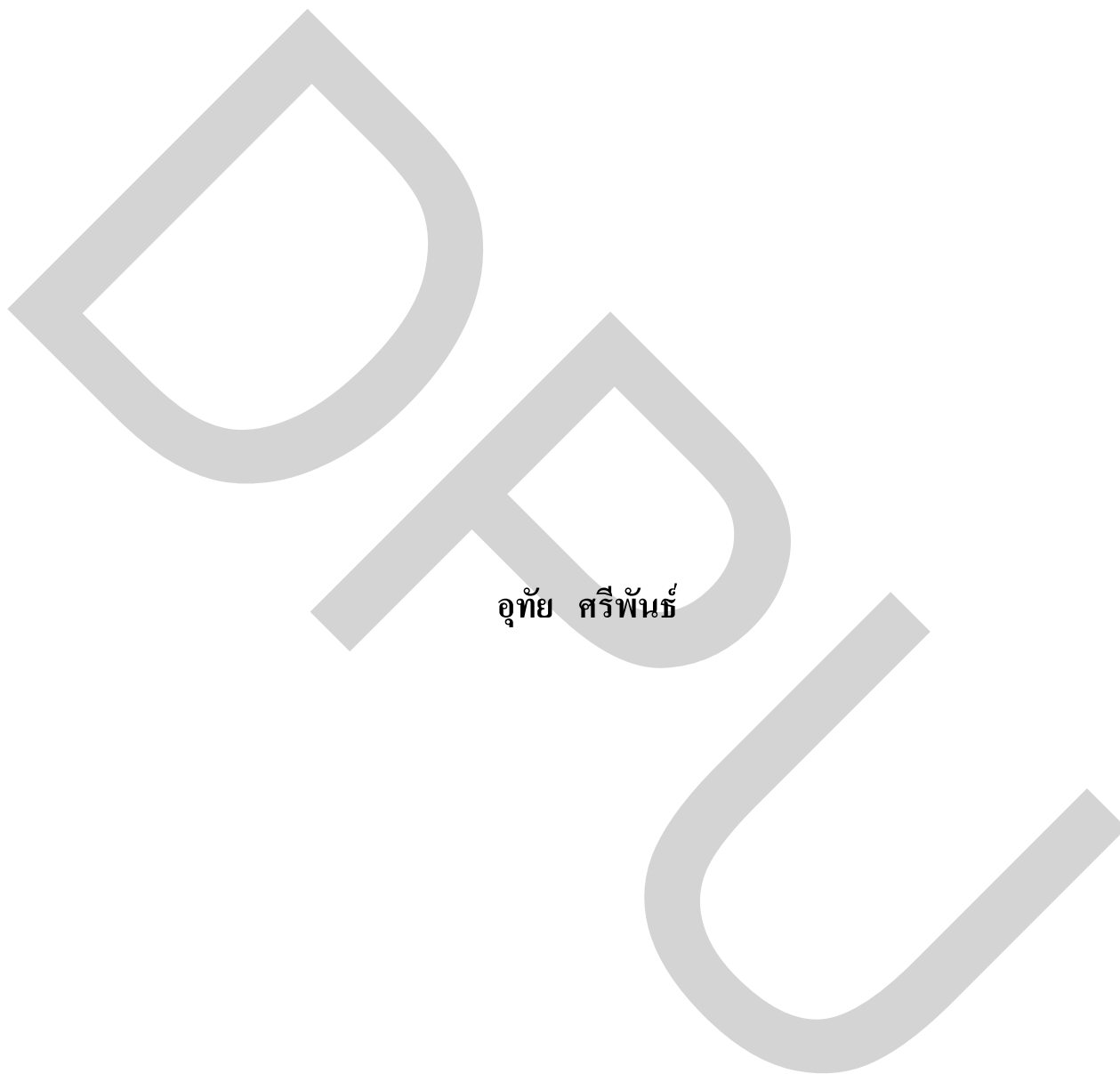


# การปรับปรุงระบบควบคุมและตรวจสอบการทำงานไฟส่องสว่างบนทางด่วน



อูทัย ศรีพันธ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2555

**An Improvement of monitor and control system for Expressway Lighting**



**Uthai Sriphan**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering**

**Department of Computer and Telecommunication Engineering**

**Faculty of Engineering, Dhurakij Pundit University**

**2012**

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร.ณรงค์เดช กิริติพรานนท์ ที่ได้อุทิศส่วสละเวลาอันมีค่ามาเป็นทั้งที่ปรึกษา พร้อมทั้งให้คำแนะนำ ตลอดระยะเวลาการทำงานและช่วยแก้ไขความถูกต้องของเนื้อหาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ชัยพร เขมะภาคะพันธ์ ที่ให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ให้สมบูรณ์มากขึ้นและคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.ประศาสน์ จันทราทิพย์ และ อาจารย์ ดร.เจนจบ วีระพานิชเจริญกิจทุกท่านที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ อย่างสมบูรณ์และทรงคุณค่าในการพัฒนางานในอนาคต

ในโอกาสผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บริษัททางด่วนกรุงเทพ (มหาชน) ให้ใช้พื้นที่ในการทดสอบพร้อมเครื่องมือและอุปกรณ์สนับสนุนและทุนในการศึกษางานวิจัยครั้งนี้มีทีมงานวิศวกรและช่างเทคนิคแผนกวิศวกรรมไฟฟ้าและเครื่องกลช่วยเหลือในการติดตั้งและการเก็บข้อมูลในครั้งนี้ด้วย

อุทัย ศรีพันธ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ฅ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ .....	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.5 ภาพรวมของระบบ.....	2
1.6 อุปกรณ์และซอฟต์แวร์.....	3
1.7 องค์ความรู้ใหม่.....	4
1.8 โครงสร้างของเนื้อหา.....	4
2. แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 ระบบที่ใช้ในปัจจุบันของโคมไฟฟาส่องสว่างไฟถนนบนทางด่วนพิเศษ.....	5
2.2 ระบบไฟฟาส่องสว่างทางด่วนพิเศษที่ใช้ในต่างประเทศ.....	8
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ.....	10
2.4 ทฤษฎีการทำงานระบบไฟถนน.....	10
2.5 ทฤษฎีการทำงานระบบจีเอสเอ็ม.....	14
2.6 สรุปผลการศึกษางานวิจัย.....	19
3. วิธีดำเนินการวิจัย.....	20
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	20
3.2 การออกแบบการทำงานเบื้องต้น.....	22
3.3 การออกแบบระบบฮาร์ดแวร์.....	25

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
3.4 การออกแบบระบบซอฟต์แวร์.....	29
3.5 ระบบโปรแกรมควบคุมคอมพิวเตอร์ไฟฟ้าส่องสว่าง.....	40
3.6 กำหนดสถานที่ทดสอบและศึกษารายละเอียด.....	43
3.7 กำหนดรายการเครื่องมือวัดที่ใช้ในการวิจัย.....	43
4. ผลการวิจัย.....	44
4.1 ลักษณะการออกแบบการทำงานของโคมไฟฟ้าส่องสว่าง.....	44
4.2 วิเคราะห์การทำงานของบอร์ดเซนเซอร์โฟโต้ไดโอด.....	48
4.3 วิเคราะห์การปรับทิศทางมุมของเซนเซอร์โฟโต้ไดโอด.....	51
4.4 วิเคราะห์การทำงานหลังการติดตั้งระบบ.....	52
4.5 วิเคราะห์ทดสอบการทำงานในสั่งงานด้วยเอสเอ็มเอส.....	57
4.6 วิเคราะห์การทดสอบการทำงานการรับ-ส่งข้อมูลเอสเอ็มเอส.....	60
4.7 ศูนย์ควบคุมส่วนกลาง.....	61
4.8 วิเคราะห์ทดสอบการทำงานของโปรแกรม.....	71
4.9 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน ระยะเวลาคืนทุนและผลตอบแทนในการลงทุน.....	72
4.10 สรุปตารางวิเคราะห์งบประมาณการลงทุน.....	74
4.11 กราฟแสดงงบประมาณการลงทุนและคำดำเนินการระบบใหม่ทั้ง 3 แบบ.....	76
5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	77
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	77
5.2 อภิปรายผล.....	78
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	78
บรรณานุกรม.....	79
ประวัติผู้เขียน.....	83

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ความเหมาะสมของหลอดไฟแสงสว่างสำหรับถนน.....	11
4.1 แสดงการปรับระยะมุมมองการติดตั้งของหลอดไฟโด้ไดโอดที่โคมไฟฟ้า ส่องสว่าง.....	50
4.2 ตารางวิเคราะห์ข้อมูลแสดงระยะเวลาการรับ-ส่งข้อมูลเอสเอ็มเอสการจับเวลา.....	58
4.3 วิเคราะห์งบประมาณการลงทุน.....	74

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 ภาพรวมของระบบบล็อกไดอะแกรมระบบปัจจุบันและระบบใหม่.....	3
2.1 ลักษณะ โคมไฟฟ้าส่องสว่างทางด่วนพิเศษทาง 4 เลน.....	6
2.2 ผู้ควบคุมและเซนเซอร์สวิตซ์รับแสงสั่งการทำงานเปิด-ปิดโคมไฟฟ้าส่องสว่าง....	7
2.3 โครงสร้างการทำงานระบบ Power Line Communications.....	9
2.4 ทางด่วนพิเศษประเทศสวีเดนระบบไฟฟ้าส่องสว่าง.....	9
2.5 รูปแบบความสว่างของโคมไฟฟ้า.....	12
2.6 ระยะห่างของดวงโคมไฟฟ้าส่องสว่าง.....	13
2.7 สถานีฐานและเครือข่าย.....	15
2.8 รูปแบบเครือข่ายเอสเอ็มเอส Network Architect.....	16
2.9 จีเอสเอ็มโมเด็มที่แยกส่วน.....	16
2.10 บอร์ด โมเด็ม Q24 Plus จีเอสเอ็ม.....	17
2.11 การเพาเวอร์ซัพพลายของจีเอสเอ็มโมเด็มในการส่ง-รับข้อมูล.....	17
3.1 Flow Chart ลำดับขั้นตอนการวิจัย.....	21
3.2 การทำงานบล็อกไดอะแกรมระบบปัจจุบันและระบบใหม่.....	22
3.3 บล็อกไดอะแกรมการเดินทางสัญญาณระหว่างเซนเซอร์โฟโต้ไดโอด.....	23
3.4 การทำงานบล็อกไดอะแกรมระบบควบคุมไฟฟ้าส่องสว่าง.....	24
3.5 การทำงานบล็อกไดอะแกรมโครงสร้างของระบบ.....	25
3.6 บอร์ดจีเอสเอ็มโมเด็ม Mode: Q24 Plus.....	26
3.7 บอร์ดชุดจีเอสเอ็มโมดูลและชุดไมโครคอนโทรลเลอร์โมดูล.....	27
3.8 บอร์ดเซนเซอร์โฟโต้ไดโอด.....	28
3.9 บล็อกไดอะแกรมเซนเซอร์โฟโต้ไดโอด.....	28
3.10 วงจรไฟฟ้าแบบวันไลน์ไดอะแกรมที่ใช้ในปัจจุบัน.....	29
3.11 วงจรไฟฟ้าแบบวันไลน์ไดอะแกรมที่ใช้งานร่วมกับระบบจีเอสเอ็ม.....	29
3.12 บล็อกไดอะแกรมชุดคอมพิวเตอร์และชุดอุปกรณ์โมเด็มในการรับ-ส่งข้อมูล.....	30
3.13 Flow Chart หลักการทำงานในรับ-ส่งด้วยสัญญาณเอสเอ็มเอส.....	31
3.14 บล็อกไดอะแกรม Class Diagram.....	32

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.15 บล็อกไดอะแกรม Use Case Diagram.....	33
3.16 Flow Chart of Activity Diagram – Account Management.....	34
3.17 Flow Chart of Activity Diagram – View Report.....	35
3.18 Flow Chart of Activity Diagram – Overview Map.....	36
3.19 Flow Chart of Activity Diagram – Command to SP Group.....	37
3.20 Flow Chart of Activity Diagram – Command to SP.....	38
3.21 Flow Chart of Activity Diagram – ODBC Setting.....	38
3.22 Flow Chart of Activity Diagram – Change ODBC.....	39
3.23 Flow Chart of Activity Diagram – Configuration.....	39
4.1 ภาพโครงสร้างการทำงานของบล็อกไดอะแกรมระบบปัจจุบันและระบบใหม่.....	45
4.2 การทำงานของบล็อกไดอะแกรมเซนเซอร์โฟโต้ไดโอดสถานะหลอดไฟสว่าง.....	45
4.3 บอร์ดเซนเซอร์โฟโต้ไดโอดที่ติดตั้งในโคมไฟฟ้าส่องสว่าง.....	46
4.4 การทำงานของที่ติดตั้งในโคมไฟฟ้าส่องสว่างเซนเซอร์โฟโต้ไดโอดรับแสงสว่างจากหลอดไฟ.....	46
4.5 การทำงานของโคมไฟฟ้าส่องสว่างเซนเซอร์โฟโต้ไดโอดรับแสงสว่างหลอดแอลอีดีติด.....	47
4.6 การทำงานของบล็อกไดอะแกรมเซนเซอร์โฟโต้ไดโอดเมื่อโคมไฟฟ้าส่องสว่างสถานะดับ.....	47
4.7 การทำงานของโคมไฟฟ้าส่องสว่างเซนเซอร์โฟโต้ไดโอดไม่ได้รับสัญญาณแสงสว่างหลอดแอลอีดีดับ.....	48
4.8 การวัดระยะหลอดเซนเซอร์โฟโต้ไดโอดที่ 1.3 ซม.....	49
4.9 การวัดความร้อนของโคมไฟฟ้าส่องสว่าง 250 วัตต์ 220 โวลท์เอซี.....	49
4.10 มุมองศาการทำงานของหลอดโฟโต้ไดโอด.....	50
4.11 ระยะหลอดโฟโต้ไดโอดมุมมากกว่า 45 องศาไม่สามารถรับสัญญาณได้.....	51
4.12 แสงสว่างลักซ์ที่วัดได้ของการทดสอบโคมไฟ.....	51
4.13 การติดตั้งโคมไฟฟ้าส่องสว่าง.....	53

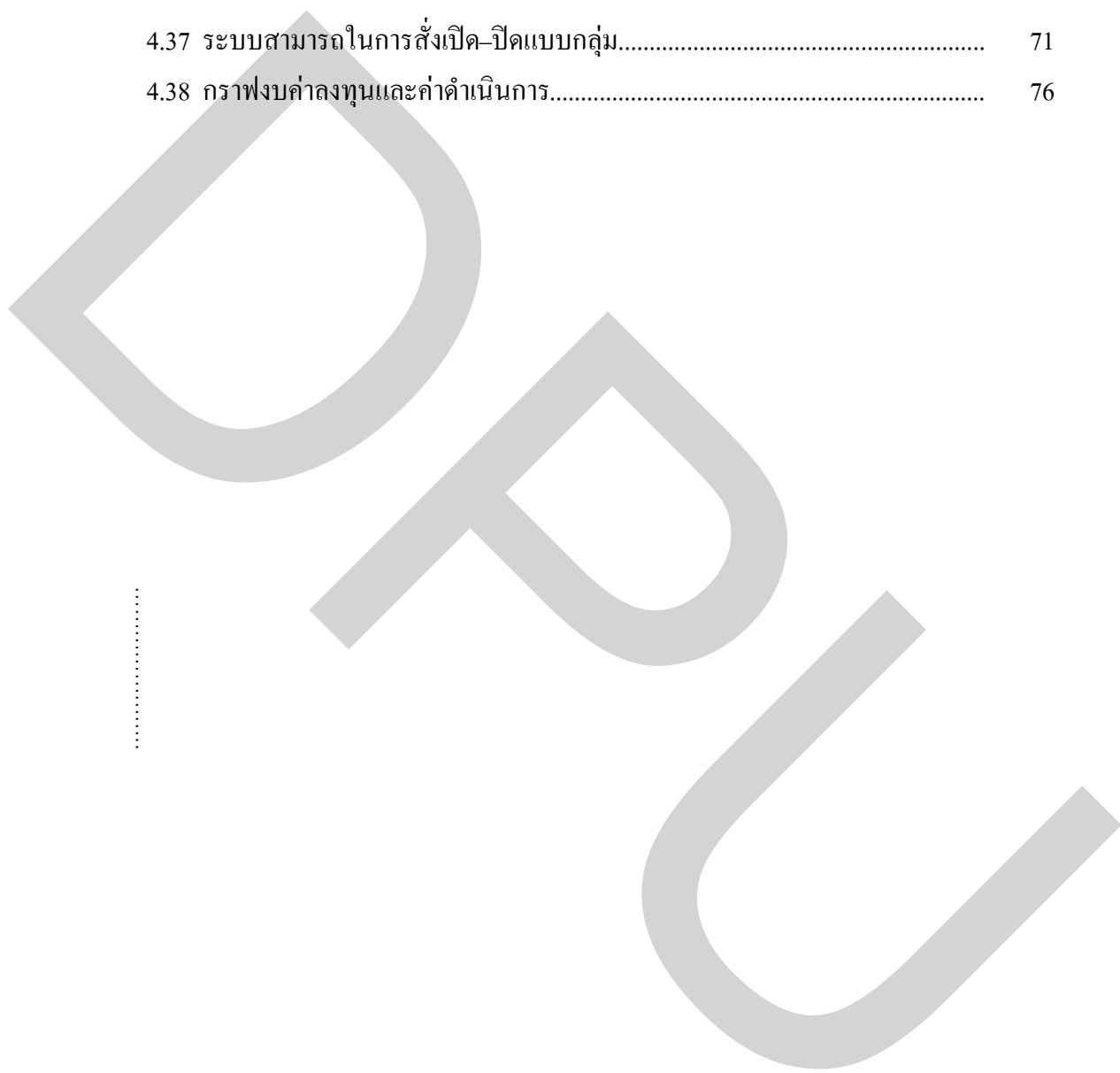


สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.14 บล็อกไดอะแกรมลักษณะการติดตั้งทั้งหมดภายในตู้ควบคุม.....	54
4.15 การปิดการจราจรในขณะที่ปฏิบัติงานในการทดสอบระบบ.....	54
4.16 การติดตั้งจีเอสเอ็มโมเด็มในตู้ควบคุมไฟฟ้าส่องสว่าง.....	55
4.17 การทำงานของจีเอสเอ็มโมเด็มในการรับ-ส่งเอสเอ็มเอส.....	55
4.18 โคมไฟฟ้าส่องสว่างในการรับ-ส่งเอสเอ็มเอสในสั่งการทำงานเปิดและปิด หลอดไฟ.....	56
4.19 การวัดอุณหภูมิภายในตู้ควบคุม.....	57
4.20 การวัดอุณหภูมิภายนอกตู้ควบคุม.....	57
4.21 กราฟการทำงานการรับ-ส่งข้อมูลเอสเอ็มเอส.....	60
4.22 เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์โมเด็มจีเอสเอ็ม.....	61
4.23 บล็อกไดอะแกรมการรับ-ส่งสัญญาณระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์และโมเด็มจี เอสเอ็ม.....	62
4.24 หน้าโปรแกรมที่ศูนย์ควบคุมส่วนกลาง.....	62
4.25 หน้าจอคอมพิวเตอร์การใช้งานเบื้องต้น.....	63
4.26 การจัดระบบผู้ใช้งาน.....	63
4.27 การตั้งค่าในโปรแกรม Configurations.....	64
4.28 การตั้งค่าในโปรแกรม ODBC.....	65
4.29 รายงานการทำงานเปิด-ปิดโดยพนักงาน.....	66
4.30 รายงานเหตุการณ์ต่างๆ.....	66
4.31 รายงานโคมไฟฟ้าส่องสว่างแต่ละจุดของตู้ควบคุม.....	67
4.32 แผนที่ภาพบนทางด่วนพิเศษ.....	68
4.33 การขยายภาพแผนที่เลือกขนาดของการขยายได้.....	69
4.34 ภาพรวมแผนที่ทางด่วนพิเศษ Checkbox “Show All SP”.....	69
4.35 การเพิ่มโคมไฟฟ้าส่องสว่างในระบบศูนย์ควบคุมของตู้ควบคุมไฟฟ้า.....	70
4.36 ระบบสามารถในการสั่งเปิด-ปิดแบบเดี่ยว.....	70

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.37 ระบบสามารถในการสั่งเปิด-ปิดแบบกลุ่ม.....	71
4.38 กราฟงบค่าลงทุนและค่าดำเนินการ.....	76



.....

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงระบบควบคุมและตรวจสอบการทำงานไฟส่องสว่าง บนทางด่วน
ชื่อผู้เขียน	อุทัย ศรีพันธ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. ณรงค์เดช กิรติพรานนท์
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม
ปีการศึกษา	2554

### บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ หลักของ การวิจัย นี้ เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมโคมไฟส่องสว่างบนทางด่วนพิเศษเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน โดยการประยุกต์ใช้ระบบตรวจสอบการส่งข้อมูลและการแจ้งเตือนโดยอัตโนมัติ ระบบที่ใช้อยู่ปัจจุบันจำเป็นต้องให้เจ้าหน้าที่ ขับขี่รถปฏิบัติการไปตามเส้นทางที่กำหนดเพื่อตรวจสอบ บสภภาพการเปิดและปิดของไฟฟ้าส่องสว่าง ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองทั้งพลังงานและกำลังพล ในกรณีที่ระบบไฟส่องสว่างไม่ทำงาน แต่เจ้าหน้าที่ บำรุงรักษาไม่ทราบ ข้อมูล ทำให้แสงสว่างบนทางด่วนพิเศษมี ระดับต่ำกว่าค่ามาตรฐานซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้ขับขี่

การออกแบบและพัฒนาประกอบด้วยอุปกรณ์หลักคือเซนเซอร์โฟโต้ไดโอด จีเอสเอ็ม โมเด็ม ไมโครคอนโทรลเลอร์ และพัฒนาโปรแกรมควบคุมส่วนกลางติดตั้งที่ศูนย์ควบคุม เพื่อสั่งการและติดตามการปฏิบัติงาน ระบบที่พัฒนานี้ได้ติดตั้งใช้งานที่ บริษัท ทางด่วนกรุงเทพ (มหาชน) โดยทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ ซึ่ง เจ้าหน้าที่สามารถควบคุมการเปิดและปิดไฟผ่านระบบคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง รวมทั้งยังสามารถแจ้งเตือนโดยอัตโนมัติในกรณีที่หลอดไฟสว่างหรือดับ

Thesis Title                    An Improvement of monitor and control system for Expressway lighting  
Author                            Uthai Sriphan  
Thesis Advisor                Narongdech Keeratipranon, Ph.D.  
Department                    Computer and Telecommunication Engineering  
Academic Year                2011

### **ABSTRACT**

The main objective of this research is to design and develop a better street lighting control system which is applicable to Bangkok Express Way. The system provides an automatic update system of street lighting status and sends a warning message via SMS to operator in case when a street light is malfunctioned. The existing system use patrol officers to monitor. This method consumes a lot of energy and man power. In some cases, the patrolling system fail to notify the main operator about the malfunction of the damaged light, this situation may lead to an accident because the brightness on the express way is below the standard brightness level.

The proposed system composes of the photodiode sensor, GSM module, microcontroller, and the main software control installed in the computer at control room. The early experiments give a promising result as the system is work properly and be able to apply with the Bangkok Express Way. The operator can control the lights via the main computer and receive a notify message when there is a malfunction of the light in the system.

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ที่มาและความเป็นมาของปัญหา

ปัจจุบันระบบไฟฟ้าส่องสว่าง บนทางด่วนพิเศษ มีวัตถุประสงค์เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้บริการทางด่วนพิเศษเพื่อเพิ่มความปลอดภัยและลดอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นจากการขับขี่รถยนต์บนทางด่วนในปัจจุบัน เช่น เซอร์วิสเซิร์รับแสง เริ่มตั้งเปิดโคม ไฟฟ้าส่องสว่างรับแสงต่ำกว่า 25-30 ลักซ์และเริ่มตั้งปิดโคมไฟฟ้าส่องสว่างสูงกว่า 30 ลักซ์

เซนเซอร์สวิตซ์รับแสงในบางครั้งอาจเกิดข้อผิดพลาดเพื่อช่วยลดปัญหา ข้อผิดพลาดจึงมีมาตรการ กำหนดให้พนักงานขับรถปฏิบัติกรตรวจสอบตามเส้น บนทางด่วนพิเศษ ทำให้มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงทำให้เกิดมีแนวคิดการวิจัย ปรับปรุงและพัฒนาเพื่อแก้ปัญหาในระยะยาวในอนาคต สำหรับการประยุกต์ใช้เซนเซอร์โฟโตไดโอดและ พัฒนาโปรแกรม สำหรับควบคุมการทำงาน ของระบบไฟฟ้าส่องสว่างเพื่อตรวจสอบการทำงาน

การออกแบบและพัฒนางานวิจัยขึ้นนี้ควบคุมการทำงานจากศูนย์ควบคุมในการสั่งงานเมื่อเซนเซอร์สวิตซ์รับแสงที่ติดตั้งบนตู้ควบคุมเกิดข้อผิดพลาดไม่สามารถตั้ง เปิดหรือปิดได้ การออกแบบ โปรแกรม และพัฒนา เซนเซอร์โฟโตไดโอดสามารถทำงานร่วมกับระบบ ควบคุมการทำงานในปัจจุบัน โดยอุปกรณ์ที่ติดตั้งในโคมไฟฟ้าส่องสว่างจะทำการตรวจสอบ ปลอดภัยไฟฟ้าส่องสว่างทำการแจ้งสถานะการทำงานหลอดไฟสว่างหรือดับ การรับ-ส่งข้อมูลกลับไป ที่ศูนย์ควบคุมคอมพิวเตอร์ทำการเก็บข้อมูลพร้อมกับแจ้งเตือนการทำงานเช่น แจ้งสถานะ การทำงาน ต่างๆของโคมไฟฟ้าส่องสว่าง งานวิจัยนี้มีออกแบบและพัฒนาโปรแกรมสำหรับงานระบบควบคุมโคมไฟฟ้าส่องสว่าง

### 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยระบบควบคุม โคม ไฟฟ้าส่องสว่างบนทางด่วนผู้วิจัยได้กำหนดวัตถุประสงค์ การดำเนินการวิจัยไว้ดังนี้

1. ออกแบบและพัฒนาสร้างอุปกรณ์การสำหรับการแจ้งสถานะการทำงานหลอดไฟสว่างหรือดับโดยเซนเซอร์โฟโตไดโอดทำงานร่วมกับ เซนเซอร์สวิตซ์รับแสงรับ -ส่งสัญญาณแจ้งเตือนผ่านระบบข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยสัญญาณเอสเอ็มเอส

2. ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมวัตถุประสงค์เพื่อการแจ้งเตือนในรับรู้การทำงานเช่นการเก็บข้อมูลและบันทึกการทำงานด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ประจำศูนย์ควบคุม
3. ประยุกต์การทำงานของารรับและส่งสัญญาณเอสเอ็มเอสสำหรับควบคุมการทำงาน

### 1.3 ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและพัฒนาาระบบควบคุมการทำงานระบบไฟฟ้าส่องสว่าง

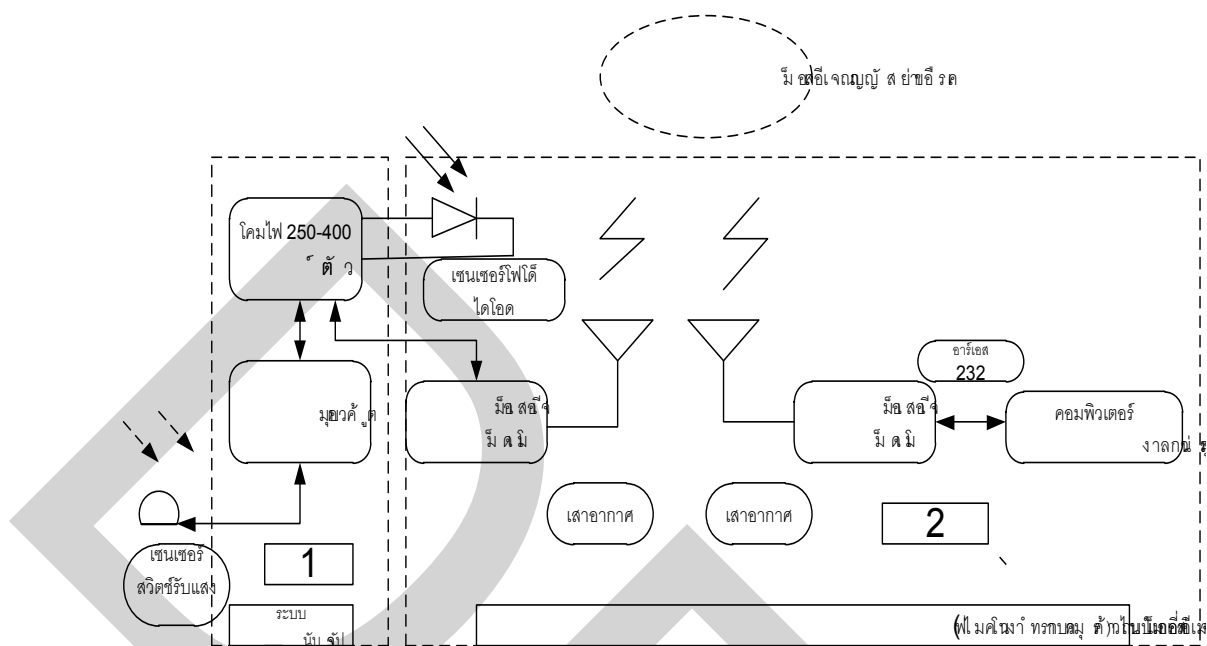
1. ออกแบบเซนเซอร์โฟโตไดโอดนำมาออกแบบทำงานร่วมกับชุดควบคุมไฟฟ้าส่องสว่างบนทางด่วนพิเศษ
2. ออกแบบพัฒนาโปรแกรมสำหรับการแจ้งเตือน ,เก็บข้อมูลการทำงานและแสดงผลการทำงานพร้อมกับสามารถแสดงแผนที่จำลองเส้นทางบนทางด่วนพิเศษ
3. ตรวจสอบสถานะโดยการรับ-ส่งข้อมูลด้วยเอสเอ็มเอส

### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ประยุกต์และพัฒนาใช้เซนเซอร์โฟโตไดโอดในการรับ-ส่งสัญญาณ
2. พัฒนาโปรแกรมสำหรับระบบควบคุมชุดควบคุมไฟฟ้าส่องสว่าง
3. ระบบสามารถตรวจสอบและแจ้งเตือนการทำงาน ด้วยการรับ -ส่งสัญญาณเอสเอ็มเอส สำหรับการสั่งการทำงานเปิดและปิด
4. เพื่อช่วยป้องกันและลดอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้นบนทางด่วนพิเศษเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าส่องสว่าง
5. ช่วงที่ฤดูฝนเนื่องจากกรณีตกหนักหรือหมอกลดจัดเซนเซอร์สวิตช์รับแสง เกิดข้อผิดพลาดไม่สามารถสั่งเปิดและปิดได้ที่ศูนย์ควบคุมสามารถรับทราบและสอบตรวจการทำงานด้วยพนักงาน
6. ประโยชน์ทางอ้อมในการประหยัดพลังงานที่สูญเสียเมื่อเซนเซอร์สวิตช์รับแสงเกิดข้อผิดพลาดไม่สามารถสั่งปิดชุดควบคุมไฟฟ้าส่องสว่างในช่วงเวลากลางที่ศูนย์ควบคุมสามารถสั่งปิดได้

### 1.5 ภาพรวมของระบบ

1. ประยุกต์ใช้เซนเซอร์โฟโตไดโอดในการควบคุมการทำงานระบบชุดควบคุมไฟฟ้าส่องสว่างบนทางด่วนพิเศษ
2. ประยุกต์และพัฒนาเซนเซอร์โฟโตไดโอดทำงานร่วมกับเซนเซอร์สวิตช์รับแสง
3. ใช้ระบบรับ-ส่งสัญญาณเอสเอ็มเอสสำหรับการแจ้งเตือนและควบคุมการสั่งทำงาน



ภาพที่ 1.1 ภาพรวมของระบบบล็อกไดอะแกรมระบบปัจจุบันและระบบใหม่

#### 4. หลักการทำงานเบื้องต้นโดยสังเขป

##### 4.1 ระบบปัจจุบัน ส่วนที่ 1

เลนเซอร์สวิตช์รับแสงทำงานโดยสั่งเปิดคอมไฟฟาส่องสว่างรับแสงต่ำกว่า 25-30 ลักซ์ และเริ่มสั่งปิดระบบไฟฟาส่องสว่างสูงกว่า 30 ลักซ์ ดังแสดงภาพที่ 1.1 (ส่วนที่ 1)

##### 4.2 ระบบใหม่ ส่วนที่ 2

การพัฒนาและปรับปรุงใหม่ประยุกต์โดยใช้เลนเซอร์โฟโต้ไดโอดในการควบคุมการทำงานคอมไฟฟาส่องสว่างและพัฒนาโปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานแล ะใช้ในการรับและส่งข้อมูลด้วยเอสเอ็มเอส ดังแสดงภาพที่ 1.1 (ส่วนที่ 2)

#### 1.6 อุปกรณ์และซอฟต์แวร์

##### 1. ส่วนอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์

- 1.1 จีเอสเอ็ม โมเด็มในการรับ-ส่งสัญญาณเอสเอ็มเอส
- 1.2 ซิมการ์ดของจีเอสเอ็ม โมเด็ม
- 1.3 เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับศูนย์ควบคุม
- 1.4 บอร์ดเลนเซอร์โฟโต้ไดโอดติดตั้งที่คอมไฟฟาส่องสว่าง
- 1.5 สายสัญญาณอาร์เอส 232 รับส่งข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ศูนย์ควบคุม

## 2. ส่วนซอฟต์แวร์

2.1 ใช้โปรแกรมภาษาเอทีคอมมานจีเอสเอ็มโมเต็มในการรับและส่งสัญญาณเอสเอ็มเอส

2.2 ใช้โปรแกรมภาษาวีบีทำหน้าที่เป็น จียูไอ ที่ติดต่อกับผู้ใช้งานเพื่อสามารถสั่งงานต่างๆ เช่น การเปิดและปิด รูปแผนที่ทางด่วน

### 1.7 องค์กรความรู้ใหม่

1. การออกแบบประยุกต์การใช้เซนเซอร์โฟโตไดโอด เนื่องจากในปัจจุบันระบบ ควบคุม โคม ไฟฟ้าส่องสว่างยังไม่มีการใช้เซนเซอร์โฟโตไดโอดใช้งานสำหรับการควบคุม โคม ไฟฟ้าส่องสว่าง ในรับและส่งสัญญาณ

2. การพัฒนาเซนเซอร์โฟโตไดโอดให้สามารถสามารถทำงานร่วมกับเซนเซอร์สวิตซ์รับแสงโดยไม่มีอาการแกว่งในระบบเดิมทำให้ง่ายต่อการปรับปรุงและประยุกต์ในการใช้งาน

3. การพัฒนาโปรแกรมสำหรับงานควบคุมระบบไฟส่องสว่างให้มีความเหมาะสมกับระบบที่มีใช้ในปัจจุบันและสามารถแก้ไขการทำงานได้ในอนาคต

### 1.8 โครงสร้างของเนื้อหา

ในบทต่อไปจะกล่าวถึงเนื้อหาโดยสรุปดังนี้

1. การนำหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยที่ต่างประเทศใช้งานในระบบ ควบคุม โคม ไฟฟ้าส่องสว่างมีการเทคโนโลยีข้อดีและข้อเสียต่างๆสำหรับการออกแบบในงานวิจัยนี้

2. สำหรับวิธีการดำเนินงานได้ทำการรวบรวมข้อมูลไว้สำหรับการออกแบบอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณของ โคม ไฟฟ้าส่องสว่างและระยะดำเนินงานต่างๆ

3. ผลการทดลองและทดสอบระบบ ซึ่งทั้งหมดมีการทดสอบติดตั้งการทำงานระบบ ควบคุม โคม ไฟฟ้าส่องสว่างบนทางด่วนพิเศษทั้งการเก็บข้อมูลการผลการทดลองต่างๆแต่ละขั้นตอน

4. สรุปผลและข้อเสนอแนะเนื่องจากการทดสอบจริงทำให้รับทราบปัญหาต่างๆ สำหรับผู้ที่ จะใช้งานวิจัยนี้สามารถต่อยอดและพัฒนางานในอนาคตได้



## บทที่ 2

### แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทที่ 2 เพื่อรับรู้แนวคิด ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบประยุกต์ใช้เซนเซอร์โฟโตไดโอด เพื่อนำมาตรวจสอบระบบไฟฟ้าส่องสว่างบนทางด่วนพิเศษในบทนี้จะกล่าวถึงส่วนที่สำคัญดังนี้

- 2.1 ระบบที่ใช้ในปัจจุบันของระบบไฟฟ้าส่องสว่างไฟถนนบนทางด่วนพิเศษ
- 2.2 ระบบไฟฟ้าส่องสว่างทางด่วนพิเศษที่ใช้ในต่างประเทศ
- 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 2.4 ทฤษฎีการทำงานไฟฟ้าส่องสว่างไฟถนน
- 2.5 ทฤษฎีการทำงานระบบจีเอสเอ็ม
- 2.6 สรุปผลการศึกษางานวิจัย

#### 2.1 ระบบที่ใช้ในปัจจุบันของระบบไฟฟ้าส่องสว่างไฟถนนบนทางด่วนพิเศษ

หลักการทํางานระบบไฟฟ้า ส่องสว่างไฟถนนใช้หลอดใช้หลอด High - pressure Sodium Lamp 250-400 วัตต์ 220 โวลต์เอซีใช้อุปกรณ์เซนเซอร์สวิตช์รับแสงในการสั่งการทํางานเปิดในช่วงเวลาประมาณตั้งแต่ 18:00 น. สำหรับอุปกรณ์สวิตช์รับแสงในการทํางานสั่งเปิดและปิดโดยอัตโนมัติและอุปกรณ์สวิตช์รับแสงที่ติดตั้งบนตู้ควบคุมไฟฟ้าสั่งการทํางานเป็นกลุ่มโดยประมาณ 12-17 ต้นต่อตู้ระบบไฟฟ้า ส่องสว่างบนทางด่วนพิเศษจะมีประมาณ 600-800 ต้นบริเวณเส้นทางของทางด่วนพิเศษ

##### 2.1.1 หลอดไฟที่ใช้บนทางด่วนพิเศษ

ใช้หลอดไฟ High- pressure Sodium Lamp สำหรับถนนเส้นหลักในเวลากลางคืนตามถนนในเมืองไทยให้ความสว่างที่ 25-40 ลักซ์ซึ่งสีที่ได้จะเพี้ยนไปจากความเป็นจริงแต่การมองเห็นจะชัดเจนลักษณะไฟฟ้าส่องสว่างที่ใช้โดยทั่วไปบนถนนทางหลวงต่างๆ

ในการออกแบบ โคมไฟฟ้าส่องสว่างบนทางด่วนพิเศษต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้งานบนทางด่วนพิเศษได้ทำการแยกประเภทการติดตั้งชุดโคมไฟเดี่ยว สำหรับการติดตั้งบนขอบทางและชุดโคมไฟคู่ สำหรับการติดตั้งกลางเลนลักษณะการติดตั้งเพื่อให้ส่อง สว่างพอเพียงตามที่กำหนดมาตรฐานไว้ระบบไฟฟ้าส่องสว่างบนทางด่วนพิเศษ ดังแสดงภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ลักษณะโคมไฟฟ้าส่องสว่างทางด่วนพิเศษทาง 4 เลน

การสั่งงานสำหรับการเปิด-ปิดจะทำงานโดยอัตโนมัติการทำงาน เป็นการสั่งด้วย เซนเซอร์สวิตช์รับแสง สั่งเปิด-ปิดเพื่อความสะดวกต่อการทำงานระบบที่มีใช้ในปัจุบัน ดังแสดง ภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 ผู้ควบคุมและเซนเซอร์สวิตช์รับแสงสั่งการทำงาน เปิด-ปิด โคมไฟส่องสว่าง

### 2.1.2 ลักษณะการทำงานโดยทั่วไป

ระบบไฟฟ้าส่องสว่างบนทางด่วนพิเศษใช้เซนเซอร์สวิตช์รับแสงสั่งการทำงานในเปิด-ปิด โดยอัตโนมัติให้พนักงานวิ่งตรวจ สอบ บนทางด่วนพิเศษทุกเส้นทางที่รับผิดชอบมีรถปฏิบัติการ 2 คันและพนักงาน 4 คนช่วงเช้าและเย็น

## 2.2 ระบบไฟฟ้าส่องสว่างทางด่วนพิเศษที่ใช้ในต่างประเทศ<sup>1, 2</sup>

ระบบไฟฟ้าส่องสว่างทางด่วนพิเศษที่ประเทศยุโรป มีการใช้ระบบ Power Line Communications ในสั่งการทำงานการเปิดและ ปิดระบบไฟฟ้าแสงสว่างและใน หรือเรียกกันว่า ระบบ Intelligent Road and Street Lighting in Europe (E-Street) เช่น ประเทศสวีเดนและ ประเทศอังกฤษ

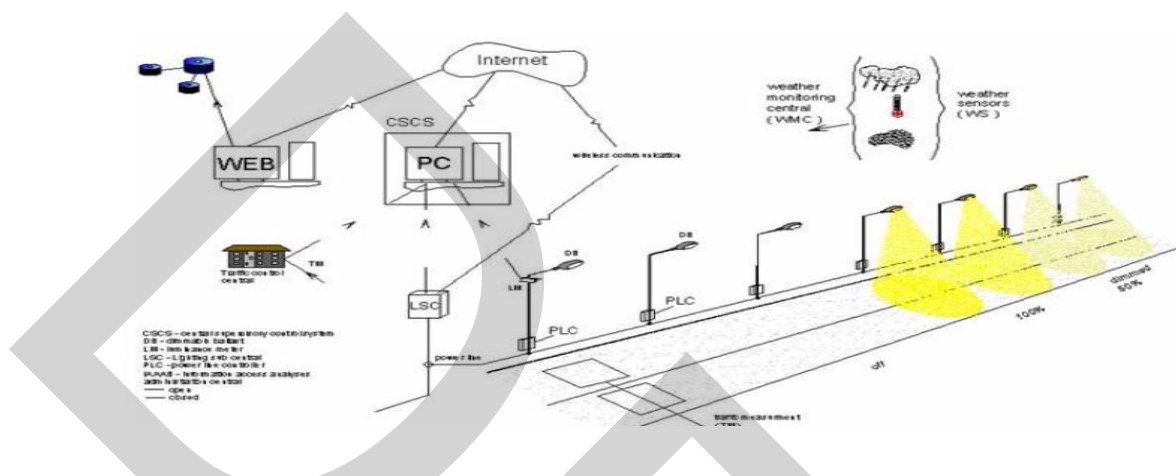
### 2.2.1 หลักการทำงานโดยสังเขป

ระบบ Power Line Communications มีการนำ ripple carrier signaling มาใช้ในระบบ 10 - 20 KV และ 240/415 V PLC ได้พัฒนาอย่างต่อเนื่องโดยองค์กร Universal Power line Alliance (UPA) เทคโนโลยี Power Line Communication (PLC) คือการสื่อสารข้อมูลผ่านสายไฟฟ้า โดยการกล่าสัญญาณ (modulate) คลื่นพาห์ (carrier) ไปกับสัญญาณไฟฟ้า การใช้งาน PLC มีทั้งใน ส่วนของการสื่อสารข้อมูลผ่านสายส่งแรงดันสูง (High Voltage) สายกระจายแรงดันปานกลาง (Medium Voltage) และสายจำหน่ายแรงดันต่ำ (Low Voltage) ที่เชื่อมต่อไปยังผู้ใช้ไฟฟ้าโดยทั่วไป จะมีการใช้งาน PLC แยกกันในแต่ละส่วน แต่ก็มีการใช้ที่ใช้งานข้ามส่วนหรือระดับของแรงดัน อัตราเร็วและพื้นที่ครอบคลุมของการใช้งาน PLC มีหลายระดับขึ้นอยู่กับย่านความถี่ของคลื่นพาห์ที่ ใช้งานการใช้คลื่นพาห์ความถี่สูงจะทำให้อัตราเร็วของ PLC ระบบ Broad band PLC หรือ Broad band over Power lines (BPL) การใช้งาน PLC ในย่านความถี่ HF/VHF (1.8-250 MHz) มี Bit rate สูงสุดถึงระดับ Gbps ถูกประยุกต์ใช้เพื่อให้บริการ Broadband Internet ผ่านสายไฟฟ้าสามารถใช้งาน Broadband Internet ได้ทันทีนอกจากนี้เทคโนโลยี BPL ยังถูกใช้ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์สื่อสาร Networking โดยไม่จำเป็นต้องเดินสายเคเบิลเพิ่มเติม BPL เพื่อให้บริการ Broadband Internet มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนค่อนข้างสูงเนื่องจากการใช้งาน BPL มีระยะครอบคลุมที่จำกัดจึงจำเป็นต้องใช้ Repeater จำนวนมาก รวมถึงจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ Coupler ในกรณีที่ต้องการกระจายสัญญาณ BPL ข้ามระดับแรงดัน มีการใช้งานแพร่หลายในประเทศยุโรปเนื่องระบบจะส่งสัญญาณตามถนน เส้นหลักซึ่งในระบบทางด่วนพิเศษในประเทศยุโรป ได้นำมาใช้งานจะต้องเสียค่าบริการในเรื่อง

<sup>1</sup> Intelligent Road and Street Lighting in Europe (E-Street). (2007, July 16). from <http://www.Lighting in Europe.com>

<sup>2</sup> นิตยสาร คำขวัญ (6 กันยายน 2550). จาก <http://www.nno.moph.go.th/downloads/4840089>.

ความถี่และอุปกรณ์ที่มีราคาแพงในประเทศยุโรปประยุกต์ใช้งาน ระบบ Internet ผ่าน ระบบ Power Line Communications อุปกรณ์ควบคุมไปยังระบบไฟฟ้าส่องสว่าง ดังแสดงภาพที่ 2.3 และ 2.4



ภาพที่ 2.3 โครงสร้างการทำงานระบบ Power Line Communications



ภาพที่ 2.4 ทางด่วนพิเศษประเทศสวีเดนระบบไฟฟ้าส่องสว่าง



## 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

ธนวิทย์ ทิพย์ธราโลย (2553) ได้ทำการนำเสนองานระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเทคโนโลยีเว็บโดยการนำเทคโนโลยีวงจรไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์ มาผสมผสานกับเทคโนโลยีทางด้านเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งมีหลักการทำงานโดยสังเขป คือ ระบบนี้ผู้ใช้งานสั่งการทำงานผ่านบนหน้าเว็บแอปพลิเคชันเพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านโดยการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4550 ควบคุมวงจรรีเลย์แต่ละช่องที่จะทำการปิด - เปิดผ่านระบบอินเทอร์เน็ตและเก็บข้อมูลต่างๆของการทำงาน

สุทิสรา จริญญาวัฒน์ ชีรเดช เขมะชีรรัตน์ และวิศิษฐ โชติอุทยานกุล (2552) การประยุกต์ใช้ google API ส่ง SMS ผ่านระบบแจ้งซ่อมลูกค้า : กรณีศึกษางานเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ซึ่งมีหลักการทำงานโดยสังเขป คือระบบนี้ใช้ google calendar คงทราบแล้วว่า google calendar นั้น มีฟังก์ชันเตือนเหตุการณ์ล่วงหน้า ด้วย SMS และมี API ให้เลือกใช้ ซึ่งเราจะใช้ช่องทางตรงนี้ มาช่วยทำให้ระบบงานแจ้งซ่อมสามารถส่ง SMS มาหาเราเมื่อมีการแจ้งซ่อมใหม่ถ้ามี ผู้ใช้แจ้งซ่อม นอกจากระบบจะทำการบันทึกการแจ้งซ่อมแล้ว ระบบจะอาศัย Google API ช่วยในการส่งข้อความไปเพิ่มรายการที่ google calendar จากนั้น google calendar จะทำการส่ง SMS มาให้เจ้าหน้าที่อีกทีหนึ่ง

สรกฤษ สิริปีดากุลและพิมลลักษณ์ (2551) ได้ทำการนำเสนอการพัฒนาระบบควบคุมไฟฟ้าโดยใช้ Zigbee เพื่อใช้ในการควบคุมไฟฟ้าจากระยะไกล ซึ่งมีหลักการทำงานโดยสังเขป คือ ระบบนี้สามารถตรวจสอบได้ว่าขณะใดขณะหนึ่งอุปกรณ์ไฟฟ้าไหลผ่านอยู่หรือไม่หากมีกระแสไหลผ่านอยู่สามารถสั่งให้ตัดกระแสไฟฟ้าไม่ให้ไหลผ่านอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ซึ่งผู้ใช้สามารถสั่งงานผ่านอินเทอร์เน็ตหรือผ่านทางโทรศัพท์มือถือในการพัฒนาจะใช้เทคโนโลยี Zigbee ซึ่งเป็นโมดูลรับส่งสัญญาณไร้สายทำให้สามารถควบคุมการทำงานของระบบได้ระยะไกลมีการใช้พลังงานน้อย จึงสามารถใช้งานได้นานและมีราคาถูก จึงทำให้ช่วยลดค่าใช้จ่ายได้อีกด้วย

## 2.4 ทฤษฎีการทำงานระบบไฟถนน<sup>3</sup>

2.4.1 ประเภทของถนนสำหรับประเทศไทย โดยกระทรวงพลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2546: 6) สามารถแบ่งได้เป็น 5 ประเภทดังนี้

1) ทางหลวงชนบทขนาดเล็ก ตรอก ซอยหรือถนนในเมืองที่มีเขตทางจำกัด และการจราจรใช้ความเร็วต่ำ

<sup>3</sup> สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.). กระทรวงคมนาคม (4 มกราคม 2548). โครงการศึกษาจัดทำระบบมาตรฐานความปลอดภัยด้านการจราจรและขนส่งระยะที่ 2. จาก <http://www.otp.go.th>

2) ทางหลวงแผ่นดินเขตเมือง ทางขนาน ทางหลวงชนบทชั้นที่ 2 และ 3 ทางหลวงเทศบาลชั้นที่ 1 ถึง 4 และทางหลวงสุขาภิบาลชั้นที่ 1 ถึง 3

3) ทางหลวงแผ่นดินสายรอง ทางหลวงแผ่นดิน สายรองระหว่างอำเภอ ทางหลวงชนบท ถนนในเมือง มาตรฐานทางที่มีจำนวนช่องจราจรไม่เกิน 4 ช่องจราจร

4) ทางหลวงแผ่นดินสายหลักและสายรองทางด่วนของการทางพิเศษ และถนนสายหลักในเมืองและทางอื่น ๆ มาตรฐานทางเป็นทางคู่ (Divided Highway) หรือทางหลายช่องจราจร ที่มีจำนวนช่องจราจร ตั้งแต่ 4 ช่องจราจรขึ้นไป

5) ทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองทางหลวงแผ่นดินสายประธาน ทางหลวงสัมปทาน มาตรฐานทางเป็นทางคู่ (Divided Highway) ที่มีจำนวนช่องจราจรรวมทั้งสิ้นตั้งแต่ 6 ช่องจราจรขึ้นไป ตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ความเหมาะสมของหลอดไฟแสงสว่างสำหรับถนน

ประเภทถนน	ประเภทของแหล่งกำเนิดแสง				
	High- pressure Sodium Lamp	Low - pressure Sodium Lamp	Mercury Vapor Fluorescent Lamp	Metal Halide Lamp	Fluorescent Lamp
ทางด่วน	●	○	○		
Inter City Road	●	○	○		
Urban Road	●		●	●	
Commercial Street			●	●	○
Road in Residential Area			●	●	○

สัญลักษณ์ ● ที่มีความเหมาะสม ○ พอใช้

ที่มา : U.S., Illuminating Engineering Society of North America ,*The IESNA Lighting Handbook Reference & Application*, 9th Ed. (New York 2001), 126.

#### 2.4.2 มาตรฐานความเข้มและความสม่ำเสมอของความสว่าง

ความเข้มของแสงในแนวนอนและแนวตั้งของถนนการทางพิเศษแห่งประเทศไทย ดังแสดงภาพที่ 2.5

ความสว่างเฉลี่ย

1) บนทางยกระดับ 21.5 lux 2) บนทางขึ้น 15 lux 3) บนด่านเก็บค่าผ่านทาง 40 lux

### 2.4.3 ความสม่ำเสมอของความสว่าง

1) Emin / Eav 1/2.5

2) Emin / Emax 1/6



ค่าความสว่างน้อย



ค่าความสว่างปานกลาง



ค่าความสว่างมาก

### ภาพที่ 2.5 รูปแบบความสว่างของโคมไฟฟ้า

ที่มา: Kenneth S.Opiela, Carl K.Andersen and Greg Schertz,

2.4.4 ระยะห่างของดวงโคม การจัดวางตำแหน่งของเสาของโคมไฟถนน ทั่วไปแล้วมีอยู่ 3 วิธีด้วยกัน

1) การจัดวางให้เสาทุกเสาอยู่ด้านเดียวกันหมด (One Side Arrangement) วิธีนี้ใช้เมื่อความกว้างของถนนมีความกว้างพอๆ กับความสูงของเสาของโคมไฟ

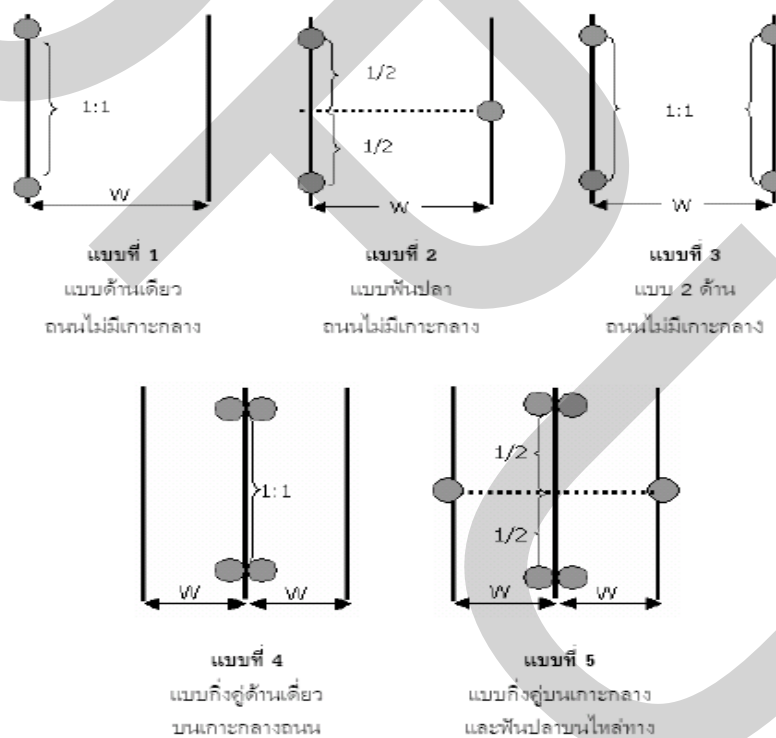
2) การจัดวางเสาสลับข้างกันไปมาตามแนวถนน (Staggered Arrangement) การจัดวางเสาโดยวิธีนี้ จะให้ความสม่ำเสมอของความส่องสว่างดีกว่าแบบแรก ระยะห่างระหว่างเสาที่สามารถที่จะจัดได้มากกว่า แต่ก็มีข้อเสียที่ว่าจะต้องเดินสายไฟป้อนให้กับโคมไฟทั้งสองแนวตลอดความยาวของถนน



3) การจัดวางเสาไว้ตรงข้ามกัน (Opposite Arrangement) วิธีการนี้มักจะใช้กับถนนที่มีความกว้างมากกว่าสองเท่าของความสูงของเสาไฟถนนนอกจากนี้ ต้องพิจารณาลักษณะการจัดวางตำแหน่งของเสาของโคมไฟ การจัดวางตำแหน่งของเสาของโคมไฟถนนตามทางแยก ทางร่วม ทางโค้งและตามวงเวียน ก็เป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบและระดับความสว่างก็ต้องมากกว่าบนถนนทั่วไปด้วย ทั้ง 3 แบบจะมีการขยายความและ ดังแสดงภาพที่ 2.6

ความสูงของโคม	ระยะห่างทางโค้ง (เมตร)			
	น้อยกว่า 200	200 - 250	250 - 300	ตั้งแต่ 300 ขึ้นไป
น้อยกว่า 12	20 หรือน้อยกว่า	25 หรือน้อยกว่า	30 หรือน้อยกว่า	35 หรือน้อยกว่า
มากกว่า 12	25 หรือน้อยกว่า	30 หรือน้อยกว่า	35 หรือน้อยกว่า	40 หรือน้อยกว่า

ที่มา : Joseph B. Murdoch, *Illumination Engineering*, (Georgia : The Fairmont Press Inc., 1994) Chap.8, p15.



คำนิยาม W = ความกว้างถนนใน 1 ด้านจราจร

○ = ดวงโคมชนิด Cut-OFF ติดตั้งบนเสาไฟ. กิ่งยาว 1-2.5 เมตร มุมเงย 5-14 องศา

ภาพที่ 2.6 ระยะห่างของดวงโคมไฟฟาส่องสว่าง

## 2.5 ทฤษฎีการทำงานระบบจีเอสเอ็ม<sup>4, 5</sup>

ระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่มีในประเทศไทยหลายเครือข่ายในการออกแบบและงานวิจัยครั้งนี้ใช้ของเครือข่ายระบบจีเอสเอ็มใช้ความถี่ 1800 เมกะเฮิร์ตซ์ในงานวิจัยแต่เราสามารถที่จะใช้งานได้ทุกของระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ทั่วไป

### 2.5.1 หลักการทำงานเบื้องต้น

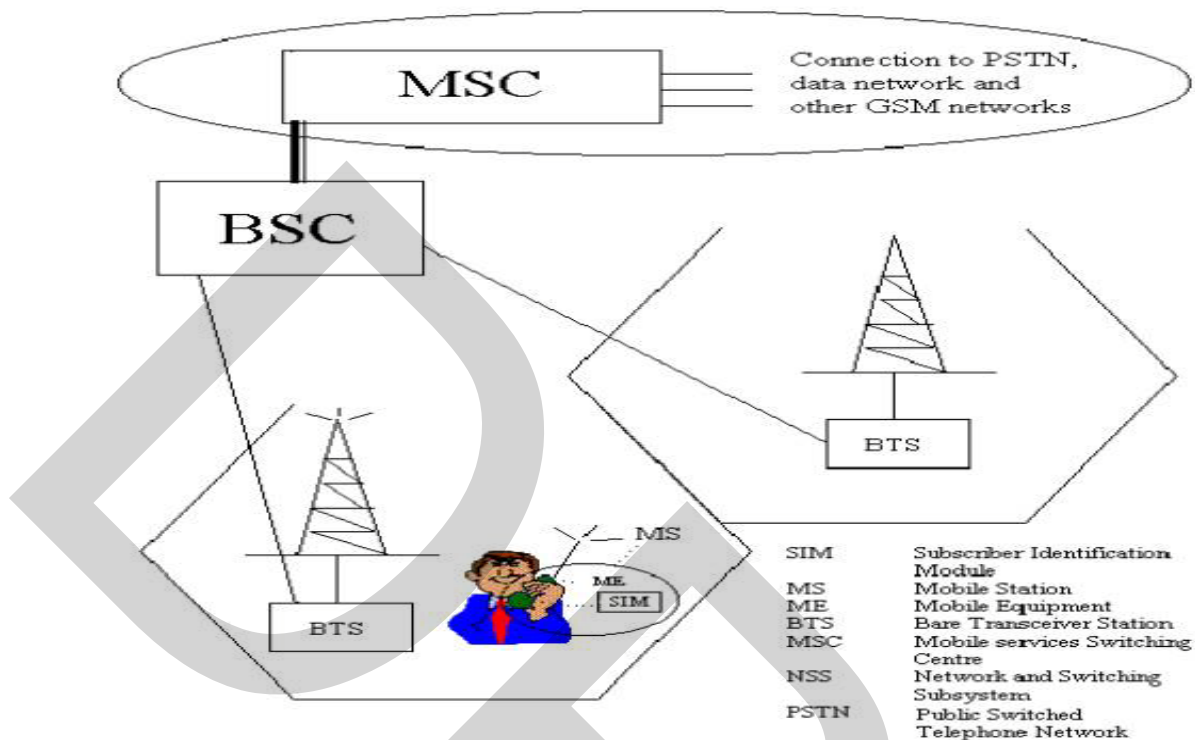
2.5.1.1 คลื่นความถี่ย่าน 900-1800 เมกะเฮิร์ตซ์ หรือระบบพีซีเอ็ม ซึ่งแท้จริงแล้วมีชื่อเรียกว่า ดิจิทัลเซล (Digital Cellular System) ที่มีทั้งชนิดที่ใช้ความถี่ย่าน 1800 เมกะเฮิร์ตซ์ และ 1900 เมกะเฮิร์ตซ์ ขอชี้แจงให้ทราบในที่นี้ว่ามาตรฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ทั้ง 3 ชนิดต่างก็เป็นมาตรฐานเดียวกัน โดยมาตรฐานดิจิทัลเซลได้ถูก

2.5.1.2 กำหนดขึ้นหลังจากที่พบว่าย่านความถี่ 900 เมกะเฮิร์ตซ์ สำหรับใช้งานกับระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM เริ่มจะไม่เพียงพอต่อการใช้งานเสียแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคพื้นยุโรปช่วงที่มีการแปรรูปองค์กรของรัฐที่ผูกขาดการให้บริการโทรคมนาคมให้กลายเป็นธุรกิจของเอกชนในแต่ละประเทศต่างก็มีบริษัท มากกว่าหนึ่งบริษัทที่ต้องการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่เมื่อ ย่านความถี่ 900 เมกะเฮิร์ตซ์ ไม่สามารถสนองความต้องการในการแข่งขันได้ บรรดาผู้ให้บริการระบบจึงรวมตัวกันเสนอให้อีทีเอสไอหรือ European Telecommunications Standards Institute ซึ่งเป็นออกแบบมาตรฐานเครือข่ายจีเอสเอ็ม กำหนด มาตรฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ จีเอสเอ็ม ในย่านความถี่เพิ่มขึ้น จึงเป็นผลให้เกิดมาตรฐาน ดิจิทัลเซล -1800 ขึ้นและหลังจากนั้นไม่นานก็ได้เกิดเหตุการณ์เดียวกันนี้ขึ้นอีกในประเทศสหรัฐอเมริกา ทำให้เกิดอีกมาตรฐานหนึ่งขึ้นคือมาตรฐานดิจิทัลเซล -1900 หรือนิยมเรียกกันว่า พีซีเอ็น -1900 ซึ่งในส่วนของมาตรฐานการเชื่อมต่อและระบบสัญญาณของทั้ง 3 มาตรฐานนั้นเหมือนกันทุกประการ จะต่างกันก็แต่เพียงย่านความถี่ที่ใช้ในการสื่อสารระหว่างสถานีฐานและเครื่องลูกข่ายเท่านั้น ดังแสดงภาพที่

2.7

<sup>4</sup> D. Vanhoenacker-Janvier (2006, April 1). Microwave Laboratory, UCL GSM System. from <http://www.uclgsm.com>

<sup>5</sup> wavecom Q24 Plus (2006 September 6). from <http://www.wavecom.com>



ภาพที่ 2.7 สถานีฐานและเครือข่าย

### 2.5.2 โครงสร้างของระบบเครือข่ายจีเอสเอ็ม

โครงสร้างของระบบจีเอสเอ็มนั้นประกอบไปด้วยส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้  
อุปกรณ์ลูกข่าย (ME)

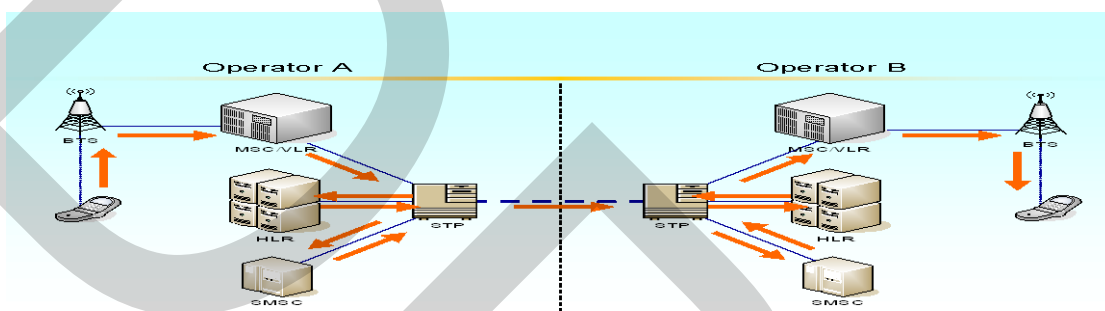
2.5.2.1 สถานีฐาน (Base Transceiver Station) มีชื่อย่อว่า บีทีเอส ซึ่งมาจากคำเต็ม คือ Base Transceiver Station ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการติดต่อสื่อสารกับเครื่องลูกข่ายกับเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่โดยใช้คลื่นวิทยุสำหรับติดต่อสื่อสารกับลูกข่าย โดยปกติ บีทีเอส จะมีตำแหน่งที่อยู่ภายในกึ่งกลางของเซลล์ในกรณีของเซลล์แบบ Omni-directional

2.5.2.2 อุปกรณ์ควบคุมสถานีฐาน (Base Station Controller) มีชื่อย่อว่า บีทีเอส ทำหน้าที่ตรวจสอบและควบคุมการทำงานของ บีทีเอสจำนวนหลายๆ ตัวซึ่งจำนวน สูงสุดของ บีทีเอสที่ บีทีเอส สามารถควบคุมได้ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตอุปกรณ์เครือข่ายแต่ละรายว่าจะกำหนดไว้เป็นเท่าใด โดยทั่วไป บีทีเอส แต่ละแห่งจะสามารถควบคุม บีทีเอส ได้ตั้งแต่หลายสิบตัวจนถึงหลักร้อยชุดหน้าที่หลักของ บีทีเอส และยังทำหน้าที่เชื่อมต่อวงจรและแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่าง บีทีเอส

2.5.2.3 การรับ-ส่งเอสเอ็มเอส (Short Message Service)

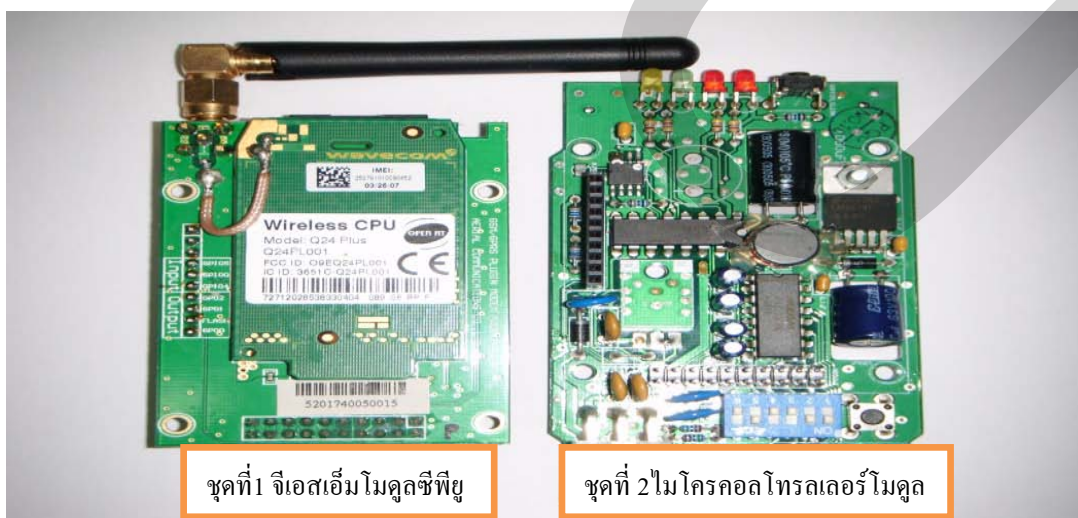
โครงสร้างของข้อความในระบบ เอสเอ็มเอสประกอบด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษ จำนวน 160 ตัวอักษรต่อข้อความ โดยอักษรแต่ละตัว วมี่ความแตกต่างกัน 126 แบบ (ตัวอักษรภาษาอังกฤษทั้งตัวพิมพ์เล็ก , ตัวพิมพ์ใหญ่ , ตัวเลข และสัญลักษณ์พิเศษต่างๆ เช่น # หรือ@ เป็นต้น) และ 70 ตัวอักษรในแบบ Unicode (ภาษาไทย) ดังแสดงภาพที่ 2.8

เครือข่าย เอสเอ็มเอส (SMS Network)



ภาพที่ 2.8 รูปแบบเครือข่ายเอสเอ็มเอส Network Architect

เครื่องโทรศัพท์มือถือต้องรองรับระบบจีเอสเอ็มจะต้องมีการตั้งค่าต่างๆในโทรศัพท์มือถือ สำหรับการเชื่อมต่อระบบจีเอสเอ็มจาก ดังแสดงภาพที่ 2.9 2.10 และ 2.11 จีเอสเอ็มโมเด็มสามารถแยก ส่วนของการทำงานแต่โมดูลแล้วแต่ความสะดวกของผู้ใช้ซึ่งราคาจะแตกต่างกันไปแต่ละโมดูล



ชุดที่ 1 จีเอสเอ็ม โมดูลซีพียู

ชุดที่ 2 ไมโครคอนโทรลเลอร์โมดูล

ภาพที่ 2.9 จีเอสเอ็มโมเด็มที่แยกส่วน



ประกอบ ชุด 1, 2 รวมกับเป็น จีเอสเอ็มโมเด็ม

ภาพที่ 2.10 บอร์ด โมเด็ม Q24 Plus จีเอสเอ็ม



ภาพที่ 2.11 การเพาเวอร์ซัพพลายของจีเอสเอ็มโมเด็มในการส่ง-รับข้อมูล

### 2.5.3 คุณสมบัติของบอร์ดจีเอสเอ็มโมเด็ม Q24 Plus<sup>6</sup>

Mode: Q24 Plus เป็นชุดเรียนรู้และพัฒนาระบบการสื่อสารไร้สาย โดยใช้โมเด็ม GSM/GPRS ของ “Wavecom Ltd.” เป็นอุปกรณ์หลัก ซึ่ง Wavecom เป็นโมเด็มสื่อสารระบบ GSM/GPRSขนาดเล็ก รองรับระบบสื่อสาร GSM ความถี่ 900/1800/1900MHz โดยส่งงานผ่านทางพอร์ตสื่อสารอนุกรม S232 ด้วยชุดคำสั่ง AT Command สามารถประยุกต์ใช้งานได้มากมายหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการรับส่งสัญญาณแบบ SMS Data FAX และยังสามารถสื่อสารด้วย Protocol TCP/IP ด้วย ซึ่งตามปกติแล้ว ถึงแม้ว่าโมเด็ม Q24Plus จะมีวงจร และ Firmware บรรจุไว้ภายในตัวเป็นที่เรียบร้อยแล้วก็ยังไม่สามารถนำไปใช้งานได้โดยตรงทันที เนื่องจากในการใช้จริง ๆ นั้น ผู้ใช้งานเองจำเป็นต้องออกแบบวงจรรอบนอกที่จำเป็นมาเชื่อมต่อกับขาสัญญาณของตัวโมเด็ม

<sup>6</sup> David Cohen, California Eastern Laboratories (2009, October 8). zigbee helps light the future. from <http://www.zigbee.be>

อีกในบางส่วน ไม่ว่าจะเป็นวงจรภาค Power Supply วงจรเชื่อมต่อกับ SIM Card รวมไปถึงวงจร Line Driver ของ RS232 เป็นต้นจึงได้จัดสร้างบอร์ดสำหรับเป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อระหว่างโมเด็ม Mode: Q24 Plus กับอุปกรณ์ภายนอกเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถนำโมเด็ม GSM ของ Mode: Q24 Plus ดังแสดงภาพที่ 2.11 และ 2.12

2.5.4 ศึกษาเรียนรู้ การสั่งงานต่างๆ ได้โดยสะดวกก่อนที่จะนำเอาโมเด็มตัวนี้ไปออกแบบตัดแปลงและประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ ได้ต่อไปในผู้ใช้งาน ต้องการพัฒนา Application ที่สูงขึ้น ก็ยังสามารถประยุกต์ตัดแปลงหรือทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์เพิ่มเติมให้กับบอร์ดได้โดยง่ายทั้งนี้ก็เพราะว่าขาสัญญาณต่างๆ จากโมเด็ม บอร์ดของ Mode: Q24 Plus มี Socket SIM รองรับ SIM Card มีวงจร Regulate แยกอิสระสามารถใช้กับแหล่งจ่ายภายนอก Adapter ขนาดตั้งแต่ 15V ขึ้นไป สามารถจ่ายกระแสให้กับโมเด็ม Mode: Q24 Plus และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ ได้อย่างเพียงพอสามารถใช้กับ SIM ของระบบ GSM 900MHz ได้อย่างไม่เกิดปัญหามีวงจร Regulate ป้องกันสำหรับจ่ายให้ป้องกันปัญหาโมเด็มเสียหายจากวงจรภายนอกดึงกระแสเกินพิกัดและสะดวกต่อการออกแบบวงจรเชื่อมต่อเพิ่มเติมโดยไม่ต้องกังวลว่ากระแสจะไม่พอจ่ายให้กับอุปกรณ์มีวงจร Line Driver สำหรับแปลงระดับสัญญาณ โลจิกจากโมเด็มของ Mode: Q24 Plus เป็น RS232 ระดับมาตรฐานครบทุกเส้นสัญญาณ ทั้งพอร์ตที่ใช้ในการสื่อสารสำหรับสั่งงานโมเด็มและ พอร์ตสำหรับใช้ในการพัฒนาโปรแกรม (Debug) สามารถเชื่อมต่อกับพอร์ต RS232 มาตรฐานได้ทันที

LED แสดงสถานะพร้อมในบอร์ด สำหรับแสดงสถานะของแหล่งจ่ายไฟ สถานะพร้อมทำงานของโมเด็ม สถานะในการเชื่อมต่อกับ Network และ สถานะ Power-On/Power-OFF ของโมเด็ม จุดยึดเสาอากาศ สำหรับใช้เป็นจุดพักสำหรับเชื่อมต่อกับเสาอากาศแบบต่างๆ ได้โดยสะดวก มีขั้วต่อสำหรับติดตั้งโมดูล Mode: Q24 Plus พร้อมเสารองและสกรูยึดโมดูลกับตัวบอร์ด

#### 2.5.5 เหตุผลที่ไม่ใช้งานระบบ Zigbee ในการออกแบบงานวิจัยนี้<sup>7, 8</sup>

การใช้งานระบบ Zigbee ของทางด่วนพิเศษในการควบคุมระบบไฟฟ้าส่องสว่างโดยมีปัญหาดังนี้ ในช่วงฤดูเมื่อฝนตกหนักๆ อุปกรณ์ซิกบีไม่สามารรับ-ส่งสัญญาณได้จะมีการรบกวนของสัญญาณเป็นช่วงๆ หรือไม่สามารรับ-ส่งได้ ทางด่วนพิเศษตัวถนนมีการยกขึ้นสูงบางจุดจะมีสายไฟฟ้าแรงสูงทำให้เกิดสัญญาณรบกวนในระบบการรับ-ส่งสัญญาณของซิกบี เช่นที่ด่านประชาชื่นในทางด่วนพิเศษทั้งขาเข้าและขาออกจะมีสายไฟฟ้าแรงสูงผ่านหน้าด่านเก็บเงินซึ่งจะใกล้โคมไฟฟ้าส่องสว่างความสูงประมาณ 25-30 เมตร เนื่องจากระบบการวางสายส่งแรงสูงในประเทศไทย

<sup>7</sup> David Cohen, California Eastern Laboratories (2009, October 8 ). zigbee helps light the future. from <http://www.zigbee.be>

<sup>8</sup> MartinSchlte-HobeinField-Application-Engineer,EMEADigiInternational (2010,January 10). Intelligent-Street-lighting-management-using,zigbee.from <http://www.zigbee.application.com>

จะลอยฟ้าในต่างประเทศจะมีการเดินท่อยาวส่งลงใต้ดิน บางช่วงในเมืองจะมีตึกสูงและมีสิ่งกีดขวางต่างๆของสิ่งก่อสร้างทำให้เกิดการลดทอนระบบการรับ-ส่งสัญญาณของซิกบีทำให้ไม่ได้ตามความต้องการระยะที่กำหนดไว้ในการทำงาน

## 2.6 สรุปผลการศึกษางานวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยมีแนวความคิดเห็นว่าการนำไปใช้งานของออกแบบผู้วิจัยแต่ละท่านมีวัตถุประสงค์การทำงานที่แตกต่างกันและความเหมาะสมกับงานแต่ละประเภท สำหรับงานผู้วิจัยชิ้นนี้มี แนวคิดออกแบบใช้ เช่น เซอร์โพลีไดโอดที่ทำงานร่วมกับ เซอร์สวิตช์รับแสงในสำหรับการใช้งานให้มีความเหมาะสมทั้งงบประมาณและการใช้งานสำหรับในประเทศไทยโดยการเพิ่มสัญญาณเอสเอ็มเอสเข้าไปที่ เซอร์สวิตช์รับแสงและ เซอร์โพลีไดโอด ในการรับและส่งสัญญาณตอบกลับ โดยการเขียนโปรแกรมสำหรับการใช้งานโดยเฉพาะสามารถตรวจสอบการทำงานได้เพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นการทำงานของระบบ

การออกแบบงานวิจัยนี้ระบบสามารถตรวจสอบการทำงาน โดยอัตโนมัติทั้งการทำงานเปิด-ปิดและทำงานแจ้งผ่านที่ศูนย์ควบคุม เจ้าหน้าที่บำรุงรักษาสามารถรับทราบทันที

ผู้วิจัยเห็นความสำคัญของงานวิจัยชิ้นนี้เป็นการใช้งานบนทางด่วนพิเศษและออกแบบใช้ตัวโคมไฟฟาส่องสว่างเดิมที่มีใช้ในปัจจุบัน บทความในงานวิจัยต่างๆ ที่ได้ศึกษามาซึ่งแต่ละท่านจะมีแนวคิดที่แตกต่างกันในการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้งานแล้วแต่สถานการณ์ที่นำไปใช้งาน

สำหรับการใช้ระบบ Power Line Communications ที่มีการใช้แพร่หลายในประเทศยุโรปเนื่องจากระบบไฟฟ้าเอซีที่ประเทศยุโรปมีเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าไม่มีสัญญาณรบกวนในสายไฟและมีการรับประกันสายสัญญาณในการส่งข้อมูล

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินการวิจัย

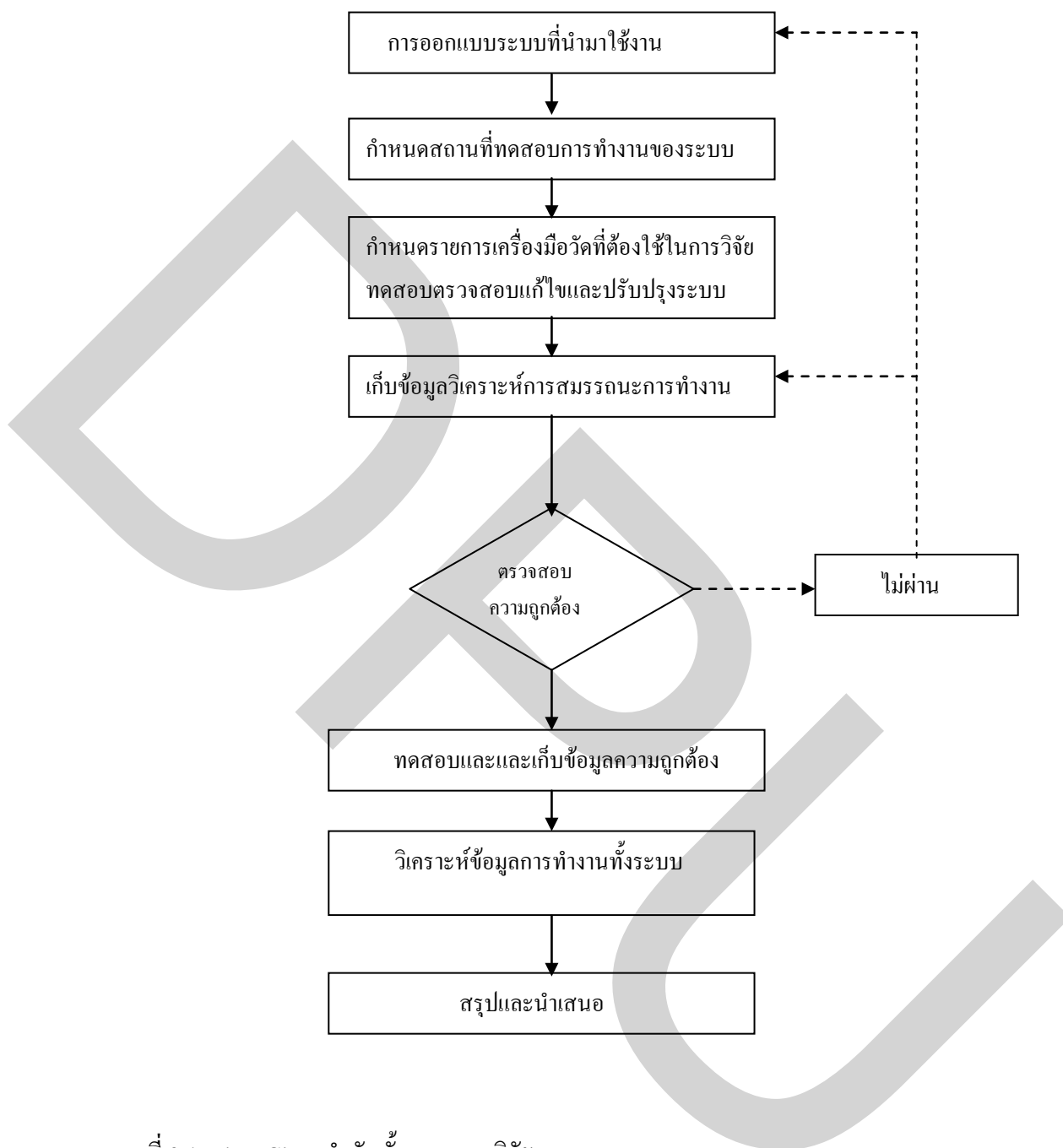
ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบวงจรและการทำงานระบบควบคุมไฟฟ้าส่องสว่างบนทางด่วนพิเศษได้ในด้านต่างๆ โดยลำดับตามขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

- 3.1 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย
- 3.2 หลักการออกแบบการทำงานเบื้องต้น
- 3.3 การออกแบบระบบฮาร์ดแวร์
- 3.4 การออกแบบระบบซอฟต์แวร์
- 3.5 ระบบโปรแกรมควบคุมระบบไฟฟ้าส่องสว่าง
- 3.6 กำหนดสถานที่ทดสอบและศึกษารายละเอียด
- 3.7 กำหนดรายการเครื่องมือวัดที่ต้องใช้ในการวิจัย

#### 3.1 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

ลำดับขั้นตอนการวิจัยสามารถแสดงโฟลว์ชาร์ตได้ ดังแสดงภาพที่ 3.1

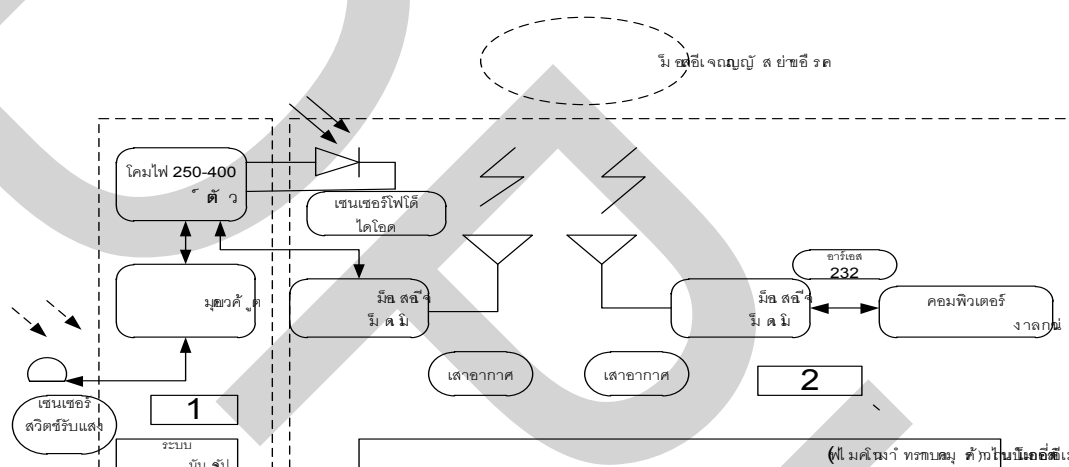




ภาพที่ 3.1 Flow Chart ลำดับขั้นตอนการวิจัย

### 3.2 การออกแบบการทำงานเบื้องต้น

ลักษณะการทำงานการออกแบบและประยุกต์ระบบควบคุมไฟฟ้าส่องสว่างบนทางด่วนพิเศษโดยใช้เซนเซอร์โฟโตไดโอดประยุกต์ใช้งานมาควบคุมการสั่งการทำงาน เปิด-ปิดผ่านระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยใช้จีเอสเอ็ม โมเด็ม เช่น กรณีที่มีหมอกลง ฝนตกหนัก อุปกรณ์เซนเซอร์สวิตช์รับแสงเกิดข้อผิดพลาดในการทำงานในกรณีดังกล่าว ที่ศูนย์ควบคุมสามารถสั่งการทำงานเปิดและปิด หลักการทำงานเบื้องต้น โดยสังเขป เซนเซอร์โฟโตไดโอดจะทำงานร่วมกับการจีเอสเอ็ม โมเด็มควบคุมสั่งเปิด-ปิด โคมไฟส่องสว่างดังแสดงภาพที่ 1



ภาพที่ 3.2 การทำงานบล็อกไดอะแกรมระบบปัจจุบันและระบบใหม่

#### 3.2.1 อธิบายหลักการทำงาน

##### ระบบปัจจุบัน

ส่วนที่ 1 การทำงานเมื่อเซนเซอร์สวิตช์รับแสงที่ติดตั้งบนตู้ควบคุมรับแสงที่ต่ำกว่า 25 - 30 ลิกซ์ ประมาณช่วงเวลา 18.30 น. จะทำการเปิด โคมไฟส่องสว่างและปิดช่วงเวลา ประมาณ 6.30 น. มากกว่า 30 ลิกซ์ ระบบสั่งทำงาน โดยอัตโนมัติ ดังแสดงภาพที่ 1 (ส่วนที่ 1)

##### ระบบใหม่

ส่วนที่ 2.1 เซนเซอร์โฟโตไดโอดที่ติดตั้งในตัวโคมไฟส่องสว่างจะทำการตรวจสอบสถานะ สว่างหรือดับด้วยเซนเซอร์โฟโตไดโอด ส่งสัญญาณกลับไปให้ จีเอสเอ็ม โมเด็มผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ใช้เวลาประมาณ 30 วินาที - 1 นาที ไปที่คอมพิวเตอร์ ที่ศูนย์ควบคุม ผ่าน โปรโตคอลอาร์เอส 232 ต่อเข้ากับจีเอสเอ็ม โมเด็ม ดังแสดงภาพที่ 1 (ส่วนที่ 2)

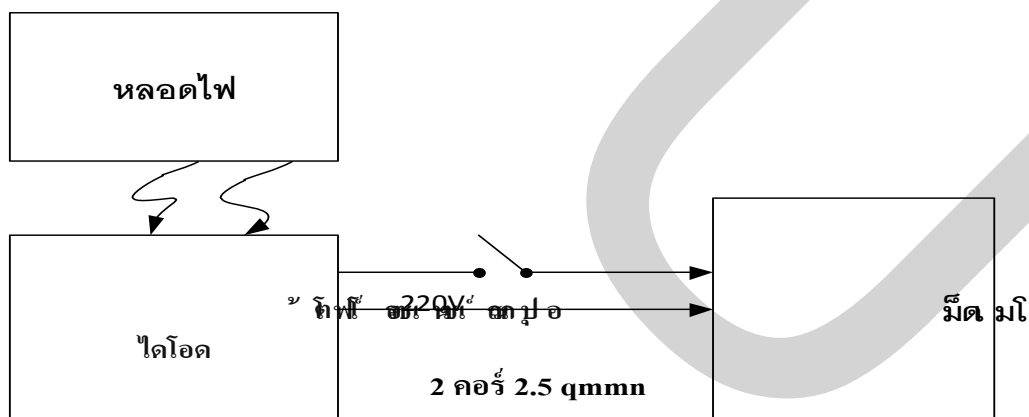
ส่วนที่ 2.2 ในกรณีโคมไฟฟ้าส่องสว่าง หลอดไฟดับ เซนเซอร์ โฟโต้ไดโอด ที่ติดตั้งในตัวโคมไฟส่องสว่างทำการตรวจสอบการทำงานเหมือนกรณีหลอดไฟสว่าง ที่หน้าจอกอมพิวเตอร์ จะมีแผนที่เหมือนจริงในทางหลักบนทางด่วนแสดงลักษณะสภาวะการทำงานสว่างหรือดับเพื่อแจ้งสถานะ การทำงานเพื่อให้พนักงานรับทราบ ดังแสดงภาพที่ 1 (ส่วนที่ 2)

ส่วนที่ 2.3 ในกรณีเซนเซอร์สวิตช์รับแสงเกิดข้อผิดพลาดไม่สามารถทำการสั่งเปิด-ปิดได้ หรือเกิดการขัดข้องเกิดขึ้น เซนเซอร์ โฟโต้ไดโอดสามารถตรวจสอบและแจ้งเตือน สถานะ การทำงานด้วยการส่งสัญญาณเอสเอ็มเอสกลับมาในกรณีนี้พนักงานสามารถสั่งเปิด-ปิด โดยสั่งงานตรงเข้าไปที่ผู้ควบคุมในการสั่งเปิด-ปิด ดังแสดงภาพที่ 1 (ส่วนที่ 2)

อุปกรณ์ที่สำคัญของการทำงานนี้คือเซนเซอร์ โฟโต้ไดโอดที่ติดตั้งในตัวโคมไฟฟ้าส่องสว่างที่เป็นส่วนสำคัญของการทำงานสำหรับตรวจสอบการทำงานโคมไฟฟ้าส่องสว่าง

### 3.2.2 การประยุกต์ติดตั้งเซนเซอร์โฟโต้ไดโอด

โคมเสาไฟฟ้าเดิมจะมีหลอดไฟ 250-400 วัตต์ที่ติดตั้งไว้เราจะทำการเพิ่มเติม โดยใช้ การเดินสายไฟ สายมัลติคอร์ 2.5 sqmm 10 แอมแปร์ 220 โวลต์ ในการเดินสายไฟเข้ามาที่ผู้ควบคุม ผ่านเข้าที่ท่อเสาโคมไฟระหว่าง บอร์ดเซนเซอร์โฟโต้ ไดโอดที่ติดตั้งโคมไฟ ฟ้าส่องสว่างนำ หน้าคอนแทกเตอร์รีเลย์ 220โวลต์เอซี 7 แอมแปร์ 2 คอนแทกเตอร์ที่ ON และ OFF ไปใช้งานที่ INPUT จีเอสเอ็มโมเด็ม ดังแสดงภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 บล็อกไดอะแกรมการเดินสายสัญญาณระหว่างเซนเซอร์โฟโต้ไดโอด

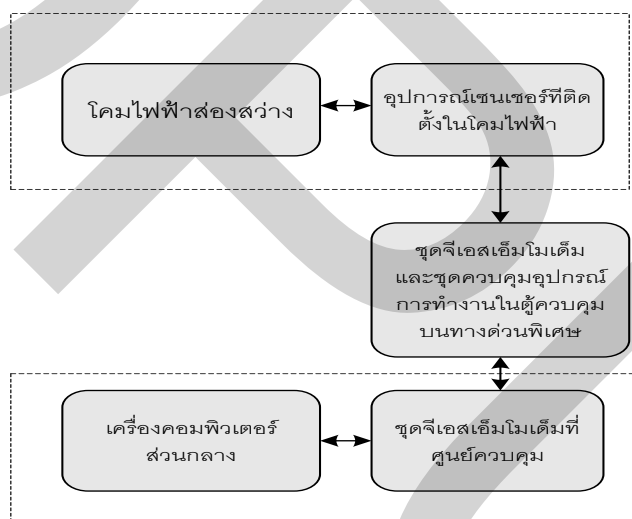
3.2.3 การออกแบบงานวิจัยนี้มีแนวความคิด ติดตั้งบอร์ดเซนเซอร์ โฟโต้ไดโอด ใช้ตรวจสอบข้อผิดพลาดการทำงานของหลอดไฟในการตรวจสอบการทำงานด้วยการรับ - ส่งผ่านสัญญาณเอสเอ็มเอส ส่งข้อมูลกลับไปที่คุณ้ควบคุม

3.2.4 หลักทำงานของวงจรนี้มีส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน

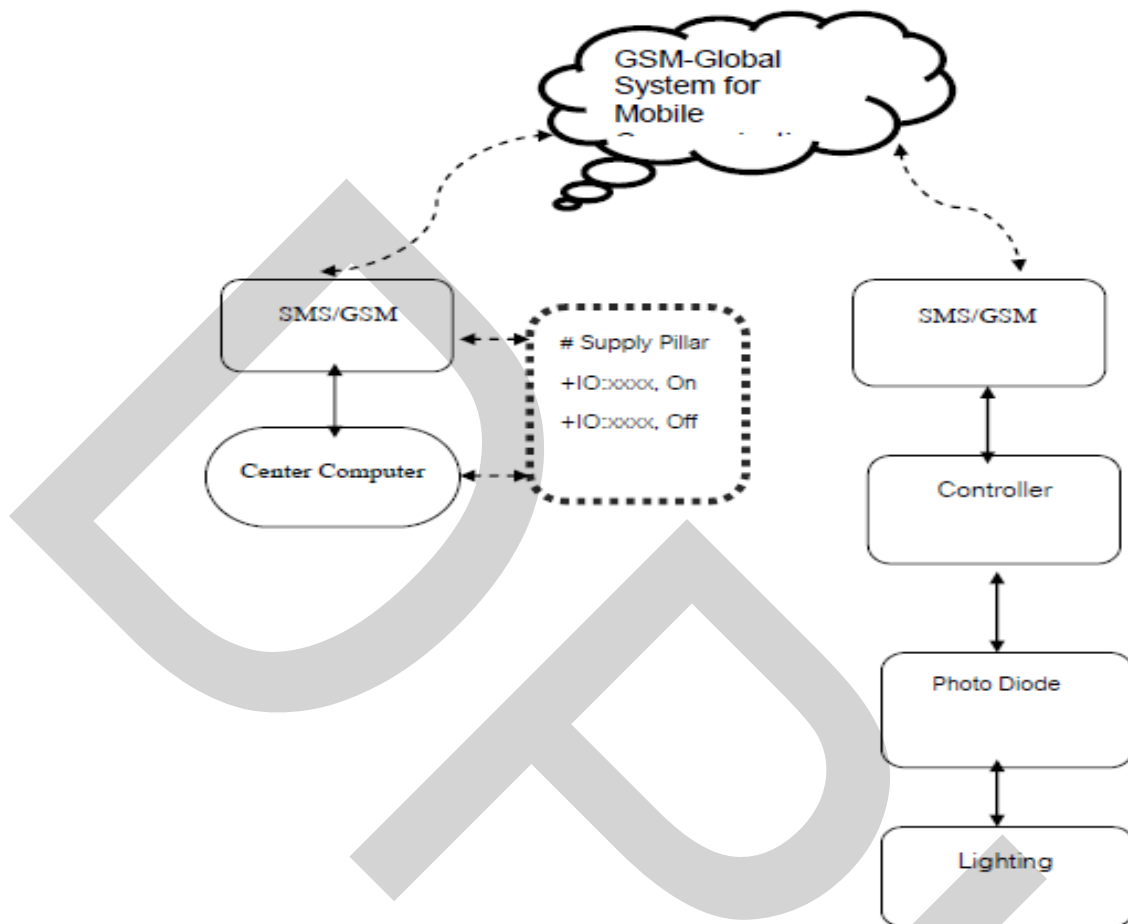
3.2.4.1 ฮาร์ดแวร์

3.2.4.2 ซอฟต์แวร์

ระบบศูนย์ควบคุม ประกอบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์และ จีเอสเอ็มโมเด็ม ในการรับ-ส่งสัญญาณเอสเอ็มเอส โดยกำหนดรหัสการสั่งการทำงานเปิด-ปิดระบบไฟฟ้าส่องสว่างไปที่จีเอสเอ็มโมเด็มในตู้ควบคุม ดังแสดงภาพที่ 3.5 และ 3.6



ภาพที่ 3.4 การทำงานบล็อกไดอะแกรมระบบควบคุมไฟฟ้าส่องสว่าง



ภาพที่ 3.5 การทำงานบล็อกไดอะแกรมโครงสร้างของระบบ

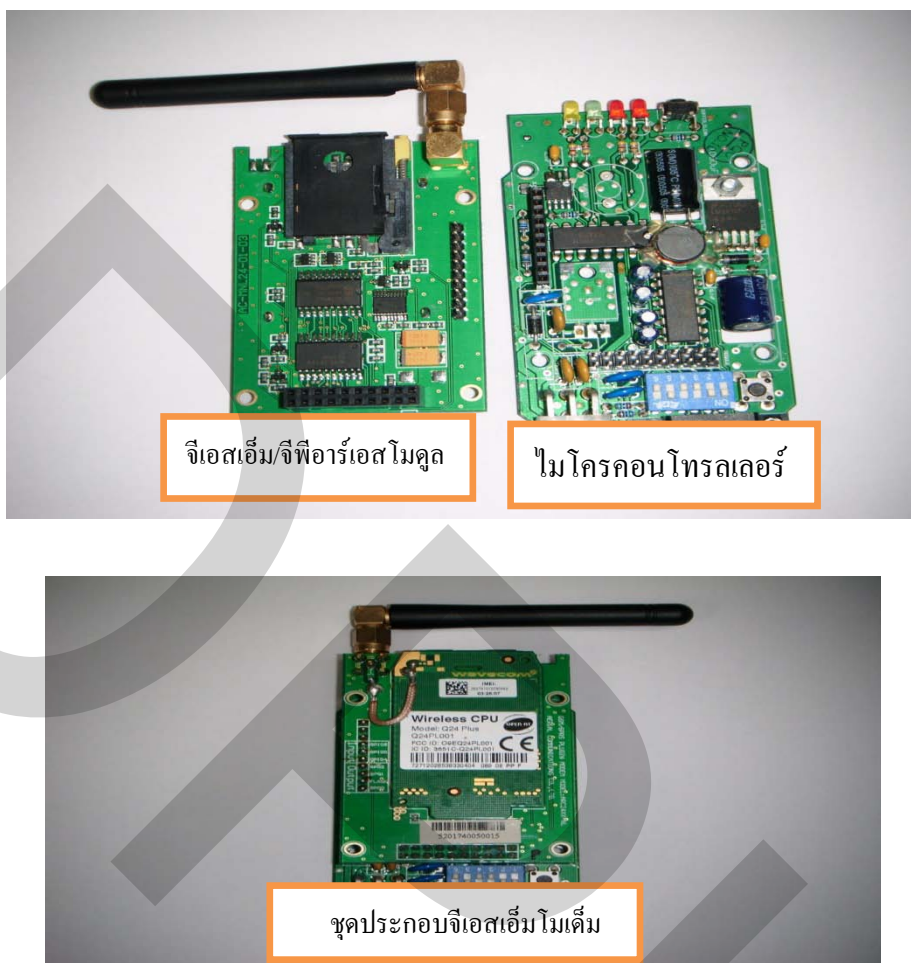
### 3.3 การออกแบบระบบฮาร์ดแวร์<sup>1</sup>

#### 3.3.1 ชุดจีเอสเอ็มโมเด็ม Mode: Q24 Plus

ระบบเครือข่ายโทรศัพท์มือถือระบบจีเอสเอ็มทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการรับ-ส่งข้อมูลระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์โมดูลคอมพิวเตอร์ผ่าน จีเอ็มเอสโมเด็มที่ผู้ควบคุม ดังแสดงภาพที่

3.7

<sup>1</sup> Wavecom Wireless CPU® Q24 Series Product Technical Specification. (January 16, 2007)



ภาพที่ 3.6 บอร์ดจีเอสเอ็มโมเด็ม Mode: Q24 Plus

3.3.1.1 JACK DC-IN แบบมีขั้ว โดยด้านนอกใช้สำหรับรับแหล่งจ่ายไฟจากภายนอก โดยออกแบบให้ใช้งานกับ แหล่งจ่ายไฟขนาด 15V ขึ้นไปที่จ่ายกระแสได้ 1A ถึง 3A

3.3.1.2 ขั้วต่อ RS232 (DCE) แบบ DB9 ตัวเมีย สำหรับใช้เชื่อมต่อกับสัญญาณ RS232 (DTE) แบบ DB9 ตัวผู้ จากคอมพิวเตอร์ PC หรืออุปกรณ์ภายนอกอื่นๆ โดยใช้สาย9Pinแบบต่อตรง

3.3.1.3 Socket สำหรับติดตั้ง SIM Card ให้กับโมเด็ม

3.3.1.4 Switch Push-Button สำหรับใช้ Power-On และ Power-OFF ตัวโมเด็ม

3.3.1.5 จุจรองรับโมเด็ม Mode: Q24 Plus พร้อมเสาและสกรูสำหรับยึดโมเด็มกับบอร์ด

3.3.1.6 จุดยึด Connector เสาอากาศ GSM/GPRS ย่านความถี่ 900/1800/1900MHz

3.3.1.7 LED แสดงแหล่งจ่าย VBAT โดยจะติดสว่างเมื่อมีการจ่ายไฟให้บอร์ดแล้ว

3.3.1.8 LED แสดงสถานะของบอร์ด ซึ่งมีด้วยกัน 4 ดวงคือ

3.3.1.9 POWER สีแดง จะติดสว่าง เมื่อโมเด็มอยู่ในสถานะ Power-ON

3.3.1.10 NETLIGHT สีเหลือง จะกระพริบเมื่อโมเด็มอยู่ในสถานะ Power-ON

3.3.1.11 STATUS สีเขียว จะติดสว่างเมื่อโมเด็มอยู่ในสถานะ Power-ON

3.3.2 คุณสมบัติของจีเอสเอ็มโมเด็ม Mode: Q24 Plus [27]

3.3.2.1 รองรับความถี่ GSM/GPRS 900/1800/1900MHz

3.3.2.2 รองรับ GPRS Multi-Slot Class10 และ GPRS Mobile Station Class B

3.3.2.3 รองรับมาตรฐานคำสั่ง AT Command (GSM 07.07 / 07.05 และคำสั่งเพิ่มเติม

จาก Wavecom

3.3.2.4 ทำงานที่ย่านแรงดัน 0 - 30 V

3.3.2.5 รองรับการเชื่อมต่อภายนอก

3.3.2.6 ใช้ได้กับ SIM 3V และ 1.8V

3.3.3 ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์โมดูล

ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์โมดูลออกแบบสำหรับทำหน้าที่เป็น อินพุท ในการควบคุม การรับและส่งสัญญาณจากเซนเซอร์โฟโตไดโอดโดยผ่านหน้าสัมผัสรีเลย์ หรือคอนแทกเตอร์ รีเลย์ในการส่งผ่านบอร์ดของโมดูลไมโครคอนโทรลเลอร์ประกอบด้วย 2 Output ดังแสดงภาพที่

3.8

3.3.3.1 อินพุท ที่ 1 รับสัญญาณจากเปิดและปิดเส้นทางหลักโคมไฟฟ้าส่องสว่างจาก ศูนย์ควบคุม

3.3.3.2 อินพุท ที่ 2 รับสัญญาณจากอุปกรณ์เซนเซอร์โฟโตไดโอด



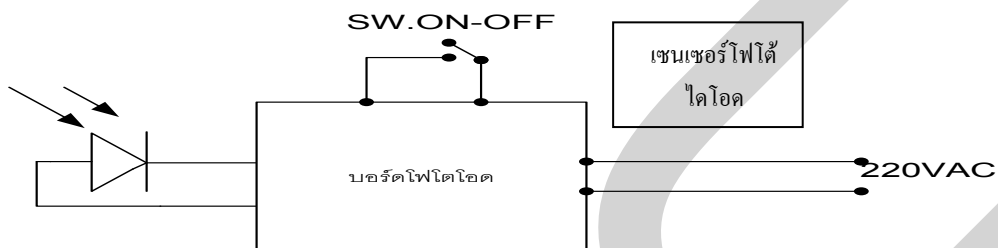
ภาพที่ 3.7 บอร์ดชุดจีเอสเอ็มโมดูลและชุดไมโครคอนโทรลเลอร์โมดูล

### 3.3.4 บอร์ดเซนเซอร์โฟโตไดโอด

เซนเซอร์โฟโตไดโอดเป็นการส่งสัญญาณผ่านหน้าสัมผัสรีเลย์ผ่านสายความต้านทานที่ 2.5 sqmm 10 แอมแปร์ ชุดนี้ติดตั้งในตัวโคมไฟฟาส่องสว่างใช้แหล่งจ่ายไฟขนาด 220-240 โวลต์เอซี มีตัวเกือกมาไว้สำหรับปรับความไวในการตรวจจับแสง สามารถต่อโหลดได้สูงสุดประมาณ 5A ที่ 220 โวลต์ เอซี เอาต์พุตที่ 220 โวลต์ เอซี ดังแสดงภาพดังรูป 3.9 และ 3.10 การทำงานของระบบปัจจุบันและระบบใหม่ ดังแสดงภาพที่ 3.11 และ 3.12

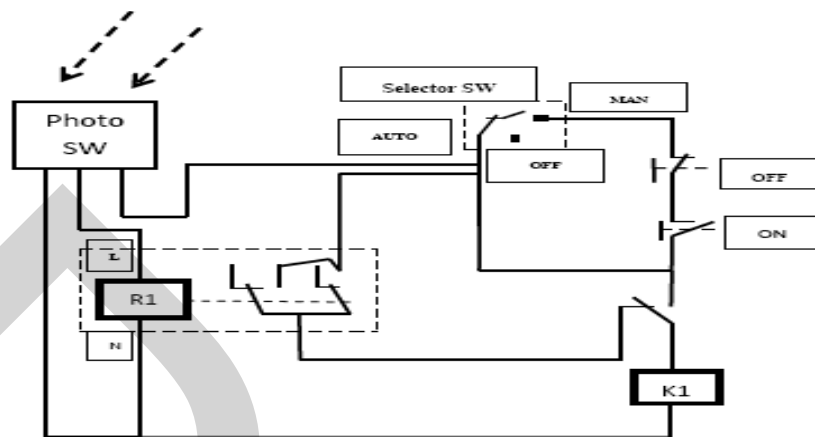


ภาพที่ 3.8 บอร์ดเซนเซอร์โฟโตไดโอด

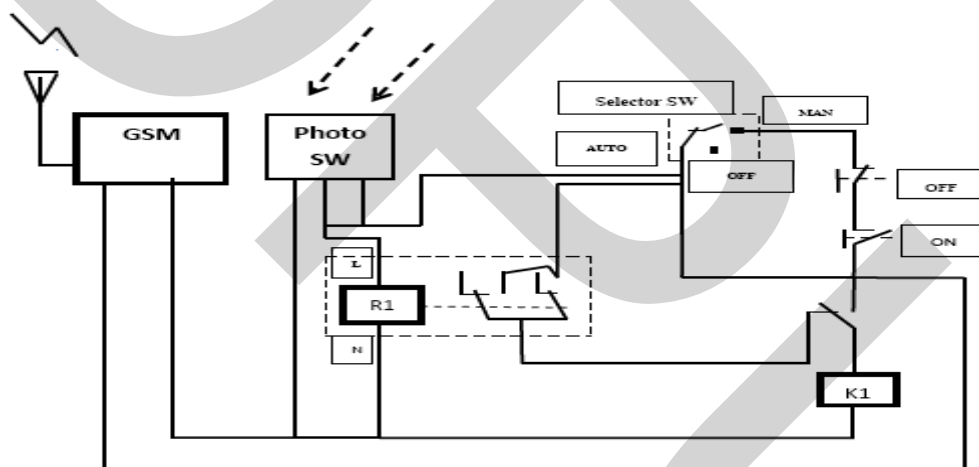


ภาพที่ 3.9 บล็อกไดอะแกรมเซนเซอร์โฟโตไดโอด





ภาพที่ 3.10 วงจรไฟฟ้าแบบวันไนท์ไดอะแกรมที่ใช้ในปัจจุบัน



ภาพที่ 3.11 วงจรไฟฟ้าแบบวันไนท์ไดอะแกรมที่ใช้งานร่วมกับระบบจีเอสเอ็ม

### 3.4 การออกแบบระบบซอฟต์แวร์

เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมจีเอสเอ็มโมเด็มใช้สำหรับ การทำงานรับ-ส่งสัญญาณเอสเอ็มเอสและออกแบบและการพัฒนาโปรแกรมสำหรับการควบคุมการทำงาน ซึ่งปัจจุบันระบบควบคุมไฟฟ้าส่องสว่างระบบปัจจุบันใช้เซนเซอร์สวิตช์รับแสงสั่งการทำงานเปิด-ปิด 1 ผู้ควบคุมโคมไฟส่องสว่างได้ 12-17 โคมทำงานอัตโนมัติ

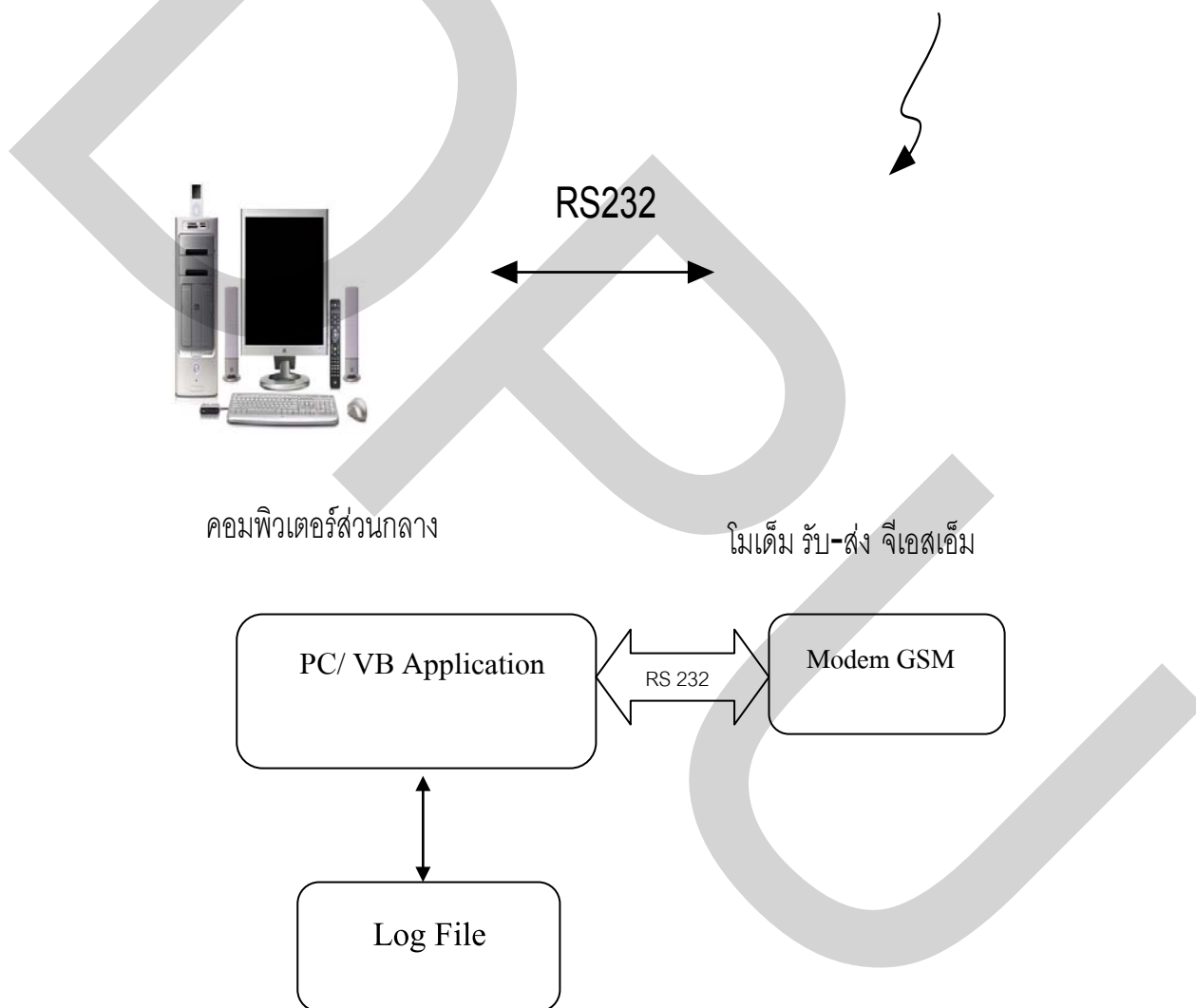
#### 3.4.1 หลักการทำงานจีเอสเอ็มโมเด็มในผู้ควบคุม

3.4.1.1 เมื่อมีคำสั่งในการ รับและ ส่งสัญญาณ เอสเอ็มเอสผ่านจีเอสเอ็มโมเด็มไป ในผู้ควบคุมซึ่งโปรแกรมควบคุมการทำงานเขียนด้วยภาษาวีบี

3.4.1.2 การควบคุมการทำงานระบบไฟฟ้าส่องสว่าง

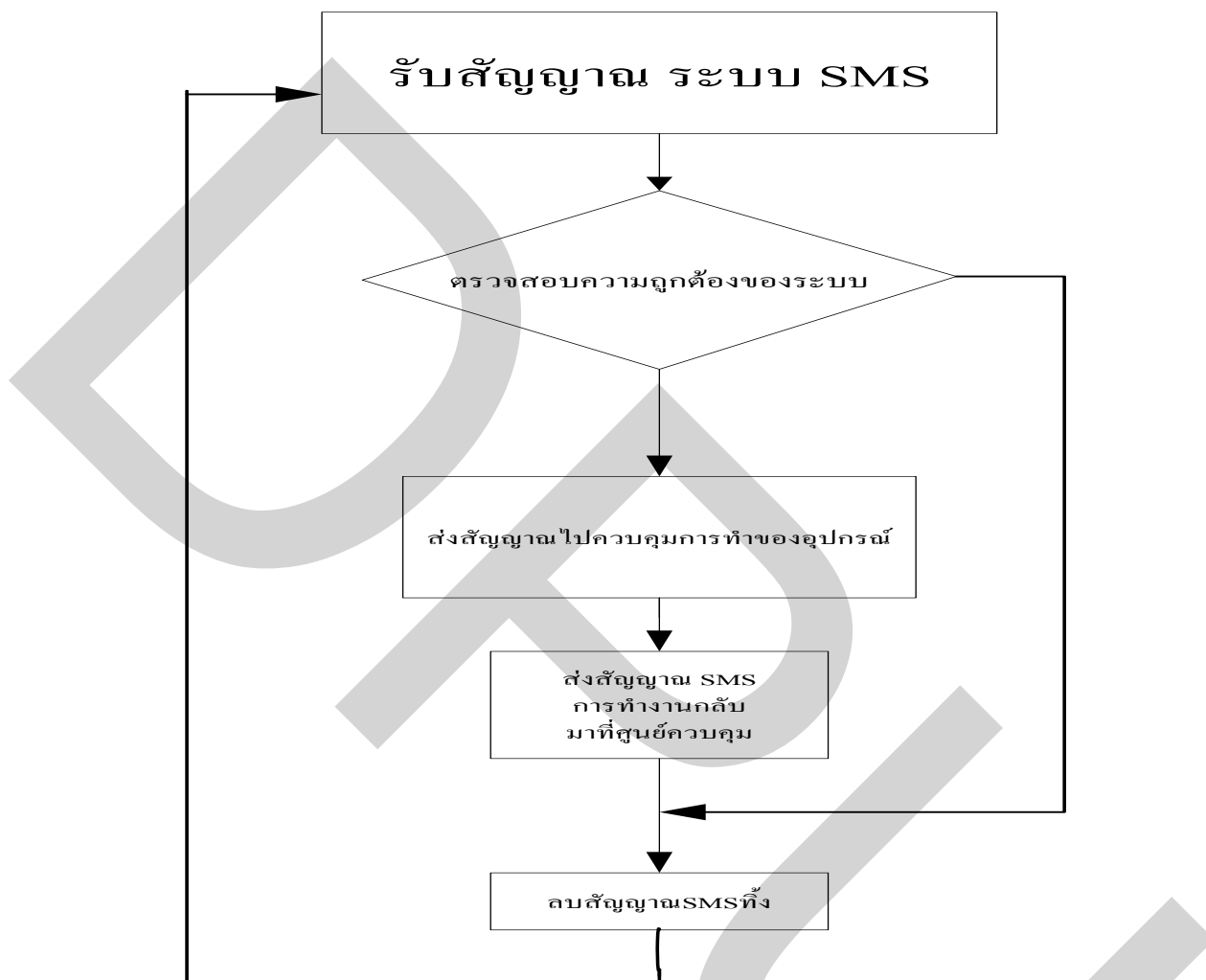
3.4.1.3 การสั่งงานรับและส่งข้อมูลผ่านจีสเอเอ็มโมเด็มด้วยสาย RS232 (เอทีคอมมาน)

3.4.1.4 การเก็บค่าข้อมูลต่างๆที่ได้จากการทำงาน เช่น การ สั่งเปิดและปิด โคมไฟไฟฟ้าส่องสว่าง ระยะเวลาสั่งงาน และการแจ้งเตือนระบบขัดข้องที่หน้าจอเครื่องคอมพิวเตอร์ ดังแสดงภาพที่ 3.13 และ 3.14



ภาพที่ 3.12 บล็อกไดอะแกรมชุดคอมพิวเตอร์และชุดอุปกรณ์โมเด็มในการรับ-ส่งข้อมูล

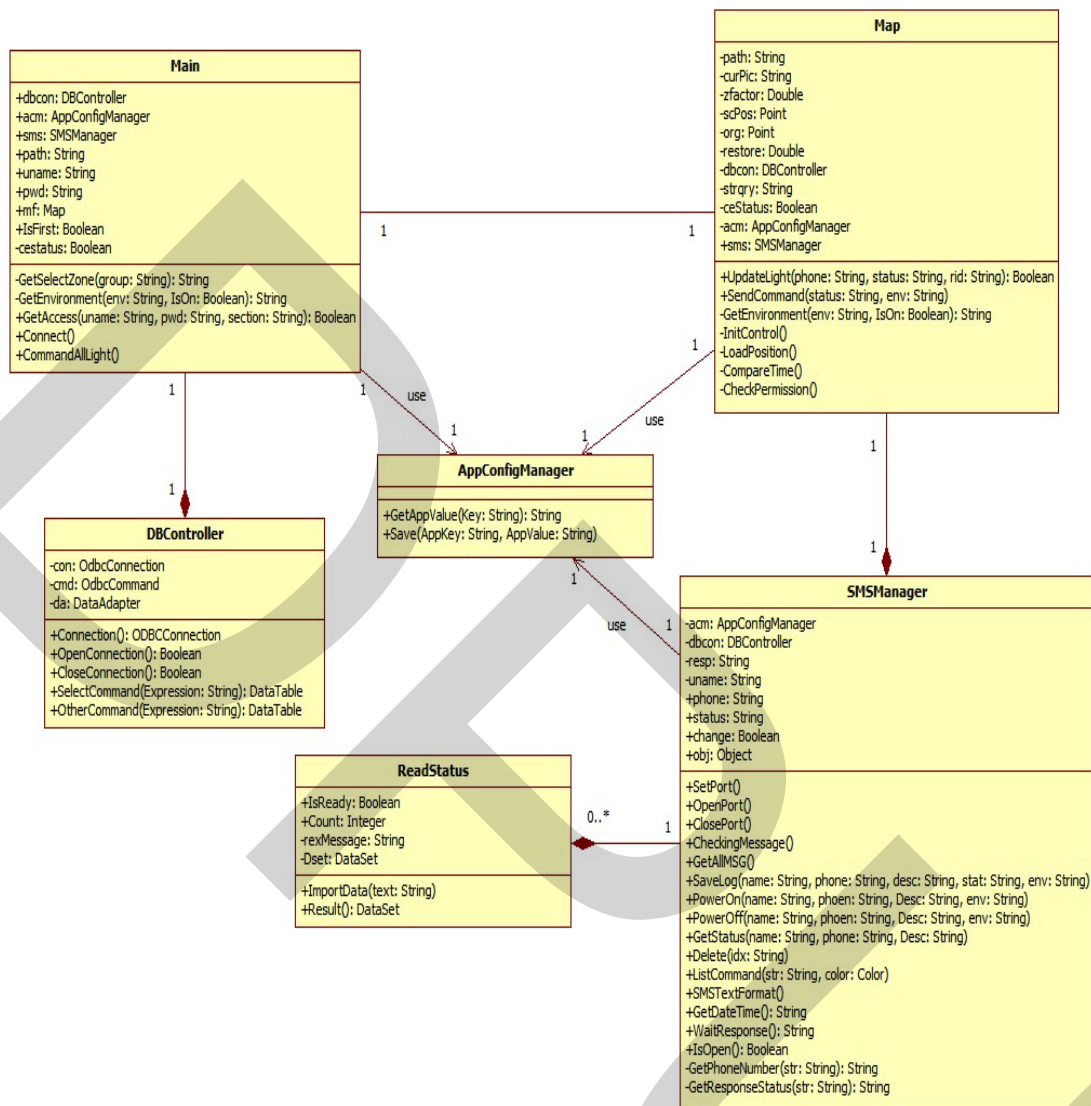
Flow chart แสดงขั้นตอนการทำงาน



ภาพที่ 3.13 Flow Chart หลักการทำงานในรับ-ส่งด้วยสัญญาณเอสเอ็มเอส

### 3.4.2 โครงสร้างของโปรแกรมการทำงาน Class Diagram

เป็นการทำงาน Diagram สำหรับแสดงโครงสร้างของ Software ว่ามี Class ใดบ้างและมีความสัมพันธ์ ดังแสดงในภาพที่ 3.15



ภาพที่ 3.14 บล็อกไดอะแกรม Class Diagram

### 3.4.3 โครงสร้าง และ Diagram ของ Software Use Case Diagram

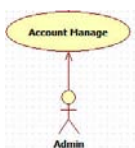
เป็น Diagram สำหรับแสดงว่าใครสามารถทำอะไรได้บ้าง ซึ่งมีสัญลักษณ์เบื้องต้นดังนี้



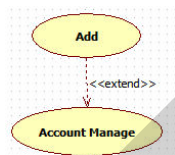
➔ Actor ในที่นี้คือ User หมายถึงผู้ใช้งานทั่วไปที่ได้รับสิทธิในการเข้าใช้งานจาก Admin



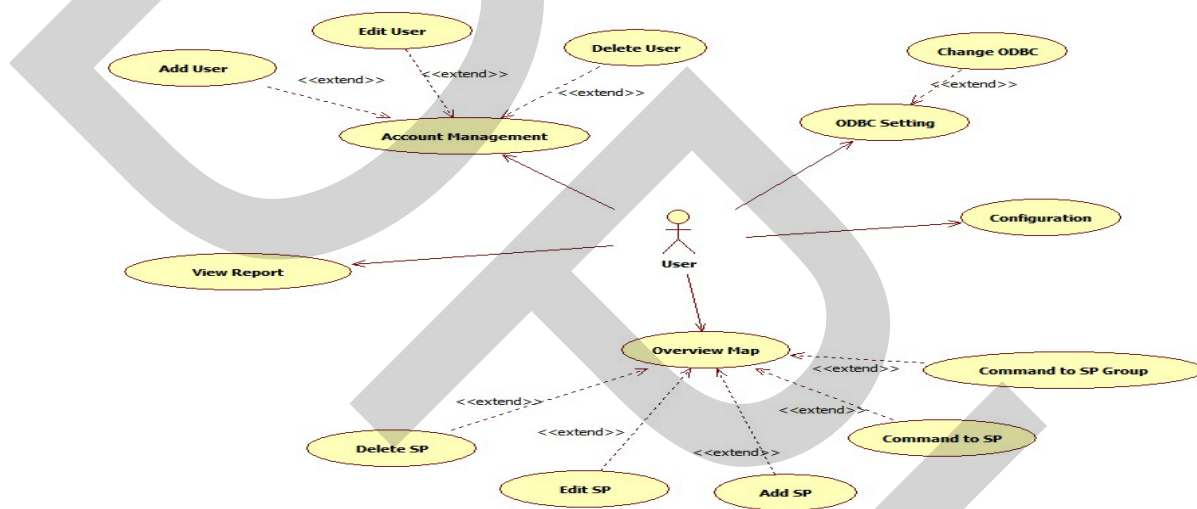
➔ use case คือ คำอธิบายอย่างย่อว่าสามารถทำอะไรได้บ้าง



➔ หมายถึง User สามารถใช้งาน Account Manage ได้







➔ การ Extend หมายถึง ใน Use Case “Account Manage” นั้นมีการ Add ให้ใช้ได้ แต่จะใช้หรือไม่ขึ้นอยู่กับทางเลือกของผู้ใช้งาน

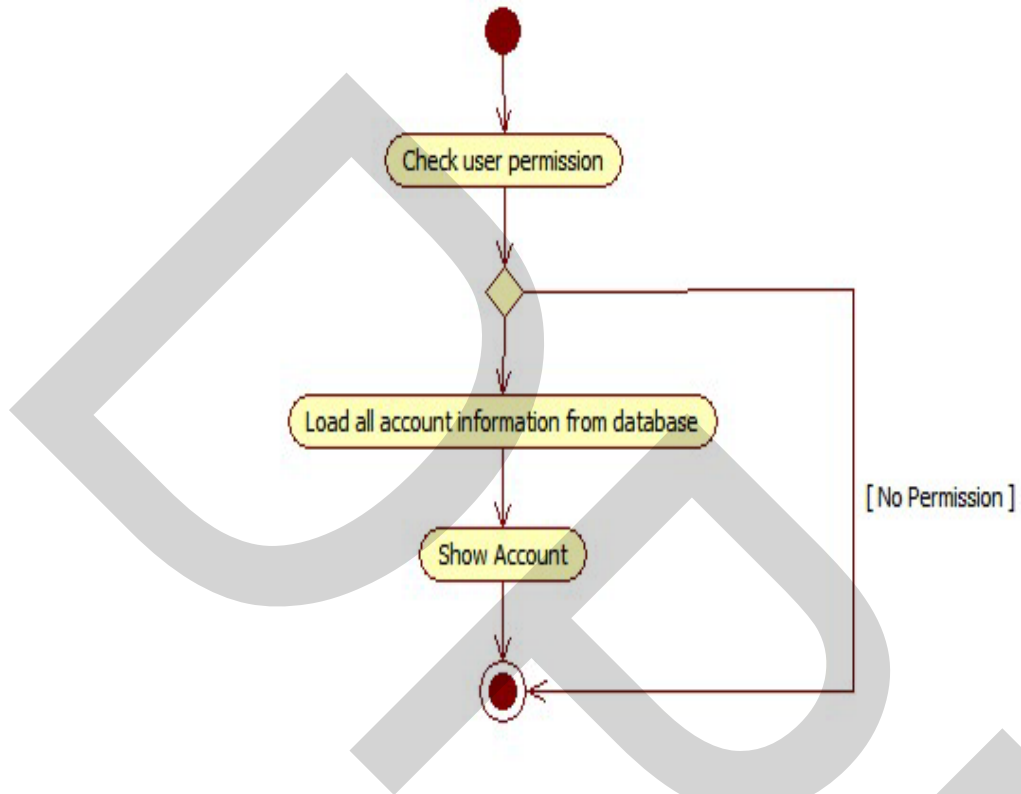


ภาพที่ 3.15 บล็อกไดอะแกรม Use Case Diagram

3.4.4 Activity Diagram เป็น Diagram สำหรับแสดงขั้นตอนการทำงานของแต่ละ use case ซึ่งมีสัญลักษณ์เบื้องต้นดังนี้

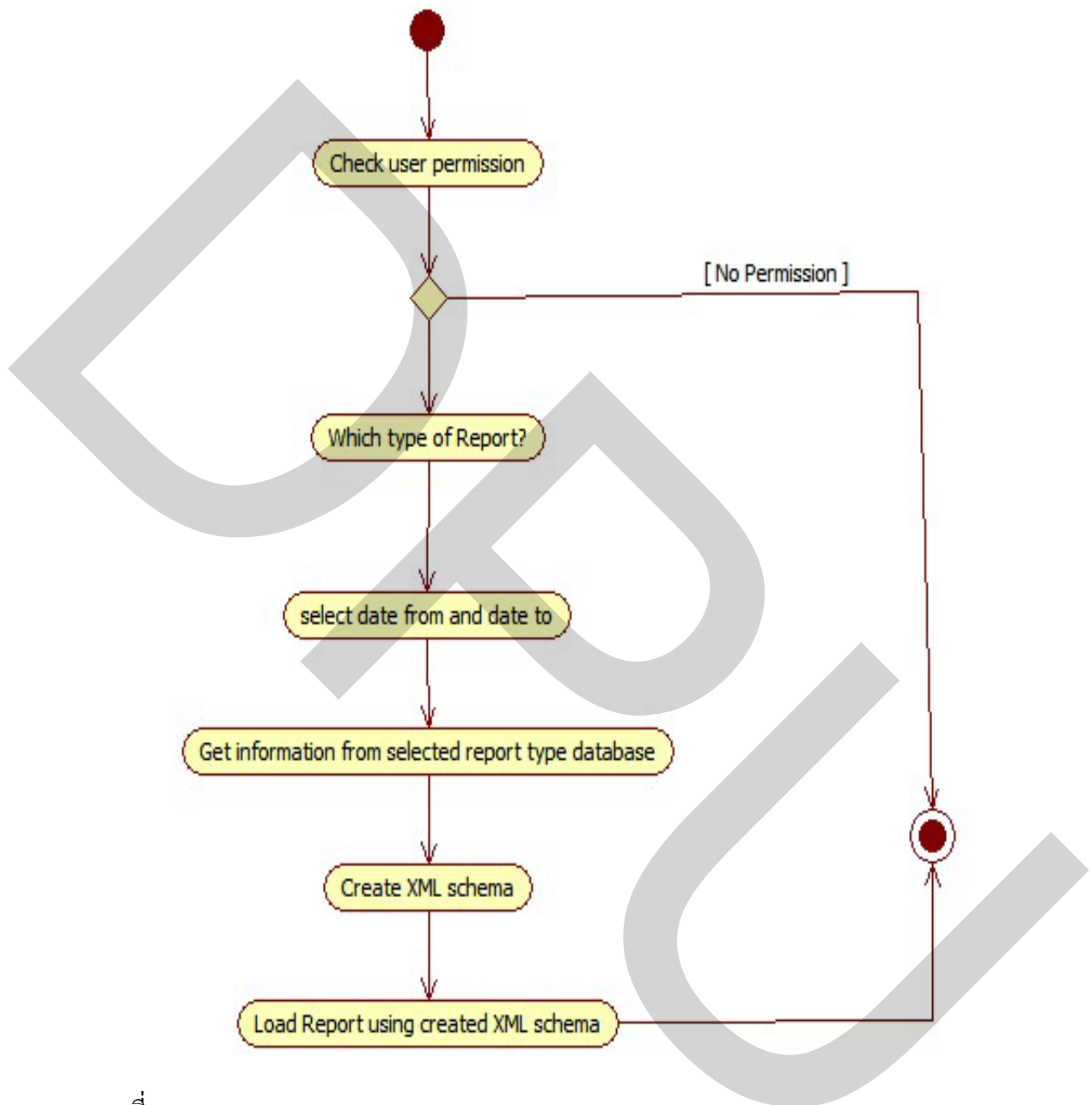
-  ➔ Start State หมายถึงจุดเริ่มต้นของ Activity
-  ➔ Final State หมายถึงจุดสิ้นสุดของ Activity
-  ➔ Activity หมายถึงการทำงานแต่ละขั้นตอน
-  ➔ Decision หมายถึงจุดที่เกิดการตัดสินใจ หรือ เงื่อนไขในการทำงาน

## 3.4.5 Account Management



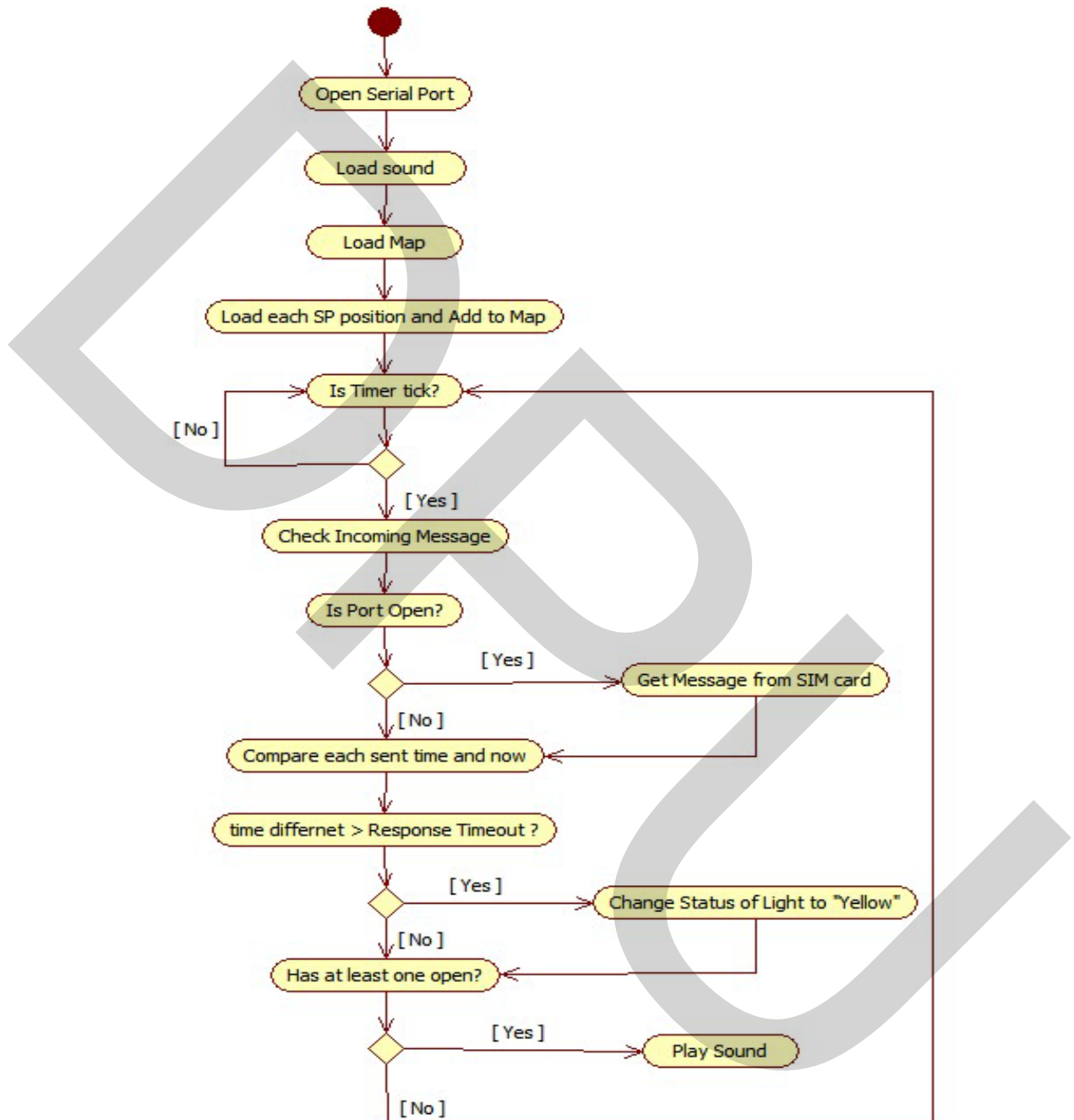
ภาพที่ 3.16 Flow Chart of Activity Diagram – Account Management

## 3.4.6 View Report



ภาพที่ 3.17 Flow Chart of Activity Diagram – View Report

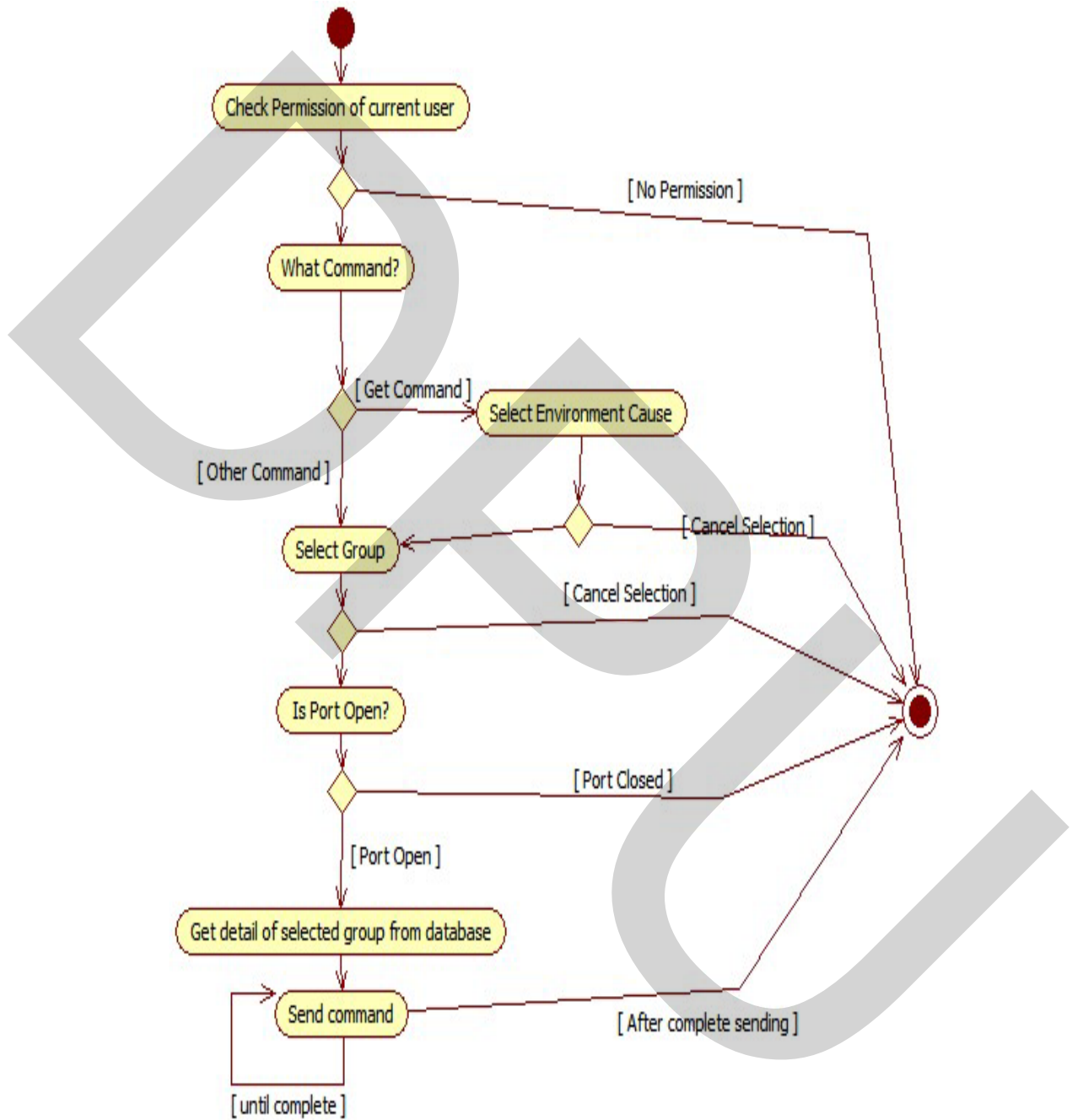
## 3.4.7 Overview Map



ภาพที่ 3.18 Flow Chart of Activity Diagram – Overview Map

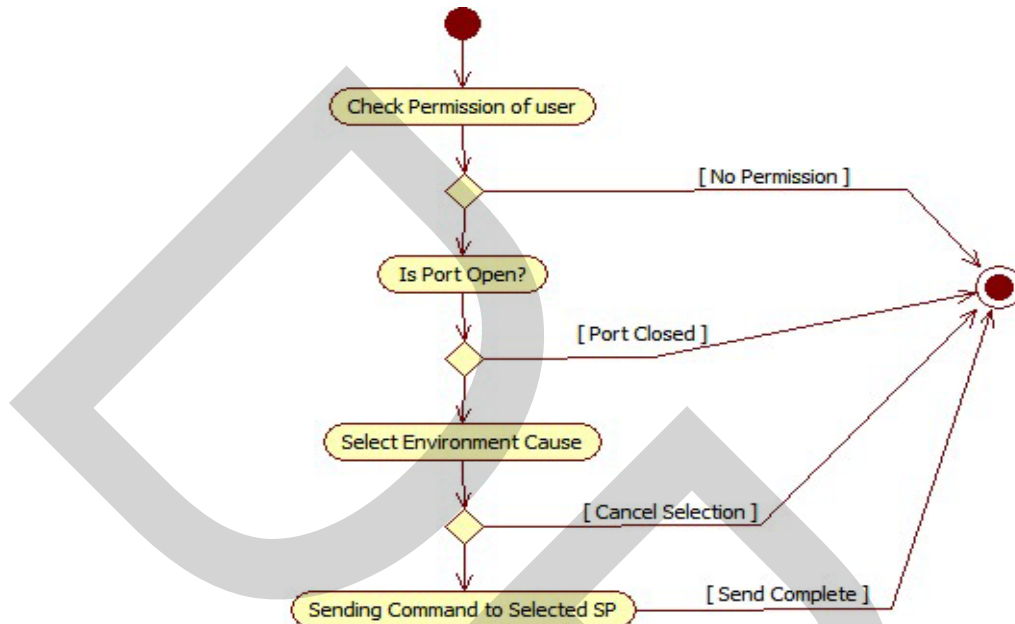


## 3.4.8 Command to SP Group (Supply Pillar)



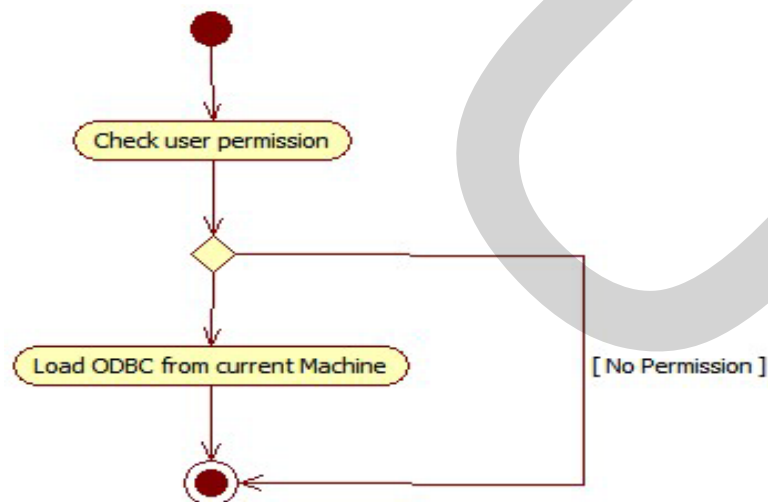
ภาพที่ 3.19 Flow Chart of Activity Diagram – Command to SP Group

## 3.4.9 Command to SP (Supply Pillar)



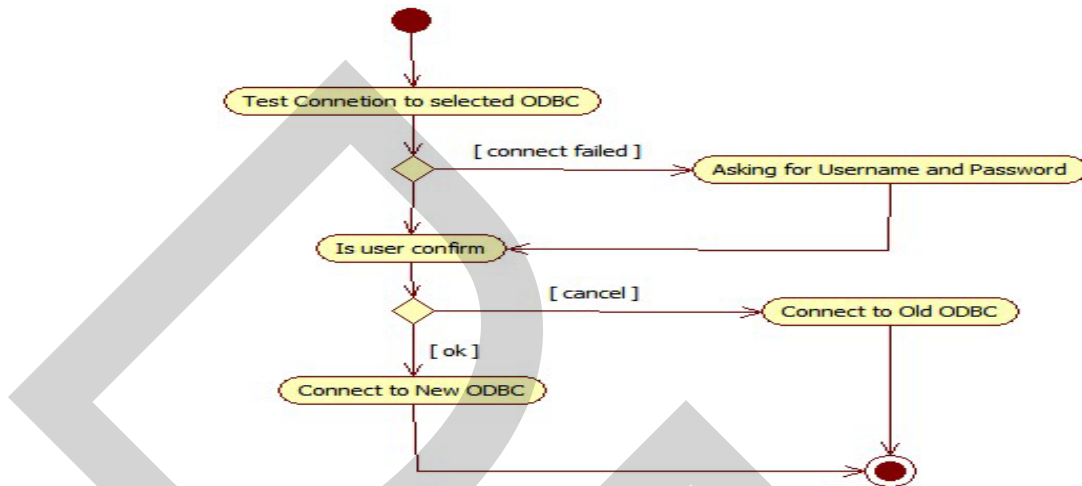
ภาพที่ 3.20 Flow Chart of Activity Diagram – Command to SP

## 3.4.10 ODBC Setting (Open Database Connectivity)



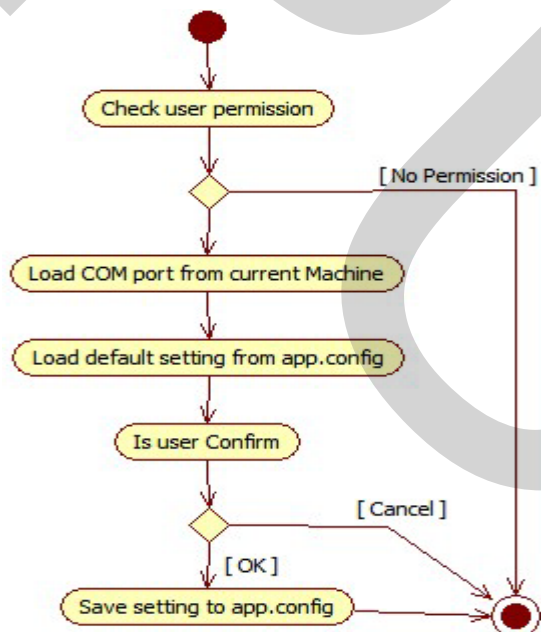
ภาพที่ 3.21 Flow Chart of Activity Diagram – ODBC Setting

## 3.4.11 Change ODBC (Open Database Connectivity)



ภาพที่ 3.22 Flow Chart of Activity Diagram – Change ODBC

## 3.4.12 Configuration



ภาพที่ 3.23 Flow Chart of Activity Diagram – Configuration

### 3.5 ระบบโปรแกรมควบคุมโคมระบบไฟฟ้าส่องสว่าง

เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับ รับและส่งสัญญาณ เอสเอ็มเอส ไปควบคุม โคมไฟฟ้าส่องสว่าง จะต้องทำการ Install โปรแกรมควบคุม ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง ซึ่งการพัฒนาขึ้นโดยใช้ VB2005 และ Install โปรแกรม SQL2005 Express สำหรับใช้เป็นฐานข้อมูลในการเก็บค่าต่างๆที่ได้จากการใช้งานระบบนี้ สำหรับ Monitor โคมไฟฟ้าส่องสว่างบนทาง รับทราบการทำงาน โคมไฟฟ้าส่องสว่าง สั่งการโมเด็ม ผ่านสาย RS232 โดยใช้ AT Command เก็บค่าข้อมูลต่างๆที่ได้จากการทำงานของโปรแกรม เก็บลง Database นำข้อมูลจาก Database มาสร้าง Report แจ้งเตือนการทำงานในรูปแบบแผนที่เส้นทางบนทางด่วนพิเศษ

3.5.1 โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจากภาษา Visual Basic ทำหน้าที่เป็น GUI (Graphic User Interface) ที่ติดต่อกับผู้ใช้งานเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถสั่งงานต่างๆ เช่น เปิด-ปิด โคมไฟฟ้าส่องสว่างทางรวมทั้งการเก็บ Data log เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถย้อนดูการทำงานที่ผ่านมาได้ ส่วนของโปรแกรมควบคุมการทำงาน จะประกอบด้วย โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น และ GSM Modem ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมคือ เมื่อผู้ใช้งานสั่งเปิด-ปิด โคมไฟฟ้าส่องสว่างทางด่วนพิเศษและรับสัญญาณจากโคมไฟฟ้าส่องสว่าง โปรแกรมจะส่งคำสั่งตามรูปแบบที่เรากำหนดไว้ผ่านทาง Serial port RS232ไปยัง GSM Modem และ GSM Modem จะส่งคำสั่งดังกล่าวไปยังส่วนของอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ในตู้ควบคุมไฟทางผ่านทางเอสเอ็มเอส ถ้าเราต้องการทราบสถานะของไฟทางว่าในขณะนั้นเปิดหรือปิด อยู่ก็สามารถทำได้โดยการส่ง Get Status จากโปรแกรมที่ศูนย์ควบคุม และ Monitor การทำงานระบบไฟฟ้าส่องสว่าง

3.5.1.1 คำสั่งที่ใช้งานสำหรับ Configure Modem

3.5.1.2 ตั้งชื่อให้ Modem: AT # TERMID = ชื่อที่ต้องการ

3.5.1.3 เปลี่ยน Password: AT# SMSPASS “ 4 หลัก

#### 3.5.2 หลักการทำงาน

ฟังก์ชันการทำงานของคือโมเด็มจะส่งทำการเปิด -ปิดมาบอกส่งสถานะคือข้อความที่ส่งกลับมาจะเป็นดังนี้ “ชื่อผู้ Supply TERMINAL STATUS ON/OFF

อุปกรณ์อัตโนมัติ เช่นเซอร์ โฟโต้ไดโอดจะส่งสถานะมาที่ถูกระบุเท่านั้นข้อความที่ส่งกลับมาจะเป็นดังนี้ “ชื่อผู้ Supply TERMINAL SATUS ON/OFF INPUT 2.....ON/OFF”

3.5.2.1 การติดตั้ง Software ที่เกี่ยวข้อง

3.5.2.2 Windows Installer 3.1

3.5.2.3 Microsoft .Net Framework 2.0

## 3.5.2.4 MS XML Parser 6.0

## 3.5.2.5 การติดตั้ง Software “Light Control”

## 3.5.3 รูปแบบการทำงานการส่ง-รับสัญญาณเอสเอ็มเอส

```

Me.dset.Tables (Count - 1).TableName = phoneNo
Me.dset.Tables (Count - 1).Rows (0).Item ("INDEX") = index
Me.dset.Tables (Count - 1).Rows (0).Item ("MESSAGE_STATUS") = mesStatus
Me.dset.Tables (Count - 1).Rows (0).Item ("PHONE_NO") = phoneNo
Me.dset.Tables (Count - 1).Rows (0).Item ("DATE_TIME") = dTime

'--- move to next line
state += 1
End If

Case Else

Dim IsRemote As Integer = InStr (line, "REMOTE:", CompareMethod.Text)
If IsRemote > 0 Then
'run this block if message is sent from another site
Line = line. Replace ("REMOTE:", "")
Me.dset.Tables (Count - 1).Rows (0).Item ("ISREMOTE") = "1"
Me.dset.Tables (Count - 1).Rows (0).Item ("STATUS") = line.Trim

Else

Dim doWork As Boolean = False
Dim x As Integer = InStr (line, "TERMINAL STATUS", CompareMethod.Text)
If x > 0 Then
line = line.Replace("TERMINAL STATUS", "")
line = line.TrimStart
line = line.TrimEnd

Me.dset.Tables (Count - 1).Rows(0).Item("STATUS") = line
Do Work = True

End If

Dim Z As Integer = InStr (line, "TERMINAL-2 STATUS",
CompareMethod.Text)

```

```
If Z > 0 Then
line = line.Replace ("TERMINAL-2 STATUS", "")
line = line.TrimStart
line = line.TrimEnd
Me.dset.Tables (Count - 1).Rows(0).Item("STATUS") = line
Do Work = True
End If

Dim y As Integer = InStr (line, "INPUT2", CompareMethod.Text)
If y > 0 Then
line = line.Replace("INPUT2", "")
line = line.TrimStart
line = line.TrimEnd
Me.dset.Tables ( Count - 1).Rows(0).Item ("STATUS") = line
Me.dset.Tables (Count - 1).Rows (0).Item ("STATUS2") = line
Do Work = True
End If

Dim v As Integer = InStr (line, "INPUT1", CompareMethod.Text)
If v > 0 Then
line = line.Replace("INPUT1", "")
line = line.TrimStart
line = line.TrimEnd
Me.dset.Tables (Count - 1).Rows (0).Item ("STATUS") = line
Me.dset.Tables (Count - 1).Rows (0).Item ("INPUT1") = line
Do Work = True
End If

If doWork Then
Me.dset.Tables (Count - 1).Rows(0).Item("ISREMOTE") = "0"
End If
```

### 3.6 กำหนดสถานที่ทดสอบและศึกษารายละเอียด

3.6.1 การวิจัยกำหนดสถานที่ทดสอบที่ใช้ในการทำงานศึกษาการทำงานของระบบและให้ห้องวิจัยและพัฒนาของบริษัททางด่วนกรุงเทพ(มหาชน)ในการทดสอบระบบการออกแบบเบื้องต้นทั้งหมดพร้อมกับการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การทำงาน

3.6.2 งานวิจัยนี้ได้กำหนดการทดสอบระบบบริเวณบนทางด่วนพิเศษ บริษัททางด่วนกรุงเทพ(มหาชน)

3.6.3 เมื่อมีการติดตั้งเสร็จจะทำการเก็บข้อมูลและทำการวิเคราะห์ระบบการทำงาน

### 3.7 กำหนดรายการเครื่องมือวัดที่ต้องใช้ในการวิจัย

รายการเครื่องมือวัดที่ต้องใช้ในงานวิจัยประกอบด้วย

3.7.1 เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับเขียนโปรแกรมและไมโครคอนโทรลเลอร์

3.7.2 ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ (FLUKE)

3.7.3 เอซี/ดีซีแคลมป์มิเตอร์(FLUKE)

3.7.4 ดิจิตอลออสซิลโลสโคป

3.7.5 เพาเวอร์ซัพพลายปรับตั้งได้ 0-30 โวลต์ ดีซี

3.7.6 เครื่องมือวัดความเข้มแสงสว่าง

3.7.7 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ (FLUKE 63 IR Thermometer)

3.7.8 บอร์ดเซนเซอร์โฟโต้ไดโอด

3.7.9 รับ-ส่งจีเอสเอ็มโมดูลและไมโครคอนโทรลเลอร์โมดูล

3.7.10 ซิมการ์ดและอุปกรณ์จีเอสเอ็มโมเด็ม

3.7.11 โคมไฟฟาส่องสว่างรุ่นที่ใช้ในการทดสอบ THORN A2000 AGN 250 W

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

จากขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัยที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 ซึ่งได้แสดงรายละเอียด ผลการบันทึกขั้นตอนต่างๆ ซึ่งในบทนี้จะแสดงผลลัพธ์ต่างๆที่ได้ผลจากการวิเคราะห์และออกแบบระบบซึ่งสามารถแสดงขั้นตอนการทำงานโดยสรุปดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ในการออกแบบและทดสอบจะมีการตรวจสอบความถูกต้องการทำงานของอุปกรณ์ที่ห้องทดสอบที่บริษัททางด่วนกรุงเทพจำกัด (มหาชน) ทดสอบแต่ละอุปกรณ์ เช่น บอร์ดเซนเซอร์โฟโต้ไดโอด จีเอสเอ็มโมเด็ม และโปรแกรมในการรับ-ส่งเอสเอ็มเอส

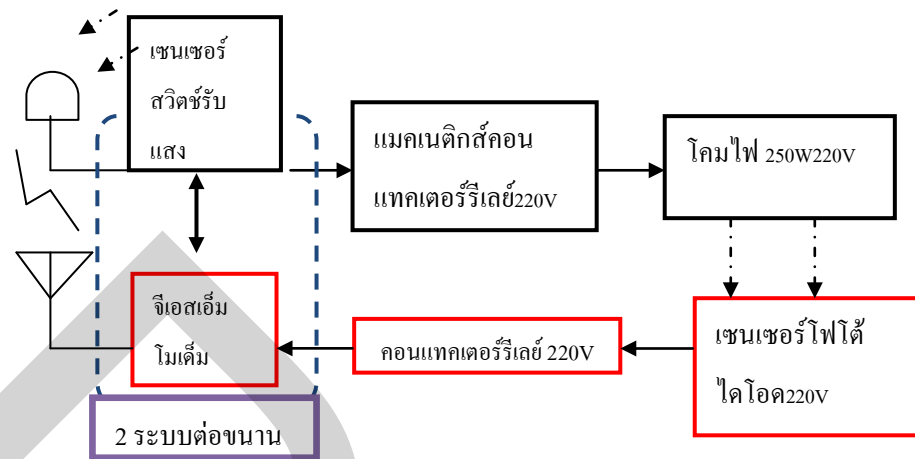
ขั้นตอนที่ 2 ติดตั้งที่หน้างานจริงบนทางด่วนสำหรับ โคมไฟส่องสว่างและติดตั้ง จีเอสเอ็มโมเด็มที่ผู้ควบคุมระยะเวลาทดสอบประมาณ 3-4 เดือนในสภาพในการทำงานจริง

ขั้นตอนที่ 3 การแก้ไขเมื่อเกิดปัญหาของการทำงานและมีการเก็บมูลทุกวันโดยมีพนักงานที่เป็นช่างเทคนิคสำหรับตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลสำหรับ ผู้วิจัยจะนำมาปรับปรุงและทำการแก้ไขระบบโดยภาพรวมของชิ้นงานวิจัยที่ออกแบบไว้

#### 4.1 ลักษณะการออกแบบการทำงานของโคมไฟส่องสว่าง

การนำโคมไฟส่องสว่างสำหรับติดตั้งบน ทางด่วน พิเศษด้วยการเพิ่มสำหรับ การติดตั้งบอร์ดเซนเซอร์โฟโต้ไดโอดเป็นการทดสอบการทำงานของหน้าคอนแทคเตอร์รีเลย์ ดังแสดงภาพที่ 4.1

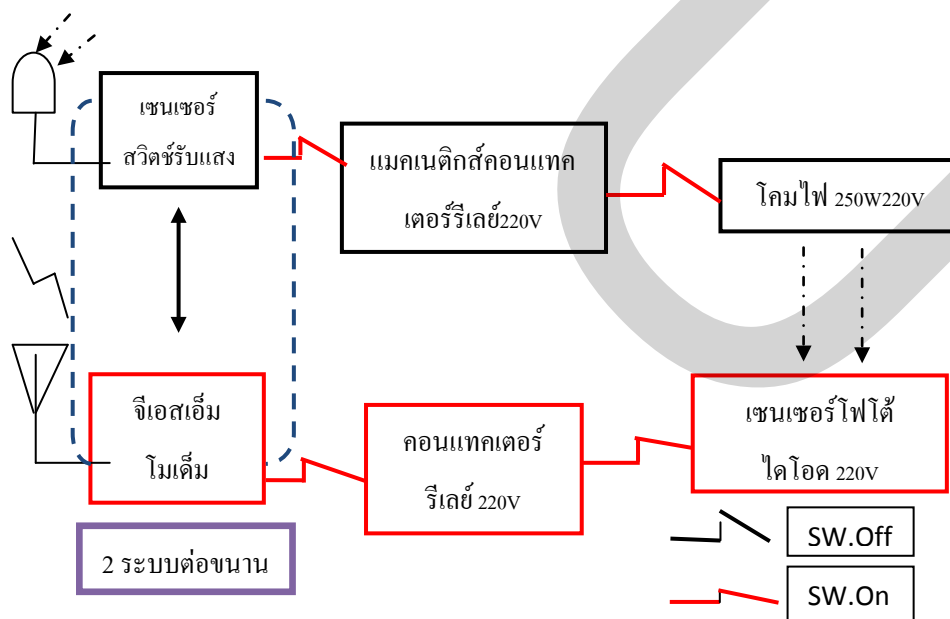




ภาพที่ 4.1 ภาพโครงสร้างการทำงานของบล็อกไดอะแกรมระบบปัจจุบันและระบบใหม่

#### 4.1.1 ลักษณะการทำงานโคมไฟฟ้าส่องสว่าง

การทำงานโคมไฟฟ้าส่องสว่างในสภาวะปกติสำหรับบอร์ดเซนเซอร์สวิตช์รับแสงของระบบปัจจุบันและระบบใหม่จะต่อขนานกัน ช่วงเวลาประมาณเวลา 18.30น. หรือสภาวะแสงต่ำกว่า 25 ลักซ์ อุปกรณ์เริ่มส่งจ่ายไฟฟ้า 220 โวลต์เอซีให้กับหลอดไฟ และเซนเซอร์ไฟโด้ไดโอด ที่หน้าคอนแทคเตอร์รีเลย์อยู่สภาวะ อย่างใด อย่างหนึ่ง เปิดหรือ ปิดจะทำการ ไปส่งสัญญาณ กลับไปที่ อุปกรณ์โมเด็มจีโอสเอ็มไมโครคอนโทรลเลอร์ โมดูลที่ผู้ควบคุมทำการแปลงสัญญาณเป็นดิจิทัลคือ High หรือ Low (0 หรือ 5 โวลต์ ดีซี) ดังแสดงภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 การทำงานของบล็อกไดอะแกรมเซนเซอร์ไฟโด้ไดโอดสภาวะหลอดไฟสว่าง



ภาพที่ 4.3 บอร์ดเซนเซอร์ไฟได้ไดโอดที่ติดตั้งในโคมไฟส่องสว่าง

#### 4.1.2 การทำงานโคมไฟส่องสว่างในสถานะปกติ (หลอดไฟสว่าง)

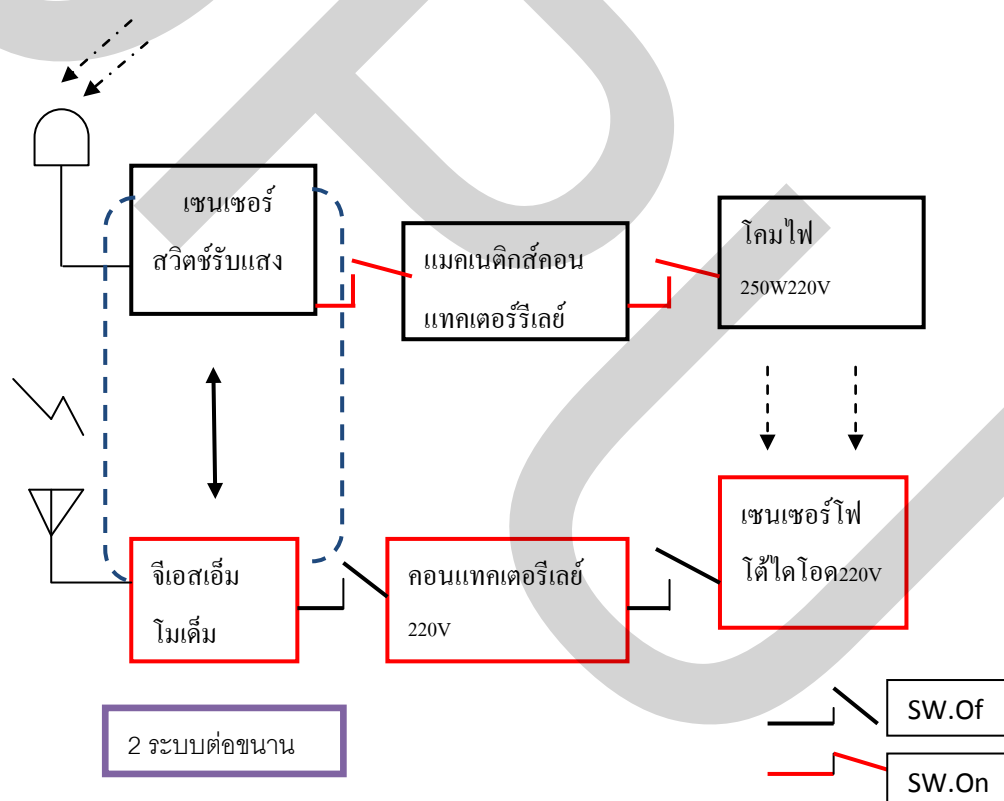
สำหรับบอร์ดเซนเซอร์ไฟได้ไดโอด ลักษณะสถานะหน้าคอนแทกเตอร์รีเลย์หน้าสัมผัส ปิดทำให้เซนเซอร์ไฟได้ไดโอด ส่งสัญญาณกลับไปไมโครคอนโทรลเลอร์ โมดูลรับสัญญาณ เป็นดิจิตอลคือ High (1 หรือ 5 โวลต์ดีซี) และอุปกรณ์โมเด็มจีเอสเอ็มทำการส่งสัญญาณเอสเอ็มเอส กลับไปที่ศูนย์ควบคุมแสดงสถานะการ ทำงานที่หน้าจอคอมพิวเตอร์จะแสดงสถานะฟังก์ชันสีเขียว (หลอดไฟสว่าง) ดังแสดงภาพที่ 4.4 และ 4.5



ภาพที่ 4.4 การทำงานของ ที่ติดตั้งในโคมไฟส่องสว่าง เซนเซอร์ไฟได้ไดโอด รับแสงสว่างจากหลอดไฟ



ภาพที่ 4.5 การทำงานของ โคมไฟฟาส่องสว่างเซ็นเซอร์ไฟได้ไดโอดรับแสงสว่างหลอดแอลอีดีติด



ภาพที่ 4.6 การทำงานของบล็อกโคอะแกรมเซ็นเซอร์ไฟได้ไดโอดเมื่อโคมไฟฟาส่องสว่างสภาวะดับ

#### 4.1.3 การทำงานโคมไฟฟาส่องสว่างในสถานะผิดปกติ (หลอดไฟดับ)

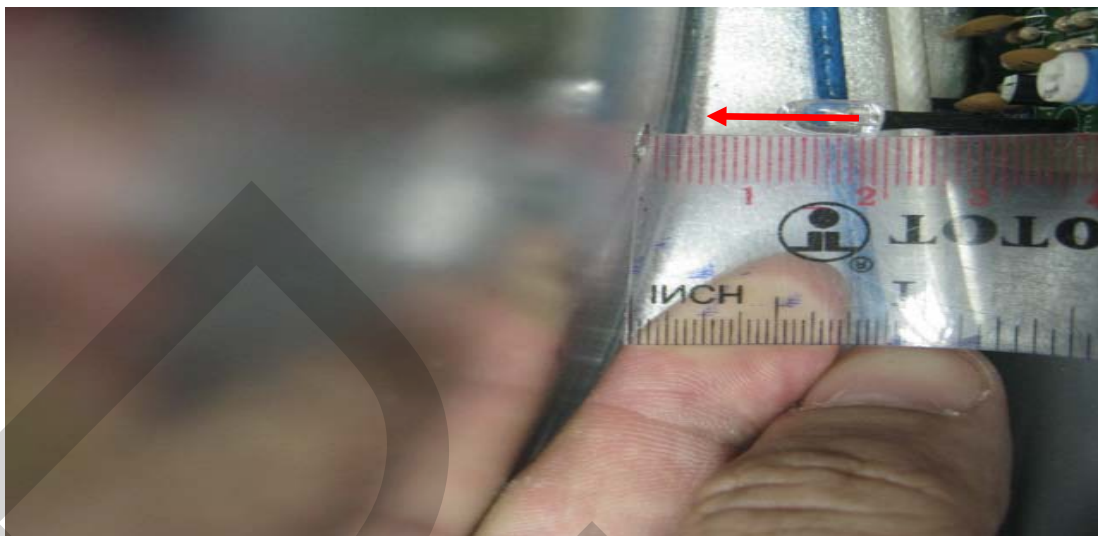
สำหรับสถานะหลอดไฟดับ บอร์ดเซนเซอร์โฟโต้ไดโอดจะมีสถานะหน้าคอนแทกเตอร์รีเลย์หน้าสัมผัสเปิดจะทำการ ส่งสัญญาณกลับไปให้อุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์โมดูลที่ผู้ควบคุมรับสัญญาณเป็นดิจิทัล Low (0 หรือ 0 โวลต์ ดีซี) อุปกรณ์โมเด็มจีเอสเอ็มทำการส่งสัญญาณเอสเอ็มเอสกลับไปที่ยูนิตควบคุมหน้าจอกอมพิวเตอร์แสดงสถานะฟังก์ชันสีแดง (หลอดไฟดับ) ดังแสดงภาพที่ 4.6 และ 4.7



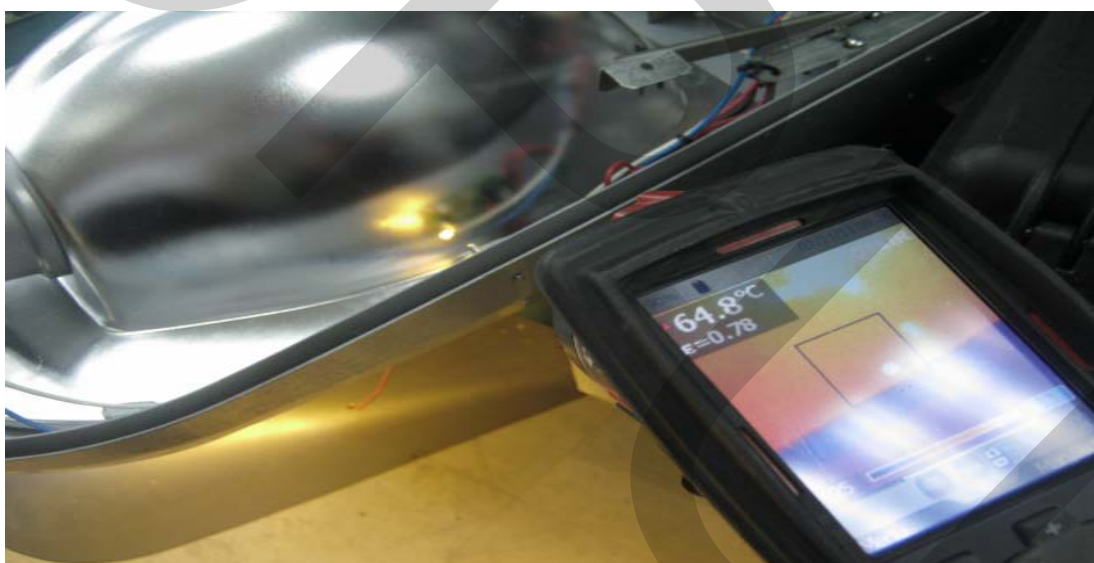
ภาพที่ 4.7 การทำงานของโคมไฟฟาส่องสว่าง เซนเซอร์โฟโต้ไดโอดไม่ได้รับสัญญาณแสงสว่างหลอดแอลอีดีดับ

## 4.2 วิเคราะห์การทำงานของบอร์ดเซนเซอร์โฟโต้ไดโอด

4.2.1 สำหรับสถานะบอร์ดเซนเซอร์โฟโต้ไดโอดจะมีสถานะ คอนแทกเตอร์รีเลย์หน้าสัมผัสปิด ด้วยการส่งไฟ 220 โวลต์ เอซีมีการแปลงสัญญาณหน้าคอนแทกเตอร์รีเลย์ไปที่ไมโครคอนโทรลเลอร์โมดูล high หรือ low (0-1 หรือ 0 -5 โวลต์ ดีซี) และส่งสัญญาณเอสเอ็มเอสไปที่ศูนย์ควบคุมแสดงสถานะหลอดไฟสว่างหรือดับ สำหรับการทดสอบการทำงานเปิดหรือปิดหน้าคอนแทกเตอร์รีเลย์ไม่พบ ข้อผิดพลาด ในการเปิดหรือปิดวงจร สำหรับการหลอด เซนเซอร์โฟโต้ไดโอด รุ่น QSD 2030 F Plastic Silicon Photodiode Dimension 5 mm เป็นการ ทดสอบวัฏระยะของมุมมองการทำงานที่ดีที่สุด ใน ดังแสดงภาพที่ 4.9

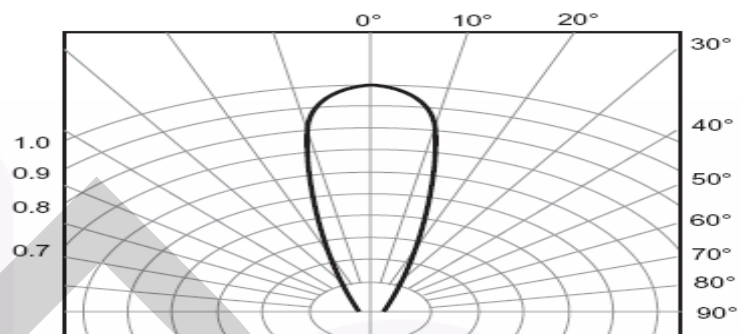


ภาพที่ 4.8 การวัดระยะหลอดเซนเซอร์โฟโต้ไดโอดที่ 1.3 ซม



ภาพที่ 4.9 การวัดความร้อนของโคมไฟฟ้าส่องสว่าง 250 วัตต์ 220 โวลท์เอซี

4.2.2 สำหรับทดสอบและวัดความร้อนของที่ติดตั้งหลอด โฟโต้ไดโอด ความร้อนที่โคมไฟฟ้าส่องสว่าง 250 วัตต์แปรรังสีความร้อนที่ประมาณ 64.8 องศาเซลเซียสตามมาตรฐานหลอดโฟโต้ไดโอดกำหนดร้อนไว้ที่  $-40 + 100$  องศาเซลเซียสสองศา ดังแสดงดังภาพที่ 4.1

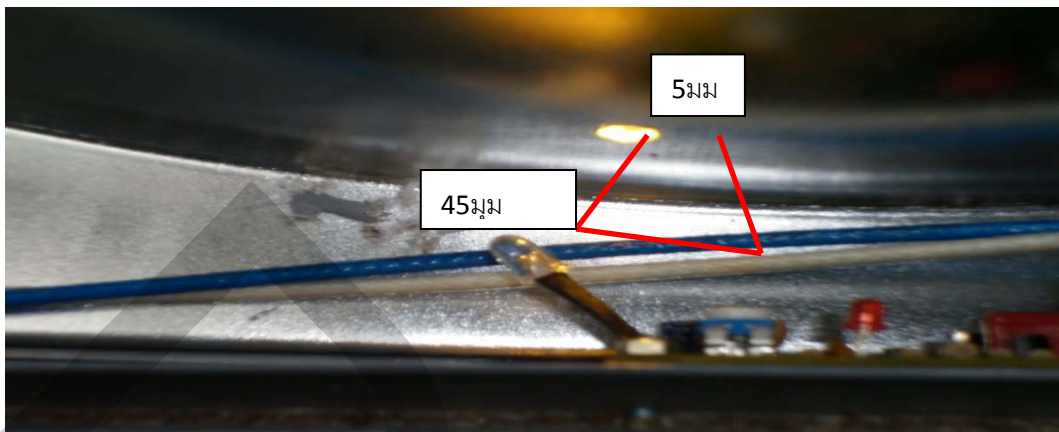


ภาพที่ 4.10 มุมองศาการทำงานของหลอดไฟได้ไดโอด

ตารางที่ 4.1 แสดงการปรับระยะมุมองศาการติดตั้งของหลอดไฟได้ไดโอดที่โคมไฟฟ้าส่องสว่าง

ลำดับ	มุมองศา	เวลา/วินาที	หมายเหตุ
1	90	64	90 องศาการทำงานดีที่สุด
2	80	135	ดีปานกลาง
3	70	338	ปานกลาง
4	60	490	ช้า
5	50	690	ช้ามาก
6	40	-	ไม่ทำงาน
7	30	-	ไม่ทำงาน
8	20	-	ไม่ทำงาน
9	10	-	ไม่ทำงาน





ภาพที่ 4.11 ระยะหลอดไฟใต้ไดโอดมูมมากกว่า 45 องศาไม่สามารถรับสัญญาณได้

สำหรับทดสอบการวัดลักซ์(LUX) ที่โคมไฟฟ้าส่องสว่างระยะประมาณ 1.3ชม ที่มุม 90 องศา ดังแสดงภาพที่4.12



ภาพที่ 4.12 แสงสว่างลักซ์ที่วัดได้ของการทดสอบโคมไฟ

### 4.3 วิเคราะห์การปรับทิศทางมุมของเซนเซอร์ไฟใต้ไดโอด

4.3.1 สำหรับการตั้งหลอดไฟใต้ไดโอด ของมุมมองเสาตามมาตรฐานที่หลอดไฟใต้ไดโอด กำหนดมุม 90 องศา จากนั้นมีทดสอบการปรับมุมทุก 10 องศา เริ่มที่มุม 90 องศา ปรับไปเรื่อยๆ ระยะมุมมองเสา การกระจายแสงของหลอดไฟยังมีการ แสงสว่างให้ได้แต่ต้องใช้ ระยะเวลาการส่งสัญญาณเริ่มทำงานโดยการจับเวลาปิดของหน้าคอนแทคเตอร์รีเลย์

4.3.2 เริ่มต้นการ ปรับที่มุม 80 องศา การกระจายแสงของหลอดไฟยังมีการส่องแสงใช้เวลา การทำงานการส่งสัญญาณ ระยะเวลาการทำงานโดยการจับเวลาหน้าคอนแทคเตอร์รีเลย์ปิดใช้เวลา 135 วินาที

4.3.3 เริ่มปรับไปที่มุม 70 องศาการกระจายแสงของหลอดไฟยังมีการส่องแสง ใช้เวลาการทำงานการส่งสัญญาณ ระยะเวลาการทำงานโดยการจับเวลา หน้าคอนแทคเตอร์รีเลย์ปิดใช้เวลา 338 วินาที

4.3.4 เริ่มปรับไปที่มุม 60 องศาการกระจายแสงของหลอดไฟยังมีการส่องแสงใช้เวลาการทำงานการส่งสัญญาณทดสอบระยะเวลาการทำงานโดยการจับเวลา หน้าคอนแทคเตอร์รีเลย์ปิดใช้เวลา 490 วินาที

4.3.5 เริ่มปรับไปที่มุม 50 องศาการกระจายแสงของหลอดไฟยังมีการส่องแสงใช้เวลาการทำงานการส่งสัญญาณทดสอบระยะเวลาการทำงานโดยการจับเวลา หน้าคอนแทคเตอร์รีเลย์ปิดใช้เวลา 690 วินาที

4.3.6 เริ่มปรับองศาตั้งแต่มุม 40, 30, 20 และ 10 ระบบการกระจายแสงของหลอดไฟ ไม่สามารถกระจายแสงในสถานะที่ต่ำกว่ามุม 50 องศาระยะเวลาการทำงาน หน้าคอนแทคเตอร์รีเลย์ไม่สามารถทำงานได้แสดงตารางที่ 4.1 และแสดงภาพที่ 4.1

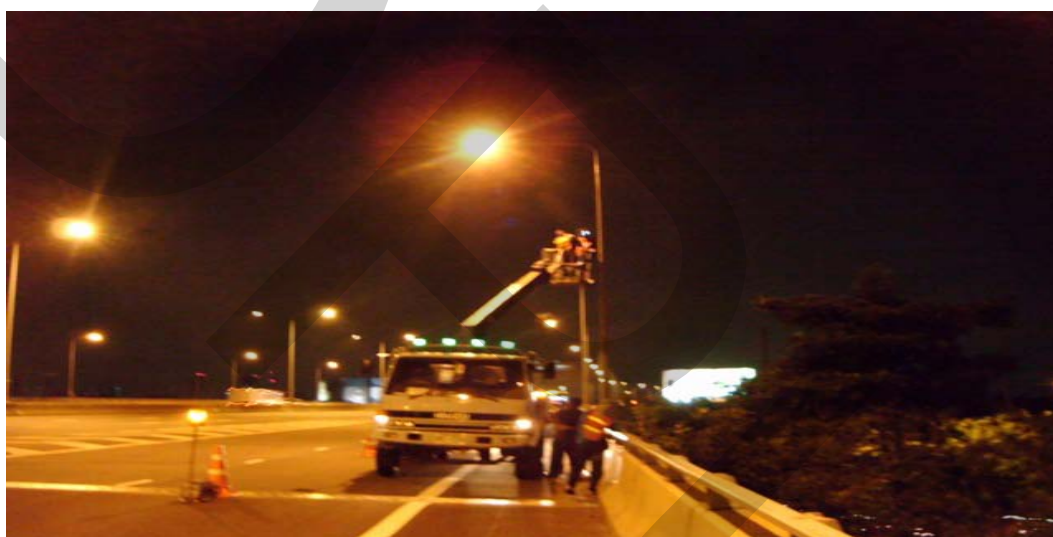
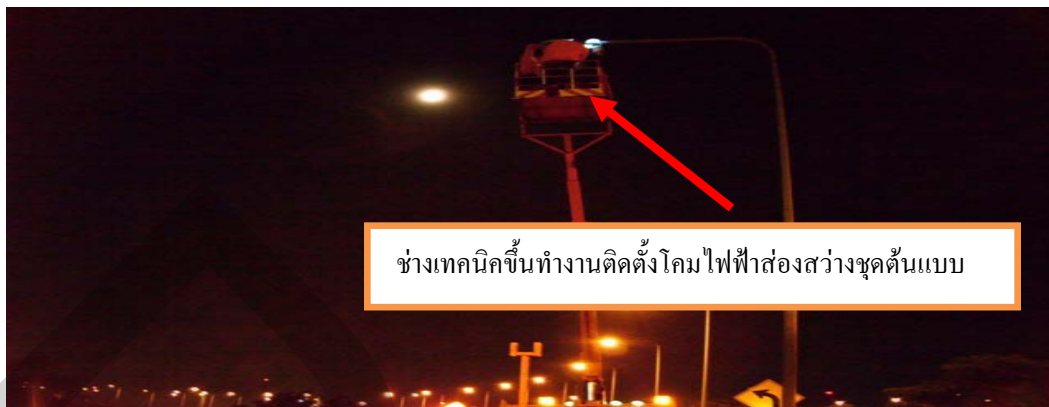
4.3.7 สรุปวิเคราะห์ผลการทดสอบระยะมุมมองฯ ตรวจสอบการทำงานเมื่อตั้งระยะตามมาตรฐานที่หลอดไฟได้ไดโอดกำหนดมาได้ค่าลักซ์ที่ระยะ 1.3 มม. ค่าแสงสว่างที่ 497 ลักซ์ (Lux) สำหรับทดสอบระยะเวล การทำงานโดยการจับเวลาการ ปิดของหน้าคอนแทคเตอร์รีเลย์หลอดเซนเซอร์โฟโต้ไดโอดที่มุม 90 องศาใช้เวลาการทำงาน 64 วินาที เป็นระยะที่เหมาะสมที่สุดของการทำงานของหลอดเซนเซอร์โฟโต้ไดโอด

#### 4.4 วิเคราะห์การทำงานหลังการติดตั้งระบบ

4.4.1 สำหรับการติดตั้งโคมไฟฟ้าส่องสว่างสำหรับทดสอบบนทางด่วนพิเศษ

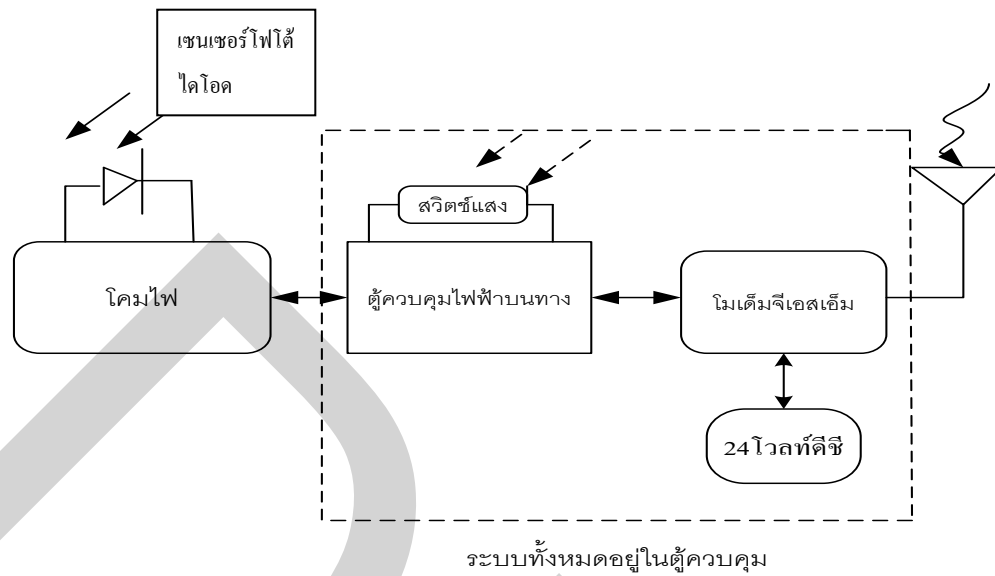
การติดตั้งโคมไฟฟ้าส่องสว่างเสาไฟขนาดสูง 14 เมตร 1 ชุดสำหรับการทดสอบการทำงาน ดังแสดงภาพที่ 4.13





ภาพที่ 4.13 การติดตั้งโคมไฟส่องสว่าง

การปฏิบัติงานบนทางด่วนพิเศษการติดตั้งโคมไฟส่องสว่างและทดสอบระบบ สำหรับปัญหาที่เกิดขึ้น เรื่อง การปิดการจราจรทำให้เกิดรถติดขัดเพราะต้องการเสียช่องจราจรที่ปฏิบัติงานซึ่งเป็นปัญหาหลักสำหรับติดตั้งและทดสอบการทำงาน แสดงลักษณะการติดตั้งภายในตู้ควบคุม ดังแสดงภาพที่ 4.14

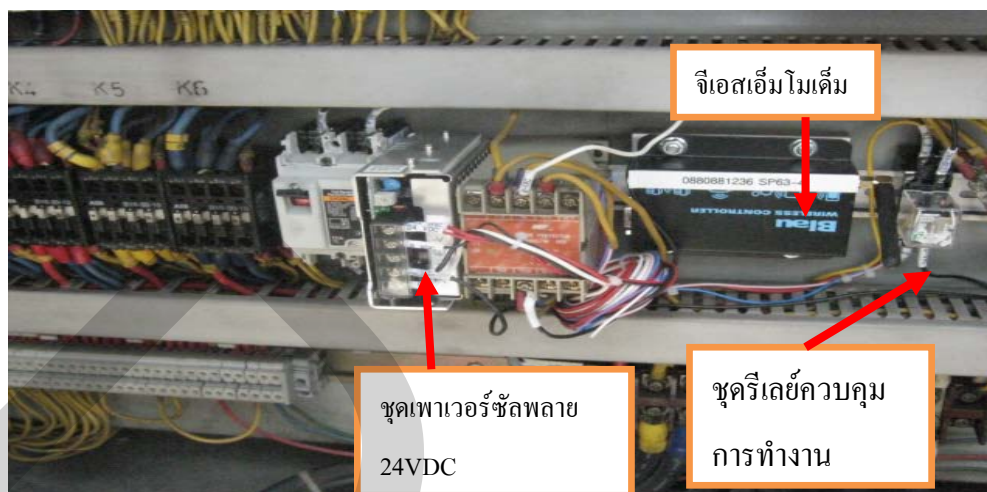


ภาพที่ 4.14 บล็อกไดอะแกรมลักษณะการติดตั้งทั้งหมดภายในตู้ควบคุม



ภาพที่ 4.15 การปิดการจราจรในขณะที่ปฏิบัติงานในการทดสอบระบบ

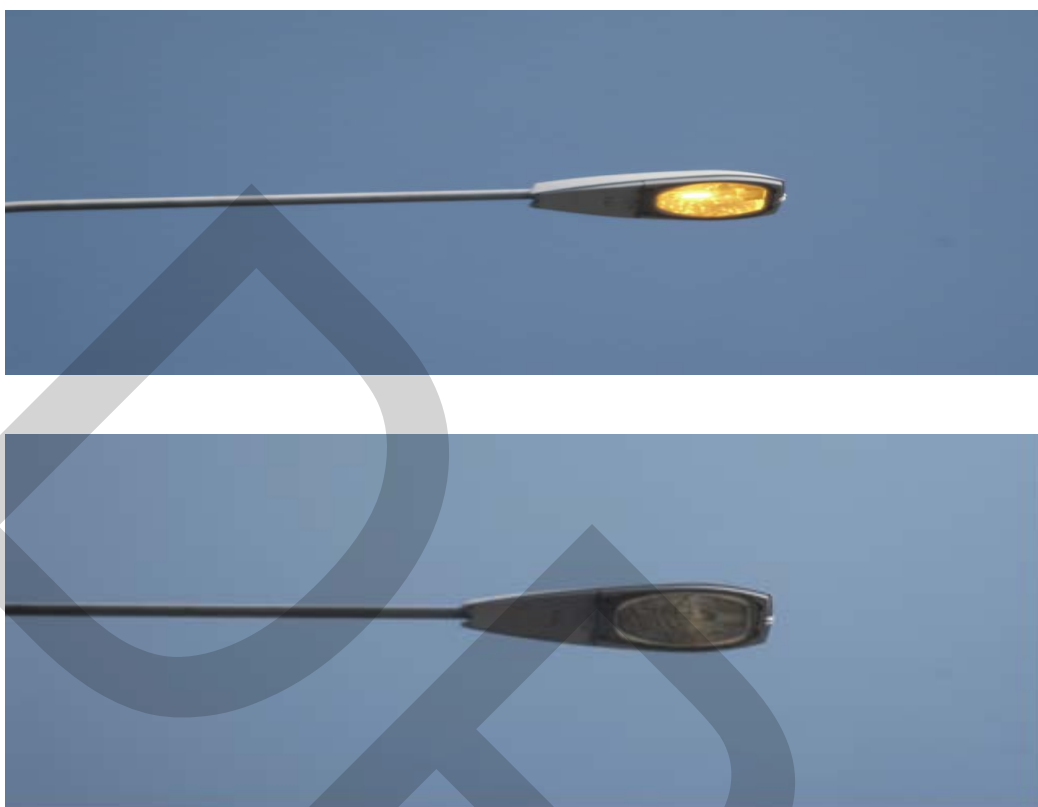
แสดงการติดตั้งจีเอสเอ็มโมเด็มในตู้ควบคุมสำหรับทดสอบการทำงาน ดังแสดงภาพที่ 4.16 และ 4.17



ภาพที่ 4.16 การติดตั้งจีโอสเอ็ม โมเด็มในตู้ควบคุมไฟฟ้าส่องสว่าง



ภาพที่ 4.17 การทำงานของจีโอสเอ็ม โมเด็มในการรับ-ส่งเอสเอ็มเอส



ภาพที่ 4.18 โคมไฟฟ้าส่องสว่างในการรับ-ส่งเอสเอ็มเอสในสั่งการทำงานเปิดและปิดหลอดไฟ

4.4.2 สำหรับการติดตั้งอุปกรณ์ระยะเวลา การทดสอบการทำงาน ประมาณ 3-4เดือนทำให้รับทราบอุณหภูมิในตู้ควบคุม ใน ช่วงเวลาตั้ง 12.00น.-14.30น.มีอุณหภูมิที่เกิดขึ้นถึง 40-70 องศาเซลเซียสอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ เกิดมีปัญหาเกี่ยวกับความร้อน การเร่งระบายความร้อนด้วยการติดตั้งพัดลมดูดอากาศทำให้ลดปัญหาความร้อนได้และช่วยยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์

4.4.3 ปัญหาการใช้พื้นที่ติดตั้ง เนื่องจาก ตู้มีขนาดจำกัดมีความจำเป็น จะต้องออกแบบให้อุปกรณ์มีขนาดเล็กเพื่อการติดตั้งง่ายและสะดวก

หมายเหตุ เครื่องวัดอุณหภูมิเข้าไปยืนตรวจสอบอุปกรณ์โมเด็มจีเอสเอ็มภายในตู้ควบคุมช่วง 11.25 น. และการวัดอุณหภูมิภายนอกตู้ควบคุม ดังแสดงภาพที่ 4.19 และ 4.20



ภาพที่ 4.19 การวัดอุณหภูมิภายในตู้ควบคุม



ภาพที่ 4.20 การวัดอุณหภูมิภายนอกตู้ควบคุม

#### 4.5 วิเคราะห์ทดสอบการทำงานด้วยสัญญาณเอสเอ็มเอส

4.5.1 การทดสอบการทำงานในการส่งสัญญาณเอสเอ็มเอส ในขณะที่ตั้งเปิดอุปกรณ์ โดยตรง เข้าไปที่หลอดไฟใช้เวลาประมาณ 64 วินาทีในการสวิตช์หลอด

4.5.2 หลอดเซนเซอร์ไฟโด้ไดโอดได้รับแสง จะทำการปิดของหน้าคอนแทค เตอร์รี่เลย์ ตัวจีเอสเอ็มโมเด็มหลอดไฟแอลอีดีลักษณะสภาวะสีเขียวแสดงการทำงาน ลักษณะเป็นการส่งสัญญาณเอสเอ็มเอสกลับมาที่ศูนย์ควบคุมเพื่อแสดงสภาวะการทำงานสำหรับคอมพิวเตอร์ระบบจะทำการเก็บข้อมูลและแสดงสภาวะการทำงาน ดังแสดงภาพที่ 4.19 และ 4.28

4.5.3 การรับและส่งสัญญาณเอสเอ็มเอส เซนเซอร์ไฟโด้ไดโอด จะได้รับสภาวะรีเลย์หน้าสัมผัส เปิดหรือปิดส่งเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์โมดูลรับสัญญาณ High และ Low (0-5 โวลต์ดีซี) ประสิทธิภาพการทำงานไม่พบปัญหาข้อผิดพลาดการรับและส่งสัญญาณเอสเอ็มเอส

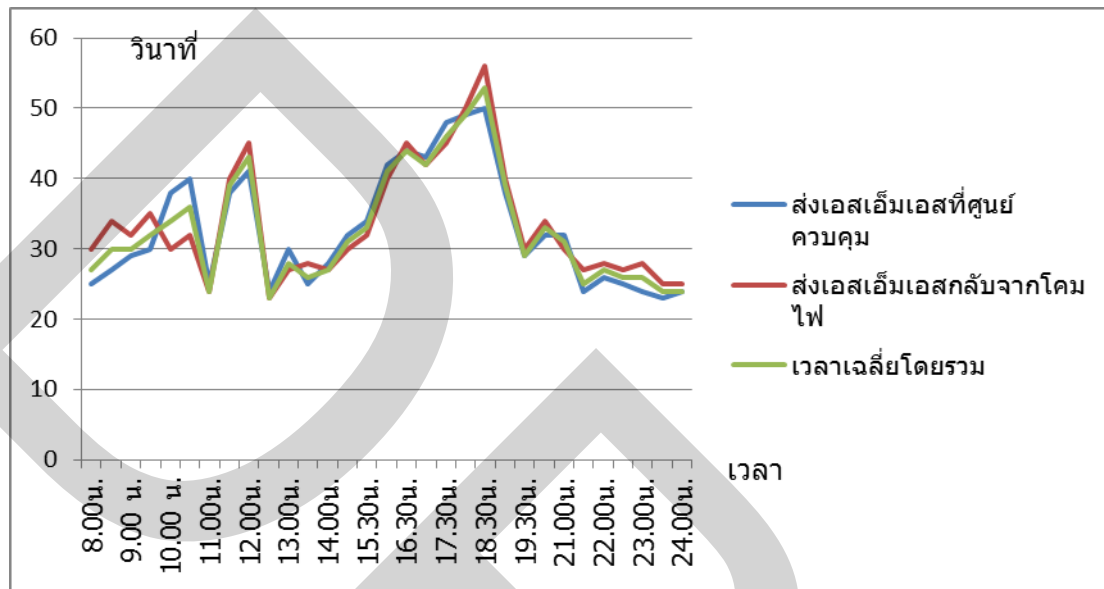
ตารางที่ 4.2 ตารางวิเคราะห์ข้อมูลแสดงระยะเวลาการรับ-ส่งข้อมูลเอสเอ็มเอสการจับเวลา

จำนวน ครั้ง	ส่งเอสเอ็มเอส ที่ศูนย์/ควบ ผู้ควบคุม(1) (วินาที)	เอสเอ็มเอสส่ง กลับจากคอม ไพ์(2) (วินาที)	ระยะเวลาโดย เฉลี่ย(นาที)	ช่วงเวลาการ ทดสอบ	ความ ผิดพลาดการ ส่งกลับ	หมายเหตุ
1	25	30	27	8.00 น.	-	ส่งทดสอบ ทุกๆ
2	27	34	30	8.30 น.	-	30นาที
3	29	32	30	9.00 น.	-	
4	30	35	32	9.30 น.	-	
5	38	30	34	10.00 น.	-	
6	40	32	36	10.30 น.	-	
7	25	24	24	11.00 น.	-	
8	38	40	39	11.30 น.	-	
9	41	45	43	12.00 น.	-	
10	24	23	23	12.30 น.	-	
11	30	27	28	13.00 น.	-	
12	25	28	26	13.30 น.	-	
13	28	27	27	14.00 น.	-	
14	32	30	31	14.30 น.	-	
15	34	32	33	15.30 น.	-	
16	42	40	41	16.00 น.	-	
17	51	45	48	16.30 น.	-	
18	53	44	48	17.00 น.	-	
19	48	45	46	17.30 น.	-	
20	49	50	49	18.00 น.	-	

ตารางที่ 4.2 ตารางวิเคราะห์ข้อมูลแสดงระยะเวลาการรับ-ส่งข้อมูลเอสเอ็มเอสการจับเวลา (ต่อ)

จำนวน ครั้ง	ส่งเอสเอ็มเอส ที่ศูนย์/ควบ ผู้ควบคุม(1) (วินาที)	เอสเอ็มเอสส่งกลับ จากคอมพิวเตอร์(2) (วินาที)	ระยะเวลาโดย เฉลี่ย(นาที)	ช่วงเวลากการ ทดสอบ	ความผิดพลาด การส่งกลับ	หมายเหตุ
21	50	56	53	18.30 น.	-	
22	38	40	39	19.00 น.	-	
23	29	30	.29	19.30 น.	-	
24	32	34	33	20.30 น.	-	
25	32	30	31	21.00 น.	-	
26	24	27	25	21.30 น.	-	
27	26	28	27	22.00 น.	-	
28	25	27	26	22.30 น.	-	
29	24	28	26	23.00 น.	-	
30	23	25	24	23.30 น.	-	
31	24	25	24	24.00 น.	-	
รวม	33	34	33			

กราฟแสดงวิเคราะห์ สำหรับ ข้อมูลการทดสอบระยะเวลาส่งสัญญาณเอสเอ็มเอสที่  
คอมพิวเตอร์และการส่งกลับจากเอสเอ็มเอสจากคอมพิวเตอร์ไฟส่องสว่าง



ภาพที่ 4.21 กราฟการทำงานการรับ-ส่งข้อมูลเอสเอ็มเอส

#### 4.6 วิเคราะห์การทดสอบระยะเวลาการทำงานการรับ-ส่งสัญญาณเอสเอ็มเอส

การทดสอบการทำงานเบื้องต้นในการรับและส่งสัญญาณเอสเอ็มเอส ทั้งหมด 31 ครั้ง ระยะเวลาตั้งแต่ 8.00 น. - 24.00 น. การทดสอบทุกๆ 30 นาที สำหรับ ส่งเอสเอ็มเอส 1 ครั้ง ประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์จีเอสเอ็มของโมเด็มทั้งหมดไม่พบข้อผิดพลาดของ การรับ-ส่ง สัญญาณเอสเอ็มเอสทั้งที่ศูนย์ควบคุมและเซิร์ฟเวอร์ ไฟโตไดโอดที่ติดตั้งในคอมพิวเตอร์ไฟส่องสว่าง เฉลี่ยรวมใช้เวลาไม่เกิน 56 วินาทีในการรับและส่งข้อมูลในสั่งการเปิด และปิด ดังแสดงตารางที่ 1 และกราฟที่ 4.2



#### 4.7 ศูนย์ควบคุมส่วนกลาง

แสดงดังภาพที่ 4.22

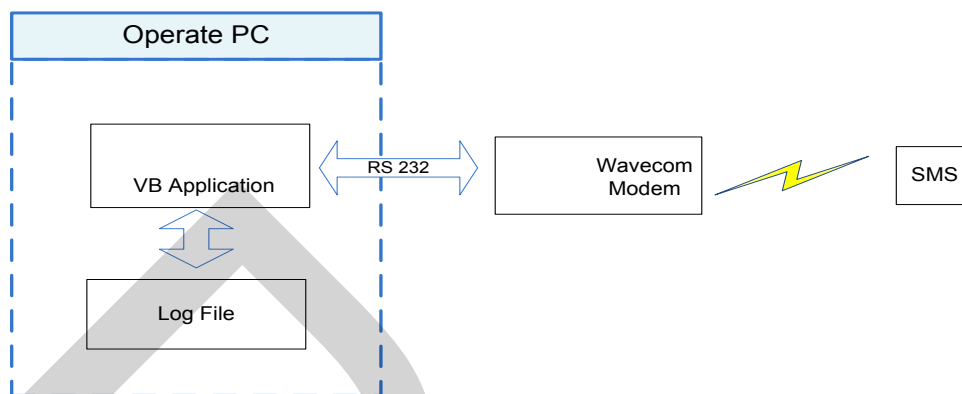


เครื่องโมเด็มใช้ในการ รับ-ส่ง เอสเอ็ม



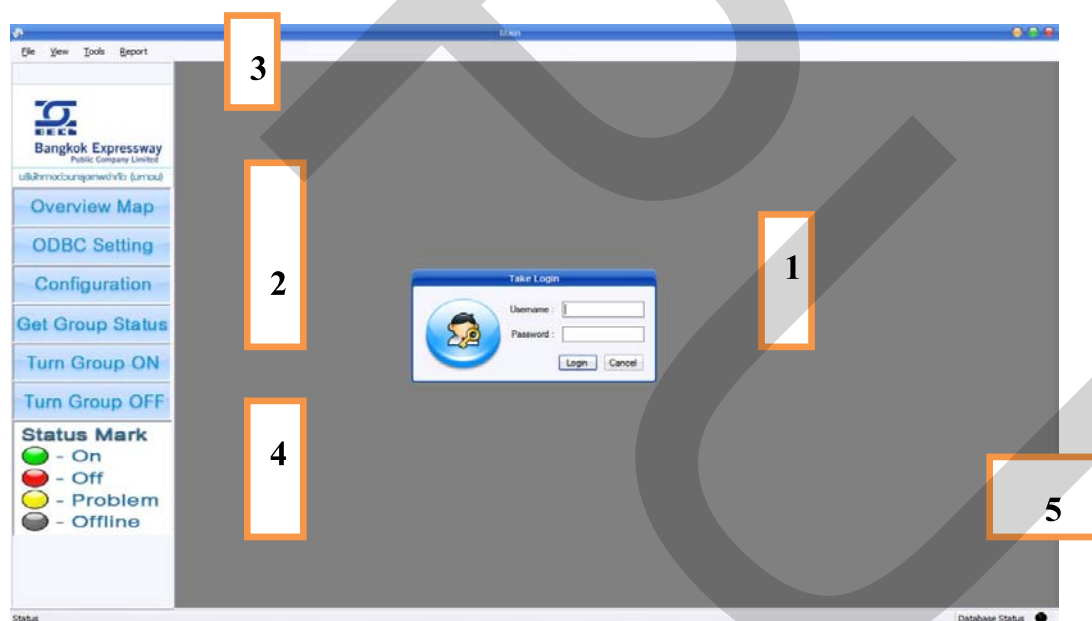
พอร์ต

ภาพที่ 4.22 เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์โมเด็มจีเอสเอ็ม



ภาพที่ 4.23 บล็อกไดอะแกรมการรับ-ส่งสัญญาณระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์และโมเด็มจีเอสเอ็ม

4.7.1 การทำงานเบื้องต้นของโปรแกรมและที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ที่ศูนย์ควบคุมส่วนกลาง ดังแสดงภาพที่ 4.24

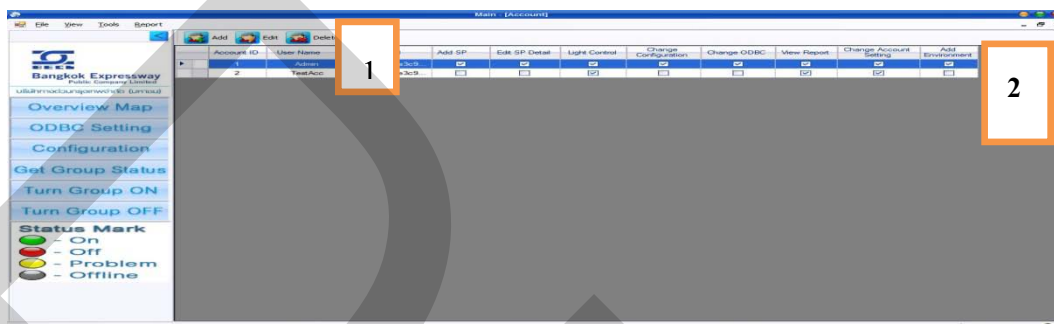


ภาพที่ 4.24 หน้าโปรแกรมที่ศูนย์ควบคุมส่วนกลาง

ส่วนที่ 1 ส่วนของการ Login ซึ่งจะต้อง Login เข้าระบบก่อนจะใช้งานเสมอ  
 ส่วนที่ 2 ส่วนที่บอกลักษณะการทำงานของระบบที่เราจะเลือกใช้งาน  
 ส่วนที่ 3 ส่วนของ Menu Bar

ส่วนที่ 4 ส่วนของ Status Reference ใช้ในการอ้างอิงสีของโคมไฟส่องสว่างและ  
ตู้ควบคุมไฟฟ้า (Supply Pillar) บนแผนที่ว่าอยู่ที่สถานะใดในขณะนั้น

ส่วนที่ 5 ส่วนของการแสดงสถานะของฐานข้อมูลว่าสามารถเชื่อมต่อได้หรือไม่



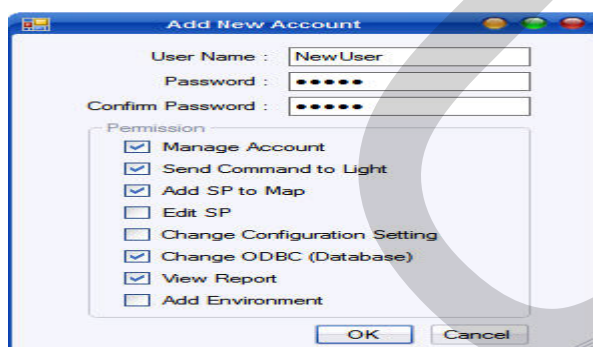
ภาพที่ 4.25 หน้าจอคอมพิวเตอร์การใช้งานเบื้องต้น

#### 4.7.2 การจัดการระบบผู้ใช้งาน (Account Management)

ส่วนที่ 1 ส่วนของการเพิ่ม/ลบ User ออกจากระบบและฐานข้อมูล

ส่วนที่ 2 ส่วนของการแสดงว่าระบบมี User ใดอยู่บ้าง และ แต่ละ User สามารถใช้งาน

ส่วนใดได้บ้าง ดังแสดงภาพที่ 4.21



ภาพที่ 4.26 การจัดการระบบผู้ใช้งาน

#### 4.7.3 การตั้งค่า Software (Configuration) ดังแสดงภาพที่ 4.26



ภาพที่ 4.27 การตั้งค่าในโปรแกรมConfigurations

ส่วนที่ 1 สำหรับการเลือก COM Port ที่ใช้ในการติดต่อกับโมเด็ม

ส่วนที่ 2 สำหรับการตั้งค่า Baud Rate ในการติดต่อกับโมเด็ม

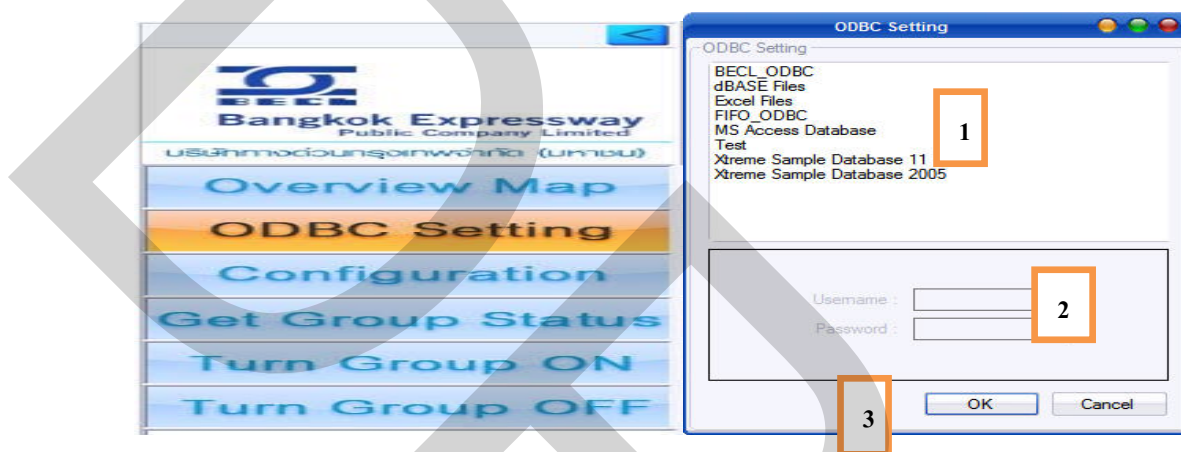
ส่วนที่ 3 สำหรับตั้งค่า Read และ Write Timeout ให้กับโปรแกรมเมื่อ Read หรือ Write ไปยังโมเด็ม

ส่วนที่ 4 สำหรับตั้งเวลาให้ Refresh แผนที่แบบอัตโนมัติ ทุกๆ กี่วินาที

ส่วนที่ 5 สำหรับตั้งช่วงเวลาที่ย่อการตอบกลับของที่หน้างาน (Site) หากเกินเวลาที่กำหนด SP(Supply Pillar) จะกลายเป็น สีเหลือง (Problem)

ส่วนที่ 6 สำหรับการตั้งการหน่วงเวลาก่อนการส่งคำสั่งต่างๆเพื่อเป็นการรอความพร้อมของโมเด็ม

ส่วนที่ 7 OK/Cancel ใช้สำหรับ ตกลงหรือ ยกเลิก การตั้งค่า



ภาพที่ 4.28 การตั้งค่าในโปรแกรมODBC

การเชื่อมต่อ Open Database Connectivity (ODBC) ดังแสดงภาพที่ 4.28

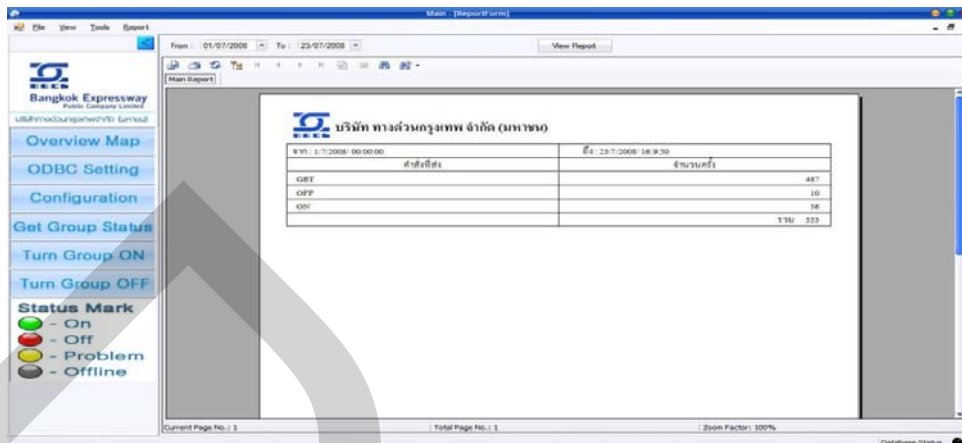
ส่วนที่ 1 ส่วนของการแสดงรายการ ODBC ทั้งหมดที่พบในเครื่องของผู้ใช้งาน

ส่วนที่ 2 ส่วนของการใส่ Username และ Password ในกรณีที่ต้องการเชื่อมต่อ ODBC นั้น ต้องการ Username และ Password ในการเชื่อมต่อ

ส่วนที่ 3 OK/Cancel ใช้สำหรับการ ยืนยันการใช้ ODBC ใหม่ หรือ ยกเลิกและกลับไปใช้ODBC เดิม

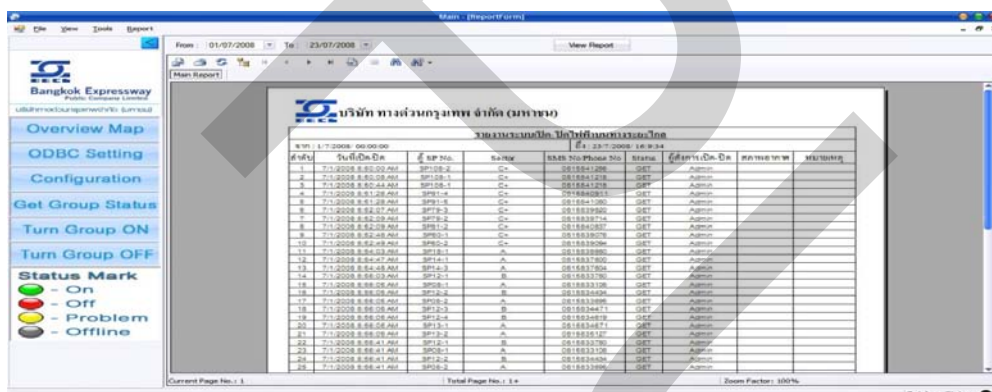
#### 4.7.4 รายงานหลัก (Master Report)

โปรแกรมที่ใช้ในการทำราย คือ Crystal Report เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับการพัฒนา รายงาน โดยการเชื่อมโยงเข้าไปยัง database และดึงข้อมูลออกมาทำเป็นรายงาน Crystal Report มีความสามารถค่อนข้างสูงมาก รองรับระบบ database ได้เกือบทุกประเภทก็ว่าได้ ไม่ว่าจะเป็น Oracle, MS SQL, MySQL หรือแม้กระทั่ง Access เป็นต้น Crystal Report ใช้สำหรับดูรายงานผลว่า SIM ที่อยู่ใน Modem นั้นมีการส่งคำสั่งอะไรไปเท่าไรแล้วบ้างโดยเลือกช่วงเวลาที่ต้องการ >> คลิก View Report เพื่อแสดงรายงาน ดังแสดงภาพที่ 4.27 และ 4.28



ภาพที่ 4.29 รายงานการทำงานเปิด-ปิดโดยพนักงาน

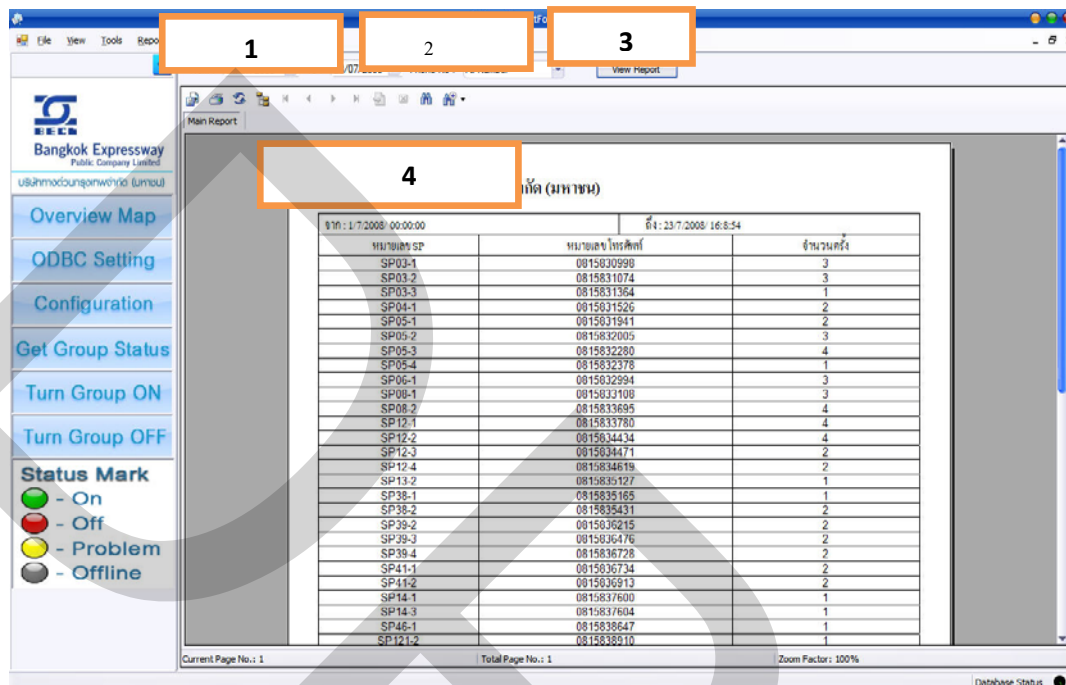
4.7.5 รายงานเหตุการณ์ต่างๆ (Events Report)



ภาพที่ 4.30 รายงานเหตุการณ์ต่างๆ

ใช้สำหรับดูรายงานว่ามีคำสั่งการอะไร โดยใคร และสาเหตุที่สั่งการ (สภาพอากาศ) โดยเลือกช่วงเวลา >> คลิก View Report เพื่อแสดงรายงาน ดังแสดงภาพที่ 4.30

#### 4.7.6 รายงานจุดโคมไฟ/ตู้ควบคุม (Sites Report)



ภาพที่ 4.31 รายงานโคมไฟฟ้าส่องสว่างแต่ละจุดของตู้ควบคุม

ใช้สำหรับดูรายงานการตอบกลับของแต่ละโคมไฟฟ้าส่องสว่างแต่ละจุดของตู้ควบคุมบนทางด่วนพิเศษ (Site) ซึ่งสามารถเลือกดูเฉพาะเบอร์ หรือ ดูทั้งหมดก็ได้ โดยเลือก ช่วงวันเวลาที่ต้องการจากนั้นจึงเลือกเบอร์ที่ต้องการใน Dropdown List >> คลิกที่ View Report เพื่อแสดงรายงานดังแสดงภาพที่ 4.29

ส่วนที่ 1 ส่วนในการเลือกช่วงวันที่ที่ต้องการจะดูรายงาน

ส่วนที่ 2 ส่วนในการเลือกหมายเลขโทรศัพท์ที่ติดตั้งซิมการ์ดที่โมเด็มหรือจุดโคมไฟตู้ควบคุม

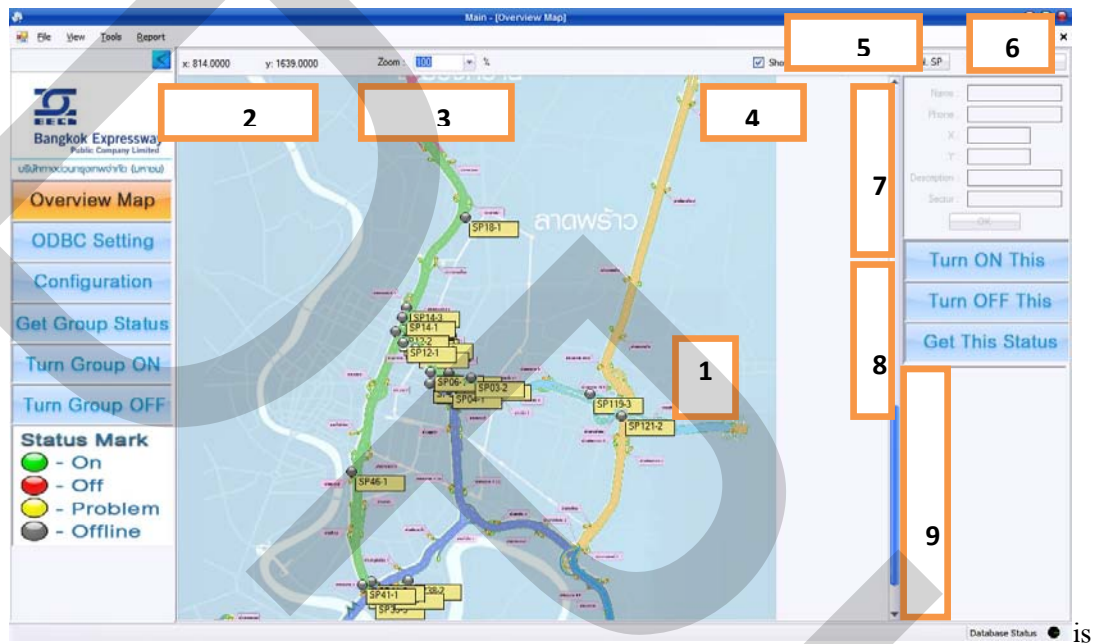
ส่วนที่ 3 ปุ่มสำหรับการสร้างรายงานหลังจากเลือกช่วงเวลาของจุดโคมไฟ/ตู้ควบคุม

ส่วนที่ 4 ส่วนของ Tools ของรายงานซึ่งสามารถ Export Print Zoom เปลี่ยนหน้ากระดาษ (กรณีมากกว่า 1 หน้า)



#### 4.7.7 การแสดงแผนที่ภาพรวมทั้งทางด่วนพิเศษ (Overview Map)

ดังแสดงภาพที่ 4.31 4.32 และ 4.33 สำหรับโปรแกรมภาพแผนที่บนทางด่วนใช้โปรแกรม Visual basic ในการกำหนดการเขียนกราฟิกหน้าจอโดยนำภาพจากแผนที่ถ่ายสแกนลงไป



ภาพที่ 4.32 แผนที่ภาพบนทางด่วนพิเศษ

ส่วนที่ 1 ของการแสดงผลแผนที่ สามารถควบคุมได้ 3 วิธี คลิกซ้ายสำหรับการ Zoom In หรือ ขยายแผนที่ คลิกขวาสำหรับการ Zoom Out หรือ ย่อแผนที่ คลิกเมาส์ค้างแล้วลากสำหรับการเลื่อนแผนที่ไปยังตำแหน่งต่างๆ

(สามารถใช้ Scroll Bar ได้เช่นกัน)

ส่วนที่ 2 ส่วนของการแสดงพิกัดของเมาส์บนแผนที่ทางด่วนพิเศษ

ส่วนที่ 3 ส่วนของการแสดงจำนวนเท่าของแผนที่ ณ ปัจจุบันหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ (%)

ส่วนที่ 4 ส่วนของการเลือกว่าต้องการให้แสดง โคมไฟฟ้าส่องสว่าง / ควบคุมไฟฟ้า ทุกๆ โคมไฟส่องสว่าง/ ควบคุมไฟฟ้า หรือไม่

ส่วนที่ 5 ส่วนของการ เพิ่ม หรือลบ โคมไฟฟ้าส่องสว่าง/ ควบคุมไฟฟ้าจากแผนที่

ส่วนที่ 6 ส่วนของการสั่ง Refresh แผนที่ซึ่งรวมถึงการตรวจสอบข้อความในซิมการ์ด (SIM) ด้วย



ส่วนที่ 7 ส่วนของการแสดงข้อมูลของโคมไฟฟ้าส่องสว่าง/ตู้ควบคุมไฟฟ้า ที่เลือกและสามารถแก้ไขและบันทึกลงฐานข้อมูลได้

ส่วนที่ 8 ส่วนของการควบคุม โคมไฟฟ้าส่องสว่าง/ตู้ควบคุมไฟฟ้าที่เลือกไม่ว่าจะเป็นการ เปิด-ปิด หรือ ตรวจสอบการรับสถานะ

ส่วนที่ 9 ส่วนแสดงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมดไม่ว่าจะเป็น การตรวจสอบข้อความ, ส่ง, ข้อความตอบกลับจาก โมเด็ม



ภาพที่ 4.33 การขยายภาพแผนที่เลือกขนาดของการขยายได้



ภาพที่ 4.34 ภาพรวมแผนที่ทางด่วนพิเศษ Checkbox “Show All SP”

#### 4.7.8 การเพิ่มโคมไฟฟ้ายส่องสว่าง/ ตู้ควบคุมไฟฟ้า (Supply Pillar) ลงบนแผนที่ทางด่วนพิเศษ

The image shows a dialog box titled "Add SP to Map". It has the following fields: Name, Phone, X, Y, Description, and Sector. Each field is followed by a text input box. At the bottom, there are two buttons: "OK" and "Cancel".

ภาพที่ 4.35 การเพิ่มโคมไฟฟ้ายส่องสว่างในระบบศูนย์ควบคุมของตู้ควบคุมไฟฟ้า

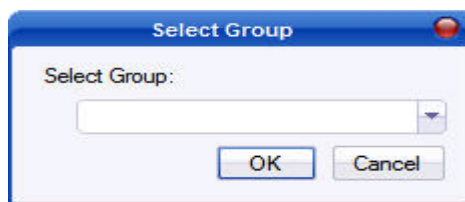
เมื่อผู้ใช้ที่มีสิทธิในการเพิ่มโคมไฟฟ้ายส่องสว่าง / ตู้ควบคุมไฟฟ้า คลิกที่ปุ่ม “Add SP” แล้วจะมีหน้าต่าง pop-up ขึ้นมาเพื่อให้กรอกข้อมูลของโคมไฟฟ้ายส่องสว่าง/ ตู้ควบคุมไฟฟ้าใหม่ลงไปซึ่งสามารถ อ้างอิง X, Y ได้จาก แผนที่ดังที่ได้อธิบายไว้ข้างต้น ดังแสดงภาพที่ 4.35

##### 4.7.8.1 การสั่งเปิดและปิด (ทั้งแบบเดี่ยว และ กลุ่ม)

The image shows a dialog box titled "หลอดไฟเปิด" (Light On). It has a dropdown menu labeled "สาเหตุ:" (Cause:). To the right of the dropdown is a green circular button with a white plus sign. At the bottom, there are two buttons: "OK" and "Cancel".

ภาพที่ 4.36 ระบบสามารถในการสั่งเปิด-ปิดแบบเดี่ยว

เมื่อผู้ใช้งานนั้นสั่งเปิด หรือ ปิด ไม่ว่าจะแบบเดี่ยวหรือแบบกลุ่มจะมีหน้าต่างขึ้นมาให้เลือกใส่สาเหตุที่สั่งการ และหากผู้ใช้นั้นมีสิทธิในการเพิ่มสาเหตุก็ จะสามารถกดปุ่ม + เพื่อใส่สาเหตุที่ไม่มีให้เลือกลงไปได้ซึ่งหากกด Cancel ก็จะได้ว่าเป็นการยกเลิกการสั่งการทันที ดังแสดงภาพที่ 4.35 และ 4.36



ภาพที่ 4.37 ระบบสามารถในการสั่งเปิด-ปิดแบบกลุ่ม

หลังจากที่เลือกสาเหตุแล้วก็จะมีหน้าต่างขึ้นมาให้เลือกกลุ่ม (ในกรณีที่สั่งเปิดแบบกลุ่ม) ซึ่งสามารถ เลือกสั่งการไปยังกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง หรือ สั่งการไปยังทุก โคมไฟฟ้าส่องสว่าง / ตู้ควบคุมไฟฟ้าบนแผนที่ได้ ซึ่งหากกด Cancel ก็จะเป็นการยกเลิกการสั่งการทำงาน

#### 4.7.9 Backup และ Clean Database

การทำงานเป็นระยะเวลานานก็อาจจะทำให้มีข้อมูลเข้าสู่ Database มากมายซึ่งทั้งนี้ Software ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลนั้นคือ SQL Express 2005 ซึ่งเป็น Software แบบ Free และมีข้อจำกัดคือสามารถเก็บ ข้อมูลได้สูงสุด 4 GB เท่านั้นฉะนั้นจึงมี Tool นี้ขึ้นมาอำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้งานการให้เข้าไปที่ Tool> Database Backupเมื่อคลิกบน Database Backup แล้วจะมี Dialog Box ขึ้นมาถามว่าต้องการจะ Backup และ Clean Database หรือไม่ หากเลือก Yes โปรแกรมก็จะทำการ Backup และ Clean Database ให้ซึ่งไฟล์ที่ Backup นั้นจะอยู่ที่ Folder ของโปรแกรมโดยมีรูปแบบชื่อไฟล์ดังนี้ “ปีเดือนวัน\_BECL.

### 4.8 วิเคราะห์ทดสอบการทำงานของโปรแกรม

4.8.1 สำหรับการส่งข้อมูลของเอสเอ็มเอส สำหรับการส่งข้อมูลแต่ละครั้งจะมีการเก็บข้อมูลการทำงาน

4.8.2 การใช้งานแต่ละครั้งพนักงานทุกคนที่ใช้งานต้องมีพาสเวิร์ดเพื่อจะได้รับทราบว่าพนักงานท่านใดที่ใช้งานในขณะนั้น

4.8.3 ในเบื้องต้นเก็บข้อมูลได้ 90 วันสามารถปรับเปลี่ยนแปลงการเก็บข้อมูลได้

4.8.4 แผนที่สามารถขยายดูได้และให้ ใหญ่ขึ้นได้ตามต้องการและสามารถเขียนขยายการติดตั้งระบบไฟฟ้าส่องสว่างได้ในอนาคต

4.8.5 สำหรับการสั่งการทำงานในเปิด -ปิดระบบไฟฟ้า ส่องสว่างออกแบบในการใช้งานในอนาคต เช่น การเปิดและปิดเป็นแบบกลุ่มและแบบเดี่ยวได้

4.8.6 สำหรับออกแบบโปรแกรมง่ายต่อการใช้งานของพนักงานทางด่วนพิเศษ

#### 4.9 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน ระยะเวลาคืนทุน และผลตอบแทนในการลงทุน

การลงทุนในการติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่างในทางด่วนพิเศษซึ่งต้องใช้งบประมาณในการปรับปรุงระบบสามารถแยกประเภทและการออกแบบแต่ละแบบดังนี้

สูตร

$$\text{จุดคุ้มทุน (บาท)} = \frac{\text{ต้นทุนคงที่}}{\text{อัตรากำไรส่วนเกิน}}$$

##### 4.9.1 วิเคราะห์งบประมาณการลงทุนระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

###### ระบบในปัจจุบัน

###### 1) ค่าน้ำมันในการวิ่งตรวจเส้นทาง

รถแต่ละคันจะวิ่งระยะทางประมาณ 150 กิโลเมตรต่อวัน โดยมีอัตราการใช้น้ำมันที่ 7.5 กิโลลิตร ดังนั้นใน 1 วันจะใช้น้ำมัน 20 ลิตร

ในปัจจุบันใช้รถ 2 คัน และประมาณการน้ำมันอยู่ที่ 29.00 บาทลิตร ดังนั้นค่าใช้จ่ายเรื่องน้ำมันต่อปีจะอยู่ที่ 20 ลิตรต่อคันต่อวัน \* 2 คัน \* 365 วัน \* 29\* บาท = 423,400บาท

###### 2) ค่าเงินเดือนพนักงาน

เงินเดือนพนักงานอยู่ที่ 15,000 บาทต่อคนในการตรวจสอบเส้นทางจะต้องใช้พนักงาน 4 คนดังนั้นค่าใช้จ่ายเรื่องเงินเดือนจะอยู่ที่ 15,000 บาทต่อคน\* 4 คน \* 12 เดือน = 72,000 บาท

###### 3) ค่าบำรุงรักษายานพาหนะ

ในแต่ละปี รถแต่ละคันต้องเสียค่าบำรุงรักษาประมาณ 95,000 บาท ดังนั้นรถที่ใช้จำนวน 2 คัน จะมีค่าใช้จ่ายด้านการบำรุงรักษาอยู่ที่ 95,000 บาทต่อคัน \* 2 คัน = 190,000 บาท

โดยสรุปงบประมาณของระบบปัจจุบันจะอยู่ที่ 423,400 บาท + 720,000 บาท + 190,000 บาท = 1,333,400 บาท

###### ระบบใหม่แบบที่ 1

การออกแบบโคมไฟฟ้าส่องสว่าง 1 อินพุทในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์จีเอสเอ็มโมดูลและไมโครคอนโทรลเลอร์โมดูล

###### 1) ค่าติดตั้งอุปกรณ์

บนทางพิเศษทั้งระบบมีไฟฟ้าแสงสว่าง 800 ต้น 1 โคม = 800 ชุดค่าติดตั้งอุปกรณ์โมเด็มจีเอสเอ็มและเพาเวอร์ซัพพลาย 24 โวลต์ 1 ชุด ที่ผู้ควบคุมไฟฟ้าชุดละ 16,500 บาท

โคมไฟฟ้าส่องสว่าง 800 ต้น \* ที่ผู้ควบคุมไฟฟ้าชุดละ 16,500 บาท = 13,200,000 บาท และเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนกลางและโมเด็มจีเอสเอ็ม = 50,000 บาท รวม = 13,250,000 บาท

## 2) ค่าบำรุงรักษาและค่าเหมาจ่าย

การค่าบำรุงรักษาอุปกรณ์โมเด็มจีเอสเอ็มและ เพาเวอร์ซัพ พลายประจำปี 800 ชุดค่าบำรุงรักษา 500 บาทต่อเดือน \* 12 เดือน = 4,800,000 บาทต่อปี

การเหมาจ่ายในการใช้ระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในการรับและส่งสัญญาณเอสเอ็มเอสค่าเหมาจ่าย 20,000 บาทต่อเดือน\* 12 เดือน = 240,000 บาทต่อปี

โดยสรุปค่างบประมาณของระบบใหม่แบบที่ 1 = 13,250,000 บาท + 4,800,000 บาท + 240,000 บาท = 18,090,000 บาท

### ระบบใหม่แบบที่ 2

การออกโคมไฟฟ้าส่งสว่าง 4 อินพุทในการควบคุมการทำงานของ อุปกรณ์จีเอสเอ็ม โมดูลและไมโครคอนโทรลเลอร์โมดูล

#### 1) ค่าติดตั้งอุปกรณ์

บนทางพิเศษทั้งระบบมีไฟฟ้าแสงสว่าง 800 ต้นหารด้วย 4 โคม = 200 ชุดค่าติดตั้งอุปกรณ์โมเด็มจีเอสเอ็มและเพาเวอร์ซัพพลาย 24 โวลต์ 1 ชุด ที่ผู้ควบคุมไฟฟ้าชุดละ 20,000 บาท

โคมไฟ 200\*20,000 ชุด = 4,000,000 บาทและคอมพิวเตอร์ส่วนกลางและโมเด็มจีเอสเอ็ม = 50,000 บาท = 4,050,000 บาท

#### 2) ค่าบำรุงรักษาและค่าเหมาจ่าย

การค่าบำรุงรักษาอุปกรณ์โมเด็มจีเอสเอ็มและ เพาเวอร์ซัพ พลายประจำปี 200 ชุดค่าบำรุงรักษา 500 บาทต่อเดือน\*12 เดือน = 1,200,000 บาทต่อปี

การเหมาจ่ายในการใช้ระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในการรับและส่งสัญญาณเอสเอ็มเอสค่าเหมาจ่าย 10,000 บาทต่อเดือน\* 12 เดือน = 120,000 บาทต่อปี

โดยสรุปค่างบประมาณของระบบใหม่แบบที่ 2 = 4,050,000 บาท + 1,200,000 บาท + 120,000 บาท รวม = 5,370,000 บาท

### ระบบใหม่แบบที่ 3

การออกแบบโคมไฟฟ้าส่งสว่าง 8 อินพุทในการควบคุมการทำงานของ อุปกรณ์จีเอสเอ็ม โมดูลและไมโครคอนโทรลเลอร์โมดูล

#### 1) ค่าติดตั้งอุปกรณ์

บนทางพิเศษทั้งระบบมีไฟฟ้าแสงสว่าง 800 ต้นหารด้วย 8 โคม = 100 ชุดค่าติดตั้งอุปกรณ์โมเด็มจีเอสเอ็มและเพาเวอร์ซัพพลาย 24 โวลต์ 1 ชุด ที่ผู้ควบคุมไฟฟ้าชุดละ 22,000 บาท

โคมไฟฟ้าส่งสว่าง 100\*22,000 ชุด = 2,200,000 บาท และคอมพิวเตอร์ส่วนกลางและโมเด็มจีเอสเอ็ม = 50,000 บาท รวม = 2,250,000 บาท

## 2) ค่าบำรุงรักษาและค่าเหมาจ่าย

การค่าบำรุง รักษาอุปกรณ์โมเต็มจีเอสเอ็มและ เพาเวอร์ซัพ พลายประจำปี 100 ชุด ค่าบำรุงรักษา 500 บาทต่อเดือน\*12 เดือน = 600,000 บาทต่อปี

การเหมาจ่ายในการใช้ระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในการรับและส่งสัญญาณเอสเอ็มเอสค่าเหมาจ่าย 5,000 บาทต่อเดือน\* 12 เดือน = 60,000 บาทต่อปี

โดยสรุปค่างบประมาณของระบบใหม่แบบที่ 3 = 2,250,000 บาท + 600,000 บาท + 60,000 บาท = 2,910,000 บาท

## 4.10 สรุปการวิเคราะห์งบประมาณการลงทุน

ตาราง 4.3 วิเคราะห์งบประมาณการลงทุน

ระบบ	ค่า น้ำมัน/ ปี	ค่า บำรุงรักษา พาหนะ/ปี	เงินเดือน พนักงาน/ ปี	ค่า ดำเนินการ/ ปี	ค่าลงทุน อุปกรณ์	รวม	ระยะเวลา คืนทุน/ปี
ปัจจุบัน	423,400	190,00	720,000	-	-	1,333,400	-
ระบบใหม่ แบบที่1	-	-	-	5,040,000	3,050,000	18,090,000	-3.5 ปี
ระบบใหม่ แบบที่2	-	-	-	1,320,000	4,050,000	5,370,000	302 ปี
ระบบใหม่ แบบที่3	-	-	-	660,000	2,250,000	2,910,000	3.3 ปี

$$\text{สูตร} \quad \text{จุดคุ้มทุน (บาท)} = \frac{\text{ต้นทุนคงที่}}{\text{อัตรากำไรส่วนเกิน}}$$

ระบบใหม่แบบที่ 1 ต่อ 1 ชุดระบบควบคุมโคมไฟส่องสว่าง

$$\begin{aligned} \text{จุดคุ้มทุน (บาท)} &= \frac{13,050,000 \text{ บาท}}{1,333,400 \text{ บาท} - 5,040,000 \text{ บาท}} \\ &= \frac{13,050,000 \text{ บาท}}{3,706,600 \text{ บาท}} \\ &= - 3.5 \text{ ปี} \end{aligned}$$

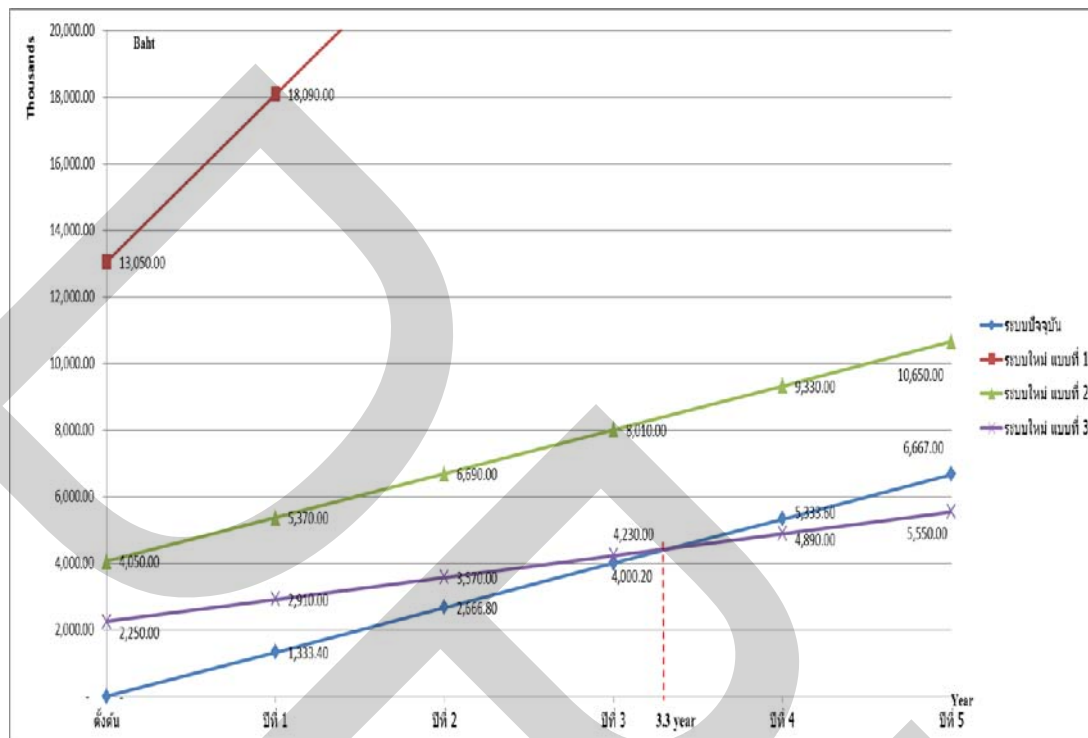
ระบบใหม่แบบที่ 2 ต่อ 4 ชุดระบบควบคุมไฟส่องสว่าง

$$\begin{aligned} \text{จุดคุ้มทุน (บาท)} &= \frac{4,050,000 \text{ บาท}}{1,333,400 \text{ บาท} - 1,320,000 \text{ บาท}} \\ &= \frac{4,050,000 \text{ บาท}}{13,400 \text{ บาท}} \\ &= 302.2 \text{ ปี} \end{aligned}$$

ระบบใหม่แบบที่ 3 ต่อ 8 ชุดระบบควบคุมไฟส่องสว่าง

$$\begin{aligned} \text{จุดคุ้มทุน (บาท)} &= \frac{2,250,000 \text{ บาท}}{1,333,400 \text{ บาท} - 660,000 \text{ บาท}} \\ &= \frac{2,250,000 \text{ บาท}}{673,400 \text{ บาท}} \\ &= 3.3 \text{ ปี} \end{aligned}$$

#### 4.11 กราฟแสดงงบประมาณการลงทุนและค่าดำเนินการระบบใหม่ทั้ง 3 แบบ



ภาพที่ 4.38 กราฟงบค่าลงทุนและค่าดำเนินการ

สรุปจากกราฟงบค่าลงทุนและค่าดำเนินการ ระบบใหม่แบบที่ 3 ต่อ 8 ชุดระบบควบคุมไฟฟ้าส่องสว่างจะมีจุดคุ้มทุนที่ 3.3 ปี แบบที่ 3 แบบที่มีจุดคุ้มทุนดีที่สุดและสามารถแบ่งเฟสการลงทุนได้



## บทที่ 5

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มุ่งหมายเพื่อ วัตถุประสงค์การออกแบบและการพัฒนา เซนเซอร์โฟโตรีโอดทำงานร่วมกับเซนเซอร์สวิต ตรวจจับแสงสำหรับการ ควบคุมการทำงานโคมไฟส่องสว่าง และโปรแกรมควบคุมการทำงาน

สั่งงานด้วยเอสเอ็มเอสเพื่อสำหรับการนำอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ มาประยุกต์ให้เหมาะกับการใช้งานให้เกิดความคงทนต่ออุณหภูมิและการบำรุงรักษาจ่ายอุปกรณ์ราคาไม่แพง หาซื้อได้ตามท้องตลาดทั่วไปในประเทศ

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการทดสอบการใช้เซนเซอร์โฟโตรีโอดทำงานร่วมกับเซนเซอร์สวิตตรวจจับแสงและการทำงานของโปรแกรมในการเก็บข้อมูลและการแจ้งเตือนเป็นไปตามความต้องการของผู้วิจัยในการออกแบบให้สามารถตอบสนองความต้องการในการทำงาน ของงานวิจัยที่มีชื่อว่าการปรับปรุงระบบควบคุมและตรวจสอบการทำงานไฟส่องสว่างบนทางด่วน เมื่อเซนเซอร์สวิตตรวจจับแสงเกิดการ ทำงานข้อผิดพลาดในระบบสามารถตรวจสอบและแจ้งเตือนจากด้วยคอมพิวเตอร์ รับรู้การทำงานสามารถสั่งควบคุมการทำงานที่ศูนย์ควบคุมได้

##### 5.1.1 สรุปผลการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์จีเอสเอ็มโมเด็ม

การติดตั้งอุปกรณ์และการใช้งานทำให้รับรู้เรื่องอุณหภูมิในตู้ควบคุมไฟฟ้าช่วงเวลาตั้ง 12.00น.-14.30น.มีอุณหภูมิถึง 40-70 องศาเซลเซียสทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์มีปัญหาเกี่ยวกับความร้อนภายในตู้ควบคุมจึงได้ทำ การติดตั้งพัดลมดูดอากาศ ในการช่วยระบายอากาศทำให้ลด ปัญหาความร้อนและช่วยยืดอายุการใช้ของอุปกรณ์

##### 5.1.2 สรุปผลการทดสอบการใช้งานเซนเซอร์โฟโตรีโอด

การติดตั้งบอร์ดเซนเซอร์โฟโตรีโอดในตัวโคมไฟส่องสว่างสำหรับการเจาะตัวโคมไฟเพื่อให้แสงสว่างลอดผ่านช่อง สำหรับการรับสัญญาณ การตรวจสอบการหลอด เซนเซอร์โฟโตรีโอดที่ติดตั้งไม่มีปัญหาเรื่องความร้อนระยะ การรับแสง ไม่เกิดปัญหา ขัดข้องในการรับ -ส่งสัญญาณ

### 5.1.3 สรุปผลการทดสอบการทำงานระบบเครือข่ายจีเอสเอ็ม

การทดสอบการทำงานของระบบจีเอสเอ็มในการรับ -ส่งสัญญาณเอสเอ็มเอสไม่พบข้อผิดพลาดของการรับ-ส่ง

### 5.1.4 สรุปวัตถุประสงค์ในการออกแบบ

การออกแบบและประยุกต์การใช้งาน เช่น เซอร์โพลีไดโอดใช้งานร่วมกับเซนเซอร์ สวิตช์รับแสงสามารถรับ-ส่งข้อมูลของเอสเอ็มเอสกลับมาที่ ศูนย์ควบคุม และไม่พบปัญหาการส่งสัญญาณผิดพลาด

### 5.1.5 สรุปผลการทำงานของโปรแกรมที่เขียนด้วย VB, SQL Express 2005

การทำงานของโปรแกรมแสดงแผนที่ บนทางด่วนพิเศษ การบันทึกผลในการรับ -ส่งข้อมูลต่างๆและการเก็บข้อมูลไม่พบข้อผิดพลาดของระบบการทำงานโดยรวม

## 5.2 อภิปรายผล

5.2.1 การนำอุปกรณ์มาใช้งานต้องคำนึงถึงความสามารถที่ทนต่ออุณหภูมิเนื่องจากต้องติดตั้งที่ผู้ควบคุม การออกแบบอุปกรณ์ระหว่างอุปกรณ์ จีเอสเอ็มโมดูลและตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะต้องมีความเหมาะสมเนื่องจากมีพื้นที่จำกัด

5.2.2 การออกแบบตัวเซ็นเซอร์โพลีไดโอด ต้องให้เหมาะสม เนื่องจากติดตั้งที่ตัวโคมไฟฟ้าและมีพื้นที่จำกัดอุปกรณ์ต้องมีขนาดเล็กและเพื่อลดความยุ่งยากในการใช้พื้นที่

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการติดตั้งระบบไฟฟ้าส่องสว่างเพื่อต้องการประหยัดงานค่าใช้จ่ายการลงทุนและงบดำเนินการ การออกแบบในเรื่องโคมไฟฟ้าส่องสว่างจึงเลือกแบบที่ 3 ใช้อินพุทแบบ 8 โคมระยะการคืนทุนจะเร็วขึ้นในระยะเวลา 3.3 ปี และสามารถแบ่งเฟสการติดตั้งได้

ด

ร

บรรณานุกรม

ร

## บรรณานุกรม

### ภาษาไทย

#### บทความ

สุทิสรา จริยานุวัฒน์, ชีรเดช เขมะธีรรัตน์, วิศิษฐ์ โชติอุทขยงกูร. (2552). “การประยุกต์ใช้ google API ส่ง sms ผ่านระบบแจ้งซ่อมครุภัณฑ์ : กรณีศึกษา งานเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.” วารสารวิทยบริการ ปีที่ 20 ฉบับที่ 3 กันยายน-ธันวาคม 2552. หน้า 106-114.

#### รายงานการวิจัย

สรกฤษฎ์ สิริปรีดากุล, พิมพ์ลักษณ์ จิรกุลกนก (2551). การพัฒนาระบบควบคุมไฟฟ้าโดยใช้ Zigbee ประเภท หัวข้อพิเศษ Mobile application. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

#### สารนิพนธ์

ธนวินท์ ทิพย์ธาราโลย (2553). ระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเทคโนโลยีเว็บ สารนิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.

#### สารสนเทศจากสื่ออิเล็กทรอนิกส์

นิติพล คำภูเวียง (6 กันยายน 2550). สืบค้นเมื่อวันที่ 10 มีนาคม 2552.

จาก <http://www.nno.moph.go.th/downloads/4840089>.

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) กระทรวงคมนาคม. (4 มกราคม 2548).  
 โครงการศึกษาจัดทำระบบมาตรฐานความปลอดภัยด้านการจราจรและขนส่งระยะที่ 2.  
 สืบค้นเมื่อวันที่ 3 มีนาคม 2552. จาก [http// www.otp.go.th](http://www.otp.go.th)

### ภาษาต่างประเทศ

#### REPORT

John M. Tobias. P.E, Charles L. Wakefield, Larry W Strother, Vladislav Mazur, Ph.D. and  
 Group. (June 2001). **The Basis of Conventional Lightning Protection Technology.**  
 The Federal Interagency Lightning Protection User Group.

#### ARTICLE

R. Faranda, S. Guzzetti and S. Leva. (2004). "Design and Technology for Efficient Lighting."  
**Paths to Sustainable Energy.** p 597-620.

#### DISSERTATIONS

Dhiraj S. Bhojane ,Saurabh R. Chaudhari. (2012). **power line communication.**  
 Engineering and Technology, Amravati, India.  
 Reinhard Mullner and Andreas Riener. (2011 ). **An energy efficient pedestrian aware Smart  
 Street Lighting system. Institute for Pervasive Computing,** Johannes Kepler  
 University. Linz, Linz, Austria.

#### ELECTRONIC SOURCES

An energy efficient pedestrian aware Smart Street Lighting system. (2008, November 4).  
 Retrieved July 13, 2010. from <http://www.emeraldinsight.com/1742-7371.ht>

Beijing China. (2007, June 20). Intelligent Road Lighting Presentation at CIE Session 2007.

Retrieved January 9, 2011. from [http://www.intelligent road lighting .be](http://www.intelligentroadlighting.be)

Black Sea Regional Energy Centre8, Triaditza Str. 1040 Sofia, Bulgaria. (2007, July 16).

Intelligent Road and Street Lighting in Europe (E-Street) Retrieved October 21, 2010.

from [http://www. Lighting in Europe.com](http://www.LightinginEurope.com)

David Cohen, California Eastern Laboratories. (2009, October 8) . zigbee helps light the future.

Retrieved December 28, 2010. from <http://www.zigbee.be>

D. Vanhoenacker-Janvier (2006, April 1). Microwave Laboratory, UCL GSM System. Retrieved .

October 5, 2010. from <http://www.uclgsm.com>

Engineering e-Transaction. (2009, March 23). Design and fabrication of automatic street light.

control system. Retrieved June 24, 2010. from [http://www. ejum.fsktm.um.edu.my](http://www.ejum.fsktm.um.edu.my)

KamronHyodhyad and KornSupanaroj.(2009, July 3). Energy Saving Project for Street Lighting.

of Provincial Electricity Authority (PEA). Retrieved January 9, 2011.

from <http://www.energy.com>

Korea ElectrotechnologyResearch Institute .(2009, September 28).Development of zigbee.

based Street Light Control System.Retrieved January 23, 2011. from <http://www>

[elecrotechnology.com](http://www.elecrotechnology.com)

Martin Schlte-Hobein Field Application Engineer, EMEA-DigiInternational. (2010, January 10)

Intelligent Street lighting management usingzigbee.Retrieved January 5, 2011. from

[http://www.zigbee application.com](http://www.zigbeeapplication.com)

Remote monitoring and control of StreetLighting . (2008, February 2).

Retrieved May 15, 2010. from <http://www.syspeo.be>

Wireless CPU® Q24 Series Product Technical Specification.(2007, February21).

Retrieved July 26, 2010. from [http:// www.unitronic.de](http://www.unitronic.de)

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล

อุทัย ศรีพันธ์

ประวัติการศึกษา

วศ.บ (ไฟฟ้า-สื่อสาร) มหาวิทยาลัยเซนต์จอห์น  
ปีการศึกษา 2549

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

วิศวกร 6 บริษัท ทางด่วนกรุงเทพ (มหาชน)  
238/7 อโศก-ดินแดง แขวงบางกะปิ  
เขต ห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10310