูมิแตกต่างกันจะทำให้ได้ค่าความเข้มข้นที่ไม่เท่ากัน โดยกราฟที่นำมาคำนวณพิจารณาที่อุณหภูมิที่ 25°C
- 4) ค่าความเข้มข้นของ LPG ที่มีอันตรายต่อร่างกายมนุษย์มีค่าตั้ง 1,000 ppm ขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- [1] ทีมงานสมาร์ตเลิร์นนิ่ง, "Advance PIC Microcontroller in C การประยุกต์ใช้งาน PIC ขั้นสูง ด้วยภาษา C" พิมพ์ครั้งที่1.กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนสามัญสมาร์ตเลิร์นนิ่ง, 2554.
- [2] ประภาพร ช่างไม้. คู่มือเขียนโปรแกรมภาษา C ฉบับผู้เริ่มต้น. พิมพ์ครั้งที่1. นนทบุรี : ไอดีซี อินโฟ ดิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์ จำกัด, 2551.
- [3] กมลวรรณ คำเครือ, และสุริยนต์ แสงอุทัย. “เครื่องกำเนิดสัญญาณควบคุมด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Function Generator Controlled by Microcontroller).” ปรินญาณินพนธ์ปรินญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต, สาขาวิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2544.
- [4] น.ส. วัลลดา เจริญอร่าม, และนาย ธรานภ สายหรั่ง. “เริ่มต้นกับZigbee.”
<http://mobliezigbee.blogspot.com/2007/08/zigbee.html>.
- [5] ปจัน พลังสันติกุล. CCS C คอมไพเลอร์.กรุงเทพฯ: แอปซอพท์เทค จำกัด, 2537.
- [6] สาขาวิชา อิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง. “วงจรเร็กกูเลเตอร์.”
<http://www.kmitl.ac.th/~s2010184/%E0%B9%81%E0%B8%A5%E0%B9%87%E0%B8%9B%204.pdf>.
- [7] บริษัท อินโนเวทีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด. “เอกสารประกอบการใช้งาน XBee-PRO โมดูล สื่อสารไร้สาย2.4 GHz.”
<http://sisley.en.kku.ac.th/project/2011/COE2011-04/Data%20sheet/XBEE-PRO.pdf>.
- [8] มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี. “การวิเคราะห์เชิงกราฟ (Graphical Analysis)”
<http://www.chanthaburi.buu.ac.th/~physics/documents.pdf>.
- [9] ทีมงาน Thaieasyelec. “การต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับ Xbee เบื้องต้น.”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
<http://www.ThaiEasyElec.com>
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

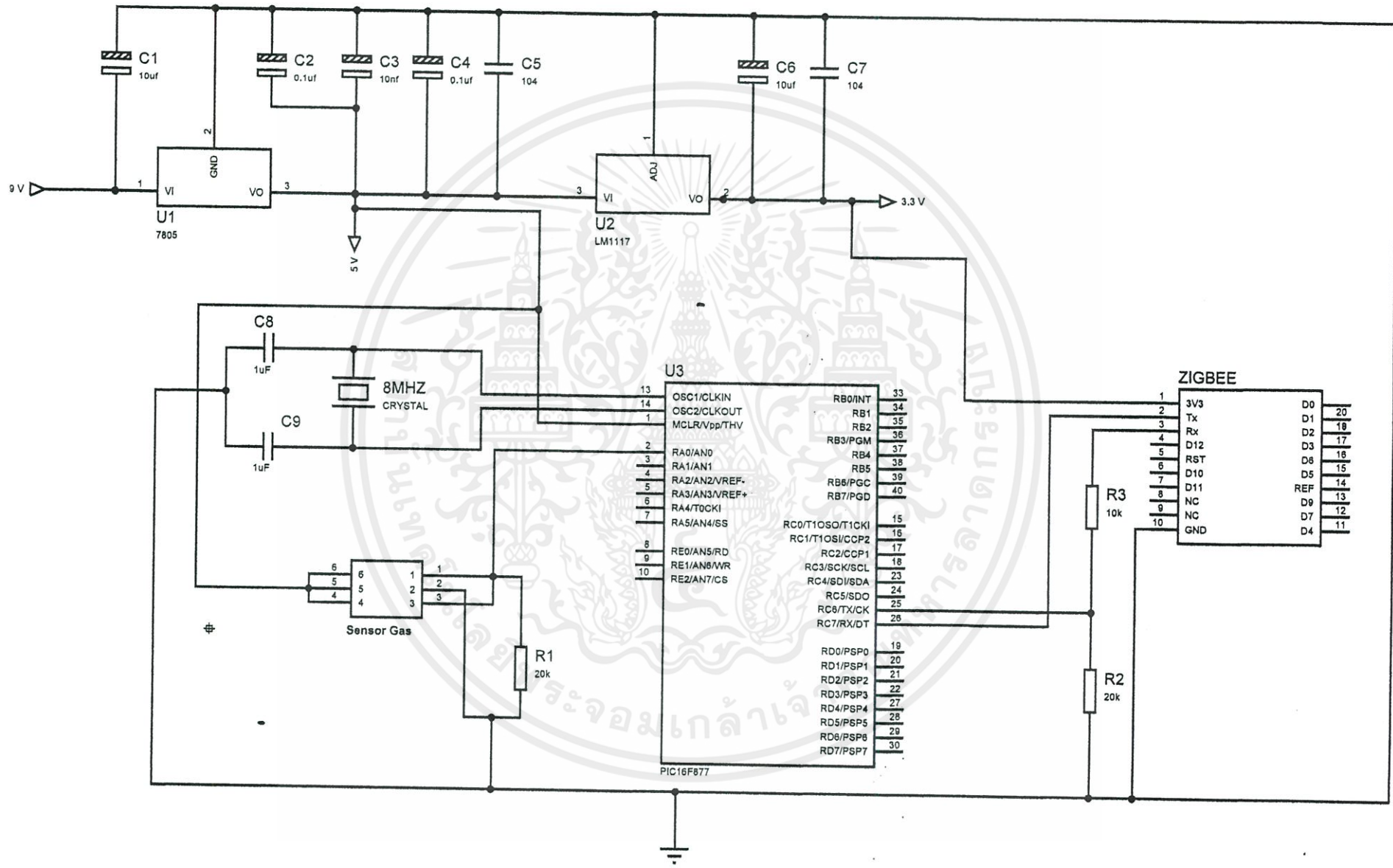
- [10] “Zigbee คืออะไร.”
<http://www.thaieasyelec.com/electronics-in-chapter/what-is-zigbee.html>.
- [11] “เริ่มต้นกับ ZigBee.”
<http://www.mobliezigbee.blogspot.com/2007/08/zigbee.html>.
- [12] “XBEE PRO Series 2.”
http://www.synes.co.th/product_view.php?product_id=483
- [13] “เอกสารประกอบการใช้งาน XBee-Pro โมดูลสื่อสารข้อมูลไร้สาย 2.4 GHz.”
<http://www.sisley.en.kku.ac.th/project/2011/COE2011-04/Data%20sheet/XBEE-PRO.pdf>.
- [14] “การตรวจวัดแก๊ส.” <http://www.nu.ac.th>.
- [15] “บทความเรื่องก๊าซปิโตรเลียมเหลว.”
http://www.doeb.go.th/v3/knowledge/knowledge_article_Natural1.htm.
- [16] “คุณสมบัติของก๊าซปิโตรเลียมเหลว.”
http://www.doeb.go.th/v3/knowledge/knowledge_article_Natural2.htm.
- [17] “Mysql.” course.eau.ac.th/course/Download/0133607/mysql.doc.
- [18] “PHP.”
http://share.pdfonline.com/1016b04ff0d14b11b89d7eb57d59116c/13530078_2013-09-14_19-03_1379512131548.pdf.
- [19] Khwanchira Nuanthong. “ภาษา PHP.”
http://kuk14331.blogspot.com/2013/01/1_15.html.
- [20] “PHP.” <http://natee.math.science.cmu.ac.th/BCK/PHP.htm>.

[21] “คู่มือการใช้งาน phpMyAdmin.”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
http://www.cs.science.cmu.ac.th/course/204321/Lab/LabMySQL_2.pdf
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

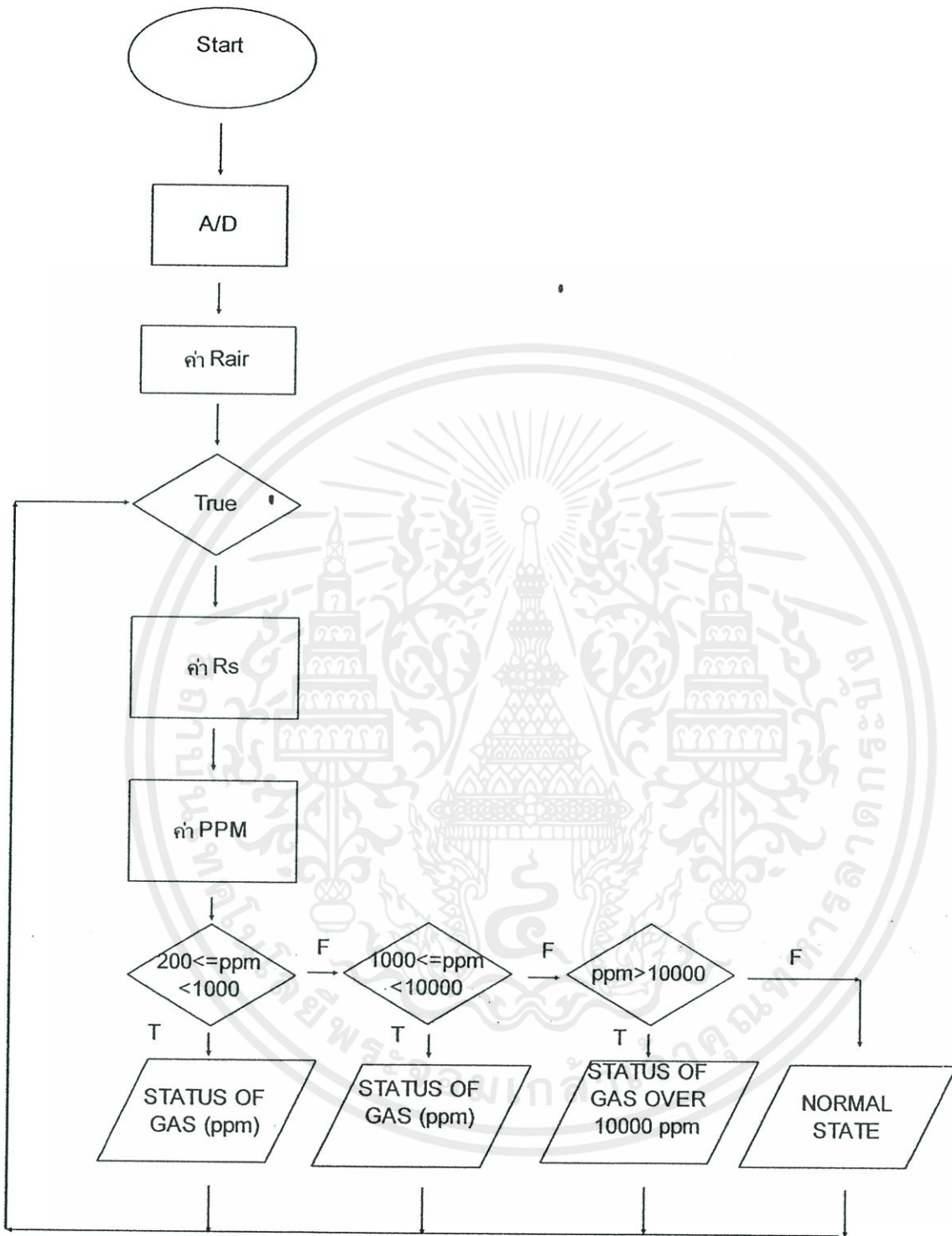


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





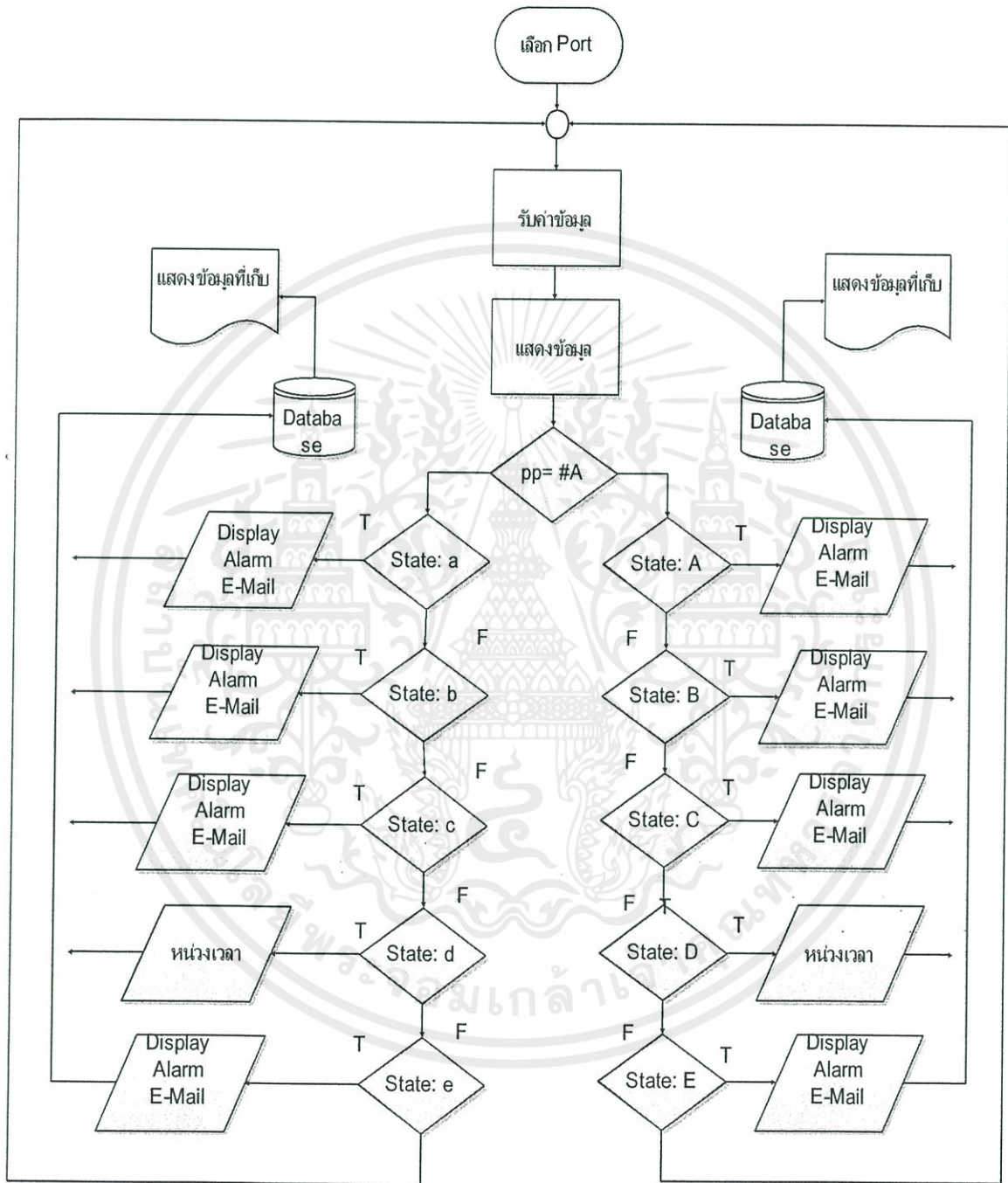
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมการทำงานของระบบที่ภาครับ

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;
using System.IO.Ports;
using System.Net.Mail;
using MySql.Data.MySqlClient;
using System.Threading;
namespace WindowsFormsApplication5
{
    public partial class Form1 : Form
    {
        public Form1()
        {
            InitializeComponent();
        }
        private static string RXstring = "";
        string RX;
        string TX;

        string SX;

        Char pp;
        //Int32 pp1;
        //Int32 fpp;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Char pointgo;

```
private void Form1_Load(object sender, EventArgs e)
{
    string[] strPortNames = SerialPort.GetPortNames();
    foreach (string n in strPortNames)
    {
        comboBox1.Items.Add(n);
    }
    comboBox1.SelectedIndex = 0;
    comboBox2.Items.Clear();
    comboBox2.Items.Add("19200");
    comboBox2.Items.Add("9600");
    comboBox2.SelectedIndex = 1;
}
private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
{
    try
    {
        if (!serialPort1.IsOpen )
        {
            serialPort1.PortName = comboBox1.SelectedItem + "";
            // textBox1.Text = serialPort1.PortName + "ready\n";
            textBox1.AppendText(serialPort1.PortName + "\tReady\n");
            STATUS.Text = "STATUS : OPEN " + (serialPort1.PortName);
            serialPort1.Open();
            // serialPort1.Open();
            //button1.Enabled = false;
        }
        else
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        {
            textBox1.Text = "can't opened";
            STATUS.Text = "STATUS : CLOSE " ;
        }
    }
    catch (UnauthorizedAccessException ex)
    {
        MessageBox.Show(ex.Message);
    }
    Thread trd = new Thread(new ThreadStart(this.keepdata));
    trd.IsBackground = true;
    trd.Start();
}

private void Form1_FormClosed(object sender, FormClosedEventArgs e)
{
    try
    {
        serialPort1.Close();
    }
    catch (Exception)
    {
    }
}

private void serialPort1_DataReceived(object sender,
System.IO.Ports.SerialDataReceivedEventArgs e)
{
    System.Threading.Thread.Sleep(1000);
    try
    {

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

//RXstring = serialPort1.ReadExisting();
RXstring = serialPort1.ReadLine();
// System.Threading.Thread.Sleep(3000);
// kaka = RXstring.Split(new string[] { "#" }, StringSplitOptions.None);

    //{ textBox5.AppendText(kaka[i] + "\n");
    //}

```

```

this.Invoke(new EventHandler(DisplayText));

```

```

//textBox5.AppendText(kaka + "\n");
RX = RXstring.Substring(RXstring.Length - 1, 1);
// // RRX = RXstring.Substring(1, 2);
TX = RXstring.Substring(0, RXstring.Length - 3);
SX = RXstring.Substring(RXstring.Length - 2, 1);
//// System.Threading.Thread.Sleep(100);
pp = Convert.ToChar(RX);

pointgo = Convert.ToChar(SX);

```

```

if (pp == 'A')

```

```

    textBox2.Invoke((MethodInvoker)delegate
    {

```

```

        if (pointgo == 'b')

```

```

            textBox2.Invoke((MethodInvoker)delegate

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    {
        WMPLib.WindowsMediaPlayer wmp = new
WMPLib.WindowsMediaPlayer();
        wmp.URL = @"C:\Users\NIG\Desktop\New folder (9)\wad.wav";
        // textBox2.AppendText(RXstring);
        textBox2.Text = TX + "\n";

        //textBox3.Text = DateTime.Now.ToString() + "\n";
        // textBox2.AppendText(DateTime.Now.ToString() + "\n");
        if (checkBox1.Checked)
        {
            //e mail //
            //System.Threading.Thread.Sleep(1000);
            MailMessage myMail = new MailMessage();
            Smtplib.SmtpClient client = new Smtplib.SmtpClient();
            myMail.From = new MailAddress("lpgproject56@gmail.com");//,
"Amnat", System.Text.Encoding.UTF8);
            myMail.To.Add(new MailAddress("lpgproject56@gmail.com"));
            myMail.Subject = "DETECE GAS LPG";
            //myMail.BodyEncoding = System.Text.Encoding.UTF8;
            myMail.Body = "@ POSITION 1 THIS IS CONCENTRATION
BETWEEN 200 PPM TO 1000 PPM ";
            // myMail.BodyEncoding = System.Text.Encoding.UTF8;
            // myMail.IsBodyHtml = false;
            // myMail.Priority = MailPriority.High;
            client.Port = 587;
            client.Host = "smtp.gmail.com";
            client.EnableSsl = true;
            client.UseDefaultCredentials = false;
            client.Credentials = new
System.Net.NetworkCredential("lpgproject56@gmail.com", "telecomkmitl");

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        client.DeliveryMethod = SmtpDeliveryMethod.Network;
        client.Send(myMail); //ส่งเมลล์
        // e mail//
    }

});
else if (pointgo == 'c')
    textBox2.Invoke((MethodInvoker)delegate
    {

        WMPLib.WindowsMediaPlayer wmp = new
WMPLib.WindowsMediaPlayer();
        wmp.URL = @"C:\Users\NIG\Desktop\New folder (9)\dd.mp3";
        //textBox2.AppendText(RXstring);
        textBox2.Text = TX + "\n";
        //textBox3.Text = DateTime.Now.ToString() + "\n";
        // textBox2.AppendText(DateTime.Now.ToString() + "\n");
        if (checkBox1.Checked)
        {
            //e mail //
            MailMessage myMail = new MailMessage();
            SmtplibClient client = new SmtplibClient();
            myMail.From = new MailAddress("lpgproject56@gmail.com");//,
"Amnat", System.Text.Encoding.UTF8);
            myMail.To.Add(new MailAddress("lpgproject56@gmail.com"));
            myMail.Subject = "DETECE GAS LPG";
            //myMail.BodyEncoding = System.Text.Encoding.UTF8;
            myMail.Body = "@ POSITION 1 THIS IS CONCENTRATION OVER
10000 PPM ";

            // myMail.BodyEncoding = System.Text.Encoding.UTF8;
            // myMail.IsBodyHtml = false;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

// myMail.Priority = MailPriority.High;
client.Port = 587;
client.Host = "smtp.gmail.com";
client.EnableSsl = true;
client.UseDefaultCredentials = false;
client.Credentials = new
System.Net.NetworkCredential("lpgproject56@gmail.com", "telecomkmitl");
client.DeliveryMethod = Smtplib.DeliveryMethod.Network;
client.Send(myMail); //ส่งเมลล์
// e mail//
}
});
else if (pointgo == 'a')
textBox2.Invoke((MethodInvoker)delegate
{
//textBox2.AppendText(RXstring);
textBox2.Text = TX + "\n";
//textBox2.Text = DateTime.Now.ToString() + "\n";
// textBox2.AppendText(DateTime.Now.ToString() + "\n");
});
else if (pointgo == 'd')
textBox2.Invoke((MethodInvoker)delegate
{
//textBox2.AppendText(RXstring);
textBox2.Text = TX + "\n";
//textBox2.Text = DateTime.Now.ToString() + "\n";
// textBox2.AppendText(DateTime.Now.ToString() + "\n");
});
else if (pointgo == 'e')
textBox2.Invoke((MethodInvoker)delegate
{

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

WMPLib.WindowsMediaPlayer wmp = new
WMPLib.WindowsMediaPlayer();
wmp.URL = @"C:\Users\NIG\Desktop\New folder (9)\dd.mp3";
//textBox2.AppendText(RXstring);
textBox2.Text = TX + "\n";
//textBox3.Text = DateTime.Now.ToString() + "\n";
// textBox2.AppendText(DateTime.Now.ToString() + "\n");
//e mail //
if (checkBox1.Checked)
{
    MailMessage myMail = new MailMessage();
    Smtplib.SmtpClient client = new Smtplib.SmtpClient();
    myMail.From = new
MailAddress("lpgproject56@gmail.com");//, "Amnat", System.Text.Encoding.UTF8);
    myMail.To.Add(new MailAddress("lpgproject56@gmail.com"));
    myMail.Subject = "DETECE GAS LPG";
    //myMail.BodyEncoding = System.Text.Encoding.UTF8;
    myMail.Body = "@ POSITION 1 THIS IS CONCENTRATION
BETWEEN 1000 PPM TO 10000 PPM ";
    // myMail.BodyEncoding = System.Text.Encoding.UTF8;
    // myMail.IsBodyHtml = false;
    // myMail.Priority = MailPriority.High;
    client.Port = 587;
    client.Host = "smtp.gmail.com";
    client.EnableSsl = true;
    client.UseDefaultCredentials = false;
    client.Credentials = new
System.Net.NetworkCredential("lpgproject56@gmail.com", "telecomkmitl");
    client.DeliveryMethod = Smtplib.SmtpDeliveryMethod.Network;
    client.Send(myMail);
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        //ส่งเมลล์
        // e mail//
    });
else
    textBox2.Invoke((MethodInvoker)delegate
    {

    });
});

else if (pp == 'B')
    textBox3.Invoke((MethodInvoker)delegate
    {
        if (pointgo == 'B')
            textBox3.Invoke((MethodInvoker)delegate
            {
                WMPLib.WindowsMediaPlayer wmp = new
                WMPLib.WindowsMediaPlayer();
                wmp.URL = @"C:\Users\NIG\Desktop\New folder
                (9)\wad.wav";
                // textBox3.AppendText(RXstring);
                textBox3.Text = TX + "\n";
                // textBox3.AppendText(DateTime.Now.ToString() + "\n");
                // textBox3.Text=DateTime.Now.ToString() + "\n";
                if (checkBox1.Checked)
                {
                    //e mail //
                    MailMessage myMail = new MailMessage();
                    SmtplibClient client = new SmtplibClient();

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


```

//textBox3.Text = DateTime.Now.ToString() + "\n";
//textBox3.AppendText(DateTime.Now.ToString() + "\n");
if (checkBox1.Checked)
{
    //e mail //
    MailMessage myMail = new MailMessage();
    SmtplibClient client = new SmtplibClient();
    myMail.From = new
MailAddress("lpgproject56@gmail.com");//, "Amnat", System.Text.Encoding.UTF8);
    myMail.To.Add(new
MailAddress("lpgproject56@gmail.com"));
    myMail.Subject = "DETECE GAS LPG";
    //myMail.BodyEncoding = System.Text.Encoding.UTF8;
    myMail.Body = "@ POSITION 2 THIS IS CONCENTRATION
OVER 10000 PPM ";
    // myMail.BodyEncoding = System.Text.Encoding.UTF8;
    // myMail.IsBodyHtml = false;
    // myMail.Priority = MailPriority.High;
    client.Port = 587;
    client.Host = "smtp.gmail.com";
    client.EnableSsl = true;
    client.UseDefaultCredentials = false;
    client.Credentials = new
System.Net.NetworkCredential("lpgproject56@gmail.com", "telecomkmitl");
    client.DeliveryMethod = SmtplibDeliveryMethod.Network;
    client.Send(myMail); //ส่งเมลล์
    // e mail//
}
});
else if (pointgo == 'A')

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

textBox3.Invoke((MethodInvoker)delegate
{
    // textBox3.AppendText(RXstring);
    textBox3.Text = TX + "\n";
    // textBox3.AppendText(DateTime.Now.ToString() + "\n");
    // textBox3.Text=DateTime.Now.ToString() + "\n";

});
else if (pointgo == 'D')
textBox3.Invoke((MethodInvoker)delegate
{
    // textBox3.AppendText(RXstring);
    textBox3.Text = TX + "\n";
    // textBox3.AppendText(DateTime.Now.ToString() + "\n");
    // textBox3.Text=DateTime.Now.ToString() + "\n";

});
else if (pointgo == 'E')
textBox3.Invoke((MethodInvoker)delegate
{
    WMPLib.WindowsMediaPlayer wmp = new
WMPLib.WindowsMediaPlayer();
    wmp.URL = @"C:\Users\NIG\Desktop\New folder (9)\dd.mp3";
    // textBox3.AppendText(RXstring);
    textBox3.Text = TX + "\n";
    // textBox3.AppendText(DateTime.Now.ToString() + "\n");
    // textBox3.Text=DateTime.Now.ToString() + "\n";
    if (checkBox1.Checked)
    {
        //e mail //
        MailMessage myMail = new MailMessage();

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        Smtplib.SmtpClient client = new Smtplib.SmtpClient();
        myMail.From = new
MailAddress("lpgproject56@gmail.com");//, "Amnat", System.Text.Encoding.UTF8);
        myMail.To.Add(new
MailAddress("lpgproject56@gmail.com"));
        myMail.Subject = "DETECE GAS LPG";
        //myMail.BodyEncoding = System.Text.Encoding.UTF8;
        myMail.Body = " @ POSITION 2 THIS IS CONCENTRATION
BETWEEN 1000-10000 PPM ";
        // myMail.BodyEncoding = System.Text.Encoding.UTF8;
        // myMail.IsBodyHtml = false;
        // myMail.Priority = MailPriority.High;
        client.Port = 587;
        client.Host = "smtp.gmail.com";
        client.EnableSsl = true;
        client.UseDefaultCredentials = false;
        client.Credentials = new
System.Net.NetworkCredential("lpgproject56@gmail.com", "telecomkmitl");
        client.DeliveryMethod = Smtplib.DeliveryMethod.Network;
        client.Send(myMail); //ส่งเมลล์
        // e mail//
    }
    });
else
    textBox3.Invoke((MethodInvoker)delegate
    {

    });
});
else
{

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    }

}

catch (System.TimeoutException)
{
}
}

private void DisplayText(object s, EventArgs e)
{
    textBox1.AppendText(RXstring+"\n");
    //textBox1.AppendText( DateTime.Now.ToString()+"\n");
    //System.Threading.Thread.Sleep(1000);
    //textBox2.AppendText(RX);
    // textBox5.AppendText(kaka + "\n");
    //for (int i = 0; i < kaka.Length; i++)
    //{
    //    textBox1.AppendText(kaka[i] + "\n");
    //}
    textBox4.Text=DateTime.Now.ToString("f") ;
}

private void button3_Click(object sender, EventArgs e)
{
    textBox1.Text = "";
    textBox2.Text = "";
    textBox3.Text = "";
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}

private void display()
{

}

private void keepdata()
{
    //create connection string
    string ConnectionString = "SERVER=localhost;" +
        "DATABASE=pro;" +
        "UID=root;" +
        "PASSWORD=123456789;";
    //string inputConcentration;
    MySqlConnection connection = new MySqlConnection(ConnectionString);
    connection.Open();
    /*string CreateTable1 = "CREATE TABLE Device1 (Concentration varchar(30),
    Time varchar(20), Date varchar(10));";
    MySqlCommand command1 = new MySqlCommand(CreateTable1,
    connection);
    command1.ExecuteNonQuery();
    string CreateTable2 = "CREATE TABLE Device2 (Concentration varchar(30), Time
    varchar(20), Date varchar(10));";
    MySqlCommand command3 = new MySqlCommand(CreateTable2,
    connection);
    command3.ExecuteNonQuery();*/
    connection.Close();
    while (true)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{
    connection.Open();
    if (pointgo == 'a' || pointgo == 'A' || pointgo == 'b' || pointgo == 'B' || pointgo
    == 'c' || pointgo == 'C' || pointgo == 'e' || pointgo == 'E')
        //Connecting to MySQL
        {

            if (pp == 'A')
            {
                string insertconcentration1 = "INSERT INTO
                Device1(Concentration,Time,Date) VALUES(@Concentration,@Time,@Date)";
                MySqlCommand command2 = new
                MySqlCommand(insertconcentration1, connection);
                command2.Parameters.AddWithValue("@Concentration",
                textBox2.Text);
                command2.Parameters.AddWithValue("@Time",
                DateTime.Now.ToString("HH:mm:ss"));
                command2.Parameters.AddWithValue("@Date",
                DateTime.Now.ToString("dd-MM-yyyy"));
                command2.ExecuteNonQuery();
                Thread.Sleep(180000);
            }
            else if (pp == 'B')
            {
                string insertconcentration2 = "INSERT INTO
                Device2(Concentration,Time,Date) VALUES(@Concentration,@Time,@Date)";
                MySqlCommand command4 = new
                MySqlCommand(insertconcentration2, connection);
                command4.Parameters.AddWithValue("@Concentration",
                textBox3.Text);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม PHP แสดงตารางข้อมูลจากฐานข้อมูลของอุปกรณ์ตัวที่ 1

```
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=utf-8">
```

```
<html>
```

```
<center>
```

```
<body>
```

```
<?php
```

```
mysql_connect("localhost", "root", "123456789") or die(mysql_error());
```

```
mysql_select_db("pro") or die(mysql_error());
```

```
mysql_db_query("pro","SET NAMES UTF8");
```

```
$keep = mysql_query("SELECT DISTINCT(Date) FROM Device1")
```

```
or die(mysql_error());
```

```
$CurrentDate = "";
```

```
if($_GET['date'] != null && $_GET['date'] != "")
```

```
{
```

```
    $CurrentDate = $_GET['date'];
```

```
}
```

```
$url = $_SERVER["PHP_SELF"];
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

echo "<table border='1' align='left'>";

echo "<tr> <th>Date</th></tr>";

while($raw = mysql_fetch_array($keep)){

    $pg = $raw['Date'];

    echo "<br><tr><td>";

    echo "<a href='\$url?date=$pg'>$pg</a><br>";

    echo "</td></tr></br>";

}

echo "</table border='1'>";

if($CurrentDate != "")
{
    $date = mysql_query("SELECT DISTINCT(Date) FROM Device1")
or die(mysql_error());

    echo $rw['Date'];

    echo "<table border='1' align='center'>";

    echo "<tr> <th>Concentration</th> <th>Time</th> <th>Date</th> </tr>";

    $day = $rw['Date'];

    if($CurrentDate != "")

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{
    $day = $CurrentDate;
}

$result = mysql_query("SELECT * FROM Device1 WHERE Date LIKE '%$day%' ")
or die(mysql_error());

while($row = mysql_fetch_array( $result )) {
    echo "<tr><td>";
    echo $row['Concentration'];
    echo "</td><td>";
    echo $row['Time'];
    echo "</td><td>";
    echo $row['Date'];
    echo "</td></tr>";
}

echo "</table border='1'>";
} // End if($CurrentDate != "")

?>

</body>

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

</html>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม PHP แสดงตารางข้อมูลจากฐานข้อมูลของอุปกรณ์ตัวที่ 2

```
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=utf-8">
```

```
<html>
```

```
<center>
```

```
<body>
```

```
<?php
```

```
mysql_connect("localhost", "root", "123456789") or die(mysql_error());
```

```
mysql_select_db("pro") or die(mysql_error());
```

```
mysql_db_query("pro","SET NAMES UTF8");
```

```
$keep = mysql_query("SELECT DISTINCT(Date) FROM Device2")
```

```
or die(mysql_error());
```

```
$CurrentDate = "";
```

```
if($_GET['date'] != null && $_GET['date'] != "")
```

```
{
```

```
    $CurrentDate = $_GET['date'];
```

```
}
```

```
$url = $_SERVER['PHP_SELF'];
```

```
echo "<table border='1' align='left'>";
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

echo "<tr> <th>Date</th></tr>";

while($row = mysql_fetch_array($keep)){

    $pg = $row['Date'];

    echo "<br><tr><td>";

    echo "<a href='\$url?date=\$pg'\>\$pg</a><br>";

    echo "</td></tr></br>";

}

echo "</table border='1'\>";

if($CurrentDate != "")
{
    $date = mysql_query("SELECT DISTINCT(Date) FROM Device2")
    or die(mysql_error());

    echo $rw['Date'];

    echo "<table border='1' align='center'\>";

    echo "<tr> <th>Concentration</th> <th>Time</th> <th>Date</th> </tr>";

    $day = $rw['Date'];

    if($CurrentDate != "")

    {

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        $day = $CurrentDate;
    }

    $result = mysql_query("SELECT * FROM Device2 WHERE Date LIKE '%$day%' ")
    or die(mysql_error());

    while($row = mysql_fetch_array( $result )) {

        echo "<tr><td>";

        echo $row['Concentration'];

        echo "</td><td>";

        echo $row['Time'];

        echo "</td><td>";

        echo $row['Date'];

        echo "</td></tr>";

    }

    echo "</table border='1'>";

} // End if($CurrentDate != "")

?>

</body>

</html>

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมการทำงานภาคส่งอุปกรณ์ตัวที่ 1

```
#include <16f877.h>

#define ADC=10

#include <math.h>

#define XT,PUT,BROWNOUT,NOWDT,NOPROTECT,NOLVP

#define delay(clock=8000000)

#define rs232(baud=9600,parity=N,xmit=PIN_C6,rcv=PIN_C7)

#define fast_io(A)

void time();

void main(void)

{

    int16 value;

    float volt;

    float RS;

    float ppm;

    float RT;

    float Rair;

    float RE;

    float RD;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

delay_ms(2000);

time();

setup_adc_ports(AN0);

setup_adc(0x40);

    set_adc_channel(0);

delay_us(10);

value = read_adc();

volt=(float)value * 5 / 1023;

Rair=(100000-(volt*20000))/volt;

printf("#Rair=%f ohm:DB\n",Rair);

delay_ms(2000);

while(true)
{

value = read_adc();

volt=(float)value * 5 / 1023;

RS=(100000-(volt*20000))/volt;//RL=20K VIN=5

RD=(10*RS/Rair);

RT=log10(RD);//from log(ppm)=((log(RS)-4.84833)/(-0.258976))

RE=(RT-1.2477)/(-0.4114);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        if(200<= ppm && ppm <=1000)
    {
        printf("#STATUS OF LPG PPM = %f ppm:B",ppm);

        printf("B\n");

        //printf("\f ANALOG TO DIGITAL \r");

        //rintf("%f(10bit)=%.3f volt\n",(float)value,volt);

        //printf("\f RESISTANC OF SENSOR \r");

        //printf("\nRS=%f Ohm\r",RS);

        //printf("\nRT=%f\r",RT);

        // printf("@11CONCENTRATION OF LPG = %f ppm\n",ppm);

        delay_ms(2000);
    }

    if(1000<= ppm && ppm <=10000)
    {
        printf("#STATUS OF LPG PPM = %f ppm:E",ppm);

        printf("B\n");

        delay_ms(2000);

    }

    else if(ppm > 10000)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

printf("#STATUS OF LPG PPM IS OVER 10000 ppm:C");

printf("B\n");

delay_ms(2000);

}

else if(ppm < 200)

{

printf("#NORMAL STATE:A");

printf("B\n");

delay_ms(2000);

}

}

}

void time()

{

int i=1;

while(i<61)

{

printf("#Please Wait %d:DB\n",i++);

delay_ms(2000);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมการทำงานภาคส่งอุปกรณ์ตัวที่ 2

```
#include <16f877.h>
```

```
#device ADC=10
```

```
#include <math.h>
```

```
#fuses XT,PUT,BROWNOUT,NOWDT,NOPROTECT,NOLVP
```

```
#use delay(clock=8000000)
```

```
#use rs232(baud=9600,parity=N,xmit=PIN_C6,rcv=PIN_C7)
```

```
#use fast_io(A)
```

```
void time();
```

```
void main(void)
```

```
{
```

```
int16 value;
```

```
float volt;
```

```
float RS;
```

```
float ppm;
```

```
float RT;
```

```
float Rair;
```

```
float RE;
```

```
float RD;
```

```
delay_ms(2000);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

time());

setup_adc_ports(AN0);

setup_adc(0x40);

set_adc_channel(0);

delay_us(10);

value = read_adc();

volt=(float)value * 5 / 1023;

Rair=(100000-(volt*20000))/volt;

printf("#Rair=%f ohm:DB\n",Rair);

delay_ms(2000);

while(true)
{
value = read_adc();

volt=(float)value * 5 / 1023;

RS=(100000-(volt*20000))/volt;//RL=20K VIN=5

RD=(10*RS/Rair);

RT=log10(RD);//from log(ppm)=((log(RS)-4.84833)/(-0.258976))

RE=(RT-1.2477)/(-0.4114);

ppm=pow(10,RE);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
if(200<= ppm && ppm <=1000)
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{

printf("#STATUS OF LPG PPM = %f ppm:B",ppm);

printf("B\n");

//printf("\f ANALOG TO DIGITAL \r");

//rintf("%f(10bit)=%f volt\n",(float)value,volt);

//printf("\f RESISTANC OF SENSOR \r");

//printf("\nRS=%f Ohm\r",RS);

//printf("\nRT=%f\r",RT);

// printf("@11CONCENTRATION OF LPG = %f ppm\n",ppm);

delay_ms(2000);

}

if(1000<= ppm && ppm <=10000)

{

printf("#STATUS OF LPG PPM = %f ppm:E",ppm);

printf("B\n");

delay_ms(2000);

}

else if(ppm > 10000)

{

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานานาชาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

printf("B\n");

delay_ms(2000);

}

else if(ppm < 200)

{

printf("#NORMAL STATE:A");

printf("B\n");

delay_ms(2000);

}

}

}

void time()

{

int i=1;

while(i<61)

{

printf("#Please Wait %d:DB\n",i++);

delay_ms(2000);

}

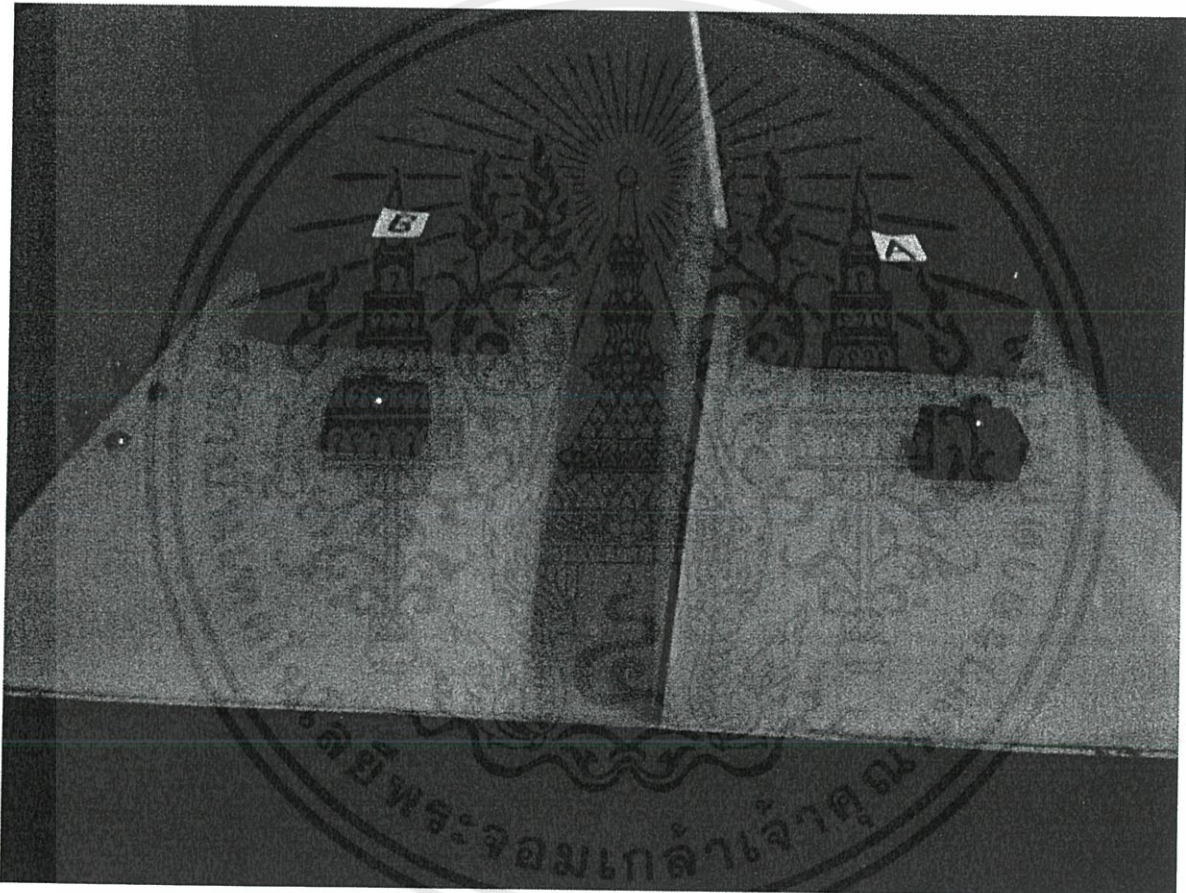
}

```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก จ
รายละเอียดที่สำคัญของ PIC 16F877, Zigbee, LM 1117 , SENSOR MQ-6และ
เครื่องวัดความชื้นแก๊ส (JL269)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



MICROCHIP

PIC16F87X

28/40-pin 8-Bit CMOS FLASH Microcontrollers

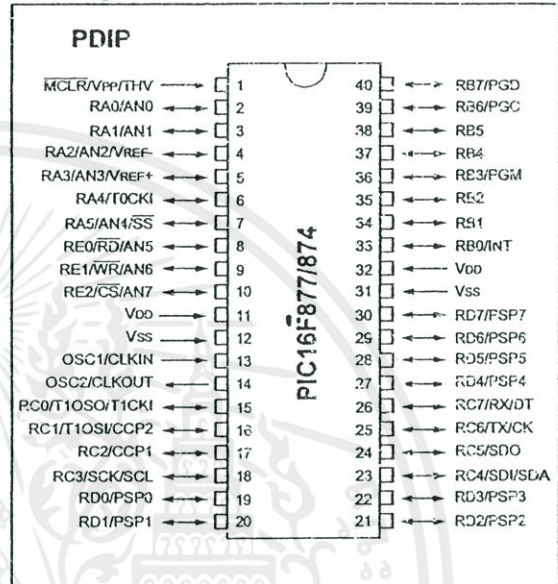
Devices Included in this Data Sheet:

- PIC16F873
- PIC16F876
- PIC16F874
- PIC16F877

Microcontroller Core Features:

- High-performance RISC CPU
- Only 35 single word instructions to learn
- All single cycle instructions except for program branches which are two cycle
- Operating speed: DC - 20 MHz clock input
DC - 200 ns instruction cycle
- Up to 8K x 14 words of FLASH Program Memory,
Up to 368 x 8 bytes of Data Memory (RAM)
Up to 256 x 8 bytes of EEPROM data memory
- Pinout compatible to the PIC16C73B/74B/76/77
- Interrupt capability (up to 14 sources)
- Eight level deep hardware stack
- Direct, indirect and relative addressing modes
- Power-on Reset (POR)
- Power-up Timer (PWRT) and
Oscillator Start-up Timer (OST)
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC
oscillator for reliable operation
- Programmable code-protection
- Power saving SLEEP mode
- Selectable oscillator options
- Low-power, high-speed CMOS FLASH/EEPROM
technology
- Fully static design
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP) via two
pins
- Single 5V In-Circuit Serial Programming capability
- In-Circuit Debugging via two pins
- Processor read/write access to program memory
- Wide operating voltage range: 2.0V to 5.5V
- High Sink/Source Current: 25 mA
- Commercial and Industrial temperature ranges
- Low-power consumption:
 - < 2 mA typical @ 5V, 4 MHz
 - 20 µA typical @ 3V, 32 kHz
 - < 1 µA typical standby current

Pin Diagram

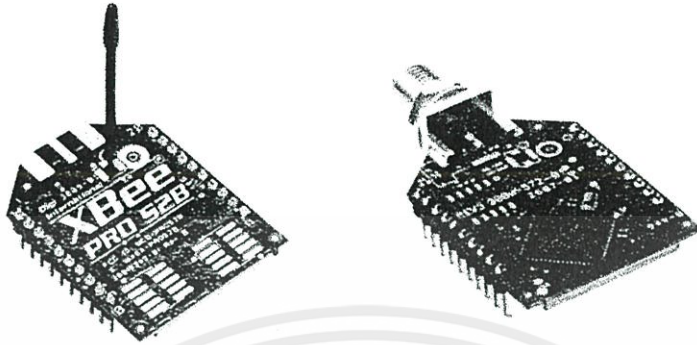


Peripheral Features:

- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with prescaler,
can be incremented during sleep via external
crystal/clock
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period
register, prescaler and postscaler
- Two Capture, Compare, PWM modules
 - Capture is 16-bit, max. resolution is 12.5 ns
 - Compare is 16-bit, max. resolution is 200 ns
 - PWM max. resolution is 10-bit
- 10-bit multi-channel Analog-to-Digital converter
- Synchronous Serial Port (SSP) with SPI™ (Master
Mode) and I²C™ (Master/Slave)
- Universal Synchronous Asynchronous Receiver
Transmitter (USART/SCI) with 9-bit address
detection
- Parallel Slave Port (PSP) 8-bits wide, with
external RD, WR and CS controls (40/44-pin only)
- Brown-out detection circuitry for
Brown-out Reset (BOR)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ZB S2B ZigBee



Connectivity using the ZigBee protocol

XBee-PRO ZB S2B embedded RF modules provide cost-effective wireless connectivity to devices in ZigBee mesh networks. Utilizing the ZigBee PRO Feature Set, these modules are interoperable with other ZigBee devices, including devices from other vendors.

Part of the XBee family of wireless products, these modules are easy to use, share a common footprint, and are fully interoperable with other XBee products utilizing the same technology. This allows different XBee technologies to be drop-in replacements for each other; you can switch between 802.11, 802.15.4, ZigBee, DigiMesh and proprietary long-range with minimal development time or risk.

Series 2 modules use a different hardware configuration from the earlier models. They are not compatible with the outdated ZNet Series 2.5 modules.

ZB Series 2 New Features

ZB offers many new and improved features over ZNet 2.5, including:

- Data transmissions are resolved directly to APS unicasts. This provides the ability to send and receive ZDO commands.
- *NH* command configures the unicast transmission timeout. This command can extend the number of unicast hops dramatically beyond the 6-8 hop limit that existed in ZNet 2.5.
- *ZS* command allows ZigBee stack profile to be set as required.
- Routers and coordinators can expire end-device children from their child tables if the end device has not polled within a settable timeout.
- The *ZA* command is no longer needed. *SE*, *DE* and *CI* addressing commands are always enabled.
- *AI* now includes several new values.

Note: This module is certified for use in North America and Australia only. It is permissible to use in most of Europe if you set the PL command to 0, reducing the power output to 10

mW / 10 dBm. This module cannot be used in Japan under any circumstances; the Japanese market has a specific 10mW-max variant. See the User Manual for specific restrictions and end-product label requirements. Other areas, check local regulations.

ZB S2B ZigBee Module Features

- Power output: 63mW (+18 dBm)
- Indoor/Urban range: Up to 300 ft (90 m)
- Outdoor/RF line-of-sight range: Up to 2 miles (3200 m)
- RF data rate: 250 Kbps
- Interface data rate: 1200 bps to 1 Mbps (non-standard baud rates supported)
- Receiver sensitivity: -102 dBm
- Spread Spectrum type: DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)
- Networking topology: Mesh, point-to-point, point-to-multipoint, peer-to-peer
- Error handling: Retries and acknowledgments
- Channel capacity: 15 Direct Sequence Channels (11 through 25)
- Addressing: PAN ID, 64-bit IEEE MAC
- Encryption: 128-bit AES
- Supply voltage: 2.7V - 3.6V DC (Footprint Recommendation: 3.0V - 3.4V DC)
- Transmit current: 205 mA (@ 3.3V)
- Receive current: 47 mA (@ 3.3V)
- Idle current: 15 mA
- Sleep current: 3.5 μ A typical @ 25°C
- Frequency band: ISM 2.4 GHz
- Interface options: 3V CMOS UART, ADC, DIO
- Configuration method: AT and API, local or over-air
- Digital I/O: 10 I/O lines
- ADC: Four 10-bit analog inputs
- Size: 0.960 in \times 1.297 in (2.438 cm \times 3.294 cm)
- Weight: 0.10 oz (3g)
- Operating temperature: -40°C to 85°C (industrial)
- Certifications: FCC (USA), IC (Canada), ETSI (Europe), C-TICK (Australia)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LM1117-N/LM1117I 800mA Low-Dropout Linear Regulator

Check for Samples: LM1117-N, LM1117I

FEATURES

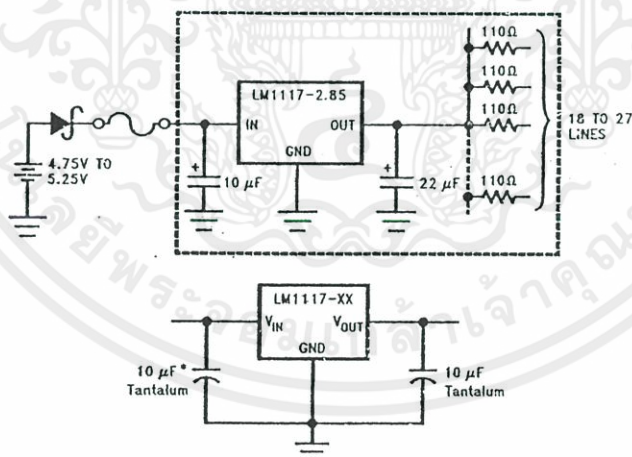
- Available in 1.8V, 2.5V, 2.85V, 3.3V, 5V, and Adjustable Versions
- Space Saving SOT-223 and WSON Packages
- Current Limiting and Thermal Protection
- Output Current 800mA
- Line Regulation 0.2% (Max)
- Load Regulation 0.4% (Max)
- Temperature Range
 - LM1117-N: 0°C to 125°C
 - LM1117I: -40°C to 125°C

APPLICATIONS

- 2.85V Model for SCSI-2 Active Termination
- Post Regulator for Switching DC/DC Converter
- High Efficiency Linear Regulators
- Battery Charger
- Battery Powered Instrumentation

TYPICAL APPLICATION

Active Terminator for SCSI-2, Bus



* Required if the regulator is located far from the power supply filter.

Figure 1. Fixed Output Regulator

DESCRIPTION

The LM1117-N is a series of low dropout voltage regulators with a dropout of 1.2V at 800mA of load current. It has the same pin-out as Texas Instruments' industry standard LM317.

The LM1117-N is available in an adjustable version, which can set the output voltage from 1.25V to 13.8V with only two external resistors. In addition, it is also available in five fixed voltages, 1.8V, 2.5V, 2.85V, 3.3V, and 5V.

The LM1117-N offers current limiting and thermal shutdown. Its circuit includes a zener trimmed bandgap reference to assure output voltage accuracy to within ±1%.

The LM1117-N series is available in WSON, PFM, SOT-223, TO-220, and TO-263 DPAK packages. A minimum of 10µF tantalum capacitor is required at the output to improve the transient response and stability.

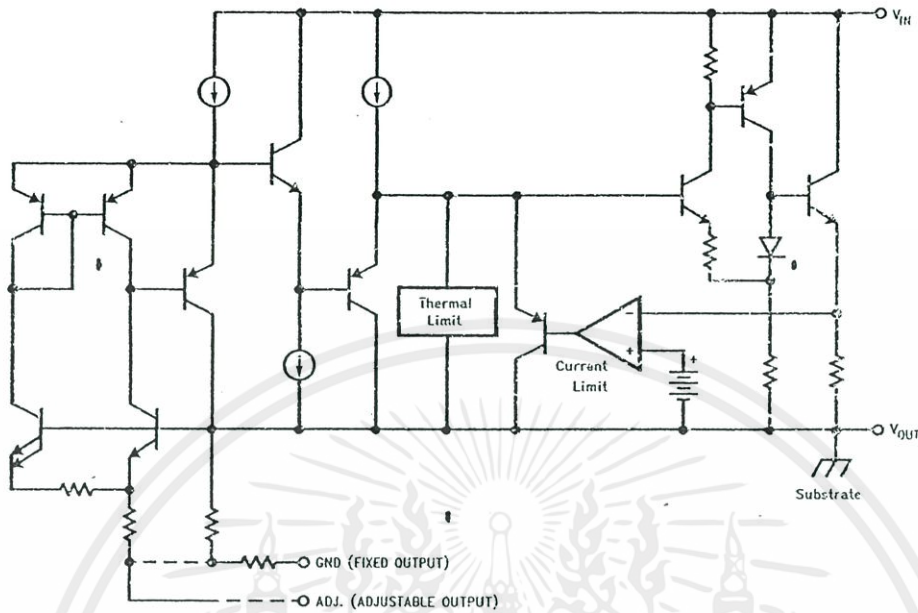
Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

All trademarks are the property of their respective owners.

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

Copyright © 2000–2013, Texas Instruments Incorporated

Block Diagram



Connection Diagrams



Figure 2. SOT-223 Top View

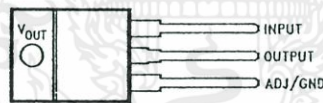


Figure 3. TO-220 Top View

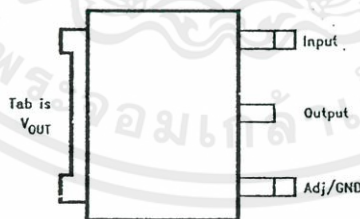


Figure 4. PFM Top View

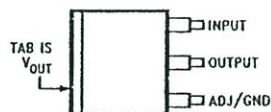


Figure 5. DPAK/TO-263 Top View

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานในเชิงพาณิชย์เท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS

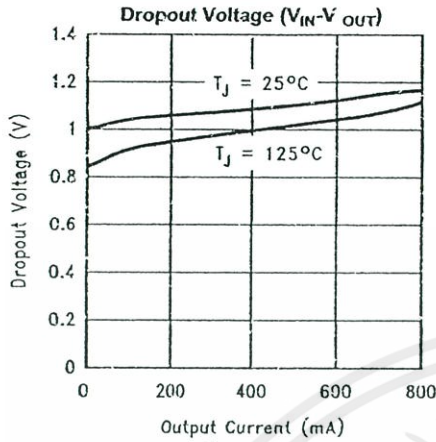


Figure 8.

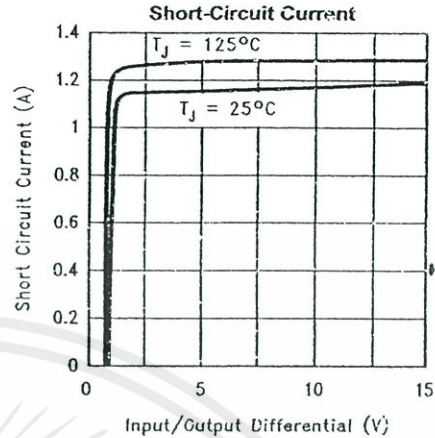


Figure 9.

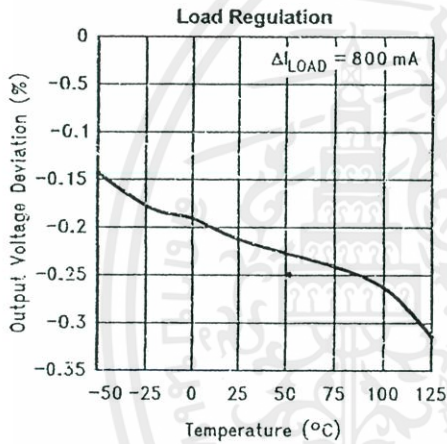


Figure 10.

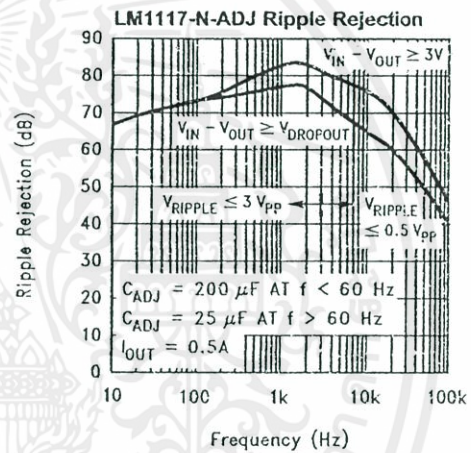


Figure 11.

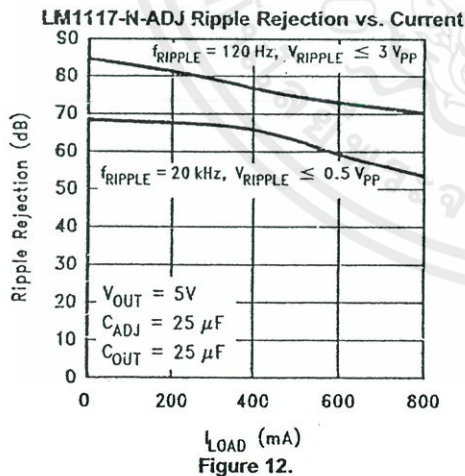


Figure 12.

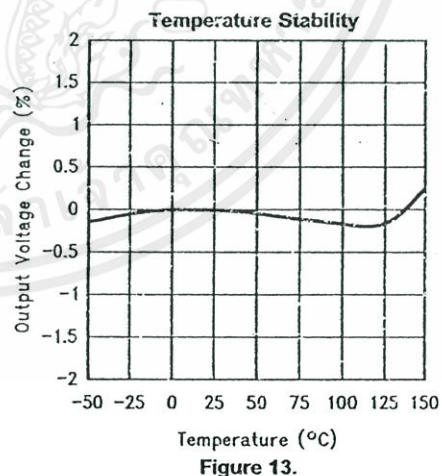
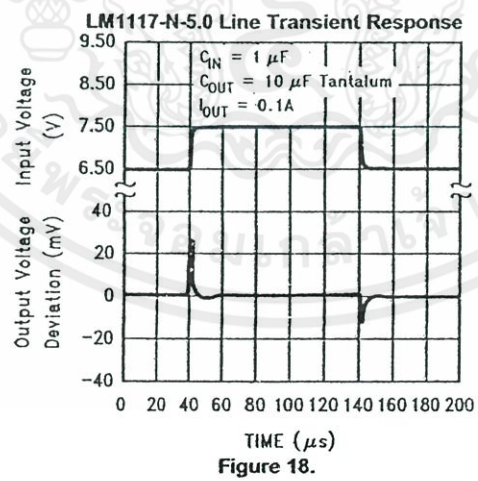
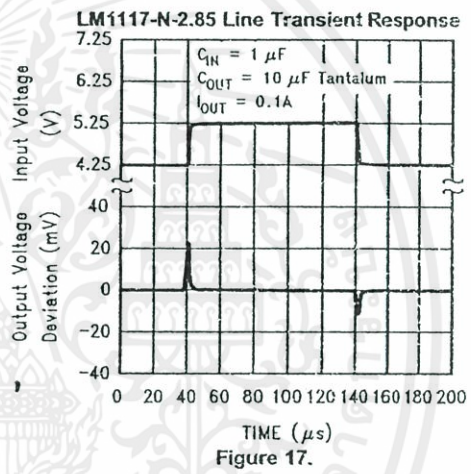
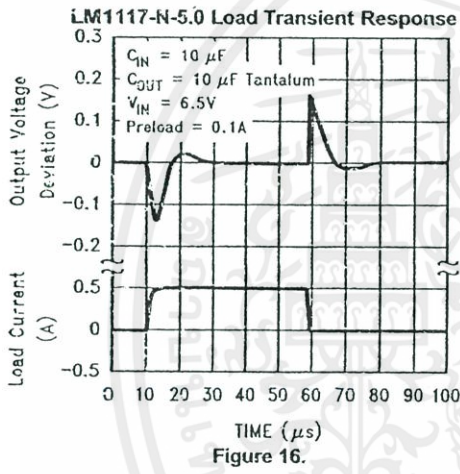
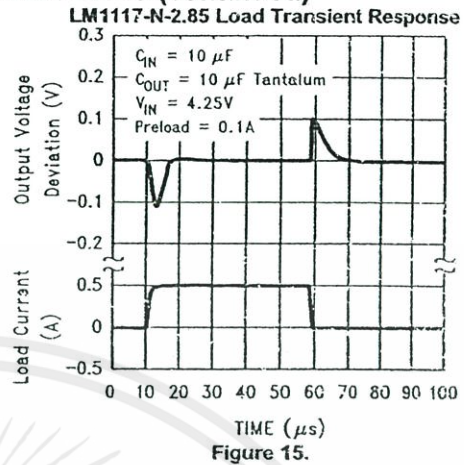
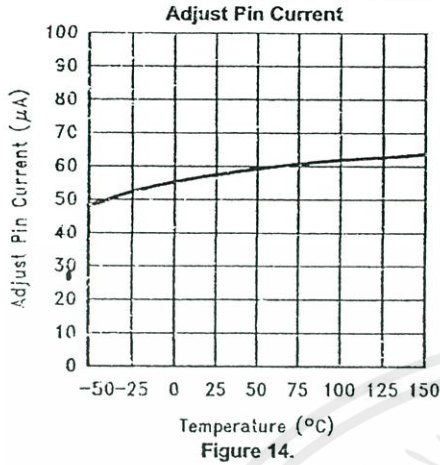


Figure 13.

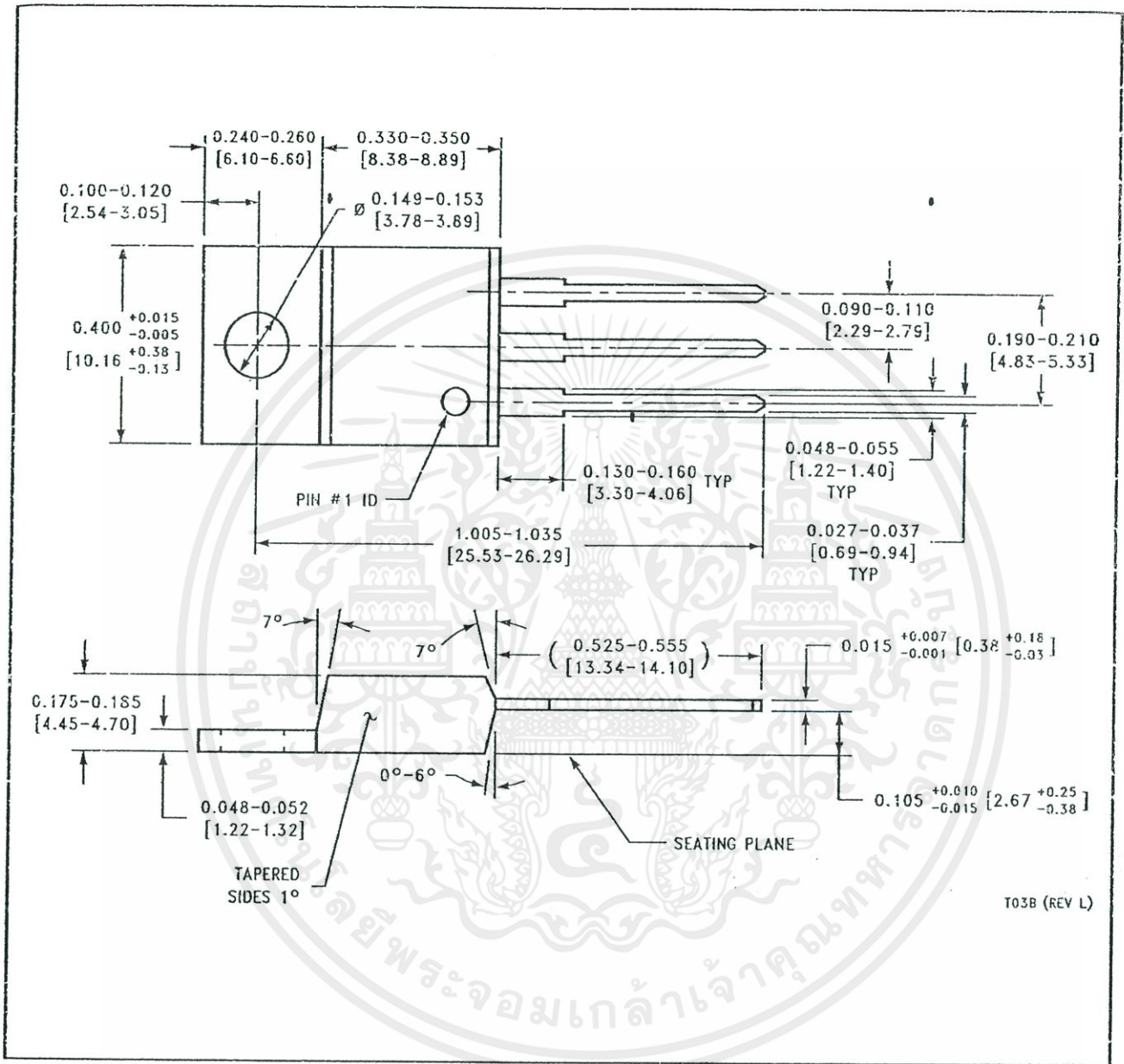
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS (continued)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NDE0003B

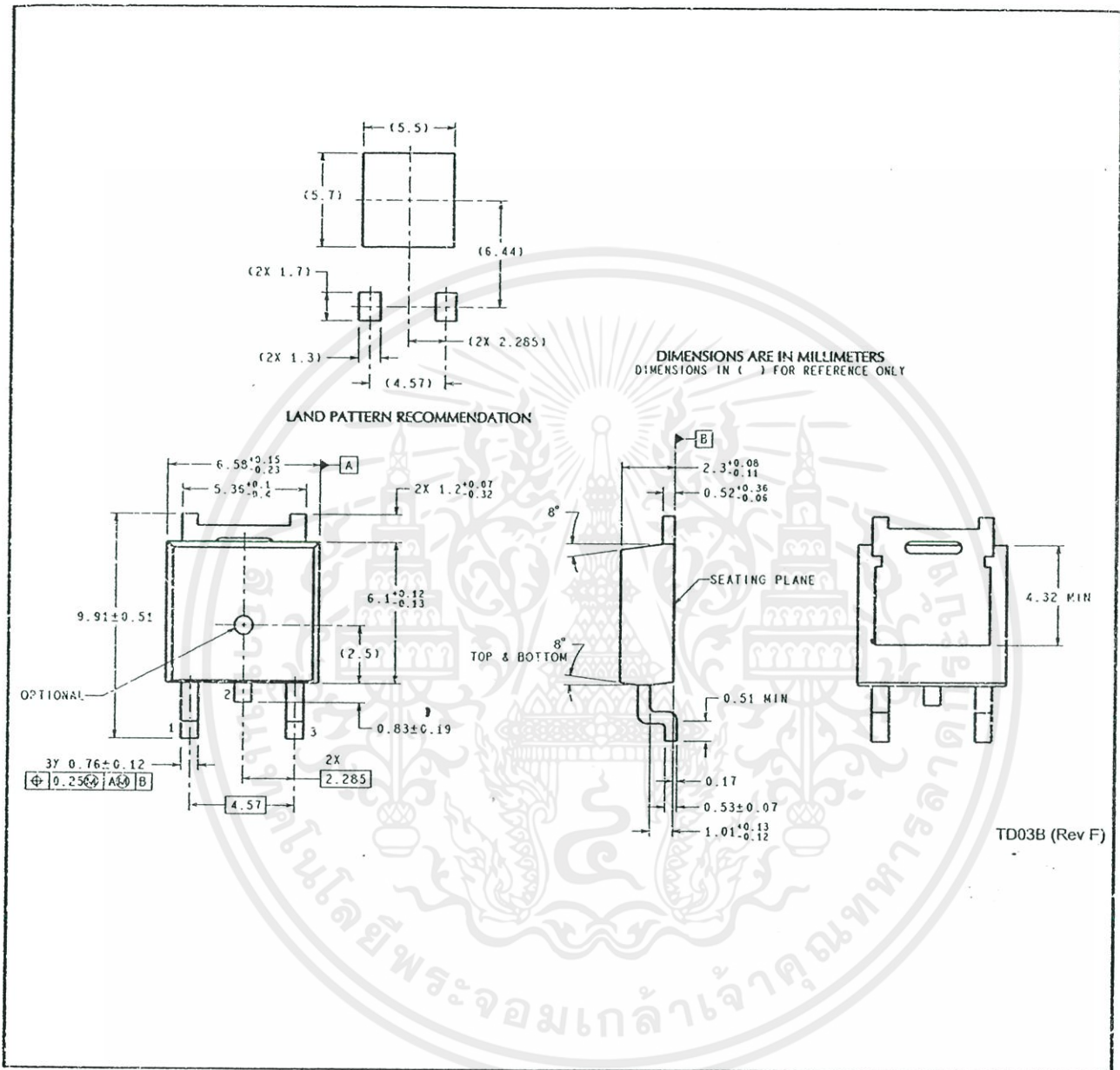


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้นั้นคือ การที่เอกสารนี้ไม่ได้มีลิขสิทธิ์ในตัวเอง แต่เป็นลิขสิทธิ์ของเจ้าของเอกสาร

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



NDP0003B



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของบริษัทเท็กซัสอินSTRUMENTS ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากบริษัท

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงหรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากบริษัท



www.ti.com

TECHNICAL DATA

MQ-6 GAS SENSOR

FEATURES

- * High sensitivity to LPG, iso-butane, propane
- * Small sensitivity to alcohol, smoke.
- * Fast response . * Stable and long life * Simple drive circuit

APPLICATION

They are used in gas leakage detecting equipments in family and industry, are suitable for detecting of LPG, iso-butane, propane, LNG, avoid the noise of alcohol and cooking fumes and cigarette smoke.

SPECIFICATIONS

A. Standard work condition

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
V _c	Circuit voltage	5V±0.1	AC OR DC
V _H	Heating voltage	5V±0.1	AC OR DC
P _L	Load resistance	20K Ω	
R _H	Heater resistance	33 Ω ± 5%	Room Tem
P _c	Heating consumption	less than 750mw	

B. Environment condition

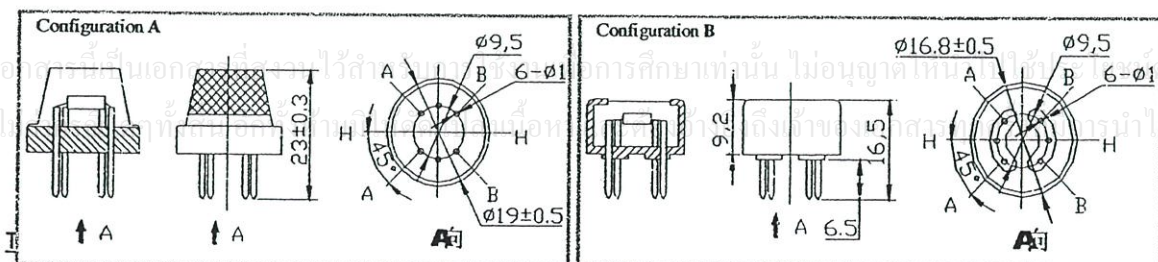
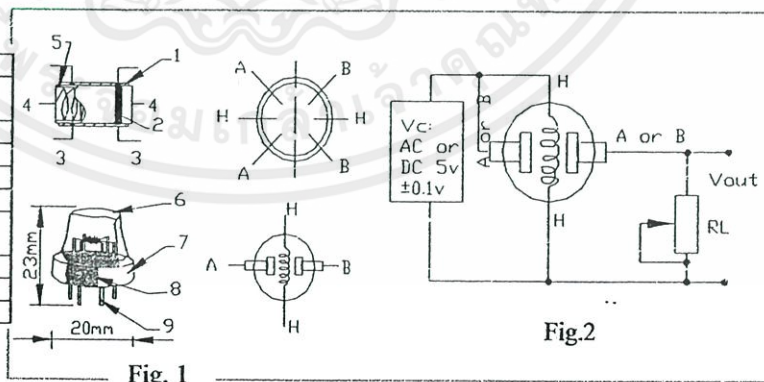
Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
T _{ao}	Using Tem	-10°C-50°C	
T _{as}	Storage Tem	-20°C-70°C	
R _H	Related humidity	less than 95%Rh	
O ₂	Oxygen concentration	21%(standard condition)Oxygen concentration can affect sensitivity	minimum value is over 2%

C. Sensitivity characteristic

Symbol	Parameter name	Technical parameter	Remarks
R _s	Sensing Resistance	10K Ω - 60K Ω (1000ppm LPG)	Detecting concentration scope: 200-10000ppm LPG , iso-butane, propane, LNG
α (1000ppm/ 4000ppm LPG)	Concentration slope rate	≤0.6	
Standard detecting condition	Temp: 20°C ± 2°C Humidity: 65% ± 5%	V _c : 5V ± 0.1 V _H : 5V ± 0.1	
Preheat time	Over 24 hour		

D. Structure and configuration, basic measuring circuit

Parts	Materials
1 Gas sensing layer	SnO ₂
2 Electrode	Au
3 Electrode line	Pt
4 Heater coil	Ni-Cr alloy
5 Tubular ceramic	Al ₂ O ₃
6 Anti-explosion network	Stainless steel gauze (SUS316 100-mesh)
7 Clamp ring	Copper plating Ni
8 Resin base	Bakelite
9 Tube Pin	Copper plating Ni



Structure and configuration of MQ-6 gas sensor is shown as Fig. 1 (Configuration A or B), sensor composed by micro AL₂O₃ ceramic tube, Tin Dioxide (SnO₂) sensitive layer, measuring electrode and heater are fixed into a crust made by plastic and stainless steel net. The heater provides necessary work conditions for work of sensitive components. The enveloped MQ-6 have 6 pin ,4 of them are used to fetch signals, and other 2 are used for providing heating current.

Electric parameter measurement circuit is shown as Fig.2

E. Sensitivity characteristic curve

Fig.2 sensitivity characteristics of the MQ-6

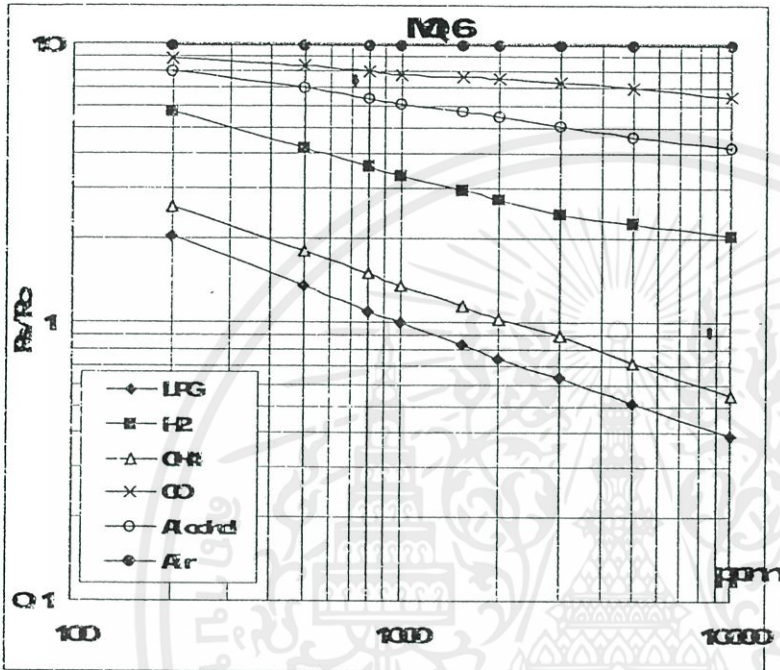


Fig.3 is shows the typical sensitivity characteristics of the MQ-6 for several gases.

in their: Temp: 20°C,
Humidity: 65%
O₂ concentration 21%
RL=20k Ω

R₀: sensor resistance at 1000ppm of LPG in the clean air.

R_s: sensor resistance at various concentrations of gases.

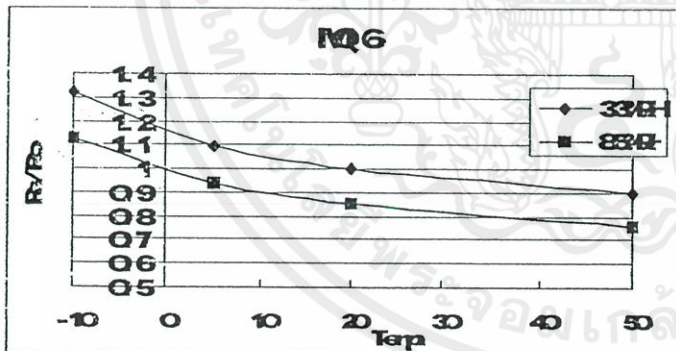


Fig.4 is shows the typical dependence of the MQ-6 on temperature and humidity.

R₀: sensor resistance at 1000ppm of LPG in air at 33%RH and 20 degree.

R_s: sensor resistance at 1000ppm of LPG in air at different temperatures and humidities.

SENSITIVITY ADJUSTMENT

Resistance value of MQ-6 is difference to various kinds and various concentration gases. So, When using this components, sensitivity adjustment is very necessary. we recommend that you calibrate the detector for 1000ppm of LPG concentration in air and use value of Load resistance (R_L) about 20K Ω (10K Ω to 47K Ω).

When accurately measuring, the proper alarm-point for the gas detector should be determined after considering the temperature and humidity influence.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

JL269 Portable Gas Detector User's Manual

1. Description

JL269 gas detector for industrial use has a high performance and wide detecting range. It can be used to detect methane, natural gases, propane, LPG, Hydrogen and other combustible gases and can help you to find the gas leaking sources easily

2. Features

- Sensor doesn't need to be calibrated
- Quick response to combustible gas leakage
- Additional Long and flexible gooseneck tube
- Adjustable sensitivity
- 30 Level light /Tricolor show
- Low battery alarming indication
- The sensor fault self detection
- High concentration protect



3. Specifications

Detecting Gas: Natural gas, LPG

Sensitivity: Better than 50ppm

Detection range:

Alarm LED	1. Green LED	2. Yellow LED	3. Red LED
Scale No.	(ppm)	(ppm)	(ppm)
1	500	1000	2000
2	500	1500	3000
3	500	2000	5000
4	1000	3000	5000
5	1000	5000	10000
6	5000	10000	20000
7	5000	20000	30000
8	10000	30000	50000
9	10000	50000	100000
10	10000	100000	200000

Environment: Temperature. -40°C~70°C

Humidity: ≤95% RH non-condensing

Warm-up time: <20S

Response time: <10S

Indication: 30 levels of LED indication:

Green: low concentration

Yellow: middle concentration

Red: high concentration

Alarming levels: The shorter the buzzer sound interval, the higher the concentration

Battery: 3.6/1600mAh Ni-H chargeable battery

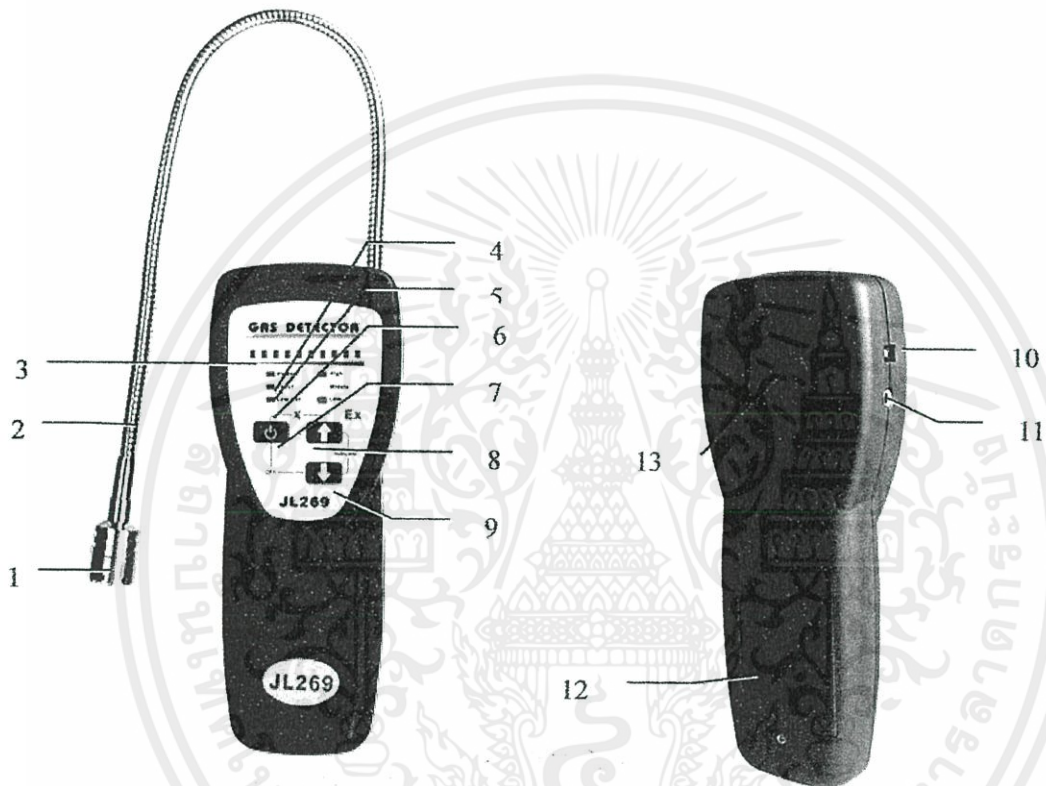
Charge time: 4h to 6h

Using time of the battery: >8h

Weight: 310g

Dimensions: 170mm×62mm×26mm

4. Structure and Functions



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1	Gas sensor	7	Turn-on key
2	Flexible gooseneck	8	scale Up"+"
3	Concentration LED	9	scale down "-"
4	Power LED	10	Jack of charger
5	Sensor fault LED	11	Jack of earphone (no earphone included)
6	Full scale LED	12	Battery
		13	Buzzer

5. Operation instruction

5.1 Turn on the detector

Press and hold "⏻" for about 1 second, Power LED lights, and the device begins to self-test: the 10 LED will light in turns. Warm-up time is 20 seconds. When warm-up finish, the green power LED lights and all the alarm LED off, the detector enter detecting status.

5.2 Detecting

Put the sensor into the gas environment and the LED and sound frequency will show the gas concentration of the environment. With concentration increases, first the green LED lights and the buzzer frequency increases. When the concentration exceeds the first 10 levels detection range, the alarming LED turns yellow, and then turns red. At the same time, the sound frequency interval will turn higher. When all LED turn red, it means the concentration reaches the highest of the detection range. At this point, the "OL" LED will light.

5.3 Fault

If there is something wrong with the gas sensor, the detector can't work. At this point, the "FAULT" lights and all concentration LED off. At the same time, the buzzer gives sound of "Didi---Didi---".

5.4 Keyboard operation

5.4.1 Silence

When alarming, press both "⏻" and "🏠", the audible alarm is off. When press them again, the audible alarm is on.

5.4.2. Zero adjustment

If the detector indicates small concentration and you want the present level as zero point,

press both "🏠" and "⬇️", then the detector accept the present level as zero.

5.5.3 Scale up

When all the red LED light, it shows the present gas concentration is above the presetting

scale, then press "🏠" continuously (continuing press operation acceptable) to choose


larger scale; when you press and release "🏠", the green alarm LED will light showing

the present scale number (the quantity of the green LED indicates the corresponding scale, see table 1 for the details).


Note: larger scale, less sensitivity. So the larger scale is not suitable to low gas concentration.

5.5.4 Scale down

When the gas concentration around is not very high, you can choose lower scale to detect.

Then you can press “” continuously (continuing press operation acceptable) to choose smaller scale.. Note: smaller scale, higher sensitivity.


5.5.5 Turn-off

When the detector is on, press both “” and “”, the detector turns off.

6. Battery and charging

This detector adopts 3.6/1600mAh chargeable battery as power. It can work for more than 8 hours continuously.

6.1 Battery voltage indication

When the detector is on, you can test the voltage of the battery. When the voltage is low, the “ POWER” LED turns red, which means low voltage and it needs charging. In the status of low voltage, the detector can continue to work for about 30 minutes. When the voltage is seriously low, the power LED begins to flicker about 2 seconds, and then the detector turns off. At this point, you’d better not turn on the detector frequently. Otherwise the detector will be destroyed. Besides, if the detector can’t be turned on or abnormal after turning on, normally it is due to serious low voltage. Please charge it at time.

6.2 Charge

We kindly suggest you charge the battery when the detector is off, because if on, the battery will not be charged full. When charging, put the plug of the charger into the AC220V or AC110V power socket. Then the LED of the charger turns red. The charging begins. Fast charging time is about 3 to 4 hours (when it’s full, the LED turns green) and then you can use it normally. We suggest you charge it for 4 to 6 hours.

Note: Please don’t charge the battery at the detecting spot so as to avoid fire or explosion due to the spark when pulling out the plug. Please don’t charge it when the detector is on so as to ensure the charging speed. When charging, frequent turning-on and turning-off are not allowed, otherwise the detector will be destroyed.

7. Troubleshooting Guide

Fault	Possible reasons	Solution
Turning off immediately after turning on	Seriously low voltage	Charge it promptly
No response to the gas	Warm-up doesn’t end	Wait till warm-up ends
	Sensor fault	Replace the sensor

8. Fittings

Detector 1pc Charger 1pc Manual 1pc

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่มอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้