CONTRIBUTION

"ระบบเฝ้าดูและควบคุมค่า pH และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำของบ่อบำบัดน้ำเสียระยะไกล"

(Remote Monitoring and Controlling System for pH and DO Level in Waste Water)

นายวิศิษศักดิ์ เสงี่ยมศักดิ์ B3600962

นายเดชา กิจเพ็ชรณี B3603536

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปีการศึกษา 2539

ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ใบรับรองโครงการทางวิศวกรรม

สำนักวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เรื่อง ระบบเฝ้าดูและควบคุมค่า pH และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

โดย นายเดชา กิจเพ็ชรณี

นายวิศิษศักดิ์ เสงี่ยมศักดิ์

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

_____คณบดี

วันที่ เดือน พ.ศ.2540

คณะกรรมการสอบ

_____ประธานกรรมการ

(รศ.ดร.สราวุฒิ สุจิตจร)

_____กรรมการ

(อ. พิชโยทัย มหัทธนาภิวัฒน์)

_____กรรมการ

(อ. มานพ รุจิภากร)

_____กรรมการ

(อ. รังสรรค์ วงศ์สรรค์)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

โครงงาน	ระบบเฝ้าดูและควบคุมค่า pH และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำของบ่อบำบัดน้ำเสียระยะไกล
ผู้ดำเนินงาน	1. นายเดชา กิจเพ็ชรณี 2. นายวิศิษศักดิ์ เสงี่ยมศักดิ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์รังสรรค์ วงศ์สรรค์
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาคการศึกษาที่	2 / 2539

บทคัดย่อ

โครงงานประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ ส่วนควบคุม ส่วนแสดงผล และส่วนโปรแกรมควบคุม ในระบบจริงส่วนควบคุมจะมีหน้าที่อ่านข้อมูลค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าของปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) จากตัวตรวจจับสัญญาณ ในระบบที่พัฒนาขึ้นใช้การสร้างข้อมูลเทียมจากวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เป็นข้อมูลขนาด 8 บิต โดยสมมุติว่าได้มาจากบ่อบำบัดน้ำเสียจำนวน 24 บ่อ ข้อมูลดังกล่าวได้รับการนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลอ้างอิงที่อยู่ในหน่วยความจำ เพื่อให้ทราบว่าในขณะนั้นระดับความเป็นกรด-ด่างของน้ำและปริมาณออกซิเจนมีค่าสูงหรือต่ำกว่าปกติ ซึ่งหากไม่อยู่ในระดับปกติ ส่วนควบคุมก็จะส่งสัญญาณควบคุม ผ่านส่วนขับสัญญาณควบคุมไปยังส่วนสั่งงานสวิตช์ควบคุมเครื่องเติมสารปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ หรือเครื่องเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำ ให้ทำงานได้โดยอัตโนมัติ

สำหรับในส่วนแสดงผลจะทำหน้าที่แสดงสภาวะของระดับความเป็นกรด-ด่างของน้ำ และระดับออกซิเจนบนจอภาพคอมพิวเตอร์ และทำหน้าที่ส่งค่าระดับข้อมูลอ้างอิงไปให้แก่ส่วนควบคุมเพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับเปรียบเทียบสถานะของบ่อบำบัดน้ำเสีย ซึ่งการรับส่งข้อมูลระหว่างส่วนควบคุมและส่วนแสดงผลนี้จะทำงานผ่านระบบ FSK โมเด็มที่มีความเร็วในการส่งข้อมูล 300 บิตต่อวินาที โดยส่วนของโปรแกรมควบคุมส่วนควบคุมและส่วนแสดงผล ใช้โปรแกรมภาษาแอสแซมบลี้ MCS-51 และโปรแกรม Microsoft Visual Basic 4.0 ตามลำดับ โปรแกรมสามารถบันทึกข้อมูล และพิมพ์ข้อมูลเป็นรายงานออกทางเครื่องพิมพ์ได้

ลิขสิทธิ์เป็นของสำนักวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี พ.ศ. 2539

Project : Remote Monitoring and Controlling System for pH and DO level in Waste Water

Written by : 1. Mr. Decha Kitpetnee

2. Mr. Wisitsak Sa-Niamsak

Supervisor : Mr. Rangsan Wongsan

School of: Telecommunication Engineering

Trimester: 2 / 1996

Abstract

This project composes of 3 parts namely controller, display unit, and control software. In an actual system, sensors must be used to read pH and dissolves oxygen (DO) levels in waste water. In the developed system, such information is simulated by using some electronics circuits. The simulated signals imitate data available from 24 waste-water reservoirs. These signals are compared with the reference ones stored in memory of the controller. The results are used for driving the devices to automatically adjust the pH and the DO levels according to "high-low" logic.

The display unit using the monitor of a PC shows the levels of pH and DO as well as sends the reference signals to the controller for a comparison purpose. The data communication between the controller and the display utilizes a FSK modem the baud rate of which is 300. The control software and the display software are developed under the MCS-51 assembly language and Microsoft Visual Basic 4.0, respectively. The program is able to record data and issue a report via an available printer.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

COPYRIGHT RESERVED TO SURANAREE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, 1996

กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาของท่านอาจารย์รังสรรค์ วงศ์สรรค์ ที่ให้คำแนะนำและปรึกษาตลอดมา อีกทั้งรองศาสตราจารย์ ดร.สราวุฒิ สุจิตจร ที่ให้คำปรึกษาทางด้านการจัดรูปแบบรายงาน ซึ่งคณะผู้จัดทำขอกราบขอบคุณในความกรุณาของท่านเป็นอย่างสูง

นอกจากนี้ คณะผู้จัดทำยังได้รับความอนุเคราะห์จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุยุชน์ สัตยประกอบ ที่กรุณาให้ยืมอุปกรณ์เครื่องมือบางส่วนในการศึกษา และแนะนำชื่อหัวข้อรายงานที่เหมาะสมเป็นภาษาอังกฤษให้ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ ที่ให้คำปรึกษาและให้ยืมหนังสือเกี่ยวกับอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ รวมทั้งห้องสมุดที่เป็นแหล่งความรู้ให้ผู้จัดทำได้ค้นคว้าหาความรู้

คณะผู้จัดทำขอระลึกถึงพระคุณของคุณพ่อและคุณแม่ที่ให้การสนับสนุนด้านการเรียนด้วยดีมาตลอด และขอขอบคุณ พี่ๆ น้องๆ เพื่อนๆ รวมทั้งผู้ใกล้ชิดทุกท่าน ที่คอยเป็นกำลังใจในการทำรายงานฉบับนี้มาโดยตลอดจนเสร็จสมบูรณ์

คณะผู้จัดทำ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญภาพ	ช
สารบัญตาราง	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ปัญหาที่มาของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 การออกแบบระบบ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 ส่วนควบคุม	4
2.3 ส่วนรับข้อมูล	6
2.4 ส่วนขับสัญญาณควบคุม	9
2.5 ส่วนอ่านข้อมูลจากตัวตรวจจับสัญญาณ	12
2.6 ส่วนสั่งงานสวิตช์ควบคุม	13
2.7 ส่วนแสดงผล	14
2.8 สรุป	19
บทที่ 3 การออกแบบโปรแกรมควบคุม	20
3.1 กล่าวนำ	20
3.2 โปรแกรมส่วนควบคุม	20
3.3 โปรแกรมส่วนแสดงผล	28
3.4 สรุป	43
บทที่ 4 การทดลองและทดสอบอุปกรณ์	44
4.1 กล่าวนำ	44
4.2 การทดลองและทดสอบส่วนรับ	44
4.3 การทดลองและทดสอบส่วนขับข้อมูลควบคุม	45

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หน้า

4.4 การทดสอบส่วนโมเด็ม 47
4.5 การทดลองและทดสอบระบบทั้งหมด 49
4.6 สรุป 50

บทที่ 5 บทสรุป 51
5.1 ข้อสรุปด้านงานที่พัฒนาขึ้นจากโครงงาน 51
5.2 ปัญหาที่พบ และแนวทางการแก้ไข 52
5.3 ผลที่ได้รับจากโครงงาน 53

บรรณานุกรม 54
ภาคผนวก ก. โปรแกรมส่วนควบคุม 55
ภาคผนวก ข. โปรแกรมส่วนแสดงผล 69
ภาคผนวก ค. การติดตั้งโปรแกรมส่วนแสดงผล 127
ภาคผนวก ง. Data Sheet 135
ประวัติผู้เขียน 152

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 2.1	โครงสร้างโดยรวมของระบบ	3
ภาพที่ 2.2	แผนภาพบล็อกแทนองค์ประกอบหลักของระบบทั้งหมดโดยรวม	5
ภาพที่ 2.3	แผนภาพการทำงานของส่วนรับข้อมูล	7
ภาพที่ 2.4	วงจรใช้งานจริงของส่วนรับข้อมูล	8
ภาพที่ 2.5	สัญญาณที่ใช้ในการเชื่อมต่อที่ขั้วต่อ ของส่วนรับข้อมูลและส่วนขับสัญญาณควบคุม แต่ละชุด	9
ภาพที่ 2.6	แผนภาพการทำงานของส่วนขับสัญญาณควบคุม	10
ภาพที่ 2.7	วงจรใช้งานจริงของส่วนขับสัญญาณควบคุม	11
ภาพที่ 2.8	วงจรใช้งานจริงของส่วนอ่านข้อมูลจากตัวตรวจจับสัญญาณ	12
ภาพที่ 2.9	วงจรใช้งานจริงของส่วนสั่งงานสวิตช์ควบคุม	13
ภาพที่ 2.10	แผนภาพการทำงานของโมเด็มด้านส่ง	15
ภาพที่ 2.11	แผนภาพการทำงานของโมเด็มด้านรับ	15
ภาพที่ 2.12	ภาพสัญญาณของระบบ Frequency Shift Keying (FSK)	16
ภาพที่ 2.13	วงจรใช้งานจริงของโมเด็มด้านส่ง	17
ภาพที่ 2.14	วงจรใช้งานจริงของโมเด็มด้านรับ	18
ภาพที่ 3.1	รูปแบบการรับข้อมูลของส่วนควบคุม จากส่วนรับข้อมูลและส่วนอ่านข้อมูลจากตัวตรวจจับสัญญาณ	20
ภาพที่ 3.2	การจัดเรียงข้อมูลค่า pH และค่า DO ทั้ง 24 บ่อในหน่วยความจำ	21
ภาพที่ 3.3	แผนภูมิแสดงการทำงานของโปรแกรมรับข้อมูลจากส่วนรับข้อมูล และส่วนอ่านข้อมูลจากตัวตรวจจับสัญญาณ ให้การเรียงข้อมูลแบบอนุกรมให้เป็นข้อมูลแบบขนาน	22
ภาพที่ 3.4	การจัดเรียงหน่วยความจำเก็บค่าอ้างอิง ที่ใช้สำหรับนำไปใช้ตรวจสอบสถานะของค่า pH และ DO ของบ่อบำบัดน้ำเสียแต่ละบ่อ	23
ภาพที่ 3.5	แผนภูมิแสดงการทำงานของโปรแกรมการตัดสินใจ สำหรับตรวจสอบหาสถานะของค่า pH และ DO ว่ามีค่าสูงกว่าค่าอ้างอิง หรือต่ำกว่าค่าอ้างอิง หรือไม่	24
ภาพที่ 3.6	แผนภูมิแสดงการทำงานของโปรแกรมสร้างสัญญาณควบคุม ที่ใช้สำหรับส่งสัญญาณควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องปรับ pH และเครื่องเติมอากาศ ให้ทำงานตามสถานะของค่า pH และ DO ที่ตรวจสอบมาได้	25
ภาพที่ 3.7	แผนภูมิแสดงการทำงานของโปรแกรมให้บริการอินเตอร์รัพท์ เมื่อมีการอินเตอรัพท์ทางพอร์อนุกรมของส่วนควบคุม ขณะส่วนแสดงผลส่งข้อมูลมายังส่วนควบคุม	26
ภาพที่ 3.8	รูปแบบเฟรมข้อมูลของค่า pH DO และสถานะ สำหรับส่งไปยังส่วนแสดงผล	26
ภาพที่ 3.9	แผนภูมิแสดงการทำงานของโปรแกรมหลักของโปรแกรมส่วนแสดงผล	28

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หน้า

ภาพที่ 3.10 จอภาพหลักของโปรแกรมส่วนแสดงผล 29
ภาพที่ 3.11 รูปแบบเฟรมขอข้อมูล ที่ส่วนแสดงผลส่งไปยังส่วนควบคุม ซึ่งใช้ในการขอข้อมูล ของค่า pH และ DO จากส่วนควบคุม เพื่อนำมาแสดงบนจอภาพ 30
ภาพที่ 3.12 รูปแบบเฟรมระดับข้อมูลอ้างอิง ที่ส่วนแสดงผลส่งไปยังส่วนควบคุม เพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับการตรวจสอบสถานะของค่า pH และ DO 31
ภาพที่ 3.13 รูปแบบเฟรมตอบรับ ที่ส่วนควบคุมส่งไปยังส่วนแสดงผล เพื่อแจ้งส่วนแสดงผล ว่าส่วนควบคุมได้รับเฟรมระดับข้อมูลอ้างอิงเรียบร้อยแล้ว 31
ภาพที่ 3.14 รูปแบบเฟรมไม่ตอบรับ ที่ส่วนควบคุมส่งไปยังส่วนแสดงผล เพื่อแจ้งส่วนแสดงผล ว่ามีข้อผิดพลาดในเฟรมระดับข้อมูลอ้างอิง ให้ทำการส่งเฟรมซ้ำอีกครั้ง 32
ภาพที่ 3.15 เมนูหลักสำหรับเรียกโปรแกรมย่อย 32
ภาพที่ 3.16 แผนภูมิแสดงการทำงานของโปรแกรมย่อยกำหนดค่าของระบบ 33
ภาพที่ 3.17 จอภาพโปรแกรมย่อยสำหรับกำหนดค่าพารามิเตอร์ของระบบ ได้แก่ หมายเลขพอร์ต ความถี่ในการขอข้อมูล และช่วงเวลาในการทำงานขอข้อมูล 34
ภาพที่ 3.18 แผนภูมิแสดงการทำงานโปรแกรมย่อยสำหรับกำหนดค่า pH และ DO อ้างอิง 35
ภาพที่ 3.19 จอภาพโปรแกรมย่อยสำหรับกำหนดค่า pH และ DO อ้างอิง 36
ภาพที่ 3.20 แผนภูมิแสดงการทำงานของโปรแกรมย่อยสำหรับสร้างรายงาน 37
ภาพที่ 3.21 จอภาพสำหรับเลือกวัน เวลาของข้อมูลที่ต้องการ 38
ภาพที่ 3.22 จอภาพสำหรับเลือกข้อมูลที่ต้องการ 38
ภาพที่ 3.23 จอภาพแสดงรายงาน 39
ภาพที่ 3.24 ตัวอย่างรายงานที่พิมพ์ออกมา 40
ภาพที่ 3.25 โปรแกรมย่อยพิเศษอื่นๆ ภายในเมนู “จอภาพ” 41
ภาพที่ 3.26 การจัดหน้าจอ ของคำสั่งจัดหน้าจอ 42
ภาพที่ 3.27 จอภาพแสดงการรับ-ส่งข้อมูลระหว่างส่วนควบคุม และส่วนแสดงผล 42
ภาพที่ 3.28 จอภาพของข้อมูลเกี่ยวกับโครงงาน 43
ภาพที่ 4.1 ผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์เพื่อทำการทดสอบส่วนรับข้อมูล 44
ภาพที่ 4.2 ผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์เพื่อทำการทดสอบส่วนขับข้อมูล 45
ภาพที่ 4.3 ผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์เพื่อทำการทดสอบโปรแกรมที่ใช้ในการตัดสินใจสั่งงาน 46
ภาพที่ 4.4 ผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์เพื่อทำการทดสอบส่วนโมเด็ม 47
ภาพที่ 4.5 ลักษณะของสัญญาณแบบ FSK ที่ได้จากการวัด ในขณะที่ป้อนสถานะ “ 1 “ 48
ภาพที่ 4.6 ลักษณะของสัญญาณแบบ FSK ที่ได้จากการวัด ในขณะที่ป้อนสถานะ “ 0 “ 48
ภาพที่ 4.7 ผังแสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์เพื่อทดสอบระบบทั้งหมด 49
ภาพที่ ค-1 จอภาพโปรแกรม Windows Explorer เมื่อเปิดไดร์ฟ A: จะพบกับโปรแกรมติดตั้งที่ชื่อ Setup.exe 128

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หน้า

ภาพที่ ค-2 จอภาพแสดงการเข้าสู่โปรแกรมติดตั้ง 129
ภาพที่ ค-3 จอภาพกำหนดชื่อ Directory ที่ต้องการ แล้วกดภาพคอมพิวเตอร์เพื่อทำการติดตั้ง 130
ภาพที่ ค-4 จอภาพโปรแกรมการใส่แผ่นติดตั้งที่ชื่อ 'pH and DO Controller, Disk 2' เพื่อทำการติดตั้งต่อ 131
ภาพที่ ค-5 โปรแกรมติดตั้งต้องการให้ใส่แผ่นติดตั้งที่ชื่อ 'pH and DO Controller, Disk 3' เพื่อทำการติดตั้งต่อ 132
ภาพที่ ค-6 จอภาพแสดงการติดตั้งเสร็จสิ้นโดยสมบูรณ์ 133
ภาพที่ ค-7 จอภาพแสดงไอค่อนของโปรแกรม Main ซึ่งปรากฏใน Task Bar 134

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 รหัสสถานะการทำงานของเครื่องเพิ่มหรือลดความเป็นกรด-ด่าง และเครื่องตีน้ำเพิ่มปริมาณออกซิเจน	27
ตารางที่ 3.2 รหัสแสดงการใช้งานของเครื่องเติมสารปรับ pH และเครื่องตีอากาศ สำหรับเพิ่มค่า DO ในน้ำของบ่อบำบัดน้ำเสีย	31
ตารางที่ 4.1 ความถี่ของของโมเด็ม ตามมาตราฐาน Bell 103	49
ตารางที่ 5.1 ปัญหาที่พบในโครงงานและแนวทางการแก้ไข	52

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ปัญหาที่มาของโครงงาน

ในระบบบำบัดน้ำเสียนั้น จำเป็นต้องมีการวัดระดับความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) อยู่อย่างสม่ำเสมอตลอดเวลา และต้องมีการสั่งงานเครื่องเติมสารเพื่อควบคุมระดับความเป็นกรด-ด่างของน้ำ หรือมอเตอร์สำหรับเติมปริมาณออกซิเจนแก่น้ำเสีย เพื่อให้มีค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำและปริมาณออกซิเจนในระดับที่ต้องการ อีกทั้งในระบบบำบัดน้ำเสียนั้นจะประกอบไปด้วยบ่อบำบัดน้ำเสียหลายๆ บ่อ ที่มีการทำงานอย่างเป็นระบบ กล่าวคือน้ำเสียที่ถูกส่งเข้ามาในระบบบำบัดน้ำเสียนั้น ไม่นิยมที่จะบำบัดน้ำเสียให้กลายเป็นน้ำดี ภายในทันทีในบ่อบำบัดน้ำเสียเพียงบ่อเดียว แต่จะมีการส่งน้ำเสียนั้นไปบำบัดในบ่อบำบัดน้ำเสียหลายๆ บ่อ อย่างต่อเนื่อง เพื่อที่จะปรับสภาพน้ำเสียให้ค่อยๆ กลายสภาพเป็นน้ำดีทีละน้อย ซึ่งเมื่อมีการบำบัดน้ำเสียไปจนถึงบ่อสุดท้าย น้ำเสียก็จะกลายสภาพเป็นน้ำที่มีสภาพดีตามที่ต้องการในที่สุด ดังนั้นหากใช้เจ้าหน้าที่เป็นผู้คอยควบคุมและตรวจสอบระบบบ่อบำบัดน้ำเสียที่มีจำนวนหลายๆ บ่อนี้ ก็จะเป็นภาระอย่างยิ่ง

งานพัฒนาของโครงงานอาจมีส่วนช่วยแบ่งเบาภาระในการตรวจสอบ ค่าระดับความเป็นกรด-ด่างของน้ำ (pH) และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) โดยมีการควบคุมการปิด-เปิดเครื่องควบคุมระดับความเป็น กรด-ด่าง และระดับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ โดยจะมีการแสดงค่าของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำแก่ผู้ใช้งานทางจอภาพ ความสะดวกอยู่ที่ผู้ใช้งานสามารถกำหนดระดับของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ และปริมาณออกซิเจนในน้ำ ในบ่อบำบัดน้ำเสีย ตามอัตราที่ผู้ใช้งานสามารถกำหนดได้ โดยการโปรแกรมด้วยตนเอง จากสำนักงานที่อยู่ห่างไกลจากบ่อบำบัดน้ำเสีย โดยส่วนควบคุมจะสั่งงานให้เครื่องเติมสารปรับระดับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ และเครื่องเพิ่มปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำให้หยุดทำงานเอง เมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ หรือปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าถึงระดับที่ผู้ใช้งานได้กำหนดไว้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อเรียนรู้และประยุกต์ใช้งานการเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยภาษาแอสแซมบลี้ MCS 51

1.2.2 เพื่อเรียนรู้และประยุกต์การใช้งานโปรแกรม Microsoft Visual Basic 4.0 ในส่วนการแสดงผลทางจอภาพ การคำนวณ การเก็บข้อมูล และการพิมพ์รายงานออกทางเครื่องพิมพ์

1.2.3 เพื่อศึกษาความรู้ด้านการสื่อสารข้อมูลแบบดิจิตอล และการออกแบบวงจรสำหรับรับและส่งข้อมูล

1.2.4 เพื่อเรียนรู้และเข้าใจในระบบการทำงานของโมเด็ม ที่ทำงานในระบบ Frequency Shift Keying (FSK)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 สร้างและออกแบบส่วนควบคุม ส่วนรับข้อมูล และส่วนขับสัญญาณควบคุมสำหรับบ่อบำบัดน้ำเสีย ที่สามารถรับข้อมูลและขับสัญญาณควบคุมสำหรับบ่อบำบัดน้ำเสียได้เป็นจำนวน 24 บ่อ

1.3.2 สร้างส่วนอ่านข้อมูล สำหรับรับข้อมูลค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ (pH) และค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO, Dissolves Oxygen) ซึ่งเป็นข้อมูลเทียมขนาด 8 บิต เข้ามายังส่วนควบคุม

1.3.3 สร้างส่วนสั่งงานสวิตช์ควบคุมระดับความเป็นกรด-ด่างของน้ำ เพื่อทำงานตามคำสั่งการเติมสารเพิ่มหรือลดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ หรือเพิ่มระดับปริมาณออกซิเจนในน้ำ โดยแสดงผลในรูปของการสว่างของหลอดไฟ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง

1.3.4 เขียนโปรแกรมส่วนแสดงผลด้วย Microsoft Visual Basic 4.0 ให้สามารถทำการรับ-ส่งข้อมูล ตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูล กำหนดค่าระดับข้อมูลอ้างอิงที่ต้องการ และสามารถพิมพ์ข้อมูลที่ต้องการออกมาเป็นรายงานได้

1.3.5 เขียนโปรแกรมควบคุมด้วยภาษาแอสแซมบลี้ของ MCS-51 ให้ควบคุมการทำงานของส่วนควบคุม ส่วนรับข้อมูล ส่วนขับสัญญาณควบคุม ส่วนอ่านข้อมูลจากตัวตรวจจับสัญญาณ และส่วนสั่งงานสวิตช์ควบคุมระดับความเป็นกรด-ด่างของน้ำ และปริมาณออกซิเจนในน้ำ ให้ทำงานอย่างถูกต้อง

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ศึกษาการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 โดยใช้ภาษาแอสแซมบลี้ MCS-51

1.4.2 ได้เรียนรู้วิธีการเขียนโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการ Windows โดยใช้โปรแกรม Visual Basic 4.0

1.4.3 ได้เรียนรู้วิธีการออกแบบระบบรับ-ส่งข้อมูล ด้วย FSK โมเด็ม และการใช้งานพอร์ต RS-232

1.4.4 สามารถเรียนรู้การตรวจสอบความผิดพลาดของการส่งข้อมูล และการขอข้อมูลซ้ำ

1.4.5 ได้นำความรู้ที่ได้เล่าเรียน นำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบระบบ และให้ได้ศึกษาถึงปัญหาที่อาจจะต้องพบในการปฏิบัติงานจริง

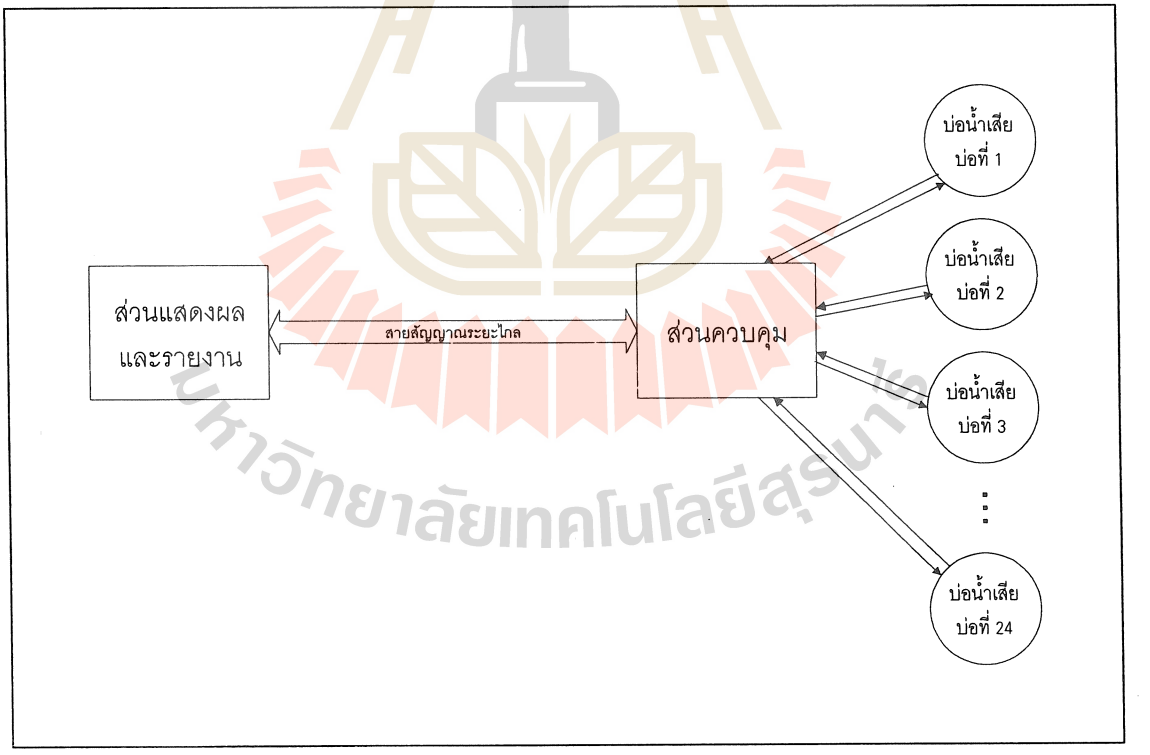
1.4.6 ได้เครื่องต้นแบบ และโปรแกรมควบคุม ของระบบเฝ้าดูและควบคุมค่า pH และออกซิเจนที่ละลายในน้ำสำหรับบ่อบำบัดน้ำเสียระยะไกล เพื่อใช้ในการพัฒนาในเชิงพาณิชย์ต่อไป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2
การออกแบบระบบ

2.1 กล่าวนำ

ในระบบเฝ้าดูและควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำของบ่อบำบัดน้ำเสียนี้ โดยภาพรวมระบบมีองค์ประกอบสำคัญ 2 ส่วนคือ ส่วนควบคุม และส่วนแสดงผล ดังที่แสดงไว้ในภาพที่ 2.1 โดยส่วนควบคุมจะทำหน้าที่ในการควบคุมระดับของค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ของบ่อบำบัดน้ำเสียในแต่ละบ่อ ให้อยู่ในระดับที่กำหนดไว้ ซึ่งส่วนควบคุมนี้จะมีการทำงานอย่างต่อเนื่องโดยอัตโนมัติ การทำงานของส่วนควบคุมนี้สัมพันธ์กับบ่อบำบัดน้ำเสีย โดยมีการอ่านค่าระดับความเป็นกรด-ด่างของน้ำ และปริมาณออกซิเจนในน้ำจากบ่อบำบัดน้ำเสียแต่ละบ่อ ออกมาเป็นข้อมูล 2 ชุด เป็นข้อมูลค่าความเป็นกรด-ด่าง 1 ชุด และข้อมูลค่าปริมาณออกซิเจนในน้ำอีก 1 ชุด ซึ่งส่วนควบคุมจะต้องอ่านข้อมูลทั้ง 2 ชุดนี้ จากบ่อบำบัดน้ำเสีย แล้วจึงนำข้อมูลมา เปรียบเทียบกับข้อมูลอ้างอิง จากนั้นก็จะส่งสัญญาณควบคุมสำหรับปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง และออกซิเจนในน้ำของบ่อบำบัดน้ำเสียแต่ละบ่อ ให้อยู่ในระดับที่กำหนดไว้



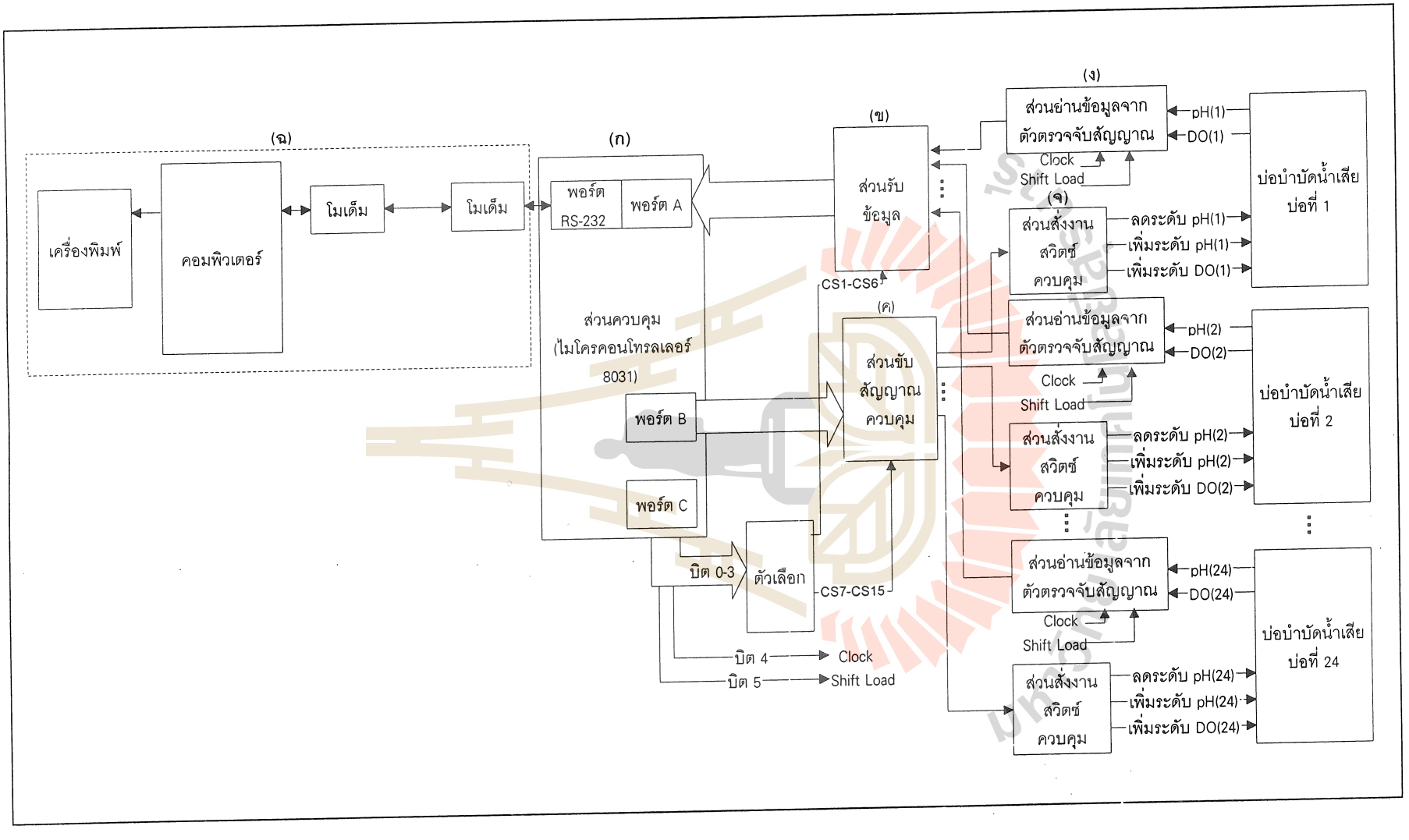
ภาพที่ 2.1 โครงสร้างโดยรวมของระบบ

ส่วนควบคุมยังต้องมีการติดต่อกับส่วนแสดงผลซึ่งตั้งอยู่ในสถานีควบคุมที่อยู่ห่างไกลออกไป โดยส่วนแสดงผลจะมีหน้าที่ในการแสดงข้อมูลของความเป็นกรด-ด่าง ค่าปริมาณออกซิเจน และสภาพของน้ำของบ่อบำบัดน้ำเสียแต่ละบ่อ ว่าอยู่ในระดับปกติหรือไม่ ออกแสดงทางจอภาพของส่วนแสดงผล โดยผู้ใช้งานซึ่งอยู่ ณ สถานีควบคุม สามารถเปลี่ยนแปลงค่าข้อมูลที่ใช้เป็นค่าระดับอ้างอิงของค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณออกซิเจนในน้ำ ผ่านส่วนแสดงผลนี้ได้ โดยส่วนแสดงผลจะส่งค่าข้อมูลอ้างอิงที่ผู้ใช้ได้เปลี่ยนแปลงนี้ไปยังส่วนควบคุมเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการเปรียบเทียบระดับค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณออกซิเจนในน้ำต่อไป

สำหรับการออกแบบทางเทคนิค ระบบเฝ้าดูและควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำและปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำนี้ โดยสามารถทำการออกแบบได้ดังแสดงในภาพที่ 2.2 โครงสร้างโดยรวมของระบบสามารถแบ่งได้เป็น 6 ส่วน คือ ส่วนควบคุม ส่วนรับข้อมูล ส่วนขับสัญญาณควบคุม ส่วนอ่านข้อมูลจากตัวตรวจจับสัญญาณ ส่วนสั่งงานสวิตช์ควบคุม และส่วนแสดงผล (คอมพิวเตอร์และโมเด็ม)

2.2 ส่วนควบคุม

จากภาพที่ 2.2 (ก) ส่วนควบคุมนี้จะทำหน้าที่ควบคุมการอ่านข้อมูลของส่วนอ่านข้อมูลจากตัวตรวจจับสัญญาณ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวเป็นข้อมูลเทียมขนาด 8 บิตที่ถูกสร้างขึ้นจากวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนควบคุมจะส่งสัญญาณนาฬิกา (Clock) และ Shift Load มาควบคุมส่วนอ่านข้อมูล ให้นำข้อมูลที่อ่านได้ ส่งเป็นแบบอนุกรม ผ่านส่วนรับข้อมูล มายังส่วนส่วนควบคุม จากนั้นส่วนควบคุมจะนำข้อมูลที่ได้ มาวิเคราะห์สภาพของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ว่ามีสภาพอยู่ในระดับปกติหรือไม่ (pH เกินกว่าปกติ pH ต่ำกว่าปกติ หรือ DO ต่ำกว่าปกติ) โดยนำค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณออกซิเจนที่อ่านได้มาเปรียบเทียบกับค่าระดับข้อมูลอ้างอิงที่ได้รับมาจากส่วนแสดงผล และเมื่อทำการวิเคราะห์แล้วก็จะส่งผลการวิเคราะห์ไป สั่งงานปิด-เปิดเครื่องเติมสารปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง และเครื่องเติมออกซิเจนในน้ำ ตามสภาพของบ่อบำบัดน้ำเสียแต่ละบ่อ โดยส่งสัญญาณควบคุมผ่านส่วนขับสัญญาณควบคุม เพื่อนำไปควบคุมการทำงานของส่วนสั่งงานสวิตช์ควบคุม ให้เปิด-ปิดเครื่องเติมสารปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง และเครื่องเติมออกซิเจนในน้ำ นอกจากนี้ส่วนควบคุมมีหน้าที่ส่งข้อมูลค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และสภาพของบ่อบำบัดน้ำเสีย ไปยังส่วนแสดงผลเพื่อใช้แสดงผลทางจอภาพ และควบคุมการรับข้อมูลของค่าระดับข้อมูลอ้างอิงของบ่อบำบัดน้ำเสียทั้ง 24 บ่อ ที่ถูกส่งมาจากส่วนแสดงผล ซึ่งการรับ-ส่งข้อมูลระหว่างส่วนควบคุมและส่วนแสดงผล จะทำงานผ่านระบบ FSK โมเด็ม



ภาพที่ 2.2 แผนภาพบล็อกแทนองค์ประกอบหลักของระบบโดยรวม

2.3 ส่วนรับข้อมูล

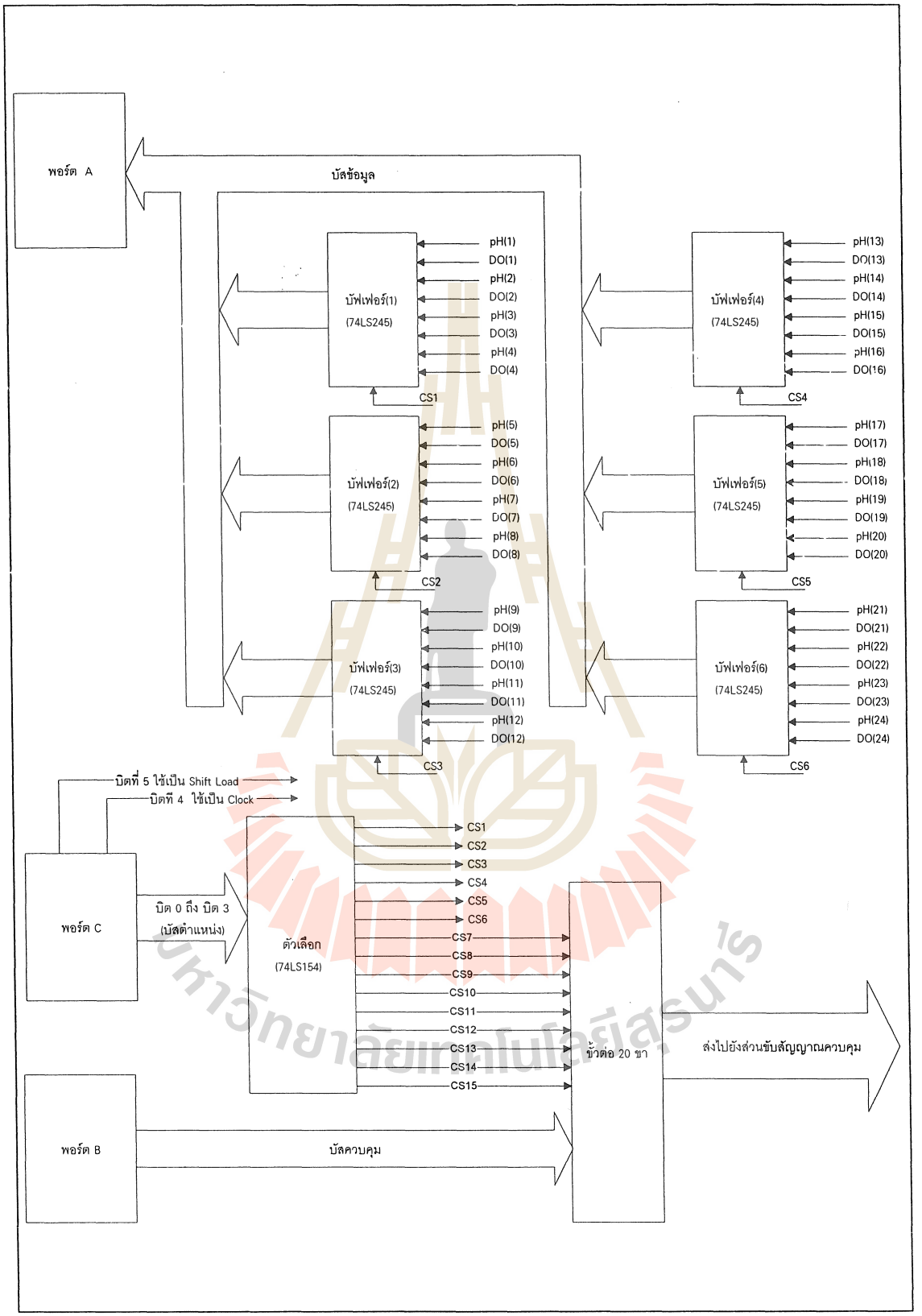
ส่วนรับข้อมูลซึ่งแสดงไว้ในภาพที่ 2.2 (ข) นี้ ทำหน้าที่รับข้อมูลค่า pH และ DO จากบ่อบำบัดน้ำเสียทั้ง 24 บ่อ ซึ่งจะเป็นค่าข้อมูลขนาด 8 บิต จำนวน 48 ชุด แต่เนื่องจากพอร์ตรับ-ส่งข้อมูล ของส่วนควบคุมจะมีเพียง 3 พอร์ต คือ พอร์ต A พอร์ต B และพอร์ต C ซึ่งพอร์ตดังกล่าวสามารถทำงานได้ทั้งเป็นอินพุทและเอาท์พุทพอร์ตก็ได้ ขึ้นอยู่กับการสั่งงานพอร์ตควบคุม (ตำแหน่ง E0E3H) แต่สำหรับในโครงงานได้ออกแบบระบบให้ใช้งานพอร์ต A เป็นอินพุตพอร์ต พอร์ต B เป็นเอาท์พุทพอร์ต และพอร์ต C เป็นเอาท์พุทพอร์ต โดยส่วนรับข้อมูลนี้จะนำเอาไอซีบัฟเฟอร์มาใช้ขยายจำนวนข้อมูลที่พอร์ต A ให้สามารถรับข้อมูลเข้ามายังส่วนควบคุมได้เพิ่มมากขึ้น โดยจะใช้เทคนิคการรับข้อมูลแบบ polling จากไอซีบัฟเฟอร์ 6 ตัว เข้ามาที่พอร์ต A

โดยส่วนรับข้อมูลนี้จะรับข้อมูลที่เป็นข้อมูลแบบอนุกรมจากส่วนอ่านข้อมูล เข้ามายังไอซีบัฟเฟอร์ (74LS245) จำนวน 6 ตัว ดังที่แสดงไว้ในภาพที่ 2.3 ซึ่งบัฟเฟอร์แต่ละตัวสามารถรับข้อมูลของค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำจากบ่อบำบัดน้ำเสียได้ครั้งละ 4 บ่อ (บ่อบำบัดน้ำเสีย 1 บ่อ จะส่งข้อมูล 16 บิต คือ pH 8 บิตและ DO 8 บิต ส่งมาแบบอนุกรม) เช่น บัฟเฟอร์ตัวที่ 1 จะรับข้อมูล pH(1) DO(1) pH(2) DO(2) pH(3) DO(3) pH(4) และ DO(4) โดยที่บัฟเฟอร์ 1 ตัวจะสามารถรับข้อมูลได้ 8 บิต หรือ 4 บ่อ ดังนั้นบัฟเฟอร์ทั้ง 6 ตัว ของส่วนรับข้อมูลนี้ก็จะสามารถรับข้อมูลได้รวมครั้งละ 6x8 = 48 ชุด หรือได้จำนวน 24 บ่อ

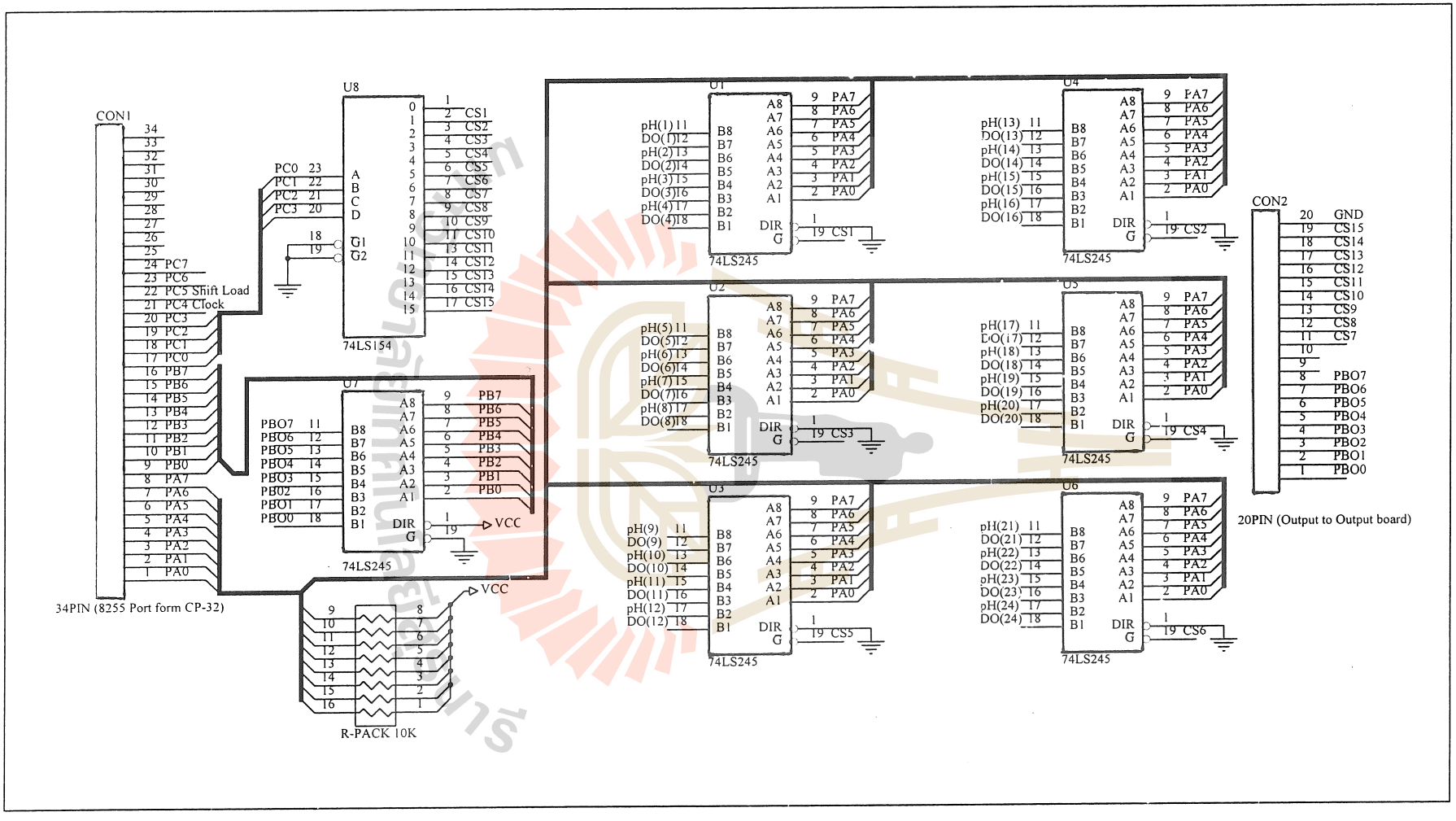
โดยข้อมูลที่รับมาได้จะถูกรับผ่านพอร์ต A ซึ่งทำงานเป็นพอร์ตอินพุทเข้ามายังส่วนควบคุม การรับข้อมูลจากบัฟเฟอร์แต่ละตัว จะใช้สัญญาณเลือกที่สร้างจากตัวมัลติเพล็กซ์ (74LS166) โดยใช้ 4 บิตล่างของพอร์ต C มาใช้สร้างสัญญาณเลือก CS1 ถึง CS15 ออกมา โดยส่วนรับข้อมูลจะใช้สัญญาณ CS1 ถึง CS6 มาใช้เลือกบัฟเฟอร์ตัวที่ 1 ถึงตัวที่ 6 และในส่วนรับข้อมูลจะมีการสร้างสัญญาณนาฬิกาและ Shift Load จากบิตที่ 4 และบิตที่ 5 ของพอร์ต C ตามลำดับ โดยสัญญาณนาฬิกาและ Shift Load นี้ จะใช้ในการควบคุมการอ่านข้อมูลแบบอนุกรมของส่วนอ่านข้อมูลจากตัวตรวจจับสัญญาณ สำหรับภาพวงจรใช้งานจริงของส่วนรับข้อมูลได้แสดงไว้ในภาพที่ 2.4

ส่วนอ่านข้อมูลจะอ่านข้อมูลแบบอนุกรมที่รับมาได้ทั้ง 48 บิต จากส่วนอ่านข้อมูลจากตัวตรวจจับสัญญาณนี้ ตามสัญญาณ Clock เป็นจำนวน 8 ครั้ง ซึ่งจะได้รับข้อมูลค่า pH และ DO ทั้ง 48 ชุด สำหรับบ่อบำบัดน้ำเสีย 24 บ่อนี้ มาเก็บไว้ในหน่วยความจำของส่วนควบคุม ซึ่งส่วนควบคุมจะนำข้อมูลแบบอนุกรมที่ได้รับมา นำมาเรียงลำดับใหม่เป็นข้อมูลดิจิตอล 8 บิต จำนวน 48 ชุด สำหรับบ่อบำบัดน้ำเสีย. ซึ่งข้อมูลทั้ง 48 ชุดดังกล่าว จะถูกนำมาใช้เปรียบเทียบกับข้อมูลอ้างอิง เพื่อใช้เปรียบเทียบว่าระดับของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ และปริมาณออกซิเจน ว่าอยู่ในระดับปกติหรือไม่ เพื่อส่วนควบคุมจะได้ทำการส่งสัญญาณควบคุมเพื่อปรับระดับค่า pH และ DO นี้ ต่อไป

จากภาพที่ 2.3 จะเห็นว่า ในส่วนรับข้อมูลจะมีการนำส่งสัญญาณของพอร์ต B และสัญญาณของ CS7 ถึง CS15 ที่ใช้เป็นสัญญาณควบคุมและสั่งงาน ในส่วนขับสัญญาณควบคุม และส่วนสั่งงานสวิตช์ควบคุม ซึ่งจะส่งต่อไปยังขั้วต่อขนาด 20 ขา เพื่อส่งสัญญาณเหล่านี้ไปยังส่วนขับสัญญาณควบคุมต่อไป



ภาพที่ 2.3 แผนภาพการทำงานของส่วนรับข้อมูล



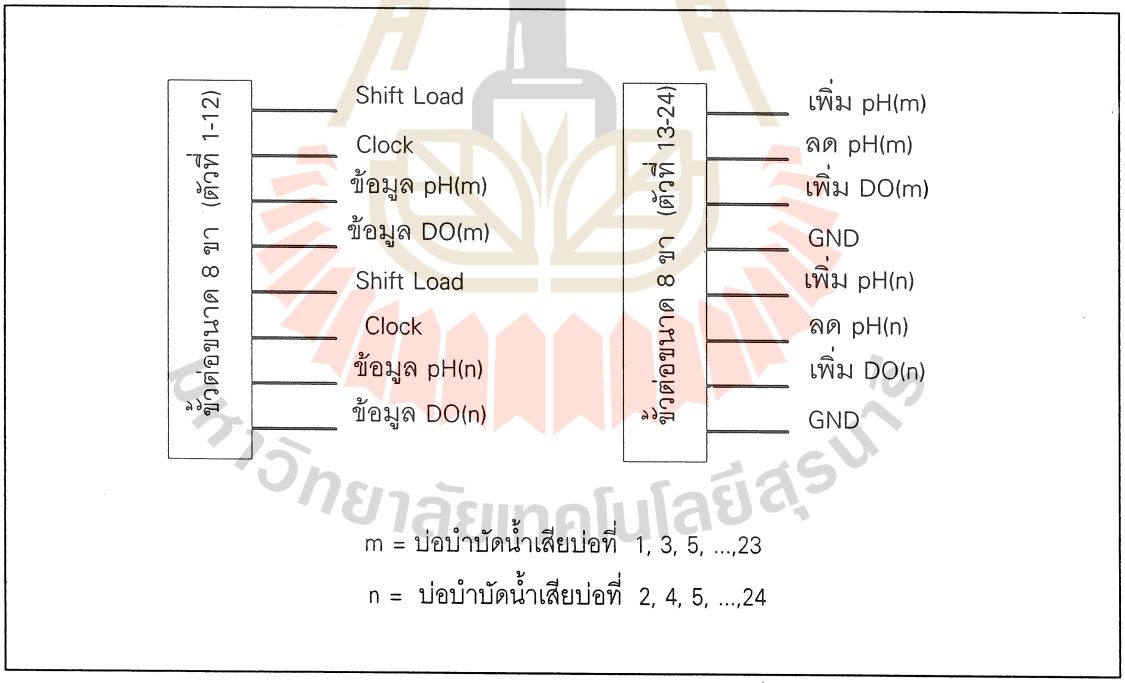
ภาพที่ 2.4 วงจรใช้งานจริงของส่วนรับข้อมูล

2.4 ส่วนขับสัญญาณควบคุม

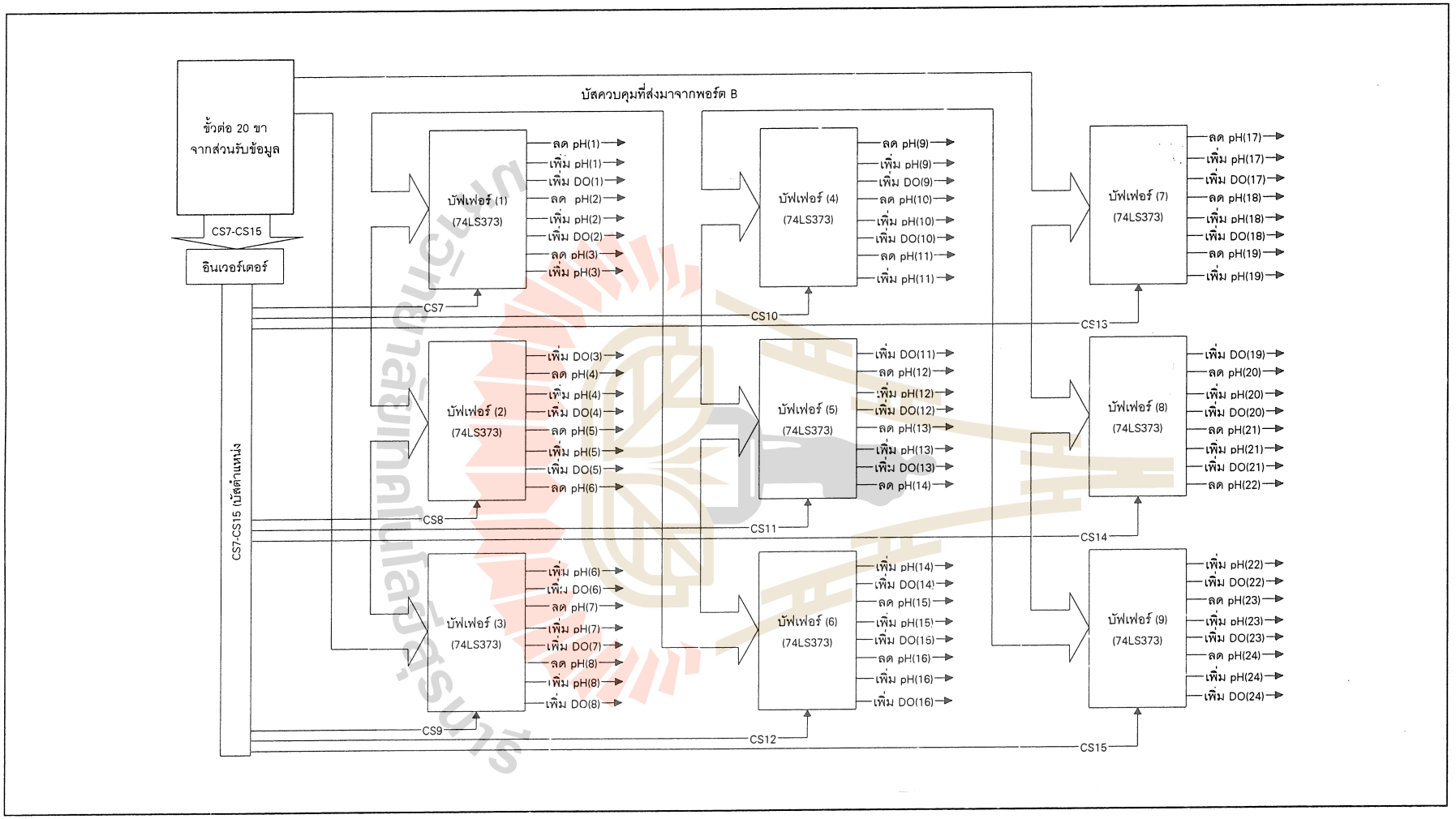
จากภาพที่ 2.2 (ค) แสดงส่วนขับสัญญาณควบคุม ซึ่งเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ขับสัญญาณควบคุมที่ถูกส่งมาจากส่วนควบคุมให้แก่ส่วนสั่งงานสวิตช์ควบคุม โดยส่วนขับสัญญาณควบคุมนี้จะทำงานคล้ายส่วนรับข้อมูล คือมีการใช้สัญญาณเลือกบัฟเฟอร์ทั้ง 9 ตัว โดยบัฟเฟอร์ที่ใช้ในส่วนขับสัญญาณควบคุมนี้จะใช้ไอซีเบอร์ 74LS373 ซึ่งเป็นบัฟเฟอร์ที่สามารถค้างสถานะของข้อมูลได้มาใช้งาน บัฟเฟอร์จะค้างสถานะเดิมจนกว่าจะได้รับสัญญาณนาฬิกา (High) เข้ามา บัฟเฟอร์จึงจะทำการรับข้อมูลใหม่เข้ามาแทนสถานะข้อมูลเดิม

ส่วนขับสัญญาณควบคุมนี้จะมีขั้วต่อขนาด 20 ขา ที่ใช้สำหรับรับสัญญาณจากส่วนรับข้อมูล ซึ่งเป็นข้อมูลที่ส่งมาจากพอร์ต B และสัญญาณ CS7 ถึง CS15 ส่วนขับข้อมูลควบคุมนี้จะนำสัญญาณ CS7 ถึง CS15 ที่เป็นระดับสัญญาณต่ำมาผ่านอินเวอร์เตอร์แปลงให้เป็นระดับสัญญาณสูง เพื่อใช้เป็นสัญญาณนาฬิกาสำหรับควบคุมไอซีบัฟเฟอร์ตัวที่เลือกใช้งานให้รับค่าข้อมูลที่พอร์ต B ส่งเข้ามา เมื่อไอซีบัฟเฟอร์ได้รับสัญญาณนาฬิกาก็จะเปลี่ยนสถานะข้อมูลในบัฟเฟอร์ให้เปลี่ยนตามข้อมูลที่ได้รับจากพอร์ต B โดยแผนภาพการทำงานและวงจรใช้งานของส่วนขับสัญญาณควบคุมนี้จะแสดงในภาพที่ 2.6 และภาพที่ 2.7 ตามลำดับ

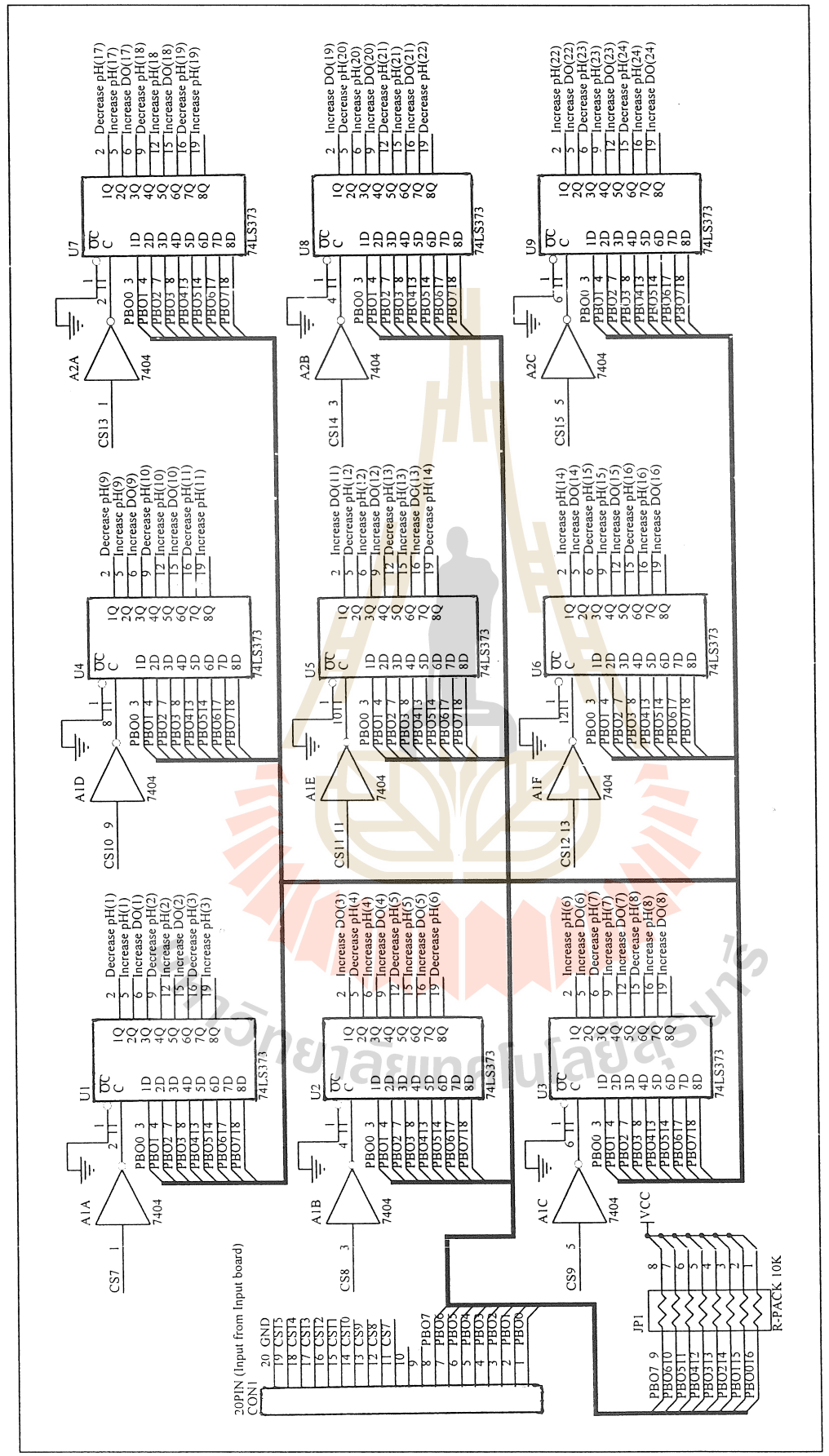
สำหรับส่วนขั้วต่อที่ใช้เป็นขั้วต่อสำหรับรับ-ส่งสัญญาณไปยังส่วนอ่านข้อมูลและส่วนสั่งงานสวิตช์ควบคุมจะใช้ขั้วต่อชนิด 8 ขา จำนวน 24 ตัว ซึ่งการเชื่อมต่อของสัญญาณในแต่ละขาได้แสดงไว้ในภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 สัญญาณที่ใช้ในการเชื่อมต่อที่ขั้วต่อ ของส่วนรับข้อมูลและส่วนขับสัญญาณควบคุมแต่ละชุด



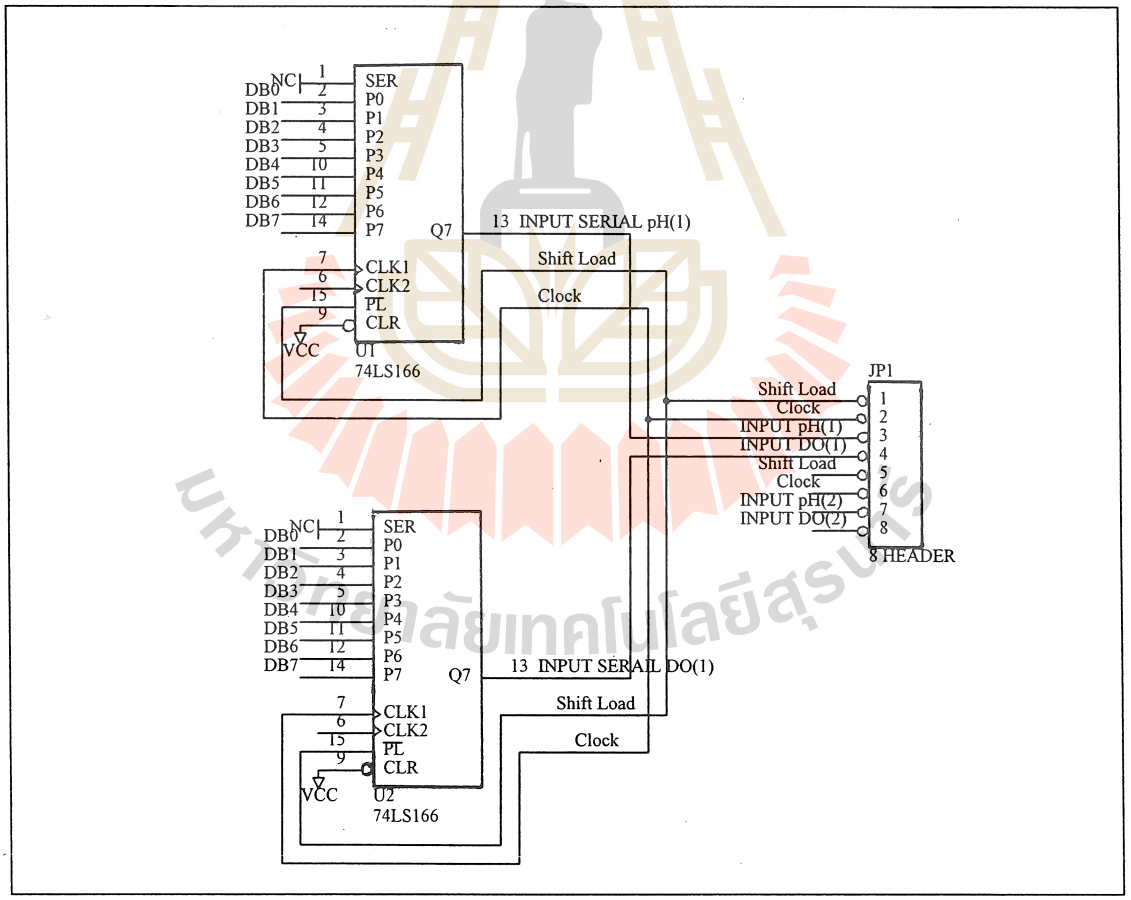
ภาพที่ 2.6 แผนภาพการทำงานของส่วนขับสัญญาณควบคุม



ภาพที่ 2.7 วงจรใช้งานจริงของชุดแม่แบบต้นฉบับวิญญาณคอมพิวเตอร์

2.5 ส่วนอ่านข้อมูลจากตัวตรวจจับสัญญาณ

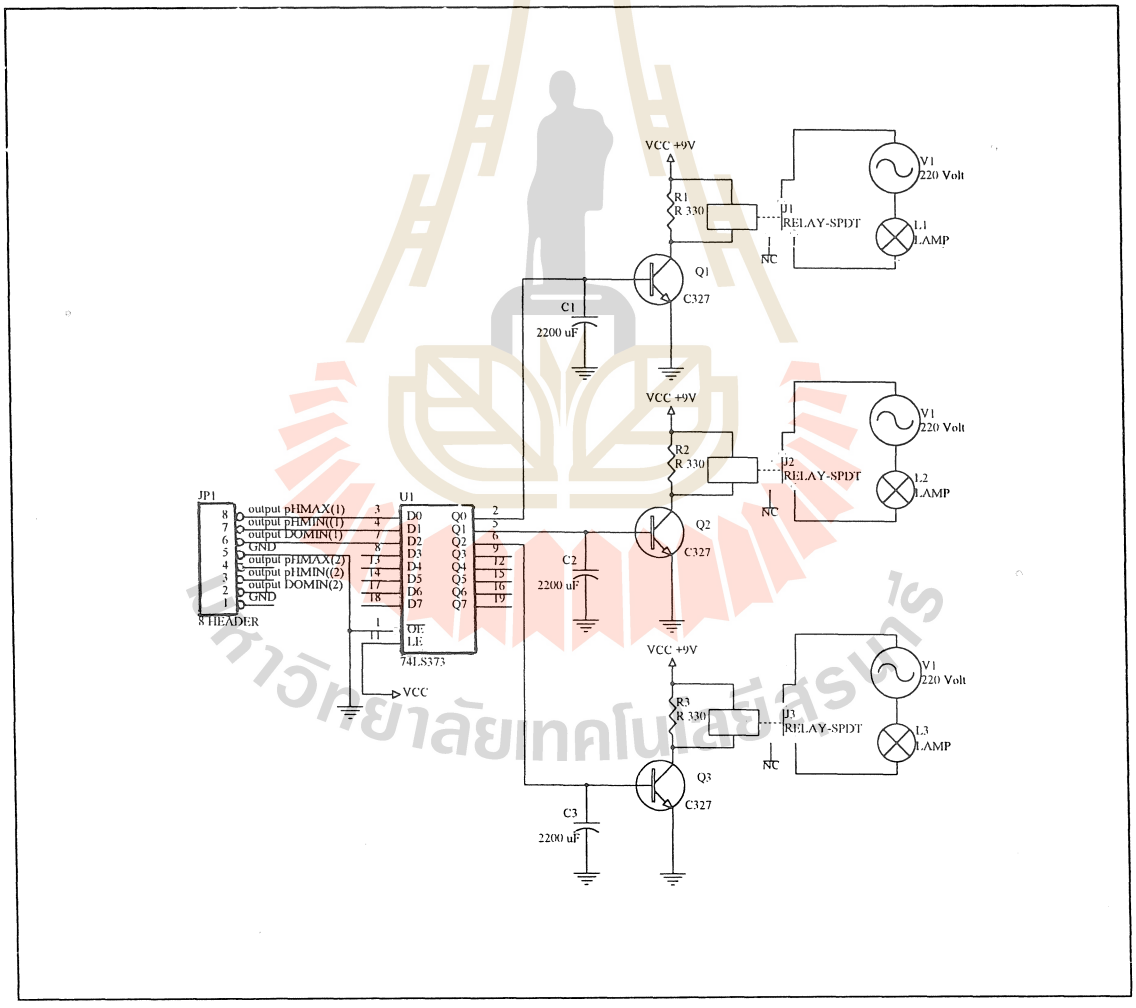
ในส่วนอ่านข้อมูลจากตัวตรวจจับสัญญาณนี้ จะทำหน้าที่อ่านข้อมูลของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ (pH) และค่าปริมาณออกซิเจนในน้ำ (DO) ที่วัดได้จากตัวตรวจจับสัญญาณในแต่ละบ่อ ดังที่แสดงในภาพที่ 2.2 (ง) โดยได้จำลองข้อมูลค่า pH และ DO ที่วัดได้จากตัวตรวจจับสัญญาณ เป็นข้อมูลเทียมขนาด 8 บิตที่สร้างจากวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีข้อมูลจำนวน 2 ชุดต่อบ่อบำบัดน้ำเสียจำนวน 1 บ่อ ชุดแรกคือข้อมูลค่า pH และชุดที่สองคือข้อมูลค่า DO ซึ่งส่วนอ่านข้อมูลจากตัวตรวจจับสัญญาณจะทำการแปลงข้อมูล 8 บิตที่วัดได้ ส่งแบบอนุกรมไปยังส่วนรับข้อมูล โดยจะอาศัยสัญญาณ Clock และ Shift Load ซึ่งเป็นสัญญาณที่ได้รับมาจากส่วนรับข้อมูล มาใช้ควบคุมการทำงานของไอซีสำหรับแปลงข้อมูลแบบขนานมาเป็นข้อมูลแบบอนุกรมเพื่อใช้ส่ง โดยการทำงานจะทำการส่งข้อมูลครั้งละ 1 บิต เป็นจำนวน 8 ครั้งรวมเป็น 8 บิต ซึ่งข้อมูลแบบอนุกรมนี้เมื่อส่งไปยังพอร์ต A ของส่วนควบคุมแล้ว จะถูกแปลงกลับให้เป็นข้อมูลขนาด 8 บิต ดังเดิม โดยการใช้โปรแกรมของส่วนควบคุม สำหรับวงจรการใช้งานจริงของส่วนอ่านข้อมูลจากตัวตรวจจับสัญญาณได้แสดงไว้ในภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 วงจรใช้งานจริงของส่วนอ่านข้อมูลจากตัวตรวจจับสัญญาณ

2.6 ส่วนสั่งงานสวิตช์ควบคุม

จากภาพที่ 2.2 (จ) แสดงการทำงานของส่วนที่สั่งงานสวิตช์ควบคุม ซึ่งจะทำหน้าที่นำสัญญาณควบคุมที่ได้รับจากส่วนรับสัญญาณควบคุม มาทำการควบคุมการทำงานของรีเลย์สวิตช์ เพื่อใช้ไปควบคุมระบบไฟฟ้ากระแสสลับแรงดัน 220 โวลท์ ให้สั่งงานการเปิด-ปิดการทำงานของเครื่องเติมสารปรับค่าความเป็นกรดด่างของน้ำให้เพิ่มขึ้นหรือลดลง หรือไปสั่งงานการเปิด-ปิดการทำงานของเครื่องเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำ เพื่อควบคุมระดับของค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณออกซิเจนในน้ำให้ได้ตามระดับที่ต้องการหรือได้ตามข้อมูลระดับอ้างอิง สำหรับบ่อบำบัดน้ำเสีย 1 บ่อ จะมีจำนวนรีเลย์สวิตช์อยู่ 3 ตัว ซึ่งมีจุดประสงค์ในการควบคุมอยู่ 3 แบบ คือ ควบคุมการลดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ควบคุมการเพิ่มค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ และควบคุมการเพิ่มปริมาณของออกซิเจนในน้ำ โดยวงจรใช้งานจริงของส่วนสั่งงานสวิตช์ควบคุมนี้จะแสดงในภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 วงจรใช้งานจริงของส่วนสั่งงานสวิตช์ควบคุม

ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.7 ส่วนแสดงผล

ในส่วนแสดงผลในภาพที่ 2.2 (ฉ) จะเป็นส่วนที่ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียทั้ง 24 บ่อได้อย่างสะดวก โดยทำหน้าที่แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ออกทางจอภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อที่ผู้ใช้งานที่อยู่ในสถานีควบคุมซึ่งตั้งอยู่ห่างไกลจากบ่อบำบัดน้ำเสีย สามารถรับทราบค่า pH และ DO ของบ่อบำบัดน้ำเสีย เนื่องด้วยระดับค่า pH และ DO ของบ่อบำบัดน้ำเสียมีการเปลี่ยนแปลงค่าข้อมูลช้ามาก ไม่จำเป็นต้องมีการรับค่าดังกล่าวมาแสดงผลตลอดเวลา ผู้ใช้งานจึงสามารถกำหนดความถี่ในการรับข้อมูลค่า pH และ DO มาแสดงบนจอภาพได้ตามต้องการ เช่น ทุกๆ 1 นาที เป็นต้น นอกจากการแสดงค่า pH และ DO ของบ่อบำบัดน้ำเสียแต่ละบ่อแล้ว ผู้ใช้งานสามารถกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่ หมายเลขพอร์ตอนุกรมที่ใช้สำหรับส่วนโมเด็ม ช่วงความถี่ในการรับข้อมูลมาแสดงผลบนจอภาพ ค่า pH สูงสุด pH ต่ำสุด และ DO ต่ำสุดสำหรับใช้เป็นค่าอ้างอิง และการควบคุมการใช้งานหรือไม่ใช้งานในบ่อบำบัดน้ำเสียแต่ละบ่อ

เมื่อผู้ใช้งานได้กำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เรียบร้อยแล้ว ข้อมูลที่ได้กำหนดนี้จะถูกส่งไปยังส่วนควบคุมในรูปแบบเฟรมระดับข้อมูลอ้างอิง ซึ่งจะกล่าวไว้ในบทที่ 3 เรื่องการออกแบบโปรแกรมควบคุม ซึ่งส่วนควบคุมจะนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการตัดสินใจ ในการทำงานควบคุมบ่อบำบัดน้ำเสียต่อไป สำหรับส่วนแสดงผลนี้ยังสามารถแบ่งย่อยได้ 2 ส่วน คือ

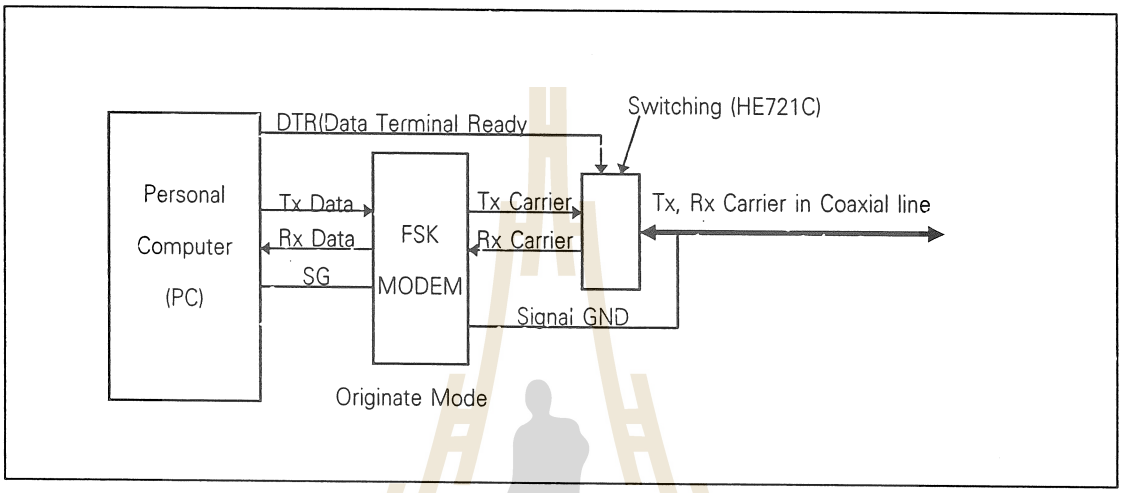
2.7.1 ส่วนคอมพิวเตอร์และเครื่องพิมพ์

เป็นส่วนของระบบไมโครคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่ขอข้อมูล และสถานะการทำงานของบ่อบำบัดน้ำเสียจากส่วนควบคุม เพื่อนำมาแสดงบนจอภาพของคอมพิวเตอร์ โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งาน จะต้องทำงานบนระบบปฏิบัติการของ Microsoft Windows 95 เนื่องจากโปรแกรมควบคุมการทำงานต่างๆ ของส่วนแสดงผลที่เขียนขึ้นนี้ ได้พัฒนาจากโปรแกรม Microsoft Visual Basic 4.0 โดยการทำงานของโปรแกรมจะกล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.3

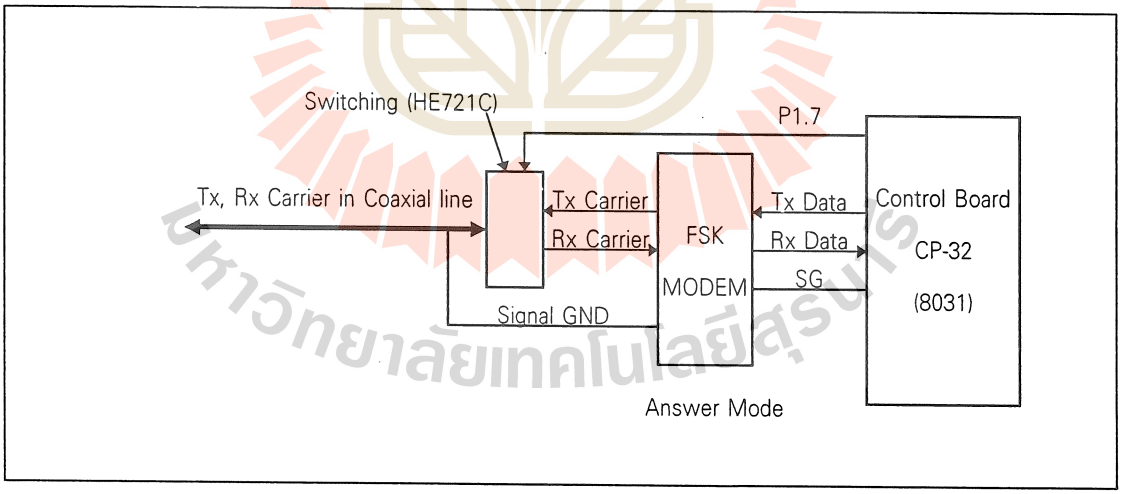
นอกจากเครื่องคอมพิวเตอร์จะถูกนำมาเป็นส่วนแสดงผลของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ปริมาณออกซิเจนในน้ำ และสภาวะการทำงานของบ่อบำบัดน้ำเสียให้แก่ผู้ใช้งานทราบแล้ว ยังสามารถบันทึกข้อมูลของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ปริมาณออกซิเจนของน้ำ และสภาวะของบ่อบำบัดน้ำเสีย เก็บเป็นแฟ้มข้อมูลในนามสกุล .mdb ซึ่งเป็นรูปแบบแฟ้มข้อมูลของโปรแกรม Microsoft Access โดยผู้ใช้งานสามารถนำข้อมูลที่บันทึกมาพิมพ์เป็นรายงานตามที่ต้องการได้ โดยในภาพที่ 2.2 (ฉ) จะแสดงส่วนของเครื่องพิมพ์ซึ่งจะใช้ในกรณีที่ผู้ใช้งานที่อยู่ที่สถานีควบคุม ต้องการพิมพ์ข้อมูลเป็นรายงานออกมา โดยจะทำการสั่งงานผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ให้มีการพิมพ์ข้อมูลค่า pH และ DO ในบ่อบำบัดน้ำเสียแต่ละบ่อที่ต้องการได้

2.7.2 ส่วนโมเด็ม

จะเป็นส่วนที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการรับ-ส่งข้อมูลระยะไกล ระหว่างส่วนควบคุมและส่วนแสดงผลโดยต่อออกจากพอร์ต RS-232 ของบอร์ด CP-32 คือขา Tx, Rx และ signal ground ไปยัง FSK โมเด็ม ซึ่งมีแผนภาพการทำงานของโมเด็มด้านส่ง และโมเด็มด้านรับ แสดงในภาพที่ 2.10 และ 2.11 ตามลำดับ

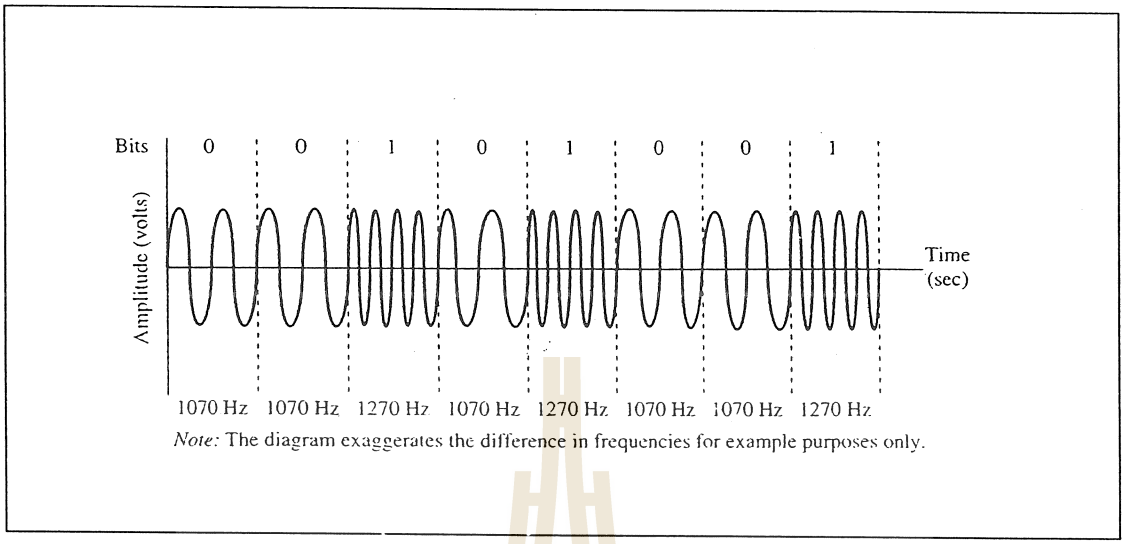


ภาพที่ 2.10 แผนภาพแสดงการทำงานของโมเด็มด้านส่ง



ภาพที่ 2.11 แผนภาพแสดงการทำงานของโมเด็มด้านรับ

สำหรับวิธีการผสมสัญญาณแบบ FSK นั้น จะเป็นวิธีการที่มีการเปลี่ยนแปลงความถี่ แต่จะไม่เปลี่ยนขนาดแรงดัน เช่น ถ้ามีการส่งข้อมูล 00101001 ข้อมูล '0' จะถูกเปลี่ยนเป็นความถี่ต่ำ (1070 Hz) และความถี่สูง (1270 Hz) จะถูกใช้แทนข้อมูล '1' ดังภาพที่ 2.12

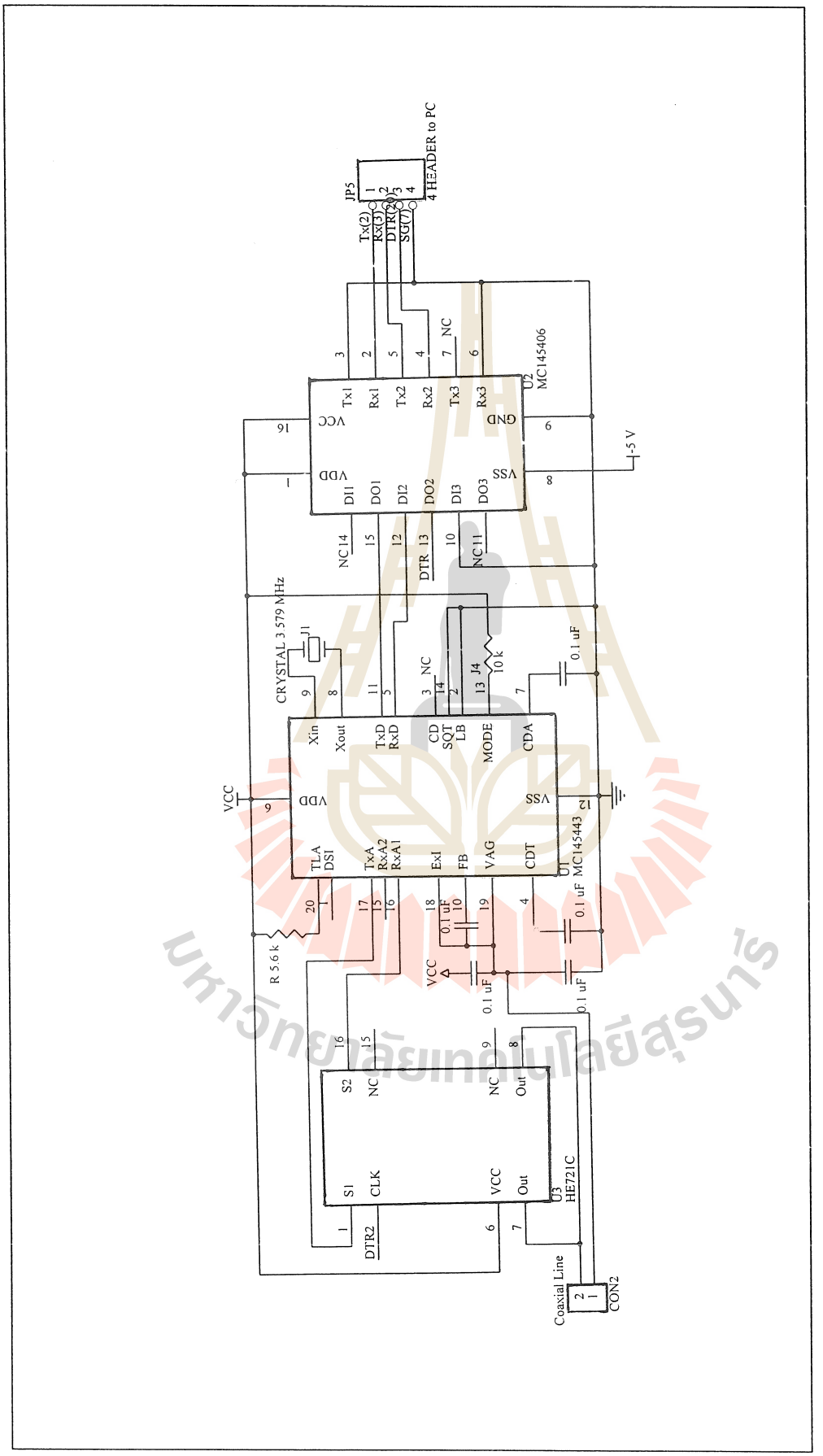


ภาพที่ 2.12 แสดงภาพสัญญาณของระบบ Frequency Shift Keying (FSK)

เมื่อโมเด็มที่ภาครับมีการตรวจสอบแค่เพียงความแตกต่างระหว่างความถี่ที่รับได้ ไม่ได้ตรวจสอบขนาดของแรงดัน ดังนั้นการลดทอนสัญญาณในสายโทรศัพท์ ก็จะไม่ส่งผลกับในการส่งข้อมูลในระบบ FSK นี้มากนัก และจะสังเกตได้ว่าสายส่งที่นำสัญญาณที่ใช้รับ-ส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ กับชุดควบคุมนั้นใช้สายนำสัญญาณเพียงเส้นเดียวในการส่ง เนื่องจากได้มีการนำระบบมัลติเพล็กซ์มาใช้สลับการรับ-ส่งข้อมูลระหว่างภาครับกับภาคส่งได้ โดยสลับกันรับ-ส่งข้อมูล โดยไอซีที่นำมาใช้เป็นสวิตช์ในการรับ-ส่งข้อมูลนี้ได้ใช้รีเลย์สวิตช์เบอร์ HE721C (HEMLIN™) มาใช้งาน

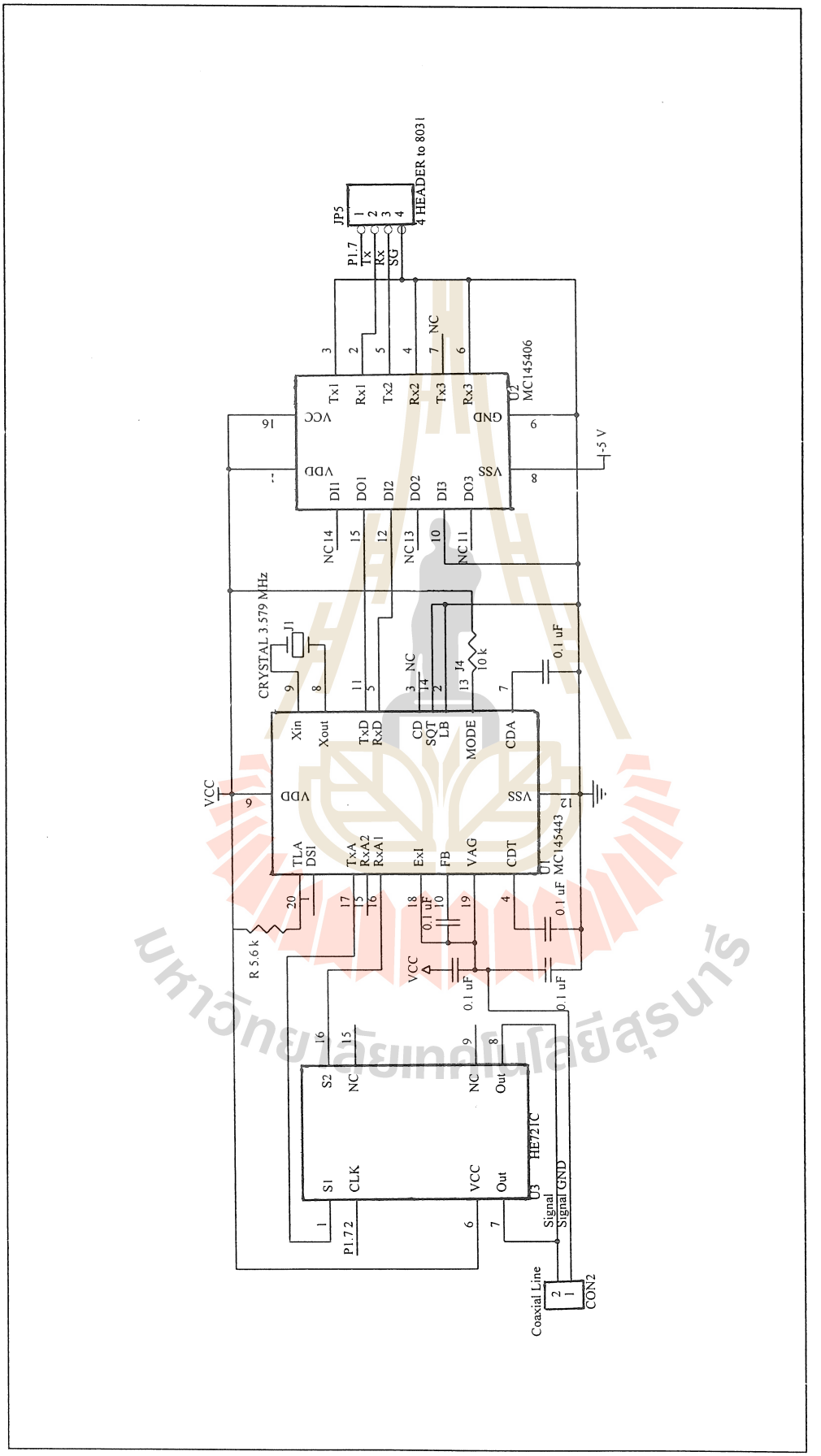
สำหรับโมเด็มที่ใช้ในโครงงานเป็นไอซีเบอร์ MC145443 ของบริษัทโมโตโรลา มีคุณลักษณะคือสามารถรับ-ส่งข้อมูลด้วยความเร็ว 300 บิตต่อวินาที สามารถทำงานได้ทั้ง 3 โหมด คือ simplex, half duplex และ full duplex และสามารถทำงานได้ทั้งโมเด็มด้านส่ง (Originate modem) และโมเด็มด้านรับ (Answer modem) โดยในภาพที่ 2.13 และ 2.14 จะแสดงวงจรในส่วนของโมเด็มด้านส่ง และโมเด็มด้านรับ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



ภาพที่ 2.13 วงจรใช้งานจริงของโมเด็มด้านหลัง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



ภาพที่ 2.14 วงจรใช้งานจริงของโมเด็มด้านรับ

2.8 สรุป

ในการออกแบบระบบเฝ้าดูและควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) สำหรับบ่อบำบัดน้ำเสียทั้ง 24 บ่อนี้ ระบบถูกออกแบบให้สามารถรับค่าข้อมูลเทียมขนาด 8 บิตที่สร้างจากวงจรอิเล็กทรอนิกส์ แล้วส่งมายังส่วนรับข้อมูลในรูปแบบของข้อมูลแบบอนุกรม ซึ่งมีข้อมูลจำนวนทั้งสิ้น 48 ชุด สำหรับบ่อบำบัดน้ำเสียทั้ง 24 บ่อ ซึ่งส่วนรับข้อมูลออกแบบโดยใช้ไอซีบัฟเฟอร์จำนวน 6 ตัว เพื่อให้สามารถรับข้อมูลได้ทั้ง 24 ชุด จากนั้นส่วนรับข้อมูลจะส่งข้อมูลแบบอนุกรมที่ได้รับมานี้ ไปยังส่วนควบคุม (บอร์ด CP-32) โดยส่วนควบคุมจะรับข้อมูลผ่านทางพอร์ต A แล้วนำข้อมูลแบบอนุกรมที่ได้รับ มาเรียงลำดับใหม่ ให้กลับเป็นข้อมูลดิจิตอล 8 บิต จำนวน 48 ชุดดังเดิม ส่วนควบคุมจะนำข้อมูลที่ได้รับ มาประมวลผลและเปรียบเทียบกับค่าอ้างอิงที่อยู่ในหน่วยความจำ จากนั้นส่วนควบคุมจะส่งสัญญาณควบคุมผ่านทางพอร์ต B ไปยังส่วนขับสัญญาณควบคุม โดยบ่อบำบัดน้ำเสียแต่ละบ่อ จะมีสัญญาณควบคุมอยู่จำนวน 3 สัญญาณ คือ สัญญาณควบคุมการลดค่า pH สัญญาณควบคุมการเพิ่มค่า pH และสัญญาณควบคุมการเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำ ดังนั้นบ่อบำบัดน้ำเสียทั้ง 24 บ่อจะมีจำนวนสัญญาณควบคุมทั้งสิ้นจำนวน 72 สัญญาณ และส่วนขับสัญญาณควบคุมนี้จะมีไอซีบัฟเฟอร์จำนวน 9 ตัว ที่ใช้ขับสัญญาณควบคุมทั้ง 72 สัญญาณ โดยสัญญาณควบคุมจะถูกส่งไปยังส่วนสั่งงานสวิตช์ควบคุม ซึ่งจะใช้ควบคุมการทำงานของรีเลย์สวิตช์ ที่ใช้สำหรับควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องปรับค่า pH และเครื่องตีน้ำสำหรับเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำตามคำสั่งของสัญญาณควบคุมที่ได้รับมาจากส่วนควบคุม

ส่วนควบคุมยังสามารถติดต่อกับส่วนแสดงผลผ่านทาง FSK โมเด็ม ที่มีความเร็วในการส่งข้อมูลเป็น 300 บิตต่อวินาที โดยส่วนแสดงผลจะใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะทำหน้าที่ในการขอข้อมูลค่า pH และ DO จากส่วนควบคุม เพื่อนำข้อมูลมาแสดงในจอภาพแสดงผลและนำข้อมูลมาเก็บบันทึกไว้ เพื่อให้สามารถนำข้อมูลที่ต้องการมาพิมพ์ออกเป็นรายงานทางเครื่องพิมพ์ นอกจากนี้ส่วนแสดงผลยังถูกออกแบบให้สามารถส่งค่าข้อมูลอ้างอิงที่ผู้ใช้งานกำหนดไปยังส่วนควบคุม เพื่อให้ส่วนควบคุมนำไปใช้สำหรับเปรียบเทียบสถานะของบ่อบำบัดน้ำเสียต่อไป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

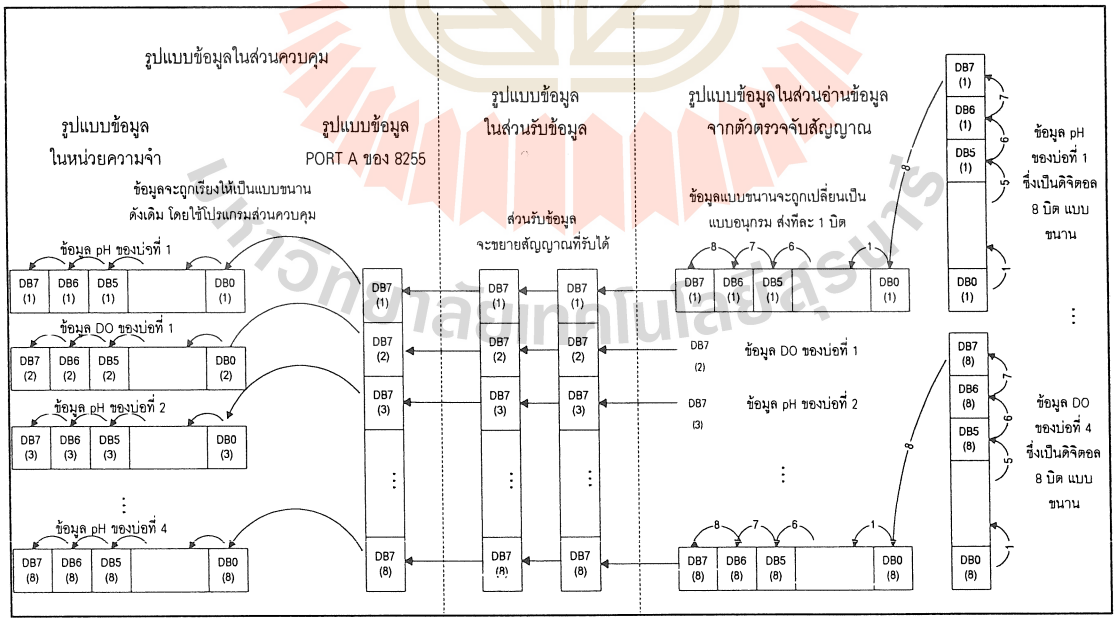
บทที่ 3
การออกแบบโปรแกรม

3.1 กล่าวนำ

ในบทที่ 2 ได้กล่าวถึงการออกแบบในส่วนฮาร์ดแวร์มาแล้วนั้น จะเห็นว่าในส่วนควบคุมนั้น ได้ใช้ระบบไมโครคอนโทลเลอร์มาเป็นหัวใจสำคัญในการควบคุมการทำงาน แต่การที่จะให้ไมโครคอนโทลเลอร์สามารถทำงานได้นั้น ต้องใช้โปรแกรมที่กำหนดการทำงานของไมโครคอนโทลเลอร์ให้เป็นไปตามที่ต้องการ เช่นเดียวกันกับในส่วนแสดงผล ซึ่งมีคอมพิวเตอร์เป็นส่วนสำคัญ ก็จำเป็นต้องใช้โปรแกรมควบคุมการทำงานเช่นกัน ดังนั้นจึงสามารถแบ่งส่วนของโปรแกรมนี้ ออกได้เป็นสองส่วน คือ โปรแกรมส่วนควบคุม และโปรแกรมส่วนแสดงผล

3.2 โปรแกรมส่วนควบคุม

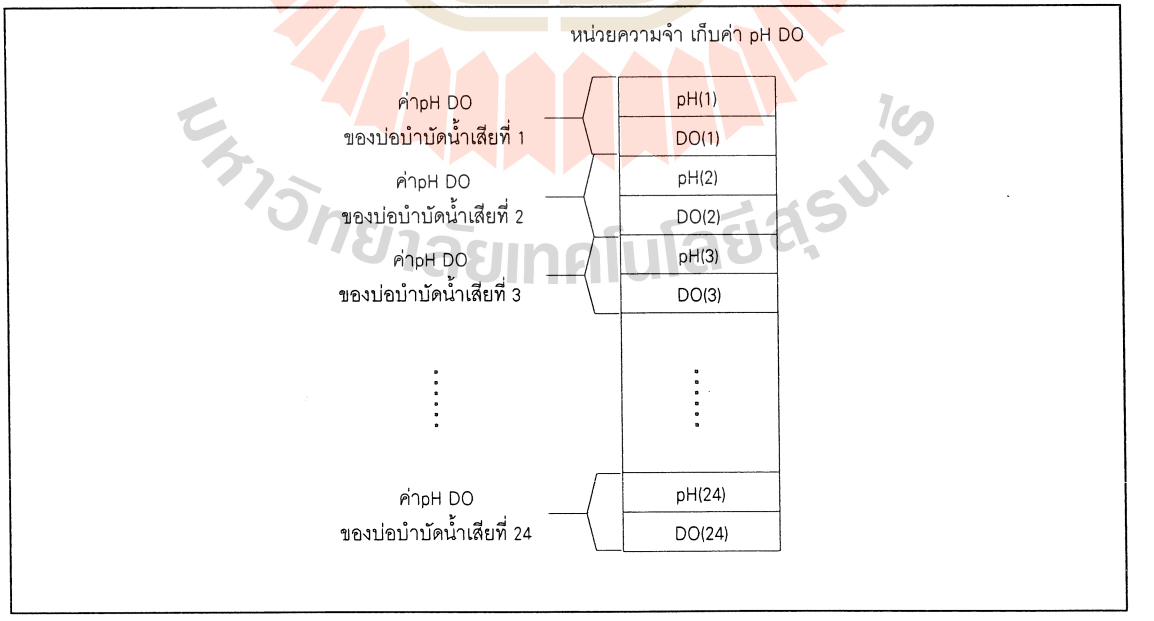
ในส่วนควบคุมนั้นแบ่งเป็น 3 ส่วนย่อยๆ คือ ส่วนรับข้อมูล ส่วนอ่านข้อมูลจากตัวตรวจจับสัญญาณ และส่วนขับข้อมูลควบคุม ซึ่งในการเขียนโปรแกรมจะแยกส่วนของโปรแกรมออกเป็น 3 ส่วนเช่นกัน คือ โปรแกรมของส่วนรับข้อมูล โปรแกรมของส่วนอ่านข้อมูลจากตัวจับสัญญาณ และโปรแกรมของส่วนขับสัญญาณควบคุม ซึ่งจะขอกล่าวถึงโปรแกรมในส่วนอ่านข้อมูลจากตัวจับสัญญาณ และส่วนรับข้อมูลก่อน จากการออกแบบทางด้านอาร์ดแวร์จะเห็นได้ว่าหลักการทำงานของ ส่วนอ่านข้อมูลจากตัวตรวจจับสัญญาณ และส่วนรับข้อมูลตาม จะมีรูปแบบของเฟรมข้อมูลขนาด 8 บิต ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 รูปแบบการรับข้อมูลของส่วนควบคุม จากส่วนรับข้อมูลและส่วนอ่านข้อมูลจากตัวตรวจจับสัญญาณ

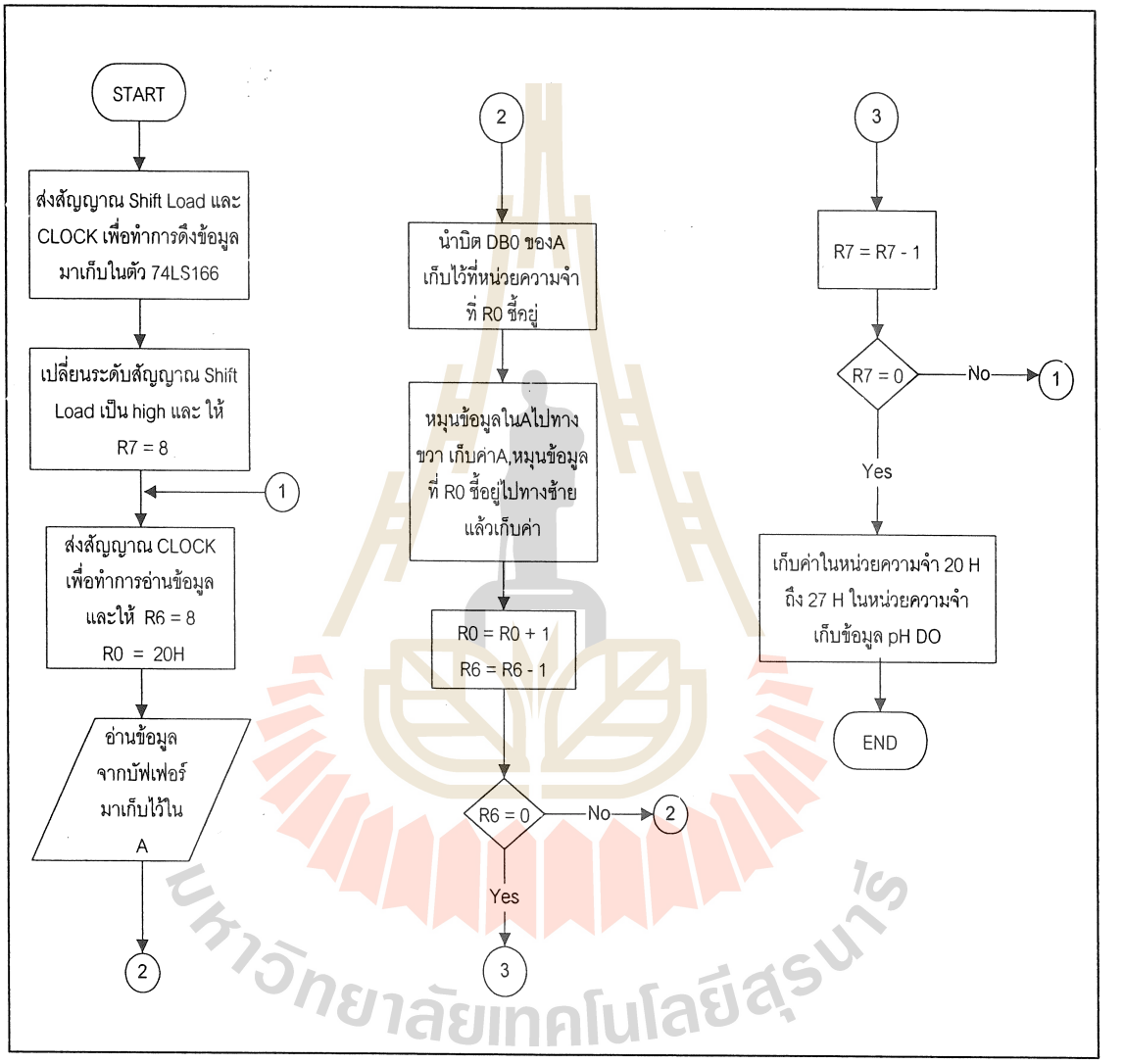
จากภาพที่ 3.1 จะเห็นว่าส่วนอ่านข้อมูลจะแปลงข้อมูล ที่อยู่ในรูปข้อมูลแบบขนาน มาเป็นข้อมูลแบบอนุกรม แล้วจึงทำการส่งให้กับส่วนรับข้อมูลที่ละบิต ตามสัญญาณ CLOCK ที่ป้อนให้ ขณะที่ส่วนควบคุมจะทำการอ่านข้อมูลจากส่วนรับข้อมูล โดยจะอ่านข้อมูลของบิต DB7 ของแต่ละบ่อเข้ามาก่อน แล้วทำการป้อนสัญญาณ CLOCK ไปให้ส่วนอ่านข้อมูลจากตัวตรวจจับสัญญาณ เพื่อทำการอ่านข้อมูลของบิต DB6 ของแต่ละบ่อ ทำอย่างนี้ไปเรื่อยๆ เป็นจำนวน 8 ครั้ง จนอ่านข้อมูลครบทั้ง 8 บิต ในส่วนนี้สามารถออกแบบโปรแกรมให้มีการรับข้อมูลโดยมีหลักการทำงานดังนี้

ในขั้นแรกส่วนควบคุมจะทำการป้อนสัญญาณ CLOCK และ Shift Load ให้กับส่วนอ่านข้อมูลจากตัวตรวจจับสัญญาณ เพื่อทำการโหลดข้อมูลเข้ามาเก็บไว้ในตัวไอซีบัฟเฟอร์ 74LS166 และเมื่อทำการโหลดข้อมูลเสร็จสิ้น ก็ทำการเปลี่ยนระดับสัญญาณ Shift Load ให้เป็น high เพื่อทำการอ่านข้อมูลที่เก็บไว้ในตัว 74LS166 โดยในการอ่านข้อมูลแต่ละบิต จะทำการอ่านตามการส่งสัญญาณ CLOCK โดยข้อมูลที่อ่านจะเริ่มบิต DB7 แล้วก็จะถูกส่วนควบคุมอ่านจากส่วนรับข้อมูลอีกที จนถึงบิตสุดท้าย โดยที่ส่วนควบคุมจะอ่านข้อมูลเข้ามาในรูปของกลุ่มข้อมูลที่ละบิตคือ เริ่มแรกจะอ่านข้อมูลของบิต DB7 ของแต่ละบ่อมาเก็บไว้ก่อน แล้วทำการอ่านบิต DB6 ของแต่ละบ่อมาเก็บไว้ไปเรื่อย ๆ จนถึงบิตสุดท้าย จะเห็นว่าข้อมูลที่อ่านได้เป็นข้อมูล ที่ยังไม่ถูกจัดเรียง ซึ่งโปรแกรมจะมีการจัดเรียงข้อมูลที่รับเข้ามาดังนี้คือ จะมีการเก็บข้อมูลไว้ที่ตำแหน่ง 20H ไปจนถึงตำแหน่ง 27H ทีละบิต แล้วทำการสลับข้อมูลภายในไปเรื่อยๆ จากซ้ายไปขวาจนได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ ซึ่งการอ่านข้อมูลนี้ จะอ่านจากบัฟเฟอร์ครั้งละ 1 ตัว โดยใช้สัญญาณเลือกไอซี CS1-CS6 ซึ่งจากภาพที่ 3.1 จะใช้บัฟเฟอร์ 1 ตัว ซึ่งจะสามารถอ่านข้อมูลได้ 8 ชุด โดยเป็นข้อมูลค่า pH และค่า DO ของบ่อบำบัดน้ำเสียบ่อที่ 1 ถึงบ่อที่ 4 แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้จัดเรียงแล้วนำไปเก็บไว้ในหน่วยความจำ ซึ่งเมื่ออ่านข้อมูลจากบัฟเฟอร์ครบทั้ง 6 ตัวแล้ว จะได้ข้อมูลของค่า pH และ DO จากบ่อบำบัดน้ำเสียครบทั้ง 24 บ่อ ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 การจัดเรียงข้อมูลค่า pH และค่า DO ทั้ง 24 บ่อในหน่วยความจำ

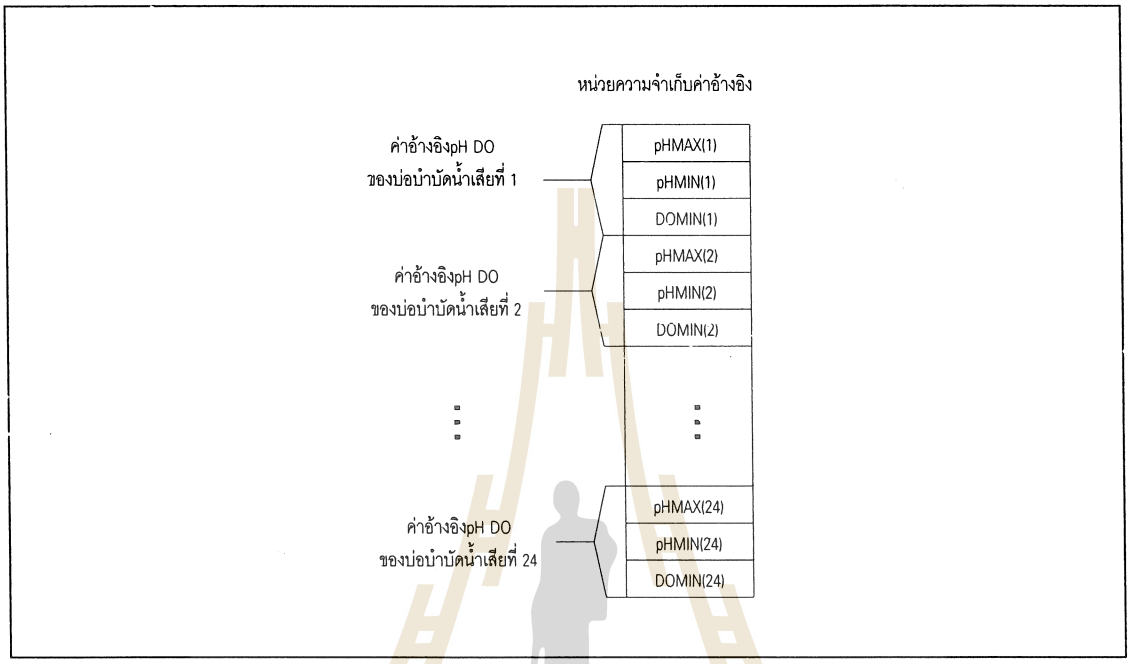
จากภาพที่ 3.2 จะเห็นได้ว่าจะมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) กับค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) เรียงลำดับสลับกันไป ตั้งแต่บ่อที่ 1 ถึงบ่อที่ 24 จากหลักการทำงานของส่วนควบคุม ส่วนรับข้อมูล และส่วนอ่านข้อมูลจากตัวตรวจจับสัญญาณ ซึ่งมีรูปแบบเฟรมข้อมูลดังที่กล่าวมาข้างต้น สามารถเขียนผังการงานของโปรแกรมได้ดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 แผนภูมิแสดงการทำงานของโปรแกรมรับข้อมูลจากส่วนรับข้อมูล และส่วนอ่านข้อมูลจากตัวตรวจจับสัญญาณ ให้การเรียงข้อมูลแบบอนุกรมให้เป็นข้อมูลแบบขนาน

เมื่อทำการรับข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะมีการตัดสินใจว่าค่า pH และ DO มีค่ามากหรือน้อย เพื่อที่จะได้ทำการสั่งเครื่องปรับ pH และเครื่องเติมออกซิเจนให้ทำงาน ในการตัดสินใจนี้จะทำการเปรียบเทียบข้อมูลที่รับมา กับข้อมูลอ้างอิง ซึ่งข้อมูลอ้างอิงนี้จะถูกกำหนดโดยค่าที่ตั้งไว้ในตอนแรก เมื่อเริ่มเปิดเครื่อง หรือจาก

ผู้ใช้งานควบคุม ซึ่งป้อนค่าข้อมูลอ้างอิงจากส่วนแสดงผล ซึ่งข้อมูลอ้างอิงจะเก็บไว้ในหน่วยความจำและมีลักษณะดังภาพที่ 3.4

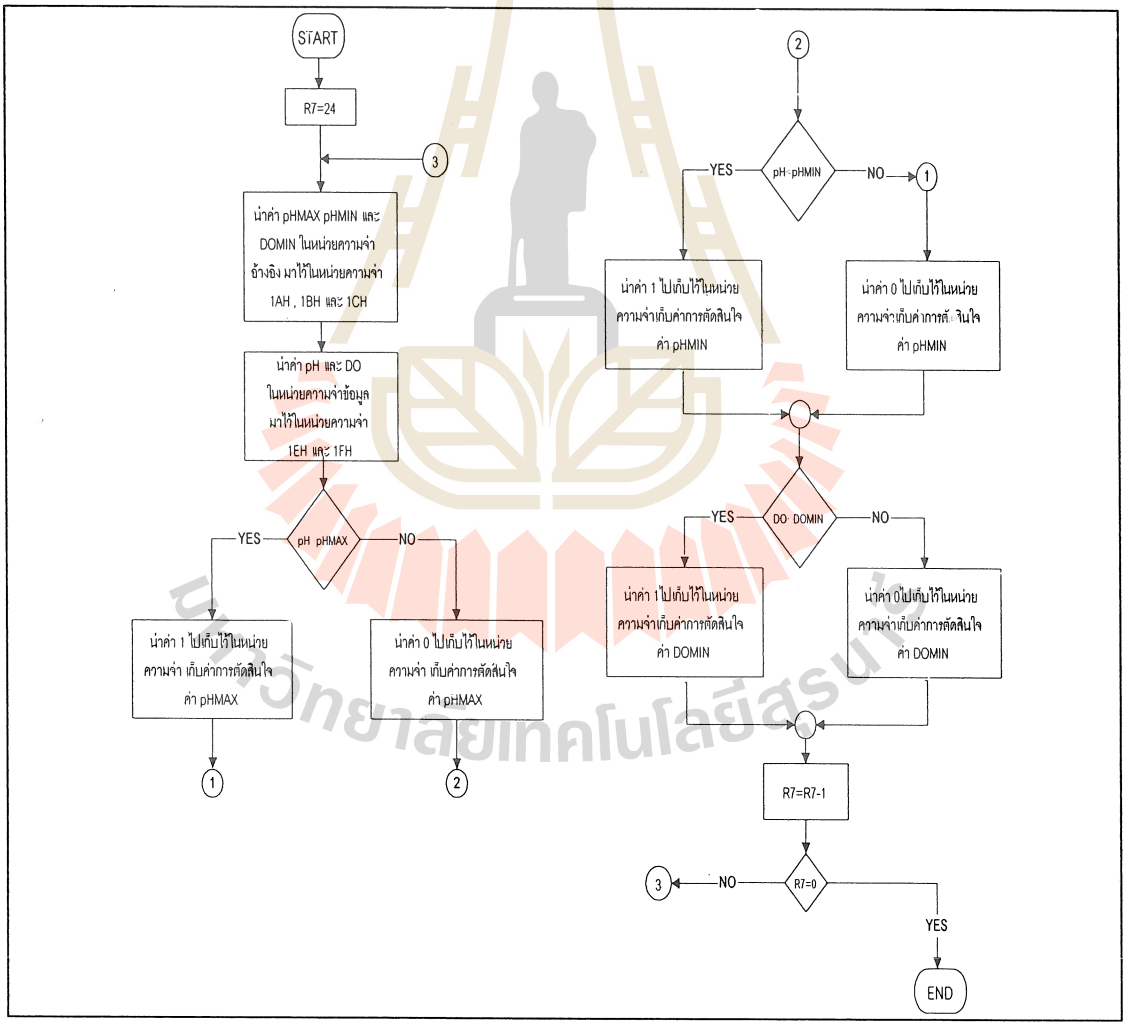


ภาพที่ 3.4 การจัดเรียงหน่วยความจำเก็บค่าอ้างอิง ที่ใช้สำหรับนำไปใช้ตรวจสอบสถานะของค่า pH และ DO ของบ่อบำบัดน้ำเสียแต่ละบ่อ

จากภาพที่ 3.4 จะเห็นได้ว่าข้อมูลอ้างอิงจะประกอบด้วยค่าความเป็นกรด-ด่างสูงสุดที่ยอมรับได้ (pHMAX) ค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำสุดที่ยอมรับได้ (pHMIN) และ ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำสุดที่ยอมรับได้ (DOMIN) ซึ่งจะเรียงลำดับตั้งแต่ บ่อที่ 1 ถึงบ่อที่ 24 ซึ่งในการตัดสินใจเปรียบเทียบค่าข้อมูลกับค่าอ้างอิงจะมีกระบวนการดังภาพที่ 3.5

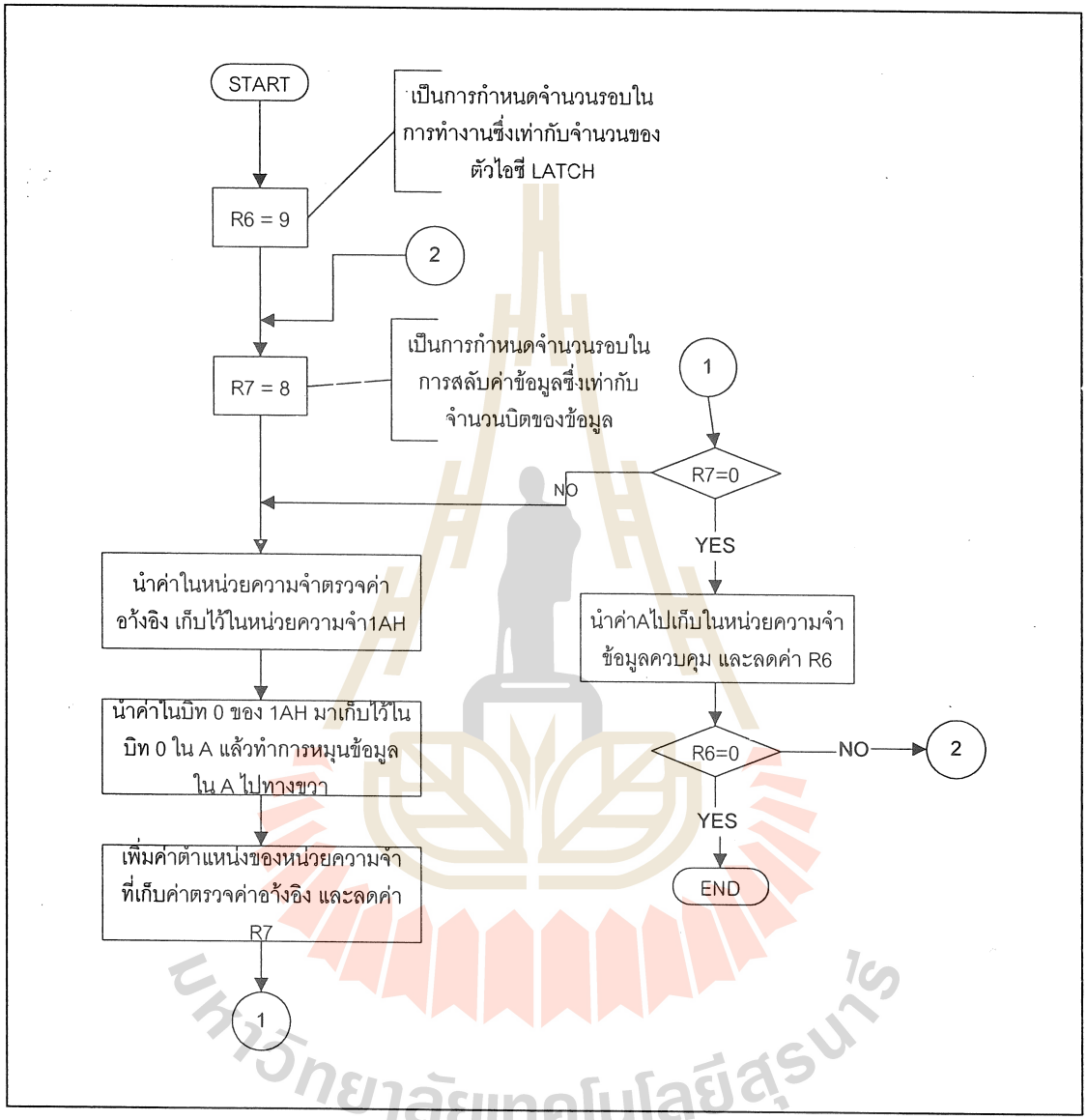
จากภาพที่ 3.5 จะเห็นว่าเริ่มแรกในการตัดสินใจจะมีการเก็บค่าตำแหน่งของหน่วยความจำที่เก็บค่า pH และ DO และการเก็บค่าตำแหน่งของ หน่วยความจำที่เก็บค่าอ้างอิงโดยจะเริ่มจากการนำค่า pH และ DO มาเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ และนำค่าอ้างอิง pHMAX pHMIN และ DOMIN เก็บไว้ในรีจิสเตอร์ เมื่อนำค่าต่าง ๆ เก็บไว้เรียบร้อยแล้วทำการนำค่า pH มาเปรียบเทียบกับ pHMAX ดูว่ามีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่า ถ้ามากกว่าก็ทำการกำหนดให้หน่วยความจำเก็บค่าที่ตรวจค่า pHMAX มีค่าเป็น 1 ถ้าน้อยกว่าให้หน่วยความจำนั้นมีค่าเป็น 0 แล้วทำการตรวจสอบค่า pH กับ pHMIN ถ้าค่า pH มากกว่า pHMIN ก็ให้หน่วยความจำที่เก็บค่าตรวจสอบค่า pHMIN เป็น 0 ถ้าหน่อยกว่าก็ให้หน่วยความจำที่เก็บค่าตรวจสอบค่า pHMIN เป็น 0 ถ้าน้อยกว่าก็ให้หน่วยความจำเก็บค่าตรวจสอบ pHMIN เป็น 1 เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วก็ทำการนำค่า DO มาตรวจสอบกับ DOMIN ถ้าค่ามากกว่าค่า DOMIN ก็ทำการกำหนดให้หน่วยความจำที่เก็บค่าตรวจสอบ DOMIN เป็น 0 ถ้าน้อยกว่าก็ให้เก็บค่า 1

ในความหมายที่เก็บค่า 0 กับ 1 ในหน่วยความจำคือถ้าค่าที่เก็บเป็น 1 หมายถึงมีการสั่งให้เครื่องปรับค่า pH และเครื่องเติมออกซิเจนทำงาน ถ้าเป็น 0 ก็คือไม่ทำงาน เมื่อทำการรับข้อมูลและตรวจสอบข้อมูลเรียบร้อยแล้ว จะมีโปรแกรมอีกส่วนหนึ่ง คือโปรแกรมที่ใช้ควบคุมการขับข้อมูลควบคุม ซึ่งจากการออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์ จะเห็นได้ว่าจะแบ่งบิตเอาท์พุทของ Latch ออกเป็น กลุ่มละ 3 บิต ซึ่งแสดงการควบคุม 3 แบบ คือควบคุมการทำงานของเครื่องลด pH ควบคุมการทำงานของเครื่องเพิ่ม pH และควบคุมการทำงานของเครื่องเพิ่ม DO ซึ่งมีทั้งหมด 24 บ่อหรือ 24 กลุ่ม จะเห็นได้ว่า Latch 1 ตัวจะมีเอาท์พุท 8 บิต ซึ่งจะแบ่งเป็นกลุ่มได้ไม่ลงตัว ต้องมีการรวมกลุ่มข้อมูลให้เป็น 8 บิต แล้วเก็บลงในหน่วยความจำที่เก็บค่าเอาท์พุทของ Latch แต่ละตัว ซึ่งมีการจัดเรียงโดยการนำค่าที่ตรวจสอบกับ pHMAX และ DOMIN มาใส่ไว้ตั้งแต่บิต DB0 เรียงลำดับไปเรื่อย ๆ จนถึงบิต DB7 แล้วก็มาขึ้นบิต DB0 ของหน่วยความจำเอาท์พุทตัวใหม่ เรียงลำดับไปเรื่อย ๆ จนถึงบิต DB7 ทำอย่างนี้ซ้ำไปเรื่อย ๆ จนข้อมูลตรวจสอบจนหมด



ภาพที่ 3.5 แผนภูมิแสดงการทำงานของโปรแกรมการตัดสินใจ สำหรับตรวจสอบหาสถานะของค่า pH และ DO ว่ามีค่าสูงกว่าค่าอ้างอิง หรือต่ำกว่าค่าอ้างอิง หรือไม่

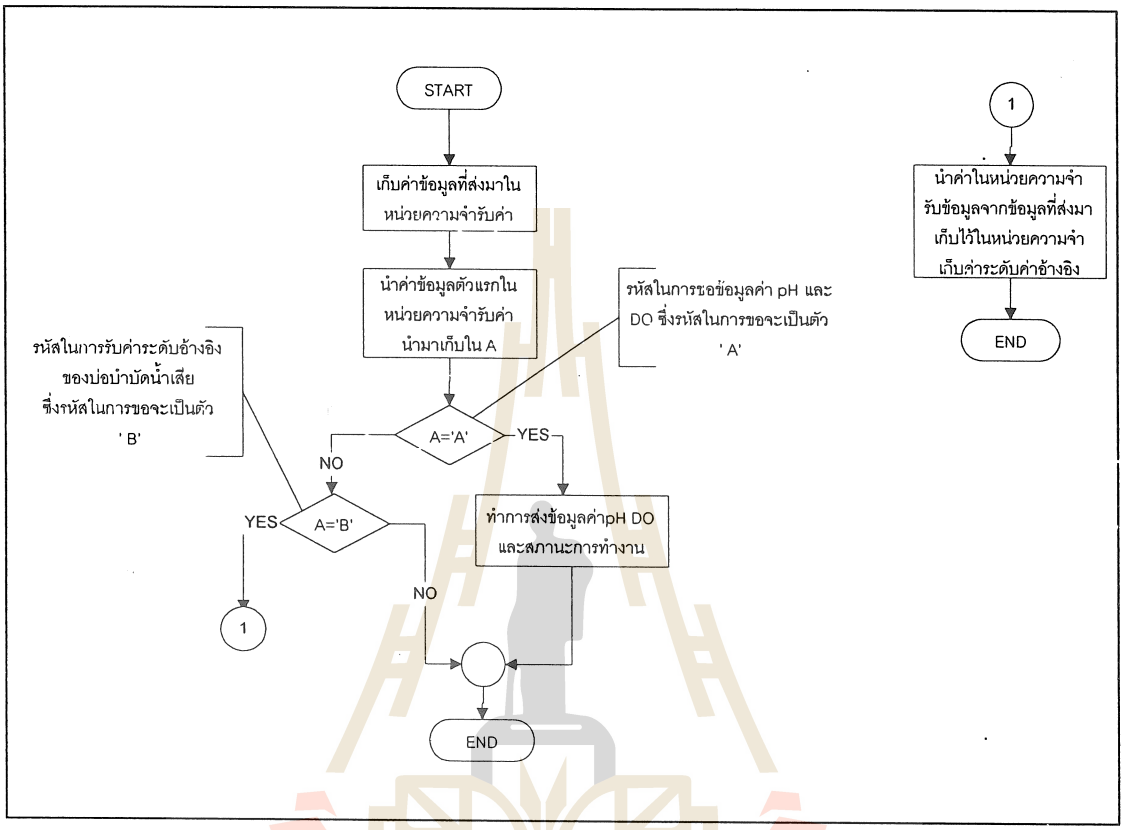
เมื่อทำขบวนการเรียงลำดับค่าตรวจสอบเสร็จสิ้น แล้วก็ทำการนำค่าบิตที่แทนผลการตรวจสอบนั้นออกไปใช้เพื่อการควบคุม ตามการทำงานที่แสดงด้วยแผนภูมิในภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6 แผนภูมิแสดงการทำงานของโปรแกรมสร้างสัญญาณควบคุม ที่ใช้สำหรับส่งสัญญาณควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องปรับ pH และเครื่องเติมอากาศ ให้ทำงานตามสถานะของค่า pH และ DO ที่ตรวจสอบมาได้

การทำงานของโปรแกรมส่วนควบคุมจะทำงานในส่วนของการอ่านค่าข้อมูล การตัดสินใจเกี่ยวกับสถานะของบ่อบำบัดน้ำเสีย และการขับข้อมูลควบคุมไปทำการควบคุมส่วนสั่งงานสวิตช์ควบคุม ไปเรื่อยๆจนกว่าจะมีการส่งข้อมูลมาขอข้อมูล หรือส่งค่าระดับอ้างอิงจากส่วนแสดงผลมายังส่วนควบคุม ซึ่งการส่งขอมูลนี้

จะทำให้เกิดการอินเตอร์รัพท์ทางพอร์ตอนุกรมของส่วนควบคุมขึ้น การอินเตอร์รัพท์นี้จะทำให้โปรแกรมกระโดดมาทำงานในส่วนโปรแกรมให้บริการอินเตอร์รัพท์ซึ่งมีการทำงานดังแผนภูมิภาพที่ 3.7



ภาพที่ 3.7 แผนภูมิแสดงการทำงานของโปรแกรมให้บริการอินเตอร์รัพท์ เมื่อมีการอินเตอร์รัพท์ทางพอร์ตอนุกรมของส่วนควบคุม ขณะที่ส่วนแสดงผลส่งข้อมูลมายังส่วนควบคุม

จากภาพที่ 3.7 จะแสดงแผนภูมิแสดงการทำงานของโปรแกรมให้บริการอินเตอร์รัพท์เมื่อมีการอินเตอร์ทางพอร์ตอนุกรมของ 8031 ขณะที่ส่วนแสดงผลส่งข้อมูลมายังส่วนควบคุม โดยการทำงานในโปรแกรมให้บริการอินเตอร์รัพท์ จะทำงานดังนี้คือ จะทำการรับข้อมูลที่คอมพิวเตอร์ส่งมาแล้วเก็บไว้ในหน่วยความจำเก็บข้อมูล แล้วจึงทำการทำการตรวจสอบว่าข้อมูลที่ส่งมาเป็นข้อมูลประเภทใด ถ้าเป็นข้อมูลประเภทข้อมูลการขอข้อมูลค่า pH และ DO ก็จะทำการส่งข้อมูล ไปให้ยังคอมพิวเตอร์ซึ่งจะมีรูปแบบข้อมูลดังภาพที่ 3.8

pH	DO	State	Sum	Sum	...	pH	DO	State	Sum	Sum	':00STOP'

ภาพที่ 3.8 รูปแบบเฟรมข้อมูลของค่า pH DO และสถานะ สำหรับส่งไปยังส่วนแสดงผล

ซึ่งจากรูปแบบเฟรมจะมีการส่งค่า pH ค่า DO ค่าสถานะ และค่าผลรวมข้อมูล (Sum) สำหรับการตรวจสอบความผิดพลาด โดยข้อมูลจะเรียงกันไปจนครบทั้ง 24 บ่อ แล้วจบด้วย ':00STOP' เพื่อบอกส่วนแสดงผลว่าจบเฟรมข้อมูลแล้ว โดยที่ค่าสถานะจะมีค่าดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 รหัสสถานะการ ทำงานของเครื่องเพิ่มหรือลดความเป็นกรด-ด่าง และเครื่องตีน้ำเพิ่มปริมาณออกซิเจน

รหัส	สภาวะ		
	pH เกิน	pH ต่ำ	DO ต่ำ
00H	0	0	0
01H	0	0	1
02H	0	1	0
03H	0	1	1
04H	1	0	0
05H	1	0	1

หมายเหตุ เมื่อรหัส 1 แทนสภาวะว่าเครื่องมีการใช้งาน และรหัส 0 แทนสภาวะว่าเครื่องไม่มีการใช้งาน

รหัสดังกล่าวมานี้จะเป็นรหัสแทนการทำงานของเครื่องปรับค่า pH และเครื่องเติมออกซิเจนโดยจะให้เครื่องลดค่า pH เป็นเลขบิต DB2 เครื่องเพิ่มค่า pH เป็นบิต DB1 และเครื่องเติมออกซิเจนเป็นบิต DB0 โดยที่ถ้าบิตใดเป็น 1 แสดงว่าเครื่องทำงานแต่ถ้าเป็น 0 แสดงว่าเครื่องไม่ทำงาน เมื่อเสร็จสิ้นการส่งข้อมูลเรียบร้อยและโปรแกรมจะกลับเข้าไปทำงาน

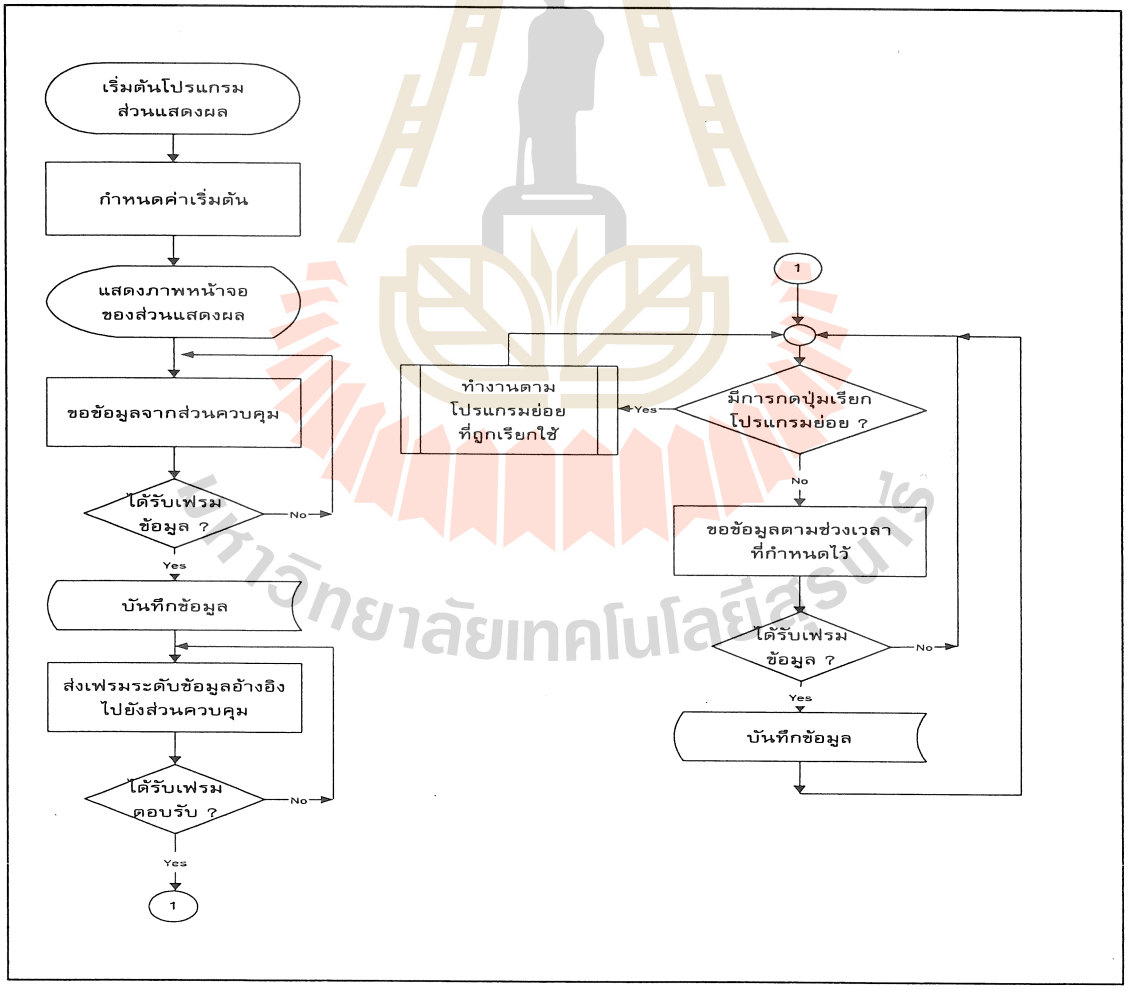
ถ้าทำการตรวจสอบข้อมูลที่ส่งมาเป็นประเภท ข้อมูลรับค่าระดับอ้างอิงซึ่งจะมีเฟรมข้อมูลดังภาพที่ 3.12 โดยจะทำงานดังนี้คือ จะนำข้อมูลที่รับได้มาทำการเก็บไว้ในหน่วยความจำที่เก็บค่าระดับอ้างอิงของแต่ละบ่อ และทำการนำข้อมูลสภาวะการใช้งาน ปิด-เปิดเครื่องปรับค่า pH และเครื่องเติมออกซิเจน มาทำการเก็บไว้ในหน่วยความจำเก็บสภาวะการใช้งานด้วย เมื่อทำการเก็บข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ก็จะกลับเข้าไปทำงานในโปรแกรมควบคุมอีกครั้ง

3.3 โปรแกรมส่วนแสดงผล

โปรแกรมของส่วนแสดงผลนี้ จะใช้โปรแกรม Microsoft Visual Basic 4.0 ในการเขียนโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมส่วนแสดงผลนี้ จะคอยทำหน้าที่แสดงข้อมูลของค่า pH และ DO ออกทางจอภาพ บันทึกข้อมูล พิมพ์ข้อมูลเป็นรายงาน และทำหน้าที่ส่งระดับข้อมูลอ้างอิงของค่า pH และ DO ของบ่อบำบัดน้ำเสียแต่ละบ่อ ไปยังส่วนควบคุม ซึ่งโปรแกรมส่วนแสดงผลนี้ สามารถแบ่งได้ 5 ส่วน คือโปรแกรมหลัก โปรแกรมย่อยสำหรับกำหนดค่าพารามิเตอร์ของระบบ โปรแกรมย่อยสำหรับกำหนดค่าระดับข้อมูลอ้างอิง โปรแกรมย่อยสำหรับพิมพ์รายงาน และโปรแกรมย่อยพิเศษอื่นๆ

3.3.1 โปรแกรมหลัก

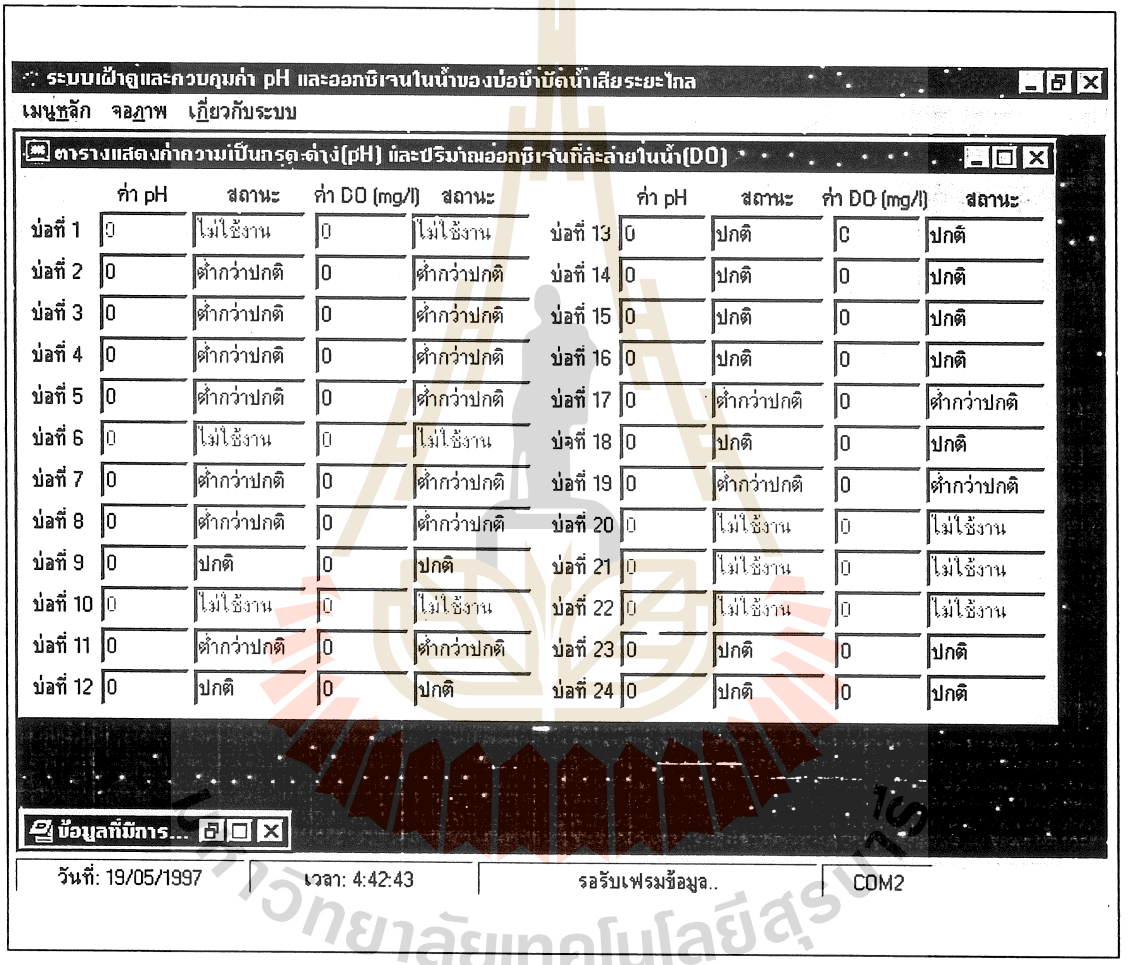
โปแกรมหลักจะมีหน้าที่หลักในการแสดงข้อมูลค่า pH และค่า DO แสดงออกทางจอภาพ และมีหน้าที่รองคือ คอยเรียกการทำงานของโปรแกรมย่อยต่างๆ ที่ผู้ใช้งานต้องการขึ้นมาใช้งาน ซึ่งโปรแกรมหลักจะมีการทำงานของโปรแกรมดังแผนภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.9 แผนภูมิแสดงการทำงานของโปรแกรมหลักของโปรแกรมส่วนแสดงผล

จากภาพที่ 3.9 เมื่อโปรแกรมของส่วนแสดงผลเริ่มมีการทำงาน ก็จะมีการกำหนดค่าเริ่มต้นของระบบ ซึ่งได้แก่ค่าระดับข้อมูลอ้างอิงของบ่อบำบัดน้ำเสียแต่ละบ่อ ค่ากำหนดช่วงเวลาในการทำงาน ความถี่ของการรับข้อมูลสำหรับการแสดงผลในแต่ละครั้ง และหมายเลขพอร์ตที่ใช้งาน ซึ่งได้มีการบันทึกข้อมูลดังกล่าวไว้แล้ว ในแฟ้มข้อมูลที่ชื่อ Main Data.mdb

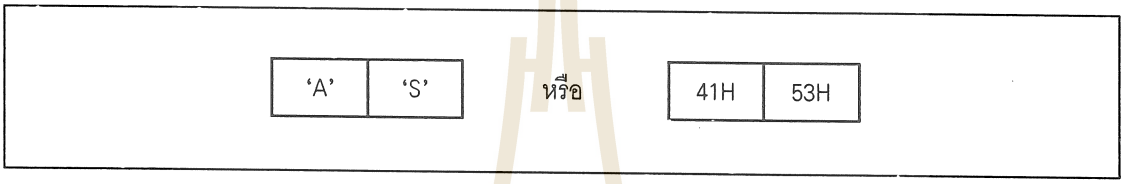
เมื่อทำการกำหนดค่าเริ่มต้นต่างๆ ของระบบแล้ว โปรแกรมส่วนแสดงผลก็จะแสดงจอภาพของโปรแกรมส่วนแสดงผลออกมาแก่ผู้ใช้ ดังที่แสดงไว้ในภาพที่ 3.10



ภาพที่ 3.10 จอภาพหลักของโปรแกรมส่วนแสดงผล

ซึ่งจอภาพของส่วนแสดงผลจะมีจอภาพย่อยที่เป็นตารางแสดงค่า pH ค่า DO และสถานะการทำงานของบ่อบำบัดน้ำเสียทั้ง 24 บ่อ เพื่อแสดงสภาวะของค่า pH และ DO แก่ผู้ใช้งานหรือเจ้าหน้าที่ ให้รับทราบ โดยค่าเริ่มต้นของค่า pH และ DO ของทุกบ่อในตอนแรกจะมีค่าเป็น 0 ทั้งหมดทุกบ่อ และสถานะของบ่อบำบัดน้ำเสียแต่ละบ่อ จะมีค่าตามการเปรียบเทียบข้อมูล 0 ที่กำหนดในตอนแรกนี้ กับค่าระดับข้อมูลอ้างอิงที่อ่านจากแฟ้มฐานข้อมูล Main Data.mdb

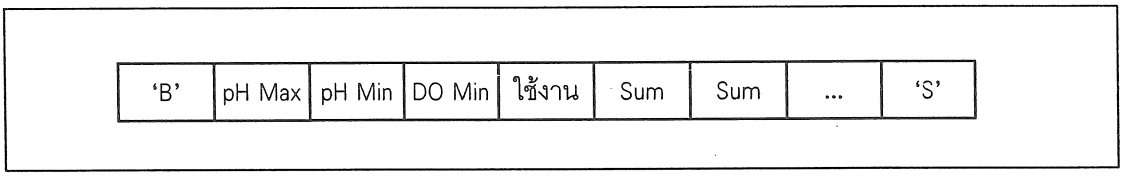
จากภาพที่ 3.10 เมื่อโปรแกรมส่วนแสดงผลได้แสดงหน้าจอหลักของส่วนแสดงผลแล้ว แต่ข้อมูลยังมีค่าเป็น 0 อยู่ จึงต้องมีการปรับปรุงข้อมูลให้เป็นปัจจุบัน โดยโปรแกรมส่วนแสดงผลจะส่งเฟรมขอข้อมูล ซึ่งมีรูปแบบของเฟรมดังภาพที่ 3.11 ซึ่งจะประกอบด้วยเลข 8 บิตจำนวน 2 ตัว ซึ่งเป็นรหัส ASCII ของตัว 'A' หรือเลข 41H ซึ่งจะเป็นรหัสที่บอกให้ส่วนควบคุมทราบว่า ส่วนแสดงผลต้องการข้อมูลของค่า pH และ DO ของบ่อบำบัดน้ำเสียในขณะนั้น และรหัส ASCII ของตัว 'S' หรือเลข 53H จะเป็นรหัสบอกให้ส่วนควบคุมทราบว่าสิ้นสุดเฟรมขอข้อมูลแล้ว ซึ่งเฟรมขอข้อมูลนี้จะถูกส่งจากส่วนแสดงผลไปยังส่วนควบคุม โดยผ่านส่วนโมเด็ม



ภาพที่ 3.11 รูปแบบเฟรมขอข้อมูล ที่ส่วนแสดงผลส่งไปยังส่วนควบคุม ซึ่งใช้ในการขอข้อมูลของค่า pH และ DO จากส่วนควบคุม เพื่อนำมาแสดงบนจอภาพ

เฟรมขอข้อมูลนี้จะไปอินเตอร์รัพท์การทำงานของโปรแกรมส่วนควบคุม ให้หยุดทำงานหลักคือการอ่านค่า pH และ DO และสั่งงานควบคุมระดับค่า pH และ DO ให้อยู่ในระดับอ้างอิง หรือระดับที่ได้กำหนดไว้ โดยส่วนควบคุมจะทำการส่งค่าข้อมูล pH DO และสถานะของบ่อขณะนั้นมายังส่วนแสดงผล ในรูปแบบของเฟรมข้อมูล ซึ่งแสดงในภาพที่ 3.8 ส่วนแสดงจะมีการรอรับเฟรมข้อมูลจากส่วนควบคุมนี้ เมื่อได้รับเฟรมข้อมูลแล้ว ก็จะนำข้อมูลจากเฟรมที่ได้มาตรวจสอบความผิดพลาด ด้วยวิธีการหาผลรวมของข้อมูล หากมีการผิดพลาดของข้อมูล ส่วนแสดงผลก็จะส่งเฟรมขอข้อมูล ไปยังส่วนควบคุมอีกครั้ง หรือถ้าหากส่วนควบคุมไม่มีการส่งเฟรมข้อมูลมาภายในเวลา 10 วินาที ส่วนแสดงผลก็จะมีการส่งเฟรมขอข้อมูล เพื่อการขอข้อมูลซ้ำอีกครั้งเช่นเดียวกัน เมื่อค่าที่ได้รับมาถูกต้องแล้วส่วนควบคุมก็จะนำข้อมูลดังกล่าวมาแสดงผล และบันทึกข้อมูลไว้ในแฟ้มข้อมูล เพื่อประโยชน์ในการอ้างอิง หรือพิมพ์ออกเป็นรายงานที่ต้องการ

เมื่อได้รับข้อมูลของค่า pH และ DO ของบ่อบำบัดน้ำเสียแต่ละบ่อแล้ว ส่วนแสดงผลก็จะทำการส่งเฟรมระดับข้อมูลอ้างอิงไปยังส่วนควบคุม เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการเปรียบเทียบสถานะของบ่อบำบัดน้ำเสียแต่ละบ่อ โดยเฟรมระดับข้อมูลอ้างอิงจะมีรูปแบบดังภาพที่ 3.12 โดยจะเริ่มจากรหัส ASCII 'B' ซึ่งบอกถึงการเริ่มต้นเฟรมระดับข้อมูลอ้างอิง แล้วตามด้วยค่า pH สูงสุด pH ต่ำสุด DO ต่ำสุด สถานะการใช้งานของบ่อ ซึ่งแสดงดังตารางที่ 3.2 และผลรวมข้อมูล โดยเรียงลำดับจากบ่อที่ 1 ถึงบ่อที่ 24 แล้วตามด้วยรหัสจบเฟรม คือ ASCII 'S'

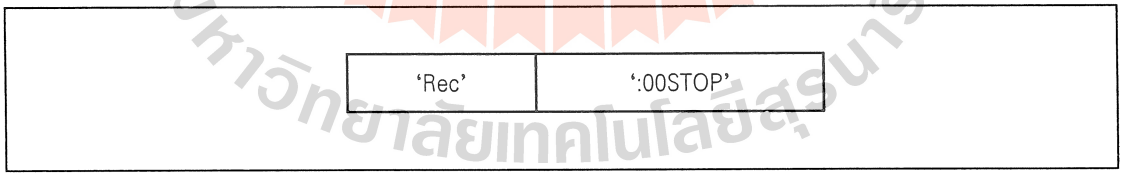


ภาพที่ 3.12 รูปแบบเฟรมระดับข้อมูลอ้างอิง ที่ส่วนแสดงผลส่งไปยังส่วนควบคุม เพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับการตรวจสอบสถานะของค่า pH และ DO

ตารางที่ 3.2 รหัสแสดงการใช้งานของเครื่องเติมสารปรับ pH และเครื่องตีอากาศ สำหรับเพิ่มค่า DO ในน้ำของบ่อบำบัดน้ำเสีย

รหัสการใช้งานของบ่อ	การใช้งานเครื่องเติมสารปรับค่า pH	การใช้งานเครื่องตีอากาศเพิ่มค่า DO
07H	ใช้งาน	ใช้งาน
08H	ไม่ใช้งาน	ใช้งาน
09H	ใช้งาน	ไม่ใช้งาน
0AH	ไม่ใช้งาน	ไม่ใช้งาน

เมื่อส่วนควบคุมได้รับเฟรมระดับข้อมูลอ้างอิง ก็จะมีการตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูล ถ้าหากไม่มีการผิดพลาดก็จะส่งเฟรมตอบรับ ดังภาพที่ 3.13 ซึ่งเป็นรหัส ASCII ของคำว่า 'Rec' ตามด้วยรหัส ASCII ของคำว่า ':00STOP' ไปให้แก่ส่วนแสดงผล แต่ถ้าหากข้อมูลที่ได้รับผิดพลาด ก็จะส่งเฟรมไม่ตอบรับ ดังภาพที่ 3.14 ซึ่งเป็นรหัส ASCII ของคำว่า 'Comreq' ตามด้วยรหัส ASCII ของคำว่า ':00STOP' ไปให้แก่ส่วนแสดงผล เพื่อให้ส่วนแสดงผลส่งเฟรมข้อมูลอ้างอิงซ้ำอีกครั้ง



ภาพที่ 3.13 รูปแบบเฟรมตอบรับ ที่ส่วนควบคุมส่งไปยังส่วนแสดงผล เพื่อแจ้งส่วนแสดงผลว่าส่วนควบคุมได้รับเฟรมระดับข้อมูลอ้างอิงเรียบร้อยแล้ว

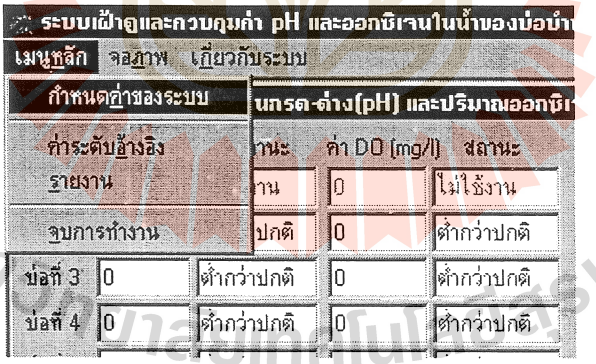
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

'Comreq'	':00STOP'

ภาพที่ 3.14 รูปแบบเฟรมไม่ตอบรับ ที่ส่วนควบคุมส่งไปยังส่วนแสดงผล เพื่อแจ้งส่วนแสดงผลว่ามีข้อผิดพลาดในเฟรมระดับข้อมูลอ้างอิง ให้ทำการส่งเฟรมซ้ำอีกครั้ง

เมื่อส่วนแสดงผลได้รับเฟรมไม่ตอบรับ หรือไม่ได้รับเฟรมใดๆตอบกลับมาภายในเวลา 10 วินาที ก็จะส่งเฟรมระดับข้อมูลอ้างอิงซ้ำอีกครั้ง

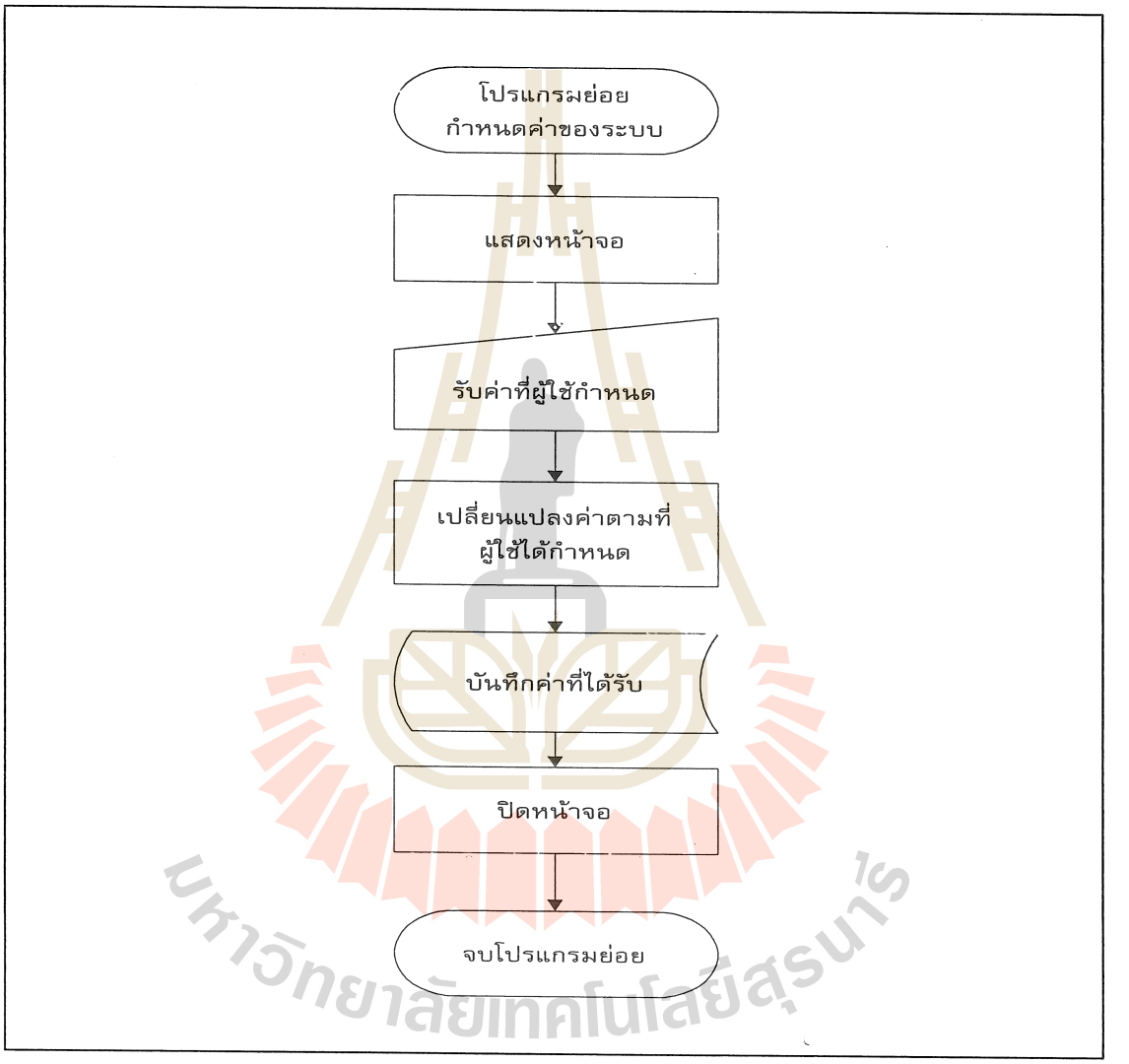
จากภาพที่ 3.9 เมื่อส่วนแสดงผลได้ทำการส่งเฟรมระดับข้อมูลอ้างอิงเรียบร้อยแล้ว ก็จะมีการตรวจสอบว่าผู้ใช้งานมีการกดปุ่มคำสั่งสำหรับเรียกโปรแกรมย่อยหรือไม่ ซึ่งโปรแกรมย่อยมีอยู่ 3 ส่วน คือ โปรแกรมย่อยกำหนดค่าของระบบ โปรแกรมย่อยค่าระดับอ้างอิง และโปรแกรมย่อยรายงาน โดยสามารถเรียกใช้โปรแกรมย่อยดังกล่าวนี้ได้จากเมนูหลัก ดังแสดงภาพที่ 3.15 ซึ่งหากมีการเรียกใช้โปรแกรมย่อยใดก็จะมีการเรียกจอภาพของโปรแกรมย่อยนั้นขึ้นมาบนจอภาพ แต่ถ้าหากไม่มีการเรียกใช้โปรแกรมย่อยใดๆ เลย ส่วนแสดงผลก็จะทำการขอข้อมูล โดยส่งเฟรมขอข้อมูลอีกครั้ง ตามช่วงความถี่ของเวลาที่ผู้ใช้งานได้กำหนดไว้ และมีการบันทึกค่าข้อมูลที่ได้รับอยู่ตลอดเวลา



ภาพที่ 3.15 เมนูหลักสำหรับเรียกโปรแกรมย่อย

3.3.2 โปรแกรมย่อยสำหรับกำหนดค่าพารามิเตอร์ของระบบ

ในส่วนของโปรแกรมย่อยนี้ จะใช้เมื่อต้องการกำหนดค่าพารามิเตอร์ของระบบ ซึ่งได้แก่ หมายเลขพอร์ตที่ใช้งานสำหรับโมเด็ม ค่าช่วงความถี่ในการขอข้อมูล และค่าช่วงเวลาในการขอข้อมูล ซึ่งการทำงานของโปรแกรมย่อยกำหนดค่าของระบบนี้ จะมีการทำงานดังภาพที่ 3.16

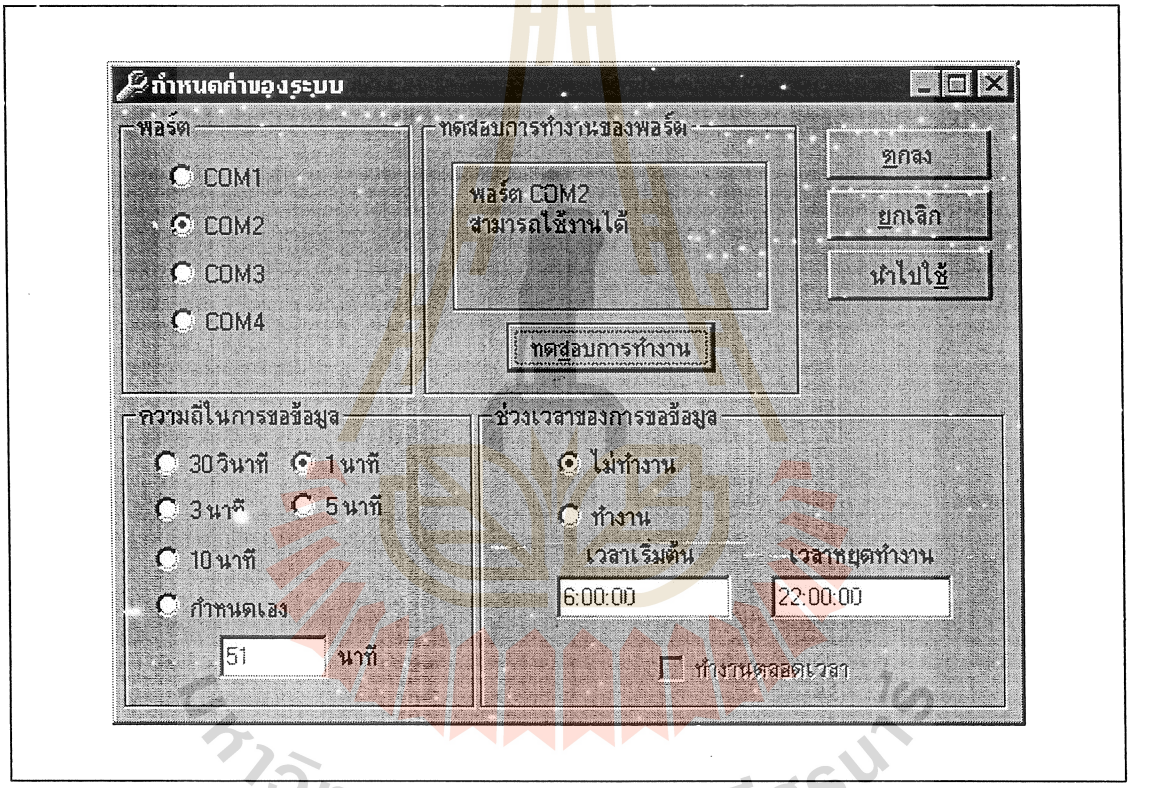


ภาพที่ 3.16 แผนภูมิแสดงการทำงานของโปรแกรมย่อยกำหนดค่าของระบบ

เมื่อเริ่มทำงานโดยโปรแกรมย่อยจะมีการแสดงจอภาพของส่วนกำหนดค่าของระบบนี้ ดังแสดงในภาพที่ 3.17 ซึ่งค่าต่างๆที่ผู้ใช้งานสามารถกำหนดได้ จะมีหมายเลขพอร์ตสื่อสารอนุกรมที่เลือกใช้งานสำหรับส่งข้อมูล ผ่านส่วนโมเด็ม โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกหมายเลขพอร์ต COM1 COM2 COM3 หรือ COM4 แล้วกดคำสั่งทดสอบการทำงานได้ ว่าพอร์ตหมายเลขดังกล่าวสามารถนำมาใช้งานได้หรือไม่ นอกจากหมายเลขพอร์ตแล้ว ผู้ใช้งานสามารถกำหนดช่วงความถี่ในการขอข้อมูล โดยส่งเฟรมข้อมูล ในแต่ละครั้ง ตามเวลา

ที่ต้องการ ซึ่งสามารถเลือกเป็น ทุกๆ 30 วินาที 1 นาที 3 นาที 5 นาที 10 นาที หรือกำหนดเอง (1-60นาที) และสามารถกำหนดช่วงเวลาในการทำงานได้ว่า จะให้ส่วนแสดงผลมีการขอข้อมูล ในช่วงเวลาเริ่มต้นเท่าไร เวลาหยุดทำงานเท่าใด กำหนดให้มีการทำงาน หรือขอข้อมูลตลอดเวลาหรือไม่ หรือหยุดการทำการขอข้อมูลของส่วนแสดงผลทั้งหมดเลยก็ได้

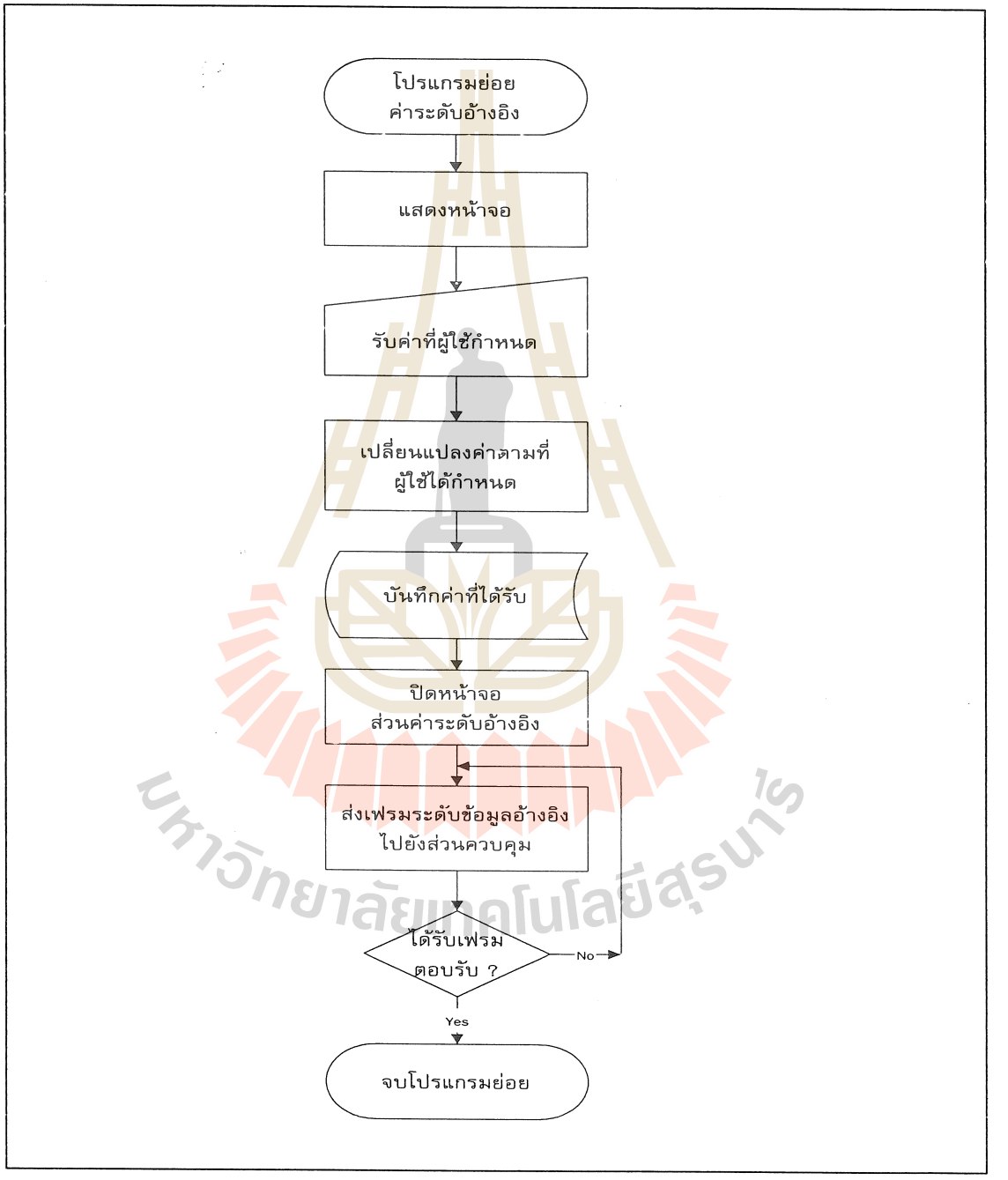
ซึ่งเมื่อผู้ใช้ได้กำหนดค่าของระบบ เสร็จเรียบร้อยแล้ว และกดปุ่มคำสั่งตอบตกลง โปรแกรมย่อยจะทำการบันทึกค่าของระบบที่กำหนดนี้ไว้ในแฟ้ม Main Data.mdb แทนข้อมูลเดิม เพื่อให้สามารถนำข้อมูลมาใช้งานได้อีก เมื่อบันทึกข้อมูลเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมย่อยก็จะปิดจอภาพ และจบการทำงานของโปรแกรมย่อย



ภาพที่ 3.17 จอภาพโปรแกรมย่อยสำหรับกำหนดค่าพารามิเตอร์ของระบบ ได้แก่ หมายเลขพอร์ต ความถี่ในการขอข้อมูล และช่วงเวลาในการทำงานขอข้อมูล

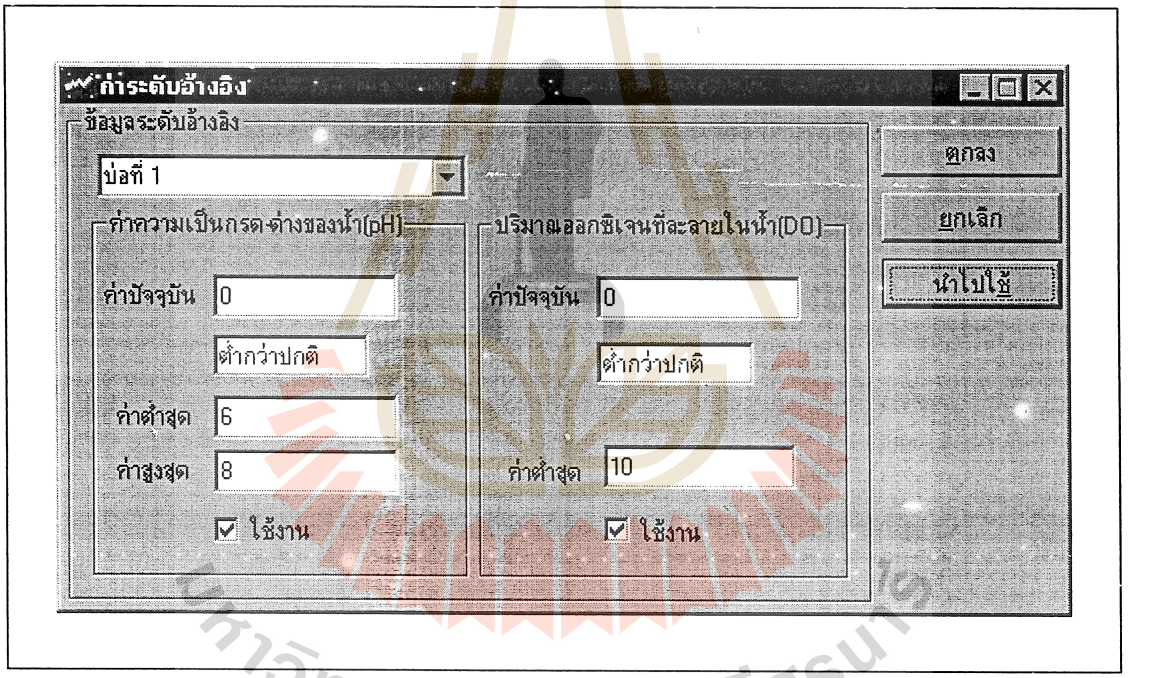
3.3.3 โปรแกรมย่อยสำหรับกำหนดค่าระดับอ้างอิง

โปรแกรมย่อยนี้จะใช้งานเมื่อผู้ใช้งานต้องการเปลี่ยนแปลงค่า pH และ DO ที่ใช้เป็นค่าอ้างอิง ของบ่อบำบัดน้ำเสียแต่ละบ่อ หรือต้องการเปิด-ปิดการทำงานของบ่อบำบัดน้ำเสียบางบ่อ ซึ่งโปรแกรมย่อยจะมีการทำงานดังภาพที่ 3.18



ภาพที่ 3.18 แผนภูมิแสดงการทำงานโปรแกรมย่อยสำหรับกำหนดค่า pH และ DO อ้างอิง

เมื่อผู้ใช้งานทำการเรียกโปรแกรมย่อยค่าระดับอ้างอิง โปรแกรมก็จะแสดงหน้าจอของโปรแกรมย่อยค่าระดับอ้างอิงขึ้นมาดังภาพที่ 3.19 ซึ่งผู้ใช้สามารถกำหนดค่าระดับอ้างอิงของค่า pH สูงสุด ค่า pH ต่ำสุด และค่า DO ต่ำสุดได้ สำหรับบ่อบำบัดน้ำเสียทั้ง 24 บ่อ โดยค่า pH สามารถกำหนดค่าได้ระหว่าง 0 ถึง 14 และค่า DO สามารถกำหนดได้ระหว่าง 0 ถึง 20 มิลลิกรัม/ลิตร นอกจากนี้ผู้ใช้งานยังสามารถกำหนดได้ว่าจะให้มีการใช้งานระบบควบคุมค่า pH หรือค่า DO ของบ่อใดบ่อหนึ่งให้มีการใช้งานหรือไม่ใช้งานก็ได้ ซึ่งสะดวกในกรณีที่ต้องการปิดการทำงานการบำบัดน้ำเสีย ของบ่อบำบัดน้ำเสียบางบ่อ ที่ระบบบำบัดน้ำเสียบ่อนั้นอาจมีการเสียหาย หรือมีการซ่อมแซม บ่อบำบัดน้ำเสียบ่อนั้นอยู่ หรือสาเหตุอื่นๆ ที่จำเป็นต้องหยุดการใช้งาน ซึ่งเมื่อผู้ใช้งานกำหนดค่าระดับอ้างอิงเสร็จเรียบร้อยแล้ว และมีการกดปุ่มคำสั่งตกลง โปรแกรมก็จะนำค่าระดับอ้างอิงที่กำหนดนี้บันทึกลงแฟ้มข้อมูล Main Data.mdb และจะทำการส่งเฟรมระดับข้อมูลอ้างอิง ซึ่งแสดงในภาพที่ 3.12 ไปยังส่วนควบคุม เพื่อให้ส่วนควบคุมนำข้อมูลอ้างอิงใหม่นี้ นำข้อมูลไปใช้งานต่อไป

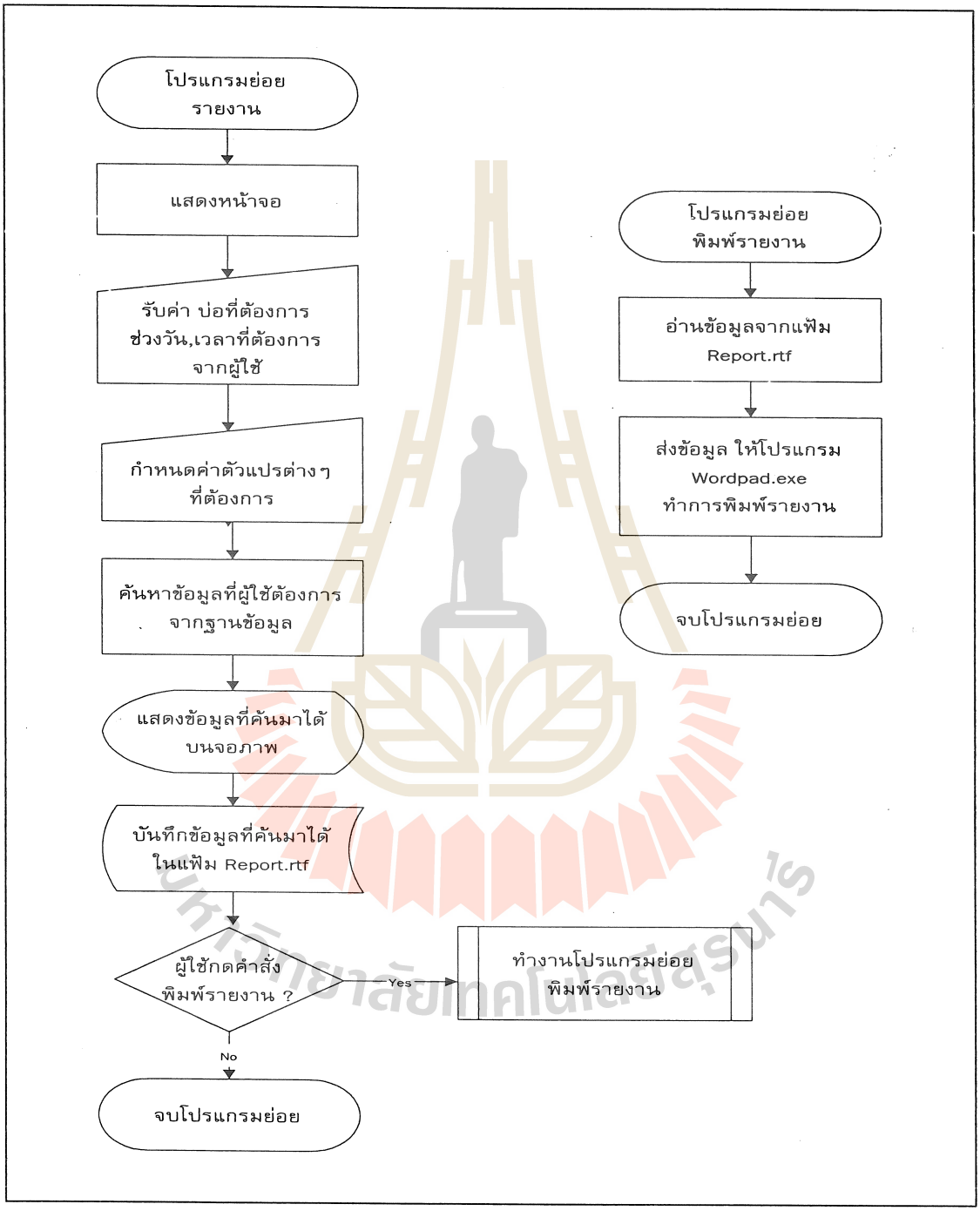


ภาพที่ 3.19 จอภาพโปรแกรมย่อยสำหรับกำหนดค่า pH และ DO อ้างอิง

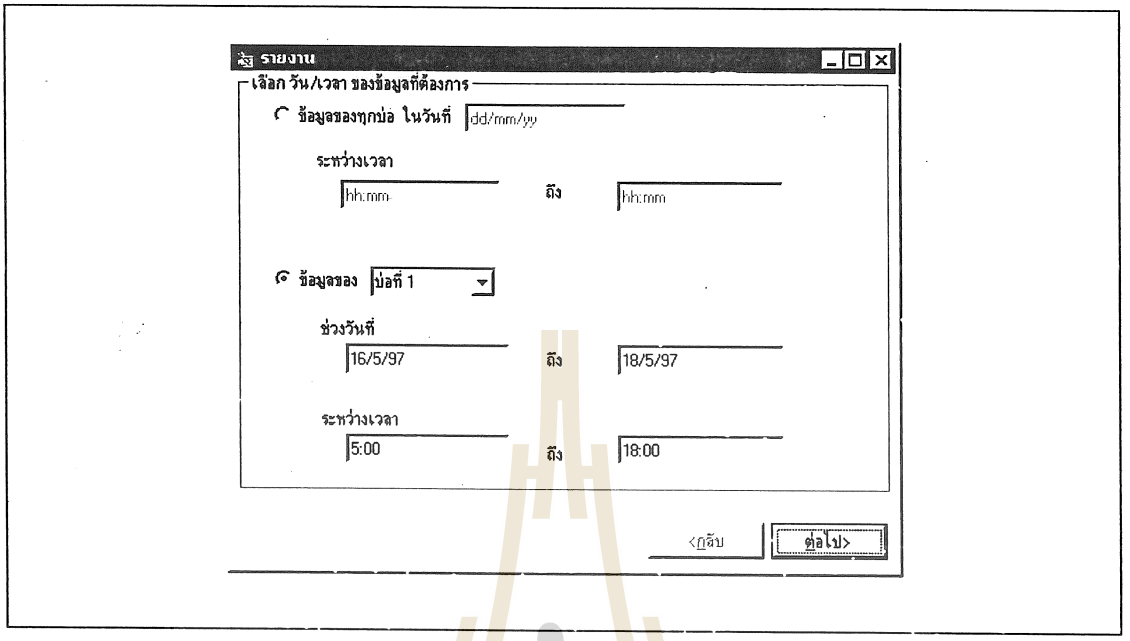
3.3.4 โปรแกรมย่อยสำหรับรายงาน

จะเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการนำข้อมูลของค่า pH และ DO ที่ได้มีการบันทึกเก็บไว้มาสร้างเป็นรายงาน โดยโปรแกรมย่อยสำหรับรายงานนี้จะมีการทำงานดังแสดงในภาพที่ 3.20 ซึ่งเมื่อมีการเรียกใช้โปรแกรมย่อย จะมีการแสดงจอภาพสำหรับใส่ข้อมูล ดังภาพที่ 3.21 ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกข้อมูลที่ต้องการได้ 2 แบบคือ แบบแรกผู้ใช้สามารถเลือกข้อมูลของบ่อบำบัดน้ำเสียทุกบ่อ และช่วงเวลาที่ต้องการ แต่จะเป็น

ข้อมูลในวันๆ เดียวเท่านั้น หรือแบบหลังจะเลือกข้อมูลของบ่อใดบ่อหนึ่งเพียงบ่อเดียว และช่วงเวลาที่ต้องการแต่จะสามารถกำหนดช่วงวันที่ ที่ต้องการได้

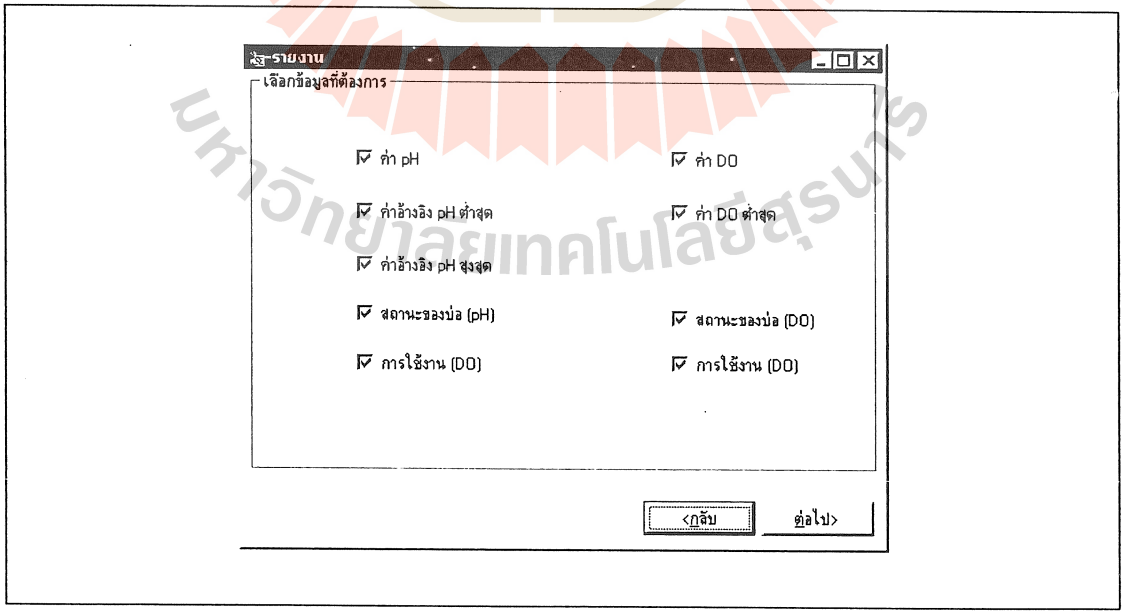


ภาพที่ 3.20 แผนภูมิแสดงการทำงานของโปรแกรมย่อยสำหรับสร้างรายงาน



ภาพที่ 3.21 จอภาพสำหรับเลือกวัน เวลาของข้อมูลที่ต้องการ

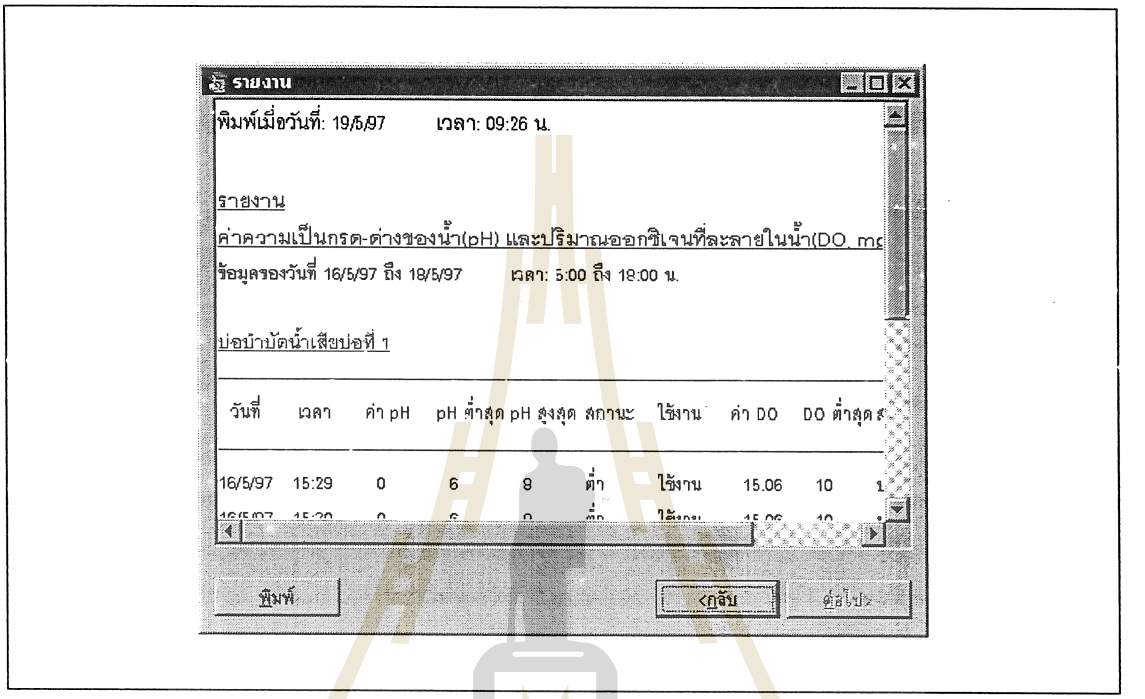
เมื่อเลือกวัน เวลาของข้อมูลที่ต้องการแล้ว เมื่อกดปุ่มคำสั่ง 'ต่อไป' ก็จะเป็นการกำหนดค่าข้อมูลที่ต้องการ ให้ปรากฏในรายงาน ซึ่งได้แก่ ค่า pH ค่าระดับ pH สูงสุด ค่าระดับ pH ต่ำสุด สถานะของ pH การใช้งานของ pH ค่า DO ค่าระกับ DO ต่ำสุด สถานะของ DO และการใช้งานของ DO ซึ่งสามารถเลือกข้อมูลดังกล่าวได้ตามที่ต้องการ ดังภาพที่ 3.22



ภาพที่ 3.22 จอภาพสำหรับเลือกข้อมูลที่ต้องการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เมื่อกดปุ่มคำสั่ง 'ต่อไป' ก็จะเป็นหน้าจอของรายงานที่ได้เลือกไว้ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถสั่งพิมพ์รายงานได้ โดยการกดปุ่มคำสั่งพิมพ์ ดังภาพที่ 3.23 ซึ่งตัวอย่างของรายงานที่พิมพ์ออกมาแล้วจะแสดงในภาพที่ 3.24 ซึ่งเป็นข้อมูลของบ่อที่ 1 ช่วงวันที่ 29/5/97 ถึงวันที่ 30/5/97 ในช่วงเวลา 6:00 น. ถึง 9:00 น.



ภาพที่ 3.23 จอภาพแสดงรายงาน

จากภาพที่ 3.20 ในกระบวนการโปรแกรมย่อยพิมพ์รายงานนั้น จะทำการบันทึกรายงานที่พิมพ์เก็บในแฟ้มข้อมูลชื่อ Report.rtf แล้วทำการส่งข้อมูลแฟ้ม Report.rtf นี้ ไปยังโปรแกรม Wordpad.exe แล้วสั่งให้โปรแกรม Wordpad ทำการพิมพ์รายงานออกทางเครื่องพิมพ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

พิมพ์เมื่อวันที่: 30/5/97 เวลา: 08:19 น.

รายงาน

ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ(pH) และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ(DO, mg/l)

ข้อมูลของวันที่ 30/5/97 ถึง 30/5/97 เวลา: 8:00 น. ถึง 9:00 น.

บ่อบำบัดน้ำเสียบ่อที่ 1

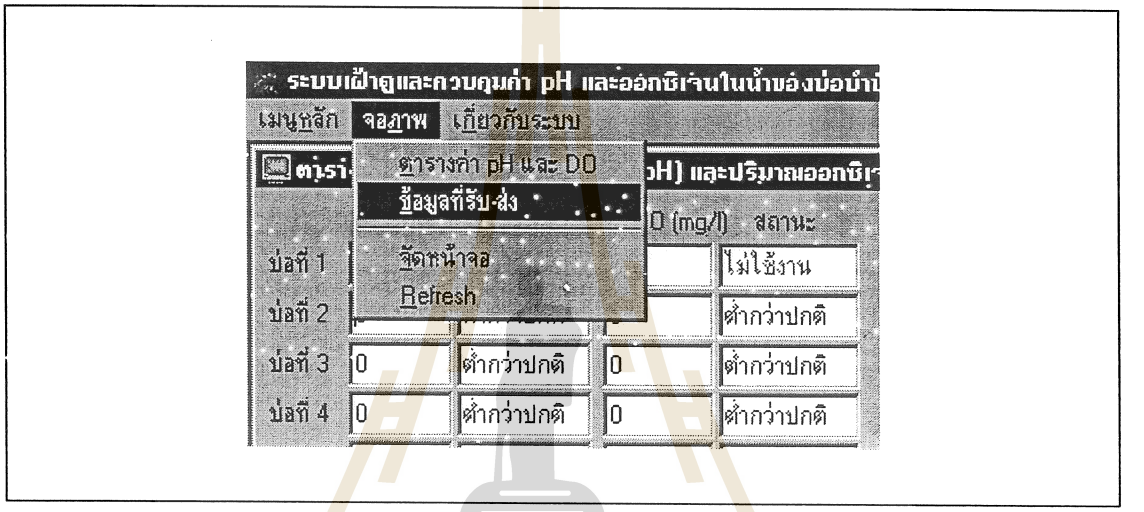
วันที่	เวลา	ค่า pH	pH ต่ำสุด	pH สูงสุด	สถานะ	ใช้งาน	ค่า DO	DO ต่ำสุด	สถานะ	ใช้งาน
30/5/97	08:00	6.97	6	8	ปกติ	ใช้งาน	7.45	10	ปกติ	ใช้งาน
30/5/97	08:03	6.97	6	8	ปกติ	ใช้งาน	7.45	10	ปกติ	ใช้งาน
30/5/97	08:05	6.97	6	8	ปกติ	ใช้งาน	7.45	10	ปกติ	ใช้งาน
30/5/97	08:06	6.97	6	8	ปกติ	ใช้งาน	7.45	10	ปกติ	ใช้งาน
30/5/97	08:07	6.97	6	8	——	ไม่ใช้งาน	7.45	10	ปกติ	ใช้งาน
30/5/97	08:07	6 97	6	8	——	ไม่ใช้งาน	7.45	10	ปกติ	ใช้งาน
30/5/97	08:08	6.97	6	8	——	ไม่ใช้งาน	7.45	10	ปกติ	ใช้งาน
30/5/97	08:09	6.97	6	8	——	ไม่ใช้งาน	7.45	10	ปกติ	ใช้งาน
30/5/97	08:10	6.97	7	12	ต่ำ	ใช้งาน	7.45	7	ต่ำ	ใช้งาน
30/5/97	08:11	6.97	7	12	ต่ำ	ใช้งาน	7.45	7	ต่ำ	ใช้งาน
30/5/97	08:12	6.97	2	6	สูง	ใช้งาน	7.45	7	——	ไม่ใช้งาน
30/5/97	08:14	6.97	2	6	สูง	ใช้งาน	7.45	7	——	ไม่ใช้งาน
30/5/97	08:15	6.97	6	8	ปกติ	ใช้งาน	7.45	12	ปกติ	ใช้งาน
30/5/97	08:16	6.97	6	8	ปกติ	ใช้งาน	7.45	12	ปกติ	ใช้งาน
30/5/97	08:17	6.97	6	8	——	ไม่ใช้งาน	7.45	12	——	ไม่ใช้งาน
30/5/97	08:18	6.97	6	8	——	ไม่ใช้งาน	7.45	12	——	ไม่ใช้งาน
30/5/97	08:19	6.97	6	8	——	ไม่ใช้งาน	7.45	12	——	ไม่ใช้งาน

ภาพที่ 3.24 ตัวอย่างรายงานที่พิมพ์ออกมา

3.3.5 โปรแกรมย่อยพิเศษอื่นๆ

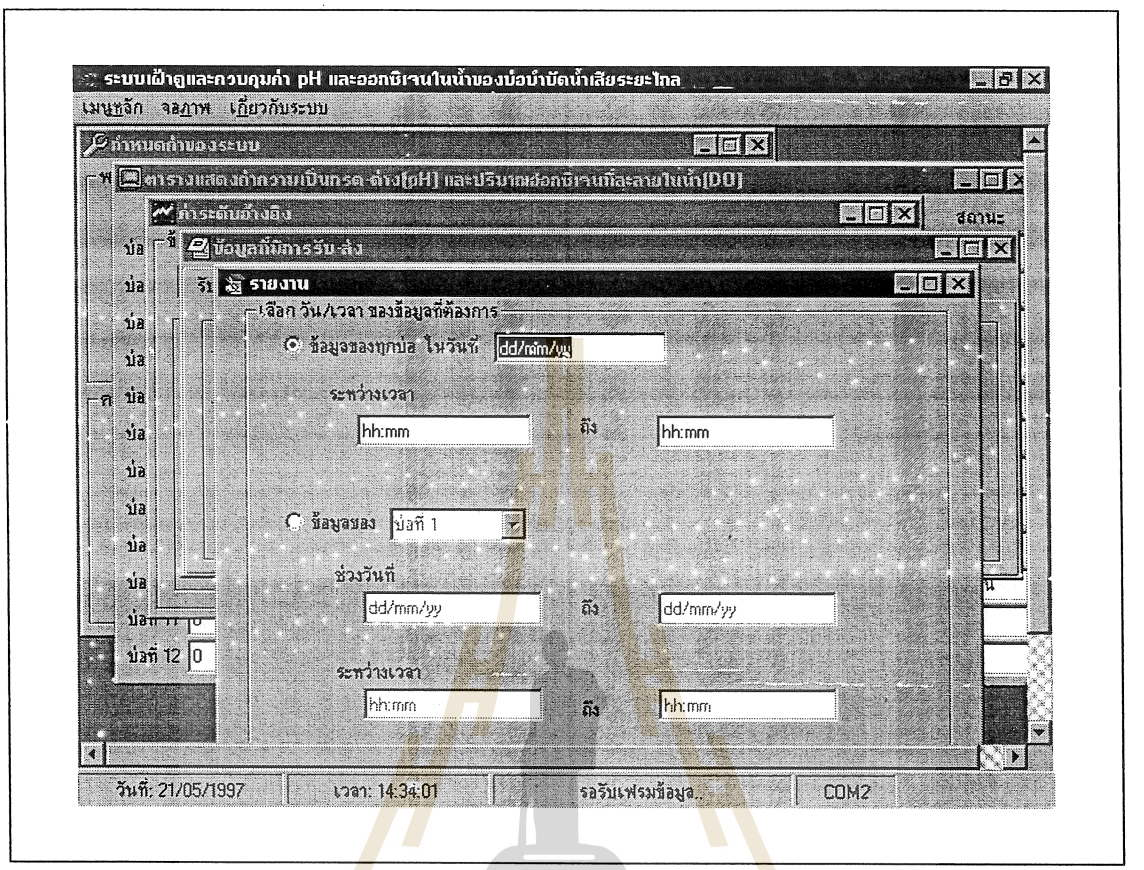
จะมีโปรแกรมย่อยอีก 4 โปรแกรมย่อย ซึ่งช่วยเพิ่มความสะดวกในการใช้งานโปรแกรมส่วนแสดงผล ซึ่งได้แก่ โปรแกรมย่อยสำหรับการจัดเรียงจอภาพ โปรแกรมย่อยสำหรับปรับปรุงข้อมูลให้เป็นปัจจุบัน และโปรแกรมย่อยสำหรับแสดงจอภาพข้อมูลเกี่ยวกับระบบ

โดยโปรแกรมย่อยสำหรับการจัดเรียงจอภาพนี้ สามารถเรียกใช้งานได้จากเมนูบาร์ที่ชื่อ"จอภาพ" ดังที่แสดงในภาพที่ 3.25



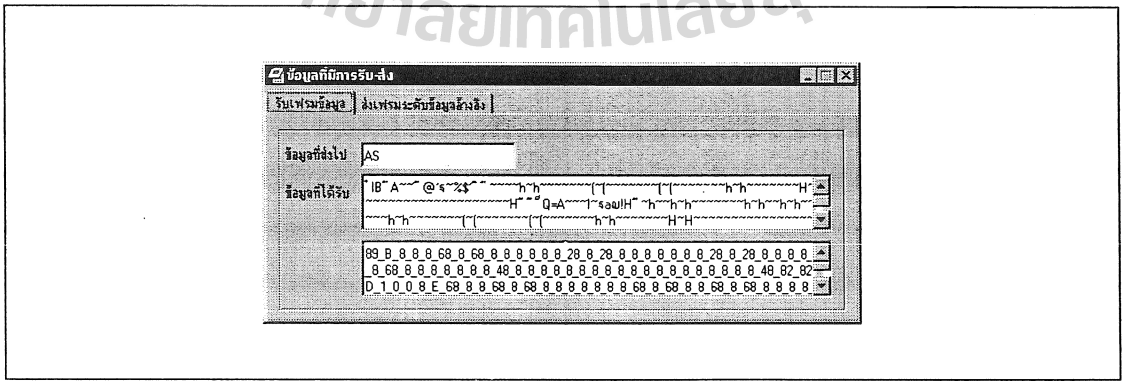
ภาพที่ 3.25 โปรแกรมย่อยพิเศษอื่นๆ ภายในเมนู "จอภาพ"

จากภาพที่ 3.25 โปรแกรมย่อยที่อยู่ด้านบนของเส้นแบ่ง ที่ปรากฏในเมนู "จอภาพ" ซึ่งได้แก่ โปรแกรมย่อยตารางค่า pH และ DO และโปรแกรมย่อยข้อมูลที่รับ-ส่ง ซึ่งโปรแกรมย่อยดังกล่าวจะช่วยในการเลือกหน้าจอที่แสดงตารางค่า pH และ DO หรือหน้าจอที่แสดงข้อมูลที่มีการรับ-ส่ง ให้มีการแสดงหน้าจอที่ถูกเลือก โดยหน้าจอที่ถูกเลือกจะปรากฏอยู่ด้านหน้าสุดของจอภาพ เพื่อช่วยสามารถให้เรียกใช้งานจอภาพนั้นได้สะดวกมากขึ้น และในส่วนด้านล่างของเส้นแบ่งจะมีคำสั่งจัดหน้าจอ จะเป็นโปรแกรมย่อยจัดหน้าจอ ที่ใช้จัดหน้าจอของจอภาพต่างๆ ที่มีการเปิดในจอภาพหลัก ให้เรียงซ้อนกันตามลำดับ ซึ่งจะสะดวกในการค้นหาจอภาพที่ต้องการใช้งานได้ง่าย ดังภาพที่ 3.26



ภาพที่ 3.26 การจัดหน้าจอ ของคำสั่งจัดหน้าจอ

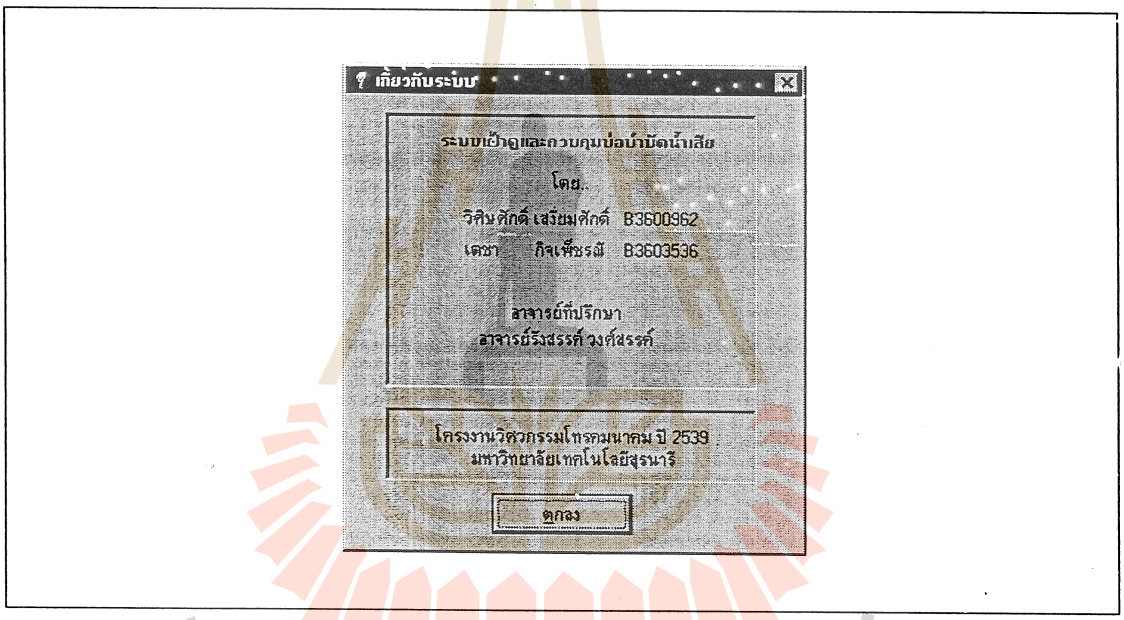
ในส่วนของเมนู “จอภาพ” จะมีโปรแกรมย่อยสำหรับแสดงจอภาพข้อมูลที่มีการรับ-ส่ง ดังแสดงในภาพที่ 3.27 โดยจอภาพการรับ-ส่งข้อมูลนี้ จะแสดงถึงเฟรมข้อมูลในกรณีที่มีการรับข้อมูลจากส่วนควบคุม และในกรณีที่มีการส่งข้อมูลอ้างอิงไปยังส่วนควบคุม โดยจะแสดงเฟรมข้อมูลที่มีการส่งไป และได้รับมา ซึ่งสะดวกแก่ผู้ใช้งานหากต้องการทราบ การทำงานของเฟรมที่ใช้งาน ว่าทำงานได้ถูกต้องหรือไม่



ภาพที่ 3.27 จอภาพแสดงการรับ-ส่งข้อมูลระหว่างส่วนควบคุม และส่วนแสดงผล

สำหรับโปรแกรมย่อยสำหรับปรับปรุงข้อมูลของตารางแสดงค่า pH และ DO ให้เป็นค่าปัจจุบันมากขึ้น โดยใช้ คำสั่ง Refresh ที่แสดงในภาพที่ 3.25 เมื่อผู้ใช้งานสั่งงานคำสั่ง Refresh นี้ ส่วนแสดงผลจะทำการส่งเฟรม ขอข้อมูล ไปยังส่วนควบคุม แล้วนำข้อมูลที่ได้รับมาแสดงที่จอภาพแทนข้อมูลเดิม ซึ่งจะทำให้ข้อมูลที่ตารางแสดงค่า pH และ DO มีค่าเป็นปัจจุบันมากขึ้น สำหรับคำสั่ง Refresh นี้ จะช่วยในกรณีที่ผู้ใช้งานต้องการทราบข้อมูลของค่า pH และ DO ของน้ำในขณะนั้นๆ โดยไม่ต้องรอการขอข้อมูลโดยอัตโนมัติ ซึ่งจะมีการขอข้อมูลจากส่วนควบคุม ทุกๆ ช่วงความถี่ที่ได้กำหนดไว้ ในหัวข้อ 3.3.2

และหากผู้ใช้งานต้องการทราบข้อมูลของโครงงานนี้ ซึ่งได้แก่รายชื่อผู้ทำโครงงาน ชื่อของอาจารย์ที่ปรึกษา เป็นต้น ก็สามารถใช้คำสั่งในเมนูเกี่ยวกับระบบ ในภาพที่ 3.25 ซึ่งคำสั่งจะแสดงจอภาพเกี่ยวกับระบบขึ้นมา ดังแสดงในภาพที่ 3.28



ภาพที่ 3.28 จอภาพของข้อมูลเกี่ยวกับโครงงาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.4 สรุป

การเขียนโปรแกรมควบคุมจากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สามารถแบ่งออกเป็นสองส่วนคือส่วนแรกจะเป็นส่วนควบคุม ซึ่งจะมีหน้าที่การทำงานดังนี้คือ การรับข้อมูลค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ การขับข้อมูลควบคุม การตัดสินใจในการสั่งงาน ซึ่งในการตัดสินใจจะใช้ค่าอ้างอิงจากการตั้งค่าไว้ในรอม หรือ ใช้ข้อมูลระดับอ้างอิงจากส่วนแสดงผล และหน้าที่สุดท้ายคือ การรับส่งข้อมูลกับส่วนแสดงผลส่วนที่สอง ส่วนแสดงผลซึ่งจะมีหน้าที่การทำงานดังนี้คือ แสดงข้อมูลของบ่อบำบัดน้ำเสียโดยการรับเฟรมข้อมูลมาจากส่วนควบคุม ส่งข้อมูลระดับค่าอ้างอิง การบันทึกข้อมูลที่รับได้ มาเก็บเป็นฐานข้อมูล และหน้าที่สุดท้ายคือการพิมพ์ข้อมูลที่ต้องการออกมาเป็นรายงานได้ เมื่อได้ทำการออกแบบโปรแกรมส่วนควบคุมและโปรแกรมส่วนแสดงผลเรียบร้อยแล้ว จะต้องมีการทดสอบว่าสามารถใช้งานจริงในการควบคุมได้ซึ่งจะกล่าวในบทต่อไป

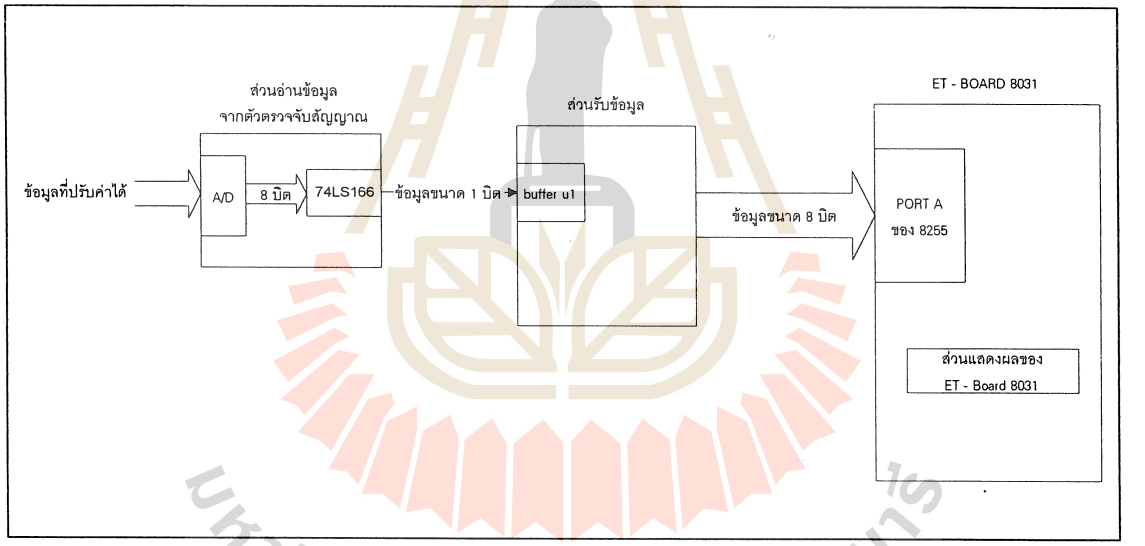
บทที่ 4
การทดลองและทดสอบอุปกรณ์

4.1 กล่าวนำ

เมื่อทำการออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ จากบทที่ 2 และบทที่ 3 เสร็จสิ้นเรียบร้อยแล้ว ก่อนที่จะนำไปใช้จริง จะต้องมีการทดสอบว่าอุปกรณ์ที่ออกแบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง ตรงตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยสามารถแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ส่วนหลัก คือ ส่วนรับข้อมูล ส่วนขับข้อมูลควบคุม และส่วนโมเด็ม

4.2 การทดลองและทดสอบส่วนรับข้อมูล

การทดสอบส่วนรับข้อมูลทำเพื่อทดสอบว่าส่วนรับข้อมูลทำงานได้ถูกต้องตามที่ได้ออกแบบไว้หรือไม่ โดยที่ การทดสอบส่วนรับข้อมูลได้ทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์เพื่อทดสอบดังภาพที่ 4.1



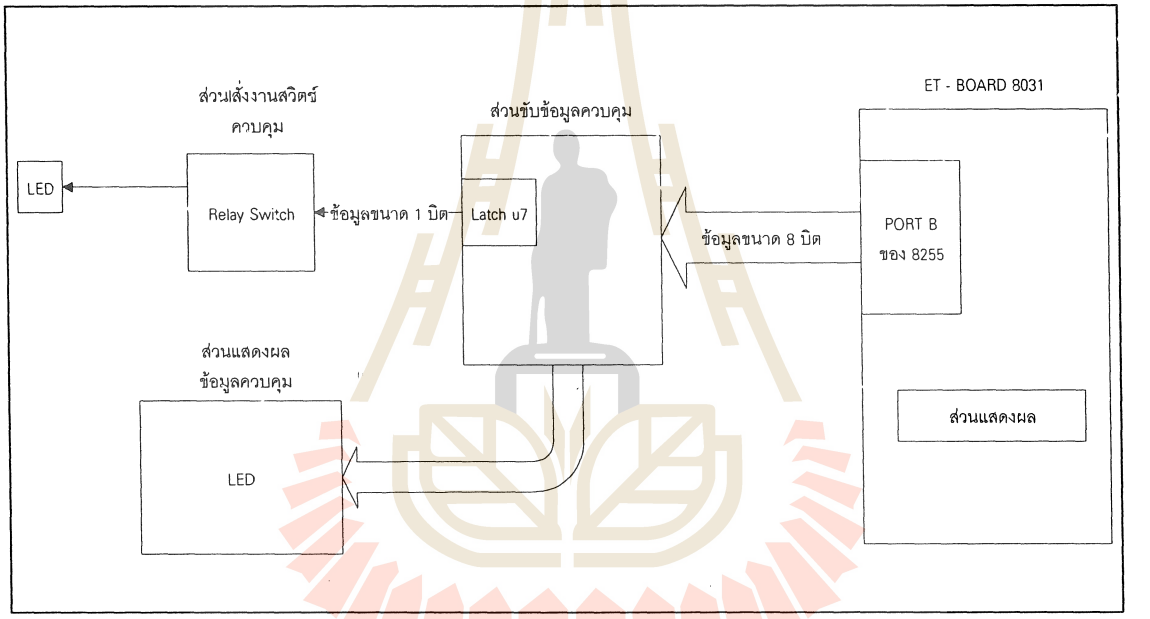
ภาพที่ 4.1 ผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์เพื่อทำการทดสอบส่วนรับข้อมูล

จากภาพจะมีการต่ออุปกรณ์ส่วนรับข้อมูลเข้ากับ ET - Board 8031 และส่วนอ่านข้อมูลจากตัวตรวจจับสัญญาณ โดยขั้นแรกจะต้องทำการตรวจสอบส่วนอ่านข้อมูลจากตัวไอซี A/D ว่าสามารถอ่านข้อมูลได้ถูกต้องหรือไม่ โดยจะทำการปรับค่าแรงดันที่ความต้านทานปรับค่าได้ แล้วทำการอ่านจาก LED ว่ามีค่าเท่ากับเท่าใด แล้วทำการบันทึกไว้ จากนั้นทำการป้อนสัญญาณ Shift Load และสัญญาณ CLOCK เพื่อที่จะสั่งการทำงานของส่วนอ่านข้อมูลจากตัวตรวจจับสัญญาณ ให้ดึงข้อมูลที่รับ-ส่งในส่วนของตัวไอซี 74LS166 ว่ามีค่าถูกต้อง ก็ทำการนำส่วนอ่านข้อมูล ต่อเข้ากับส่วนรับข้อมูลซึ่งส่วนรับข้อมูลจะถูกต่อเข้ากับ ET - Board 8031 ซึ่งส่วน ET - Board 8031 จะใช้โปรแกรมส่วนอ่านข้อมูลที่ ทำการออกแบบไว้ในบทที่ 3 มาทำการ

ทดสอบ โดยการทดสอบจะเริ่มตั้งแต่การ Load โปรแกรม อ่านข้อมูลเข้าไปเก็บไว้ในตัว ET - Board 8031 ทำการรันโปรแกรม แล้วทำการปรับค่าข้อมูลในส่วนอ่านข้อมูลจาก ตัวตรวจจับสัญญาณ ดูค่าข้อมูลมีค่าเท่าใด ทำการบันทึกไว้ แล้วนำค่าข้อมูลที่ปรับไว้ มาทำการเปรียบเทียบกับ ค่าที่โปรแกรมทำการอ่านค่าข้อมูลเข้าไป ว่าข้อมูลที่อ่านได้จากโปรแกรมมีค่าตรงกันกับ ข้อมูลที่ปรับไว้หรือไม่ แล้วทำการทดสอบซ้ำหลาย ๆ ครั้งจนแน่ใจว่าข้อมูลที่อ่านมาไม่มีความผิดพลาด

4.3 การทดลองและทดสอบส่วนขับข้อมูลควบคุม

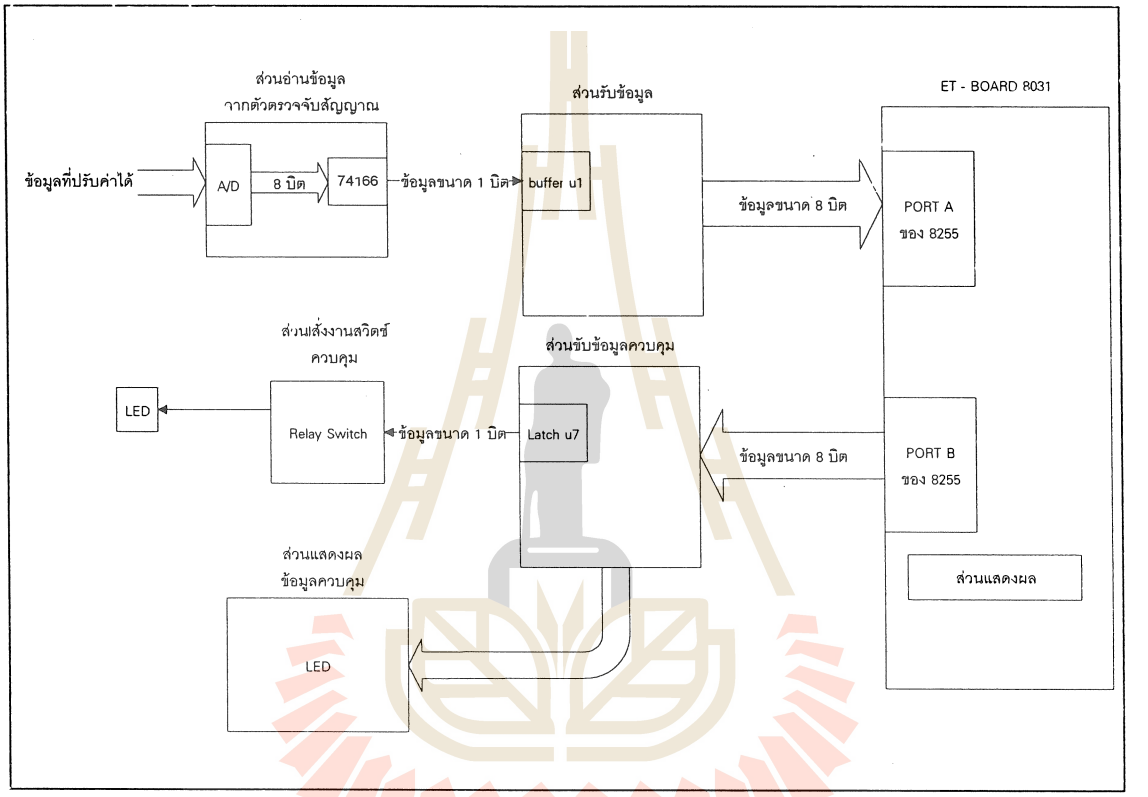
การทดสอบทำส่วนขับข้อมูลควบคุมเพื่อ ทดสอบว่าส่วนขับข้อมูลควบคุม ทำงานได้ถูกต้องตามที่ได้ออกแบบไว้หรือไม่ โดยที่การทดสอบส่วนขับข้อมูลควบคุมได้ทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์เพื่อทดสอบดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 ผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์เพื่อทำการทดสอบส่วนขับข้อมูล

การทดสอบส่วนขับข้อมูลควบคุมจะทำการต่อส่วนขับข้อมูลควบคุมเข้ากับอุปกรณ์อื่น ๆ แสดงไว้ในภาพที่ 4.2 จากภาพจะมีการทำการเชื่อมต่อส่วนขับข้อมูลควบคุม เข้ากับ ET -Board 8031 และมีผลการทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ในบทที่ 2 หรือไม่ ทำการทดสอบโดยการต่อส่วนสั่งงานสวิตช์ควบคุม เข้ากับ Digital Board ซึ่งข้อมูลควบคุมที่ส่งไปให้กับส่วนสั่งงานสวิตช์จะใช้สัญญาณจากตัวไอซี 74LS373 ซึ่งจะต่อวงจรไว้บน Digital Board และข้อมูลอินพุทของตัวไอซี 74LS373 จะนำมาจากสวิตช์ที่อยู่บน Digital Board ทำการป้อนข้อมูลโดยสวิตช์แล้วตรวจสอบดูว่าส่วนสวิตช์สั่งงาน สามารถทำงานได้ถูกต้องหรือไม่ เมื่อตรวจส่วนสั่งงานสวิตช์ควบคุมเรียบร้อยแล้วก็ทำการทดสอบส่วนขับข้อมูลควบคุม ซึ่งต่อเชื่อมส่วนสั่งงานสวิตช์ควบคุมและส่วน ET - Board 8031 ตามภาพที่ 4.2 ทำการทดสอบโดยขั้นแรกทำการโหลดโปรแกรมขับข้อมูลควบคุม ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำของ ET - Board 8031 แล้วทำการป้อนค่าในหน่วยความจำที่เก็บข้อมูลควบคุมก่อนที่จะ

รันโปรแกรมขับข้อมูลควบคุม เมื่อทำการป้อนค่าเสร็จสิ้นแล้ว ทำการรันโปรแกรมตรวจสอบว่า ส่วนแสดงผลข้อมูลควบคุมและส่วนสั่งงานสวิตช์ควบคุม แสดงผลและทำงานตามข้อมูลที่ตั้งไว้ถูกต้องหรือไม่ เมื่อตรวจสอบเรียบร้อยแล้วทำการเปลี่ยนค่าที่ป้อน แล้วทำการทดสอบอีกครั้งทำการทดสอบอีกหลาย ๆ ครั้ง จนแน่ใจว่าส่วนขับข้อมูลควบคุม และโปรแกรมขับข้อมูลควบคุมทำงานได้อย่างถูกต้อง เมื่อทดสอบส่วนขับข้อมูลควบคุมเรียบร้อยแล้วทำการทดสอบโปรแกรมตัดสินใจว่าทำงานโดยเชื่อมต่ออุปกรณ์ดังภาพที่ 4.3

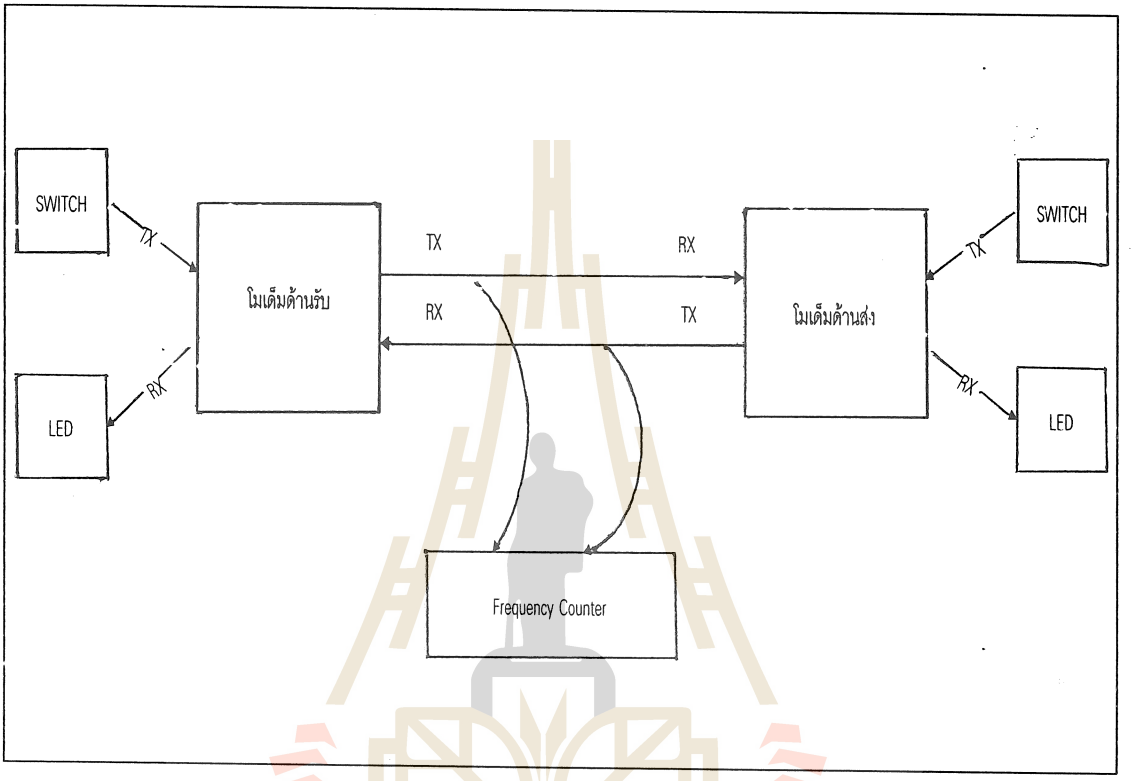


ภาพที่ 4.3 ผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์เพื่อทำการทดสอบโปรแกรมที่ใช้ในการตัดสินใจสั่งงาน

จากภาพเมื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์เรียบร้อยดังภาพเริ่มทำการทดสอบโดยการโหลดโปรแกรมส่วนควบคุม ซึ่งออกแบบไว้ในบทที่ 3 ลงในหน่วยความจำของ ET - Board 8031 ทำการรันโปรแกรม แล้วทำการตั้งค่าในส่วนของส่วนอ่านข้อมูลควบคุม บันทึกค่าที่ตั้งไว้แล้ว ทำการตรวจสอบว่าส่วนแสดงผลข้อมูลควบคุมและส่วนสั่งงานสวิตช์ทำงานถูกต้อง ตามการตัดสินใจจากข้อมูลที่ป้อนในส่วนอ่านข้อมูลจากตัวตรวจจับสัญญาณ ทำการเปลี่ยนค่าที่ป้อน ให้กับส่วนอ่านข้อมูลจากตัวตรวจจับสัญญาณ แล้วตรวจสอบอีกครั้งทำซ้ำหลายๆ ครั้ง จนแน่ใจว่าโปรแกรมตัดสินใจได้ทำงานถูกต้อง ตามที่ได้ออกแบบไว้ในบทที่ 3

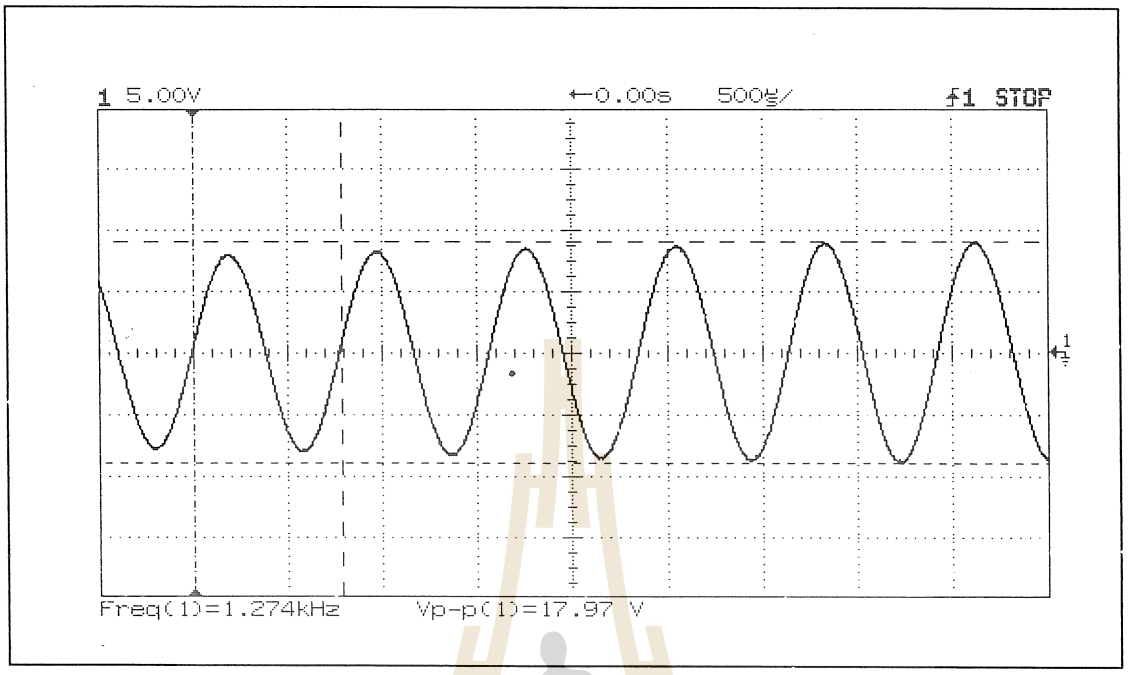
4.4 การทดสอบส่วนโมเด็ม

การทดสอบส่วนโมเด็มเพื่อ ทดสอบว่าส่วนโมเด็มทำงานได้ถูกต้องตามที่ได้ออกแบบไว้หรือไม่ โดยที่การทดสอบส่วนโมเด็มได้ทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์เพื่อทดสอบดังภาพที่ 4.4

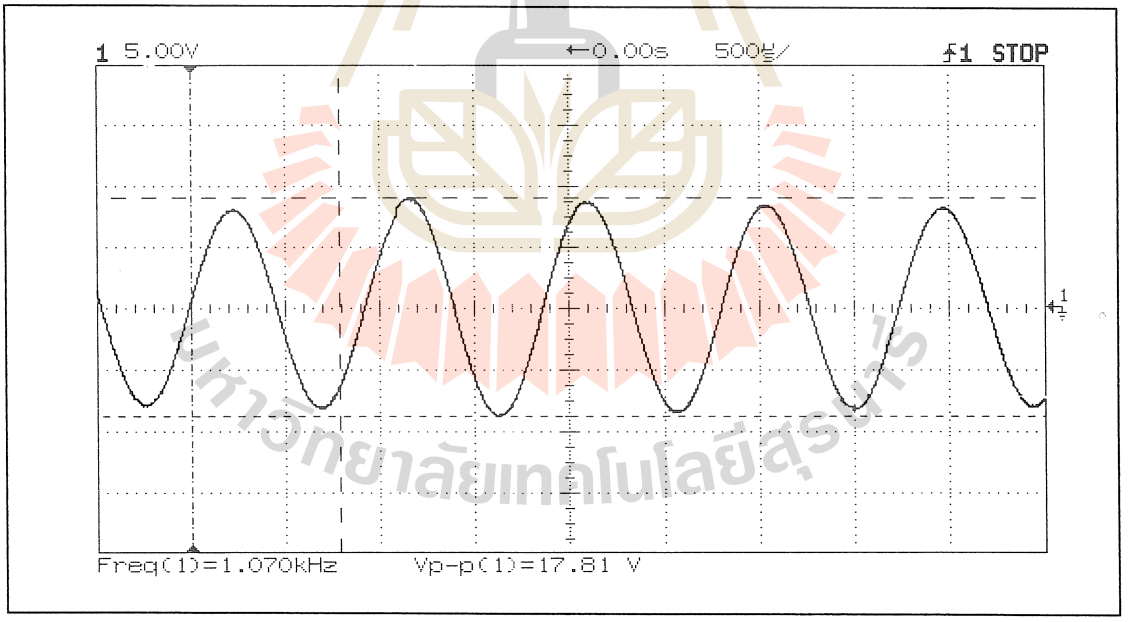


ภาพที่ 4.4 ผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์เพื่อทำการทดสอบส่วนโมเด็ม

จากภาพที่ 4.4 เมื่อทำการต่ออุปกรณ์ต่างๆ เรียบร้อยแล้ว จึงทำการทดสอบส่วนโมเด็มโดยทำการป้อนสัญญาณจากสวิตช์ทางด้านโมเด็มรับ แล้วทำการตรวจสอบ LED ที่ต่อเข้ากับขา RX ของโมเด็มทางด้านส่ง ว่ารับข้อมูลที่ส่งมาถูกต้องหรือไม่ โดยที่ LED สว่างจะเท่ากับว่าข้อมูลเป็น 1 ถ้า LED ดับแสดงว่าข้อมูลที่ส่งมาจะเป็น 0 จากนั้นทำการสลับกันรับ-ส่งระหว่างโมเด็มทั้งสอง ตรวจสอบจนแน่ใจว่ามีการรับ-ส่งกันได้ถูกต้อง โดยสัญญาณที่วิ่งระหว่างโมเด็มทั้งสองตัวจะเป็นสัญญาณที่มีการมอดดูเลชั่นแบบ FSK ซึ่งสัญญาณจะมีลักษณะดังภาพที่ 4.5 และภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.5 ลักษณะของสัญญาณแบบ FSK ที่ได้จากการวัด ในขณะที่ป้อนสถานะ “ 1 “



ภาพที่ 4.6 ลักษณะของสัญญาณแบบ FSK ที่ได้จากการวัด ในขณะที่ป้อนสถานะ “ 0 “

จากภาพที่ 4.5 และ 4.6 จะเห็นลักษณะของสัญญาณแบบ FSK โดยจะมีความถี่ ในการส่งข้อมูล 0 กับ 1 ที่ตัวของโมเด็มด้านส่งซึ่งจะมีความถี่ของข้อมูล 1 เท่ากับ 1270 Hz และ จะมีความถี่ของข้อมูล 0 เท่ากับ 1070 Hz แตกต่างกันไปทั้งทางด้านส่งและรับ โดยจะมีความถี่ตามตารางที่ 4.1

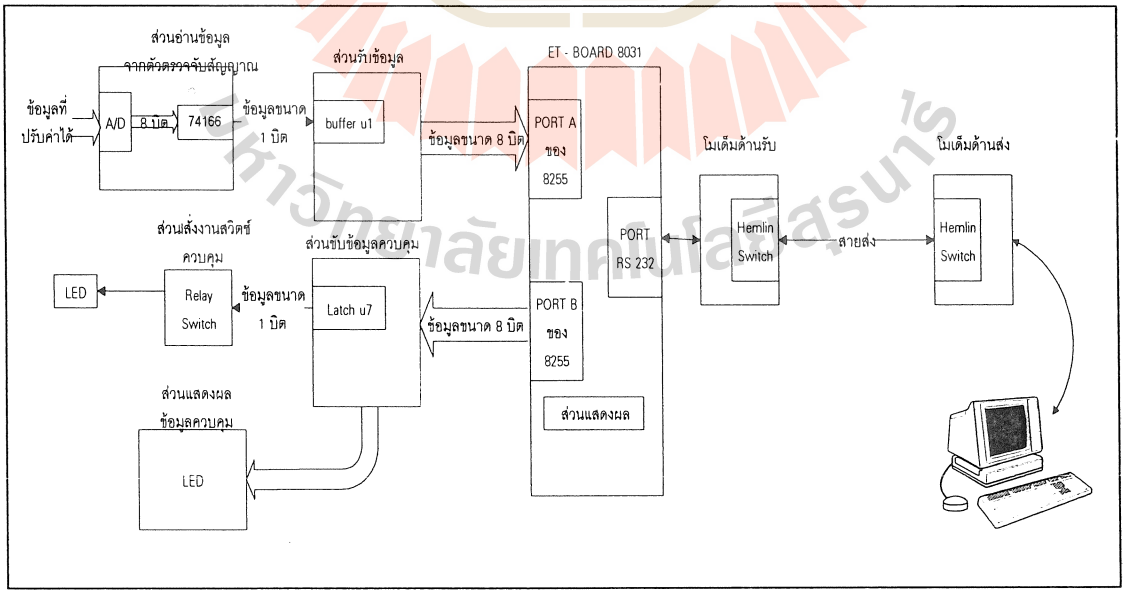
ตารางที่ 4.1 ความถี่ของของโมเด็ม ตามมาตราฐาน Bell 103

Bell 103 (MC145443)				
Data	Originate Mode		Answer Mode	
	Transmit	Receive	Transmit	Receive
Space ('0')	1070 Hz	2025 Hz	2025 Hz	1070 Hz
Mask ('1')	1270 Hz	2225 Hz	2225 Hz	1270 Hz

จากตารางที่ 4.1 ตามมาตราฐาน Bell 103 ซึ่งเป็นมาตราฐานในการกำหนดค่าความถี่ในการเชื่อมต่อ FSK โมเด็ม ซึ่งจะกำหนดค่าของความถี่ของข้อมูลที่เป็น 0 กับ 1 ของโมเด็มทางด้านส่ง ในการส่งข้อมูลที่มีค่าความถี่เท่ากับ 1070 Hz และ 1270 Hz ข้อมูลที่เป็น 0 กับ 1 ของโมเด็มทางด้านรับจะรับข้อมูลที่มีค่าความถี่เท่ากับ 1070 Hz และ 1270 Hz เมื่อทดสอบส่วนโมเด็มเรียบร้อยแล้วก็ทำการทดสอบโปรแกรมอินเตอร์รัพท์ ซึ่งจะอยู่ในหัวข้อการทดลองและทดสอบระบบทั้งหมด ซึ่งการทดสอบระบบทั้งหมดนี้จะใช้โปรแกรมที่เขียนและออกแบบไว้ มาทำการทดสอบ ซึ่งจะทำให้ทราบได้ว่าระบบและโปรแกรมที่ออกแบบไว้ สามารถทำงานได้ถูกต้องตรงตามที่ได้ออกแบบไว้หรือไม่ ต้องทำการแก้ไขส่วนใดบ้าง

4.5 การทดลองและทดสอบระบบทั้งหมด

การทดสอบระบบทั้งหมดจะทำการเชื่อมต่อส่วนต่างๆของระบบเข้าด้วยกัน เพื่อทำการทดสอบว่าส่วนต่างๆ สามารถทำงานร่วมกันได้ถูกต้องตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยในขั้นแรกในส่วนควบคุมจะใช้ ET - Board 8031 ก่อน ซึ่งจะมีการเชื่อมเพื่อทดสอบระบบทั้งหมดดังภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7 ผังแสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์เพื่อทดสอบระบบทั้งหมด

การทดสอบระบบทั้งหมด จะทำให้สามารถรู้ได้อีกว่าโปรแกรมที่ได้ออกแบบไว้ สามารถทำงานร่วมกันได้หรือไม่ โดยการติดต่อสื่อสารข้อมูลกันระหว่างส่วนแสดงผลและส่วนควบคุม จะติดต่อสื่อสารกันตามรูปแบบเฟรมข้อมูลที่ได้กำหนดในบทที่ 3 โดยในการทดสอบจะเริ่มทำการทดสอบโดยการ โหลดโปรแกรมทั้งหมดลงในหน่วยความจำของ ET - Board 8031 แล้วทำการรันโปรแกรมแสดงผล บนคอมพิวเตอร์เมื่อเรียบร้อยแล้วทำการรันโปรแกรมระบบในหน่วยความจำของ ET - Board 8031 แล้วทำการส่งข้อมูลการขอข้อมูลค่า pH และ DO จาก 8031 มายังคอมพิวเตอร์ทำการตรวจสอบว่าข้อมูลที่รับได้ถูกต้องหรือไม่ทำการเปลี่ยนค่าอินพุทในส่วนของส่วนอ่านข้อมูลจากตัวตรวจจับสัญญาณแล้วทำการทดสอบอีกครั้งทำการทดสอบหลาย ๆ ครั้งจนแน่ใจว่าส่งข้อมูลได้ถูกต้อง แล้วจึงทำการส่งข้อมูลอ้างอิงจากคอมพิวเตอร์ไปยัง 8031 ทำการตรวจสอบว่ามีการรับข้อมูลได้ถูกต้องหรือไม่ และส่วนขับข้อมูลควบคุมทำงานได้ถูกต้องหรือไม่ โดยเปลี่ยนข้อมูลอ้างอิงแล้วทดสอบอีกครั้งทำการทดสอบ ทำซ้ำจนแน่ใจว่ามีการรับ-ส่งข้อมูลกันถูกต้อง เมื่อทำการทดสอบแล้วว่าสามารถทำงานได้จริงก็ทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ในส่วนของส่วนควบคุมจาก ET - Board 8031 เป็น CP-32 Board ซึ่งเป็นบอร์ดที่ใช้งานจริง โดยเริ่มแรกเปลี่ยนตำแหน่งเริ่มต้นของโปรแกรมในส่วนควบคุมจาก 8000H เป็น 0000H ซึ่งเป็นตำแหน่งเริ่มต้นของ ROM ที่อยู่ใน CP-32 Board นอกจากการเปลี่ยนตำแหน่งยังต้องทำการตั้งค่าเวคเตอร์อินเตอร์รัพท์ซึ่งเป็นค่าในการที่จะกระโดดไปทำงานเมื่อมีการอินเตอร์รัพท์ทางพอร์ตอนุกรมของ 8031 ในการเลือกใช้อินเตอร์รัพท์ทางพอร์ตอนุกรมเพื่อความสะดวกในการที่ไม่ต้องมาคอยตรวจสอบว่ามีการส่งข้อมูลมายัง 8031 หรือไม่ โดยที่เงื่อนไขในการเกิดอินเตอร์รัพท์จะเกิดเมื่อมีการส่งข้อมูลมาทางพอร์ตอนุกรมของ 8031 เมื่อทำการตั้งค่าต่างๆเรียบร้อยแล้ว ก็ทำการทดสอบตามขั้นตอนข้างต้นตามที่ได้กล่าวมา

4.6 สรุป

การทดสอบสามารถแบ่งการทดสอบออกเป็นส่วน ๆ ได้ 3 ส่วน คือ ส่วนรับข้อมูล ส่วนขับข้อมูลควบคุม และส่วนโมเด็ม โดยการทดสอบได้ทดสอบทั้ง 3 ส่วน ได้ผลการทดสอบออกมาว่าทั้ง 3 ส่วนสามารถทำงานได้ถูกต้องตามที่ได้ออกแบบไว้และสามารถนำมาใช้งานจริงได้ โดยการทดสอบจะเริ่มจากการทดสอบส่วนรับข้อมูลก่อนซึ่งการทดสอบส่วนนี้จะทดสอบโปรแกรมส่วนรับข้อมูล และโปรแกรมอ่านค่าจากส่วนอ่านข้อมูลจากตัวตรวจจับสัญญาณ ส่วนการทดสอบขั้นที่สองจะทำการทดสอบส่วนขับข้อมูลควบคุม และโปรแกรมขับข้อมูลควบคุมซึ่งการทดสอบส่วนนี้จะร่วมเอาส่วนรับข้อมูลมาร่วมในการทดสอบด้วย และยังทดสอบโปรแกรมตัดสินใจในการสั่งงาน การทดสอบขั้นที่สามจะเป็นการทดสอบโมเด็มซึ่งจะทดสอบการรับ-ส่งข้อมูลของโมเด็มเท่านั้น โดยจะทดลองในการใช้งานจริงจะอยู่ในการทดสอบระบบทั้งหมด การทดสอบในส่วนนี้จะร่วมการทดสอบส่วนโปรแกรมแสดงผลของส่วนแสดงผล การทดสอบส่วนโปรแกรมอินเตอร์รัพท์ของส่วนควบคุม การทดสอบการรับ-ส่งเฟรมข้อมูลระหว่างส่วนควบคุม และการทดสอบการรับ-ส่งข้อมูลจริงของโมเด็ม สำหรับในบทต่อไปจะกล่าวถึงสรุปผลการทำงานของระบบ ปัญหาที่พบ แนวทางการแก้ไข และผลที่ได้รับจากโครงงาน

บทที่ 5
บทสรุป

ในบทนี้จะกล่าวถึงส่วนต่างๆ ของระบบทั้งหมดโดยสรุป ทั้งในส่วนของการทำงานทางด้านฮาร์ดแวร์และทางด้านทางซอฟท์แวร์ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นส่วนต่างๆ ที่สำคัญคือ ส่วนควบคุม และส่วนแสดงผล โดยจะรวมถึงในส่วนของปัญหาที่พบในการทำงาน และการแก้ไขปัญหาที่พบในโครงงาน ของส่วนควบคุมและส่วนแสดงผล

5.1 ข้อสรุปด้านงานที่พัฒนาขึ้นจากโครงงาน

เนื้องานที่ได้พัฒนาในโครงงานระบบเฝ้าดูและควบคุมค่า pH และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำของบ่อบำบัดน้ำเสียระยะไกล อาจสรุปได้เป็นข้อๆต่อไปนี้

1. ได้ทำการออกแบบ สร้าง และทดสอบ ส่วนรับข้อมูล ซึ่งสามารถรับข้อมูลค่า pH และ DO จากบ่อบำบัดน้ำเสีย ได้ทั้งสิ้นจำนวน 24 บ่อ
2. ได้ทำการออกแบบ สร้าง และทดสอบ ส่วนขับข้อมูลควบคุม ซึ่งสามารถขับข้อมูลควบคุมไปควบคุมเครื่องเติมออกซิเจน และ เครื่องปรับระดับค่า pH ได้ทั้งสิ้นจำนวน 72 เครื่อง ในบ่อบำบัดน้ำเสีย 24 บ่อ
3. ได้ทำการออกแบบ สร้าง และทดสอบ ส่วนสั่งงานสวิตช์ควบคุม ซึ่งเป็นส่วนในการ เปิด ปิด เครื่องเติมออกซิเจน และ เครื่องปรับระดับค่า pH ซึ่งจำลองในรูปของหลอดไฟ
4. ได้ทำการออกแบบ สร้าง และทดสอบ ส่วนอ่านข้อมูลจากชุดสร้างสัญญาณ ซึ่งเป็นตัวสร้างสัญญาณเทียมของค่า pH และ DO ของบ่อบำบัดน้ำเสีย
5. ได้ทำการสร้าง และทดสอบส่วนโมเด็ม ซึ่งใช้ในการเชื่อมต่อ ส่วนควบคุม และ ส่วนแสดงผลที่อยู่ห่างกันเป็นระยะทางไกล
6. ได้ทำการออกแบบ และเขียนโปรแกรมด้วยภาษาแอสเซมบลีของ 8031ในการควบคุม ส่วนควบคุมซึ่งสามารถ ควบคุมการ ทำงานของส่วนรับข้อมูล ส่วนขับข้อมูลควบคุม ส่วนอ่านข้อมูลจากชุดสร้างสัญญาณ และการติดต่อสื่อสาร กับส่วนแสดงผล
7. ได้ทำการออกแบบ และเขียนโปรแกรมส่วนแสดงผลข้อมูลค่า pH DO ค่าสถานะ และค่าการใช้งานของบ่อบำบัดน้ำเสีย พิมพ์รายงานค่าต่างๆข้างต้น และสามารถส่งข้อมูลอ้างอิงเพื่อเปลี่ยนค่าของส่วนควบคุมโดยใช้ภาษา Visual Basic
8. ได้ทำการทดลองและทดสอบการใช้งานจริงของระบบทั้งหมด ซึ่งปรากฏผลการทดสอบว่าระบบทั้งหมด สามารถใช้งานได้จริง

5.2 ปัญหาที่พบ และแนวทางการแก้ไข

ปัญหาที่เกิดขึ้นในโครงงานนี้ จะประกอบด้วยปัญหาเกี่ยวกับฮาร์ดแวร์ และปัญหาเกี่ยวกับซอฟท์แวร์ เช่น การอ่านค่าที่รับมาจากส่วนอ่านข้อมูล การอ่านค่าที่รับมาจากโมเด็ม และการนำข้อมูลไปควบคุมความ ผิดพลาด เป็นต้น โดยรายละเอียดปัญหา และการแก้ไขมีดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ปัญหาที่พบในโครงงานและแนวทางการแก้ไข

ปัญหาที่พบ	สาเหตุ	การแก้ไข
1). ส่วนอ่านข้อมูล มีการอ่านข้อมูลผิดพลาด	เกิดจากการเขียนซอฟท์แวร์ ในการสร้างสัญญาณนาฬิกาไม่ดี และการเชื่อมต่อระบบกราวด์ไม่ดี	สร้างสัญญาณสัญญาณนาฬิกาให้เป็นสัญญาณพัลส์ และทำการเชื่อมต่อระบบกราวด์ใหม่
2). ส่วนรับข้อมูล มีการอ่านข้อมูลผิดพลาด	ระดับของกระแสที่ได้รับเข้ามามีค่าน้อย	เพิ่มอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ช่วยจ่ายกระแส คือ ความต้านทานพูลอัฟ
3). ข้อมูลในการควบคุมที่ส่งออกไปมีการผิดพลาด	มีการเชื่อมต่อกับอินพุทของแลทช์หลายตัว ทำให้แรงดันที่ด้านอินพุทของแลทช์ไม่คงที่	นำบัฟเฟอร์มาต่อเข้าที่ขาออกเพื่อช่วยให้สามารถรักษาแรงดันได้
4).การอ่านข้อมูลผ่านโมเด็มของคอมพิวเตอร์ มีการอ่านข้อมูลผิดพลาด	เนื่องจากการทำงานของอุปกรณ์สลับสายสัญญาณ ที่ใช้งาน คือ Hemlin ทำการสลับสัญญาณของอุปกรณ์ ช้ากว่าความเร็วข้อมูลที่จะส่ง	ทำการหน่วงเวลารอจนกระทั่งอุปกรณ์สลับสัญญาณ ทำการสลับสายสัญญาณเสร็จเรียบร้อยก่อนแล้วจึงส่งข้อมูล
5). การอ่านข้อมูลผ่านโมเด็มของ 8031 มีการอ่านข้อมูลผิดพลาด	เนื่องจากการทำงานของคอมพิวเตอร์ มีความเร็วสูง นั่นคือ เมื่อคอมพิวเตอร์ทำการรับข้อมูลเสร็จ ทำการประมวลผลและตอบกลับเร็วมาก จนอุปกรณ์สลับสัญญาณไม่ทัน ทำให้ข้อมูลที่ 8031 รับได้ มีการผิดพลาด	แก้ไขโดย เมื่อคอมพิวเตอร์รับข้อมูล และประมวลผลเสร็จแล้ว ทำการหน่วงเวลาไว้ก่อน จนกว่าอุปกรณ์สลับสัญญาณทำการสลับสายสัญญาณเรียบร้อยแล้ว จึงทำการส่งข้อมูล
6). ส่วนควบคุมทำงานไม่ถูกต้อง	แหล่งจ่ายกำลังงานไม่สามารถจ่ายแรงดันที่มีค่าคงที่ได้	ออกแบบ และสร้างระบบจ่ายกำลังงาน ให้มีความสามารถจ่ายแรงดันที่คงที่ และขับกระแสได้สูง

7). ส่วนแสดงผลไม่สามารถแสดงรายงานได้	รูปแบบข้อมูล ในส่วนที่เป็นวันที่ไม่ถูกต้อง	ตรวจสอบ วิเคราะห์และแก้ไขรายละเอียดของโปรแกรมในส่วนแสดงรายงาน ให้มีรูปแบบที่ถูกต้อง

5.3 ผลที่ได้รับจากโครงงาน

สำหรับสิ่งที่ได้รับจากโครงงานระบบควบคุมและเฝ้าดูบ่อบำบัดน้ำเสียระยะไกล สามารถแบ่งเป็นหัวข้อได้ดังนี้

1. ได้เรียนรู้วิธีการนำภาษาแอสเซมบลี้มาเขียนเพื่อทำการควบคุมระบบที่ทำการออกแบบจริง
2. ได้เรียนรู้วิธีการออกแบบลายวงจรโดยใช้โปรแกรม Protel 1.5 ในการออกแบบลายวงจร
3. ได้เรียนรู้วิธีการสร้างและทดสอบระบบที่ได้ทำการออกแบบ
4. ได้เรียนรู้การนำไมโครคอนโทลเลอร์และ คอมพิวเตอร์มาควบคุมระบบที่ได้ออกแบบ
5. ได้เรียนรู้วิธีการส่งข้อมูลแบบ FSK การติดต่อสื่อสารแบบ RS-232 และการติดต่อสื่อสารกันระหว่างไมโครคอนโทลเลอร์และเครื่องคอมพิวเตอร์
6. ได้เรียนรู้วิธีการนำภาษา Visual Basic 4.0 มาใช้เขียนโปรแกรมสำหรับแสดงผล บันทึกข้อมูล พิมพ์รายงาน และ ในการติดต่อสื่อสารผ่านโมเด็ม
7. ได้แบบจำลองของระบบควบคุมและเฝ้าดูบ่อบำบัดน้ำเสียระยะไกล ที่สามารถนำไปพัฒนา ในเชิงพาณิชย์ต่อไป
8. ได้โปรแกรมส่วนควบคุม และโปรแกรมส่วนแสดงผลของระบบเฝ้าดูและควบคุมค่า pH และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำของบ่อบำบัดน้ำเสียระยะไกล ที่สามารถนำไปพัฒนาต่อไปได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บรรณานุกรม

[1] คณะกรรมการจัดคู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมไทย (สวสท.), คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย, World Environment Center(WEC), สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[2] ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และเพ็ชรพร เชาวกิจเจริญ, หนังสือปฏิบัติการอย่างอย่างง่ายสำหรับการวิเคราะห์น้ำเสีย, สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย,สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2536.

[3] ธนัท ชัยยุทธ และ กณพ แก้วพิชัย, ดิจิตอลพื้นฐาน, สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน).

[4] บัณฑิต โรจน์อารยานนท์, หลักการไฟฟ้าสื่อสาร, สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.

[5] ประสิทธิ์ ประพิณมงคลการ, หลักการไฟฟ้าสื่อสาร, สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน).

[6] ภัทร วัจนเทพินทร์, วงจรดิจิตอล (ภาคปฏิบัติ), สำนักพิมพ์สยามสปอร์ต ซินดิเคท จำกัด, 2537,

[7] สุนทร วิทูสุรพจน์, การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051, สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน).

[8] สุรชัย เพิ่มสินทวี, การสื่อสารข้อมูลด้วยระบบ MODEM, การสื่อสารแบบอนุกรม, สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน).

[9] A.T. Mann, Real-World Programming with Visual Basic 4, SAMS publishing, 1995.

[10] BOARD CP-32 USER MANUAL, ETT Co, Ltd.

[11] ET-8032 V2.0 MCS-51 SINGLE BOARD MICROCONTROLLER USER 'S MANUAL, ETT Co,Ltd.

[12] P.C. Magnusson, G.C. Alexander, V.K. Tripathi., Transmission Lines and Wave Propagation, CRC Press Inc., 1992.

[13] R.L. Tokheim, Digital Electronics, Fiorida, McGraw-HILL BOOK COMPANY, 1994.

[14] W.J. Beyda, Data Communications, Prentice Hall International, 1996.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ก.
โปรแกรมส่วนควบคุม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สำหรับโปรแกรมส่วนควบคุมนี้ ได้เขียนขึ้นด้วยโปรแกรมภาษาแอสแซมบลี้ MCS-51 โดยโปรแกรมจะเก็บในแฟ้มข้อมูลที่ชื่อ Control.ASM ซึ่งถูกเก็บไว้ในแผ่นติดตั้งแผ่นที่ 3 หรือแผ่นที่มีชื่อ 'pH and DO Controller, Disk 3' ซึ่งการเขียนโปรแกรมส่วนควบคุมแสดงได้ดังต่อไปนี้

```
        ORG   0000H
PA1:    EQU   E0E0H
PB1:    EQU   E0E1H
PC1:    EQU   E0E2H
CP1:    EQU   E0E3H
ADpHDO:    EQU   8000H
ADLATCH:   EQU   8100H
ADLATCH1:  EQU   8150H
ADREF:     EQU   8200H
ADSTRX:    EQU   8300H
ADSTTX:    EQU   8500H
ADST:      EQU   8400H
ADRX:      EQU   8600H
ADTX:      EQU   8700H
ADREQ:     EQU   8800H
ADREC:     EQU   8850H
IP:     EQU   B8H
PCON:   EQU   87H
CLK:    EQU   04H
SL:     EQU   05H
SETRX:  EQU   7FH
pHMAX:  EQU   91H
pHMIN:  EQU   6DH
DOMIN:  EQU   B2H
STATE:  EQU   07H
B300:   EQU   A0H
CDTX:   EQU   'A'
CDCT:   EQU   'B'
CDST:   EQU   'S'
```

```
        LJMP  START
        ORG   03
        LJMP  9F3FH     ;INT0
        ORG   0BH
        LJMP  9F42H     ;TIMER0
        ORG   13H
        LJMP  9F45H     ;INT1
        ORG   1BH
        LJMP  9F48H     ;TIMER1
        ORG   23H
        LJMP  9F4BH     ;SERIAL
        ORG   2BH
        LJMP  9F4EH     ;TIMER2
        ORG   0030H

START:
        MOV   DPTR,#8000H
        MOV   A,#0
CLRM:
        MOVX  @DPTR,A
        INC   DPTR
        MOV   R7,DPH
        MOV   R6,DPL
        CJNE  R6,#FFH,CLRM
        CJNE  R7,#9FH,CLRM

        MOV   DPTR,#9F3FH
        MOV   A,#02H
        MOV   R7,#5
CLRI:
        MOVX  @DPTR,A
        INC   DPTR
        INC   DPTR
        INC   DPTR
        DJNZ  R7,CLRI

        MOV   SP,#60H
        MOV   iE,#0
        MOV   IP,#0
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
        MOV    TMOD,#0
        MOV    TCON,#0
        MOV    SCON,#0

        CLR P1.7
ST1:
        MOV    SCON,#50H     ;MODE 1
        CLR    PCON
        MOV    TMOD,#20H
        MOV    TH1,#B300     ;300 bps
        SETB   IP.7
        SETB   IP.4
        SETB   TCON.7
        SETB   TCON.6

DE:
        MOV    DPTR,#S_IN
        MOV    A,DPH
        MOV    B,DPL
        MOV    DPTR,#9F4CH
        MOVX   @DPTR,A
        INC    DPTR
        MOV    A,B
        MOVX   @DPTR,A
        SJMP   DE3

;INTERRUPT PROGRAM
S_IN:
        CLR    ES
        PUSH   DPH
        PUSH   DPL
        PUSH   07H
        PUSH   06H
        PUSH   05H
        PUSH   04H
        PUSH   03H
        PUSH   02H
        PUSH   01H
        PUSH   00H
        PUSH   ACC
        PUSH   B
        CLR    P1.7
        LCALL  SET_DPTR_2
        LCALL  S_RX
        POP    B
        POP    ACC
        POP    00H
        POP    01H
        POP    02H
        POP    03H
        POP    04H
        POP    05H
        POP    06H
        POP    07H
        POP    DPL
        POP    DPH
        SETB   ES
        CLR    P1.7
        RETI

DE3:
        MOV    DPTR,#ADRX
        CLR    SETRX
        LCALL  SET_DPTR_1

;CONTROL PORT
SYS2:
        MOV    A,#10010000B
        MOV    DPTR,#CP1
        MOVX   @DPTR,A

;MAIN SYSTEM PROGRAM
        LCALL  TESTL
        LCALL  SETUP
        LCALL  ADSETUP
        SETB   ES
        SETB   EA
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
SYS1:
        MOV     R3,#01H
        MOV     DPTR,#ADpHDO
        MOV     R2,DPH
        MOV     R1,DPL

SYS:
        MOV     20H,R3
        LCALL   SET
        LCALL   TS
        MOV     DPH,R2
        MOV     DPL,R1
        ACALL   MEM
        INC     R3
        CJNE    R3,#7,SYS
        LCALL   LATCH
        SJMP    SYS1

;SUBPROGRAM SYSTEM
;WRITE MEM DATA REF
SETUP:
        MOV     DPTR,#ADSTRX
        MOV     07H,#24
RD2:
        MOV     A,#STATE
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR
        DJNZ    07H,RD2

;WRITE MEM
        MOV     02H,#24
        MOV     DPTR,#ADREF
RD:
        MOV     A,#pHMAX
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR
        MOV     A,#pHMIN
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR
        MOV     A,#DOMIN
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR
        DJNZ    02H,RD

        MOV     02H,#12
        MOV     DPTR,#ADpHDO
RD1:
        MOV     A,#60H
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR
        MOV     A,#20H
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR
        MOV     A,#19H
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR
        MOV     A,#5H
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR
        DJNZ    02H,RD1
        RET

ADSETUP:
        MOV     DPTR,#ADREC
        MOV     A,#'R'
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR
        MOV     A,#'e'
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR
        MOV     A,#'c'
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR
        MOV     A,#':'
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR
        MOV     A,#'0'
        MOVX    @DPTR,A
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
INC    DPTR
MOV    A,#'0'
MOVX   @DPTR,A
INC    DPTR
MOV    A,#'S'
MOVX   @DPTR,A
INC    DPTR
MOV    A,#'T'
MOVX   @DPTR,A
INC    DPTR
MOV    A,#'O'
MOVX   @DPTR,A
INC    DPTR
MOV    A,#'P'
MOVX   @DPTR,A

MOV    DPTR,#ADREQ
MOV    A,#'C'
MOVX   @DPTR,A
INC    DPTR
MOV    A,#'o'
MOVX   @DPTR,A
INC    DPTR
MOV    A,#'m'
MOVX   @DPTR,A
INC    DPTR
MOV    A,#'r'
MOVX   @DPTR,A
INC    DPTR
MOV    A,#'e'
MOVX   @DPTR,A
INC    DPTR
MOV    A,#'q'
MOVX   @DPTR,A
INC    DPTR
MOV    A,#':'
MOVX   @DPTR,A
INC    DPTR
MOV    A,#'0'
MOVX   @DPTR,A
INC    DPTR
MOV    A,#'0'
MOVX   @DPTR,A
INC    DPTR
MOV    A,#'S'
MOVX   @DPTR.A
INC    DPTR
MOV    A,#'T'
MOVX   @DPTR,A
INC    DPTR
MOV    A,#'O'
MOVX   @DPTR,A
INC    DPTR
MOV    A,#'P'
MOVX   @DPTR,A
INC    DPTR
RET

;WRITE MEMMORY
MEM:
    MOV    R0,#10H
    MOV    07H,#8
MEM1:
    MOV    A,@R0
    MOVX   @DPTR,A
    INC    DPTR
    INC    R0
    DJNZ   07H,MEM1
    MOV    02H,DPH
    MOV    01H,DPL
    RET

;SET IC WORKINK
SET:
    MOV    A,20H
    MOV    DPTR,#PC1
    MOVX   @DPTR,A
    RET
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
;PROTOTYPE SYSTEM
;C=L SL=H
TS:
    CLR   CLK
    SETB  SL
    LCALL SET
    LCALL DELAY

;LOAD DATA SL=L
    CLR   SL
    LCALL SET
    LCALL DELAY
    MOV   05H,#8

RXA:
    MOV   04H,#8
    MOV   R0,#10H
    LCALL CLOCK
    SETB  SL      ;SL=HIGH
    LCALL SET
    LCALL DELAY
    MOV   DPTR,#PA1
    MOVX  A,@DPTR
RA:
    RRC   A
    PUSH  A
    MOV   A,@R0
    RLC   A
    MOV   @R0,A
    POP   A
    INC   R0
    DJNZ  04H,RA
    DJNZ  05H,RXA
    RET

CLOCK:
    SETB  CLK   ;CLOCK=HIGH
    LCALL SET
    LCALL DELAY
    LCALL DELAY
    CLR   CLK   ;CLOCK=LOW
    LCALL SET
    LCALL DELAY
    LCALL DELAY
    RET

DELAY:
    MOV   07H,#10H
D:
    MOV   06H,#10H
D1:
    DJNZ  06H,D1
    DJNZ  07H,D
    RET

LATCH:
    MOV   DPTR,#ADpHDO
    MOV   0AH,DPH
    MOV   0BH,DPL
    MOV   DPTR,#ADREF
    MOV   0CH,DPH
    MOV   0DH,DPL
    MOV   DPTR,#ADLATCH
    MOV   0EH,DPH
    MOV   0FH,DPL
    MOV   DPTR,#ADSTRX
    MOV   10H,DPH
    MOV   11H,DPL
    MOV   07H,#24

LATCH1:
    MOV   DPH,0AH
    MOV   DPL,0BH
    MOVX  A,@DPTR
    MOV   12H,A     ;pH
    INC   DPTR
    MOVX  A,@DPTR
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
        MOV   13H,A        ;DO
        INC   DPTR
        MOV   0AH,DPH
        MOV   0BH,DPL

        MOV   DPH,0CH
        MOV   DPL,0DH
        MOVX  A,@DPTR
        MOV   14H,A  ;pHiMAX REF
        INC   DPTR
        MOVX  A,@DPTR
        MOV   15H,A  ;pHiMIN REF
        INC   DPTR
        MOVX  A,@DPTR
        MOV   16H,A  ;DOMIN REF
        INC   DPTR
        MOV   0CH,DPH
        MOV   0DH,DPL

        MOV   DPH,10H
        MOV   DPL,11H
        MOVX  A,@DPTR
        MOV   17H,A  ;STATERX WORK
        INC   DPTR
        MOV   10H,DPH
        MOV   11H,DPL

        MOV   DPH,0EH
        MOV   DPL,0FH

        MOV   A,17H
        CJNE  A,#08,STL1
        SJMP  STL3

STL1:
        CJNE  A,#10,STL2
        MOV   A,#0
        MOVX  @DPTR,A
        INC   DPTR
        MOV   A,#0
        MOVX  @DPTR,A
        INC   DPTR
        SJMP  LATCH7

STL3:
        MOV   A,#0
        MOVX  @DPTR,A
        INC   DPTR
        SJMP  LATCH5

STL2:
        MOV   A,14H
        CJNE  A,12H,LATCH2
        SJMP  LATCH3
LATCH2:
        JNC   LATCH3
        MOV   A,#1
        MOVX  @DPTR,A
        INC   DPTR
        SJMP  L1
LATCH3:
        MOV   A,#0
        MOVX  @DPTR,A
        INC   DPTR

L1:
        MOV   A,15H
        CJNE  A,12H,LATCH4
        SJMP  LATCH5
LATCH4:
        JC    LATCH5
        MOV   A,#1
        MOVX  @DPTR,A
        INC   DPTR
        SJMP  L5
LATCH5:
        MOV   A,#0
        MOVX  @DPTR,A
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
        INC     DPTR

L5:
        MOV     A,17H
        CJNE    A,#9,L2
        SJMP    LATCH7

L2:
        MOV     A,16H           ;DO
        CJNE    A,13H,LATCH6
        SJMP    LATCH7
LATCH6:
        JC      LATCH7
        MOV     A,#1
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR
        SJMP    L3
LATCH7:
        MOV     A,#0
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR
L3:
        MOV     0EH,DPH
        MOV     0FH,DPL
        DJNZ    07H,LATCH8
        SJMP    LAT
LATCH8:
        LJMP    LATCH1

LAT:
        MOV     DPTR,#ADLATCH
        MOV     13H,DPH
        MOV     14H,DPL
        MOV     DPTR,#ADLATCH1
        MOV     11H,DPH
        MOV     12H,DPL

        MOV     06H,#9
LAT2:
        MOV     07H,#8
        MOV     DPH,13H
        MOV     DPL,14H
LAT1:
        MOVX    A,@DPTR
        RRC     A
        MOV     A,B
        RLC     A
        MOV     B,A
        INC     DPTR
        DJNZ    07H,LAT1
        MOV     13H,DPH
        MOV     14H,DPL

        MOV     DPH,11H         ;ADLATCH1
        MOV     DPL,12H
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR
        MOV     11H,DPH
        MOV     12H,DPL
        DJNZ    06H,LAT2

LATC4:
        MOV     07H,#15
        MOV     DPTR,#ADLATCH1
        MOV     13H,DPH
        MOV     14H,DPL

LATC3:
        MOV     DPTR,#PC1
        MOV     A,#00H
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPH,13H
        MOV     DPL,14H
        MOVX    A,@DPTR
        MOV     DPTR,#PB1
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#PC1
        MOV     A,07H
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
    MOVX   @DPTR,A
    INC    14H
    DEC    07H
    CJNE   R7,#6,LATC3
    RET

;SET DPTR FOR SERIAL INTERRUPT
SET_DPTR_1:
    MOV    08H,DPH
    MOV    09H,DPL
    RET

SET_DPTR_2:
    MOV    DPH,08H
    MOV    DPL,09H
    RET

;TEST LATCH
TESTL:
    MOV    DPTR,#ADLATCH1
    MOV    A,#00H
    MOV    05H,#9
TESTL1:
    MOVX   @DPTR,A
    INC    DPTR
    DJNZ   05H,TESTL1
    LCALL  LATC4
    LCALL  DELAYL
    LCALL  DELAYL
    RET

DELAYL:
    MOV    07H,#FFH
DLL1:
    MOV    06H,#FFH
DLL:
    NOP
    NOP
    NOP
    NOP
    DJNZ   06H,DLL
    DJNZ   07H,DLL1
    RET

;PROGRAM INTERUPT SYSTEM
S_RX:
    CLR    RI
    MOV    A,SBUF
    JB     SETRX,RX3
    CJNE   A,#CDTX,RX2
    SETB   SETRX
    SJMP   RX3
RX2:
    CJNE   A,#CDCT,E
    SETB   SETRX
    SJMP   RX3
RX3:
    MOVX   @DPTR,A
    CJNE   A,#CDST,RX1
    CLR    SETRX
    CLR    TR1
    MOV    TH1,#B300
    SETB   P1.7
    LCALL  DELAYS
    LCALL  DELAYL
    MOV    DPTR,#ADRX
    MOVX   A,@DPTR
    CJNE   A,#CDTX,CHK_C
    LCALL  STTX
    LCALL  DBSGTX
    MOV    DPTR,#ADTX
    MOV    10H,#130
T_1:
    LCALL  TX1
    DJNZ   10H,T_1
    CLR    SETRX
    MOV    DPTR,#ADRX
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
        LCALL   SET_DPTR_1
        RET

CHK_C:
        CJNE    A,#CDCT,E
        LCALL   RXREF
        SJMP    COM_REC
E:
        MOV     DPTR,#ADRX
        CLR     SETRX
        LCALL   SET_DPTR_1
        RET

RX1:
        INC     DPTR
        LCALL   SET_DPTR_1
        RET

DELAYS:
        MOV     05H,#00H
        MOV     04H,#00H
DL:
        NOP
        NOP
        DJNZ    04H,DL
        DJNZ    05H,DL
DL2:
        NOP
        NOP
        DJNZ    04H,DL2
        DJNZ    05H,DL2
DL3:
        NOP
        NOP
        DJNZ    04H,DL3
        DJNZ    05H,DL3
        RET

COM_REC:
        MOV     DPTR,#ADREC
        MOV     10H,#10
T_2:
        LCALL   TX1
        DJNZ    10H,T_1
        CLR     SETRX
        MOV     DPTR,#ADRX
        LCALL   SET_DPTR_1
        RET

COM_REQ:
        MOV     DPTR,#ADREQ
        MOV     10H,#13
T_3:
        LCALL   TX1
        DJNZ    10H,T_1
        CLR     SETRX
        MOV     DPTR,#ADRX
        LCALL   SET_DPTR_1
        RET

TX1:
        SETB    TR1
        MOVX    A,@DPTR
        MOV     SBUF,A
        JNB     TI,$
        CLR     TI
        INC     DPTR
        RET

DBSGTX:
        MOV     DPTR,#ADTX
        MOV     A,#'S'
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR
        MOV     A,#'T'
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
        MOV    A,#'R'
        MOVX   @DPTR,A
        INC    DPTR
        MOV    1CH,DPH
        MOV    1DH,DPL

        MOV    07H,#24
        MOV    DPTR,#ADpHDO
        MOV    18H,DPH
        MOV    19H,DPL
        MOV    DPTR,#ADSTTX
        MOV    1AH,DPH
        MOV    1BH,DPL

DBSTX1:
        LCALL  DBSTX
        DJNZ   07H,DBSTX1

        MOV    DPH,1CH
        MOV    DPL,1DH
        MOV    A,#':'
        MOVX   @DPTR,A
        INC    DPTR
        MOV    A,#'0'
        MOVX   @DPTR,A
        INC    DPTR
        MOV    A,#'0'
        MOVX   @DPTR,A
        INC    DPTR
        MOV    A,#'S'
        MOVX   @DPTR,A
        INC    DPTR
        MOV    A,#'T'
        MOVX   @DPTR,A
        INC    DPTR
        MOV    A,#'O'
        MOVX   @DPTR,A
        INC    DPTR
        MOV    A,#'P'
        MOVX   @DPTR,A
        RET

DBSTX:
        MOV    DPH,18H ;ADpHDOB
        MOV    DPL,19H
        MOVX   A,@DPTR
        MOV    06H,A
        INC    DPTR
        MOVX   A,@DPTR
        MOV    05H,A
        INC    DPTR
        MOV    18H,DPH
        MOV    19H,DPL

        MOV    DPH,1CH ;ADDATATX
        MOV    DPL,1DH
        MOV    A,06H
        MOVX   @DPTR,A
        INC    DPTR
        MOV    A,05H
        MOVX   @DPTR,A
        INC    DPTR
        MOV    1CH,DPH
        MOV    1DH,DPL

        MOV    DPH,1AH ;ADSTATE
        MOV    DPL,1BH
        MOVX   A,@DPTR
        MOV    03H,A
        INC    DPTR
        MOV    1AH,DPH
        MOV    1BH,DPL

        MOV    DPH,1CH ;ADDATATX
        MOV    DPL,1DH
        MOVX   @DPTR,A
        INC    DPTR
        LCALL  SUMTX
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
        RET

SUMTX:
        CLR    C
        MOV    A,06H
        ADDC   A,05H
        MOV    B,A
        MOV    04H,#00H
        MOV    A,04H
        ADDC   A,#0
        MOV    04H,A
        CLR    C
        MOV    A,B
        ADDC   A,03H
        INC    DPTR
        MOVX   @DPTR,A
        DEC    DPL
        MOV    A,04H
        ADDC   A,#0
        MOVX   @DPTR,A
        INC    DPTR
        INC    DPTR
        MOV    1CH,DPH
        MOV    1DH,DPL
        RET

;RX REF pH DO
RXREF:
        MOV    DPTR,#ADRX+1
        MOV    04H,DPH
        MOV    05H,DPL

REF4:
        MOV    DPH,04H
        MOV    DPL,05H
        MOVX   A,@DPTR
        CJNE   A,#CDST,REF1
        LCALL  AUTO
        RET

REF1:
        MOV    22H,A
        INC    DPTR
        MOVX   A,@DPTR
        MOV    23H,A
        INC    DPTR
        MOVX   A,@DPTR
        MOV    24H,A
        INC    DPTR
        MOVX   A,@DPTR
        MOV    25H,A
        INC    DPTR
        MOVX   A,@DPTR
        MOV    26H,A
        INC    DPTR
        MOVX   A,@DPTR
        MOV    27H,A
        INC    DPTR
        MOV    04H,DPH
        MOV    05H,DPL
        MOV    DPTR,#0000H
        MOV    06H,22H
        LCALL  REF3
        MOV    06H,23H
        LCALL  REF3
        MOV    06H,24H
        LCALL  REF3
        MOV    06H,25H
        LCALL  REF3
        MOV    A,DPH
        CJNE   A,26H,COM_REQ1
        MOV    A,DPL
        CJNE   A,27H,COM_REQ1
        SJMP   REF4

REF3:
        CJNE   R6,#0,REF2
        RET
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
REF2:  INC    DPTR
       DJNZ   06H,REF2
       RET

COM_REQ1:
       LJMP  COM_REQ
AUTO:
       MOV    DPTR,#ADRX+1
       MOV    18H,DPH
       MOV    19H,DPL
       MOV    DPTR,#ADREF
       MOV    1AH,DPH
       MOV    1BH,DPL
       MOV    DPTR,#ADSTRX
       MOV    1CH,DPH
       MOV    1DH,DPL

AUTO1:
       MOV    DPH,18H
       MOV    DPL,19H
       MOVX   A,@DPTR
       CJNE   A,#CDST,AUTO2
       RET

AUTO2:
       MOV    B,A
       INC    DPTR   ;AD pHMAX
       MOVX   A,@DPTR
       MOV    22H,A
       INC    DPTR   ;AD pHMIN
       MOVX   A,@DPTR
       MOV    23H,A
       INC    DPTR   ;AD DOMIN
       MOVX   A,@DPTR
       MOV    24H,A
       INC    DPTR
       INC    DPTR
       INC    DPTR
       MOV    18H,DPH  ;KEEP AD RX
       MOV    19H,DPL

       MOV    DPH,1CH
       MOV    DPL,1DH
       MOV    A,B
       MOVX   @DPTR,A
       INC    DPTR
       MOV    1CH,DPH
       MOV    1DH,DPL

       MOV    DPH,1AH
       MOV    DPL,1BH
       MOV    A,22H
       MOVX   @DPTR,A
       INC    DPTR
       MOV    A,23H
       MOVX   @DPTR,A
       INC    DPTR
       MOV    A,24H
       MOVX   @DPTR,A
       INC    DPTR
       MOV    1AH,DPH
       MOV    1BH,DPL
       SJMP   AUTO1

       ;CHK STATETX
       STTX:

       MOV    DPTR,#ADSTTX
       MOV    1AH,DPH
       MOV    1BH,DPL
       MOV    DPTR,#ADLATCH
       MOV    1CH,DPH
       MOV    1DH,DPL
       MOV    07H,#24

STTX1:
       MOV    DPH,1CH
       MOV    DPL,1DH
       MOVX   A,@DPTR
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
MOV    22H,A
INC    DPTR
MOVX   A,@DPTR
MOV    23H,A
INC    DPTR
MOVX   A,@DPTR
MOV    24H,A
INC    DPTR
MOV    1CH,DPH
MOV    1DH,DPL

MOV    DPH,1AH
MOV    DPL,1BH
MOV    B,22H
MOV    A,23H
RRC    A
MOV    A,B
RLC    A
MOV    B,A
MOV    A,24H
RRC    A
MOV    A,B
RLC    A
MOVX   @DPTR,A
INC    DPTR
MOV    1AH,DPH
MOV    1BH,DPL
DJNZ   07H,STTX1
RET
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ข.
โปรแกรมส่วนแสดงผล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

โปรแกรมส่วนแสดงผลนี้ ได้เขียนขึ้นโดยใช้โปรแกรม Microsoft Visual Basic 4.0 ซึ่งสามารถติดตั้งโปรแกรมได้ด้วยแผ่นโปรแกรมจำนวน 3 แผ่น โดยวิธีการในการติดตั้งโปรแกรมได้กล่าวไว้ในภาคผนวก ง. สำหรับรายละเอียดในการเขียนโปรแกรมส่วนแสดงผลนั้น สามารถแสดงได้ดังโปรแกรมต่อไปนี้

```
Form=MDIfrmMain.Frm
Module=Module1; Special Module.bas
Module=Module2; Communication Module.Bas
Module=Module3; Data Manager Module.Bas
Form=frmMiniDataShow.frm
Form=frmAbout.frm
Form=frmDetailSet.frm
Form=frmSetting.frm
Form=frmReport.frm
Form=frmExit.frm
Form=frmData.frm
Object={6B7E6392-850A-101B-AFC0-
4210102A8DA7}#1.0#0; COMCTL32.OCX
Object={0BA686C6-F7D3-101A-993E-
0000C0EF6F5E}#1.0#0; THREED32.OCX
Object={648A5603-2C6E-101B-82B6-
000000000014}#1.0#0; MSCOMM32.OCX
Reference=*\G{00025E01-0000-0000-C000-
000000000046}#3.0#0#C:\PROGRAM
FILES\COMMON FILES\MICROSOFT
SHARED\DAO\DAO3032.DLL#Microsoft DAO 3.0
Object Library
Object={3B7C8863-D78F-101B-B9B5-
04021C009402}#1.0#0; RICHTX32.OCX
Object={F9043C88-F6F2-101A-A3C9-
08002B2F49FB}#1.0#0; COMDLG32.OCX
Object={BDC217C8-ED16-11CD-956C-
0000C04E4C0A}#1.0#0; TABCTL32.OCX
ProjWinSize=108,256,344,302
ProjWinShow=2
IconForm="MDIfrmMain"
HelpFile=""
Title="Main"
ExeName32="Main Programs.exe"
Name="Project1"
HelpContextID="0"
StartMode=0
VersionCompatible32="0"
MajorVer=1
MinorVer=0
RevisionVer=0
AutoIncrementVer=0
ServerSupportFiles=0
VersionCompanyName="Telecommunication
Engineering"
VersionLegalCopyright="นายวิศิษศักดิ์ เสงี่ยมศักดิ์
B3600962 และนายเดชา กิจเพ็ชรณี  B3603536"
VersionProductName="pH and DO Controller"

VERSION 4.00
Begin VB.Form frmAbout
   BorderStyle    =  1  'Fixed Single
   Caption        =  "เกี่ยวกับระบบ"
   ClientHeight   =  4560
   ClientLeft     =  915
   ClientTop      =  1515
   ClientWidth    =  4605
   Height         =  4965
   Icon           =  "frmAbout.frx":0000
   Left           =  855
   LinkTopic      =  "Form1"
   MaxButton      =  0  'False
   MinButton      =  0  'False
   ScaleHeight    =  4560
   ScaleWidth     =  4605
   Top            =  1170
   Width          =  4725
   Begin VB.PictureBox Picture2
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
    Height          =  735
    Left            =  405
    ScaleHeight     =  675
    ScaleWidth      =  3690
    TabIndex        =  2
    Top             =  3150
    Width           =  3750
    Begin VB.Label Label6
      Alignment     =  2  'Center
      Caption       =  "มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี"
      Height        =  285
      Left          =  360
      TabIndex      =  8
      Top           =  360
      Width         =  3030
    End
    Begin VB.Label Label4
      Alignment     =  2  'Center
      Caption       =  "โครงงานวิศวกรรมโทรคมนาคม ปี
2539"
      Height        =  195
      Left          =  270
      TabIndex      =  6
      Top           =  135
      Width         =  3165
    End
  End
  Begin VB.PictureBox Picture1
    Height          =  2760
    Left            =  405
    ScaleHeight     =  2700
    ScaleWidth      =  3690
    TabIndex        =  1
    Top             =  180
    Width           =  3750
    Begin VB.Label Label8
      Alignment     =  2  'Center
      Caption       =  "อาจารย์รังสรรค์ วงศ์สรรค์"
      Height        =  240
      Left          =  585
      TabIndex      =  10
      Top           =  2115
      Width         =  2445
    End
    Begin VB.Label Label7
      Alignment     =  2  'Center
      Caption       =  "อาจารย์ที่ปรึกษา"
      Height        =  240
      Left          =  450
      TabIndex      =  9
      Top           =  1845
      Width         =  2715
    End
    Begin VB.Label Label5
      Caption       =  "โดย.."
      Height        =  240
      Left          =  1665
      TabIndex      =  7
      Top           =  540
      Width         =  645
    End
    Begin VB.Label Label3
      Caption       =  "  เดชา      กิจเพ็ชรณี
B3603536"
      Height        =  285
      Left          =  495
      TabIndex      =  5
      Top           =  1215
      Width         =  2850
    End
    Begin VB.Label Label2
      Caption       =  "  วิศิษศักดิ์ เสงี่ยมศักดิ์
B3600962"
      Height        =  240
      Left          =  495
      TabIndex      =  4
      Top           =  900
      Width         =  2895
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
    End
    Begin VB.Label Label1
      Alignment      =  2  'Center
      Caption        =  "ระบบเฝ้าดูและควบคุมบ่อบำบัดน้ำเสีย"
      BeginProperty Font
        name         =  "MS Sans Serif"
        charset      =  222
        weight       =  700
        size         =  8.25
        underline    =  0   'False
        italic       =  0   'False
        strikethrough  =  0   'False
      EndProperty
      ForeColor      =  &H00404040&
      Height         =  240
      Left           =  495
      TabIndex       =  3
      Top            =  135
      Width          =  2850
    End
  End
  Begin VB.CommandButton cndOK
    Caption        =  "&ตกลง"
    Height         =  405
    Left           =  1485
    TabIndex       =  0
    Top            =  4005
    Width          =  1425
  End
End
Attribute VB_Name = "frmAbout"
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_Exposed = False


Private Sub cndOK_Click()
MDIfrmMain.Enabled = True
Unload Me
End Sub

Private Sub Form_Load()
frmAbout.Top = (MDIfrmMain.ScaleHeight -
frmAbout.ScaleHeight) / 2
frmAbout.Left = (MDIfrmMain.ScaleWidth -
frmAbout.ScaleWidth) / 2
MDIfrmMain.Enabled = False
End Sub
Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
MDIfrmMain.Enabled = True
End Sub


VERSION 4.00
Begin VB.Form frmData
  BorderStyle    =  1  'Fixed Single
  Caption        =  "ข้อมูลที่มีการรับ-ส่ง"
  ClientHeight   =  3015
  ClientLeft     =  690
  ClientTop      =  2025
  ClientWidth    =  8190
  Height         =  3420
  Icon           =  "frmData.frx":0000
  Left           =  630
  LinkTopic      =  "Form1"
  MaxButton      =  0   'False
  MDIChild       =  -1  'True
  ScaleHeight    =  3015
  ScaleWidth     =  8190
  Top            =  1680
  Width          =  8310
  WindowState    =  1  'Minimized
  Begin TabDlg.SSTab SSTab1
    Height       =  2985
    Left         =  0
    TabIndex     =  0
    Top          =  45
    Width        =  8205
    _Version     =  65536
    _ExtentX     =  14473
    _ExtentY     =  5265
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
_StockProps    =  15
Caption        =  "รับเฟรมข้อมูล"
TabsPerRow     =  3
Tab            =  0
TabOrientation =  0
Tabs           =  2
Style          =  1
TabMaxWidth    =  0
TabHeight      =  529
TabCaption(0)  =  "รับเฟรมข้อมูล"
Tab(0).ControlCount=  1
Tab(0).ControlEnabled=  -1  'True
Tab(0).Control(0)=  "fraTx(0)"
TabCaption(1)  =  "ส่งเฟรมระดับข้อมูลอ้างอิง"
Tab(1).ControlCount=  1
Tab(1).ControlEnabled=  0  'False
Tab(1).Control(0)=  "fraTx(1)"
Begin VB.Frame fraTx
  Height       =  2445
  Index        =  1
  Left         =  -74865
  TabIndex     =  7
  Top          =  405
  Width        =  7845
  Begin RichtextLib.RichTextBox RTB
    Height       =  960
    Index        =  5
    Left         =  1170
    TabIndex     =  12
    Top          =  270
    Width        =  6495
    _Version     =  65536
    _ExtentX     =  11456
    _ExtentY     =  1693
    _StockProps  =  69
    BackColor    =  -2147483643
    ScrollBars   =  2
    TextRTF      =  $"frmData.frx":0442
    RightMargin  =  7000
  End
  Begin VB.Label lblRx
    Caption      =  "ข้อมูลที่ได้รับ"
    Height       =  240
    Index        =  1
    Left         =  90
    TabIndex     =  11
    Top          =  1395
    Width        =  1005
  End
  Begin VB.Label lblTx
    Caption      =  "ข้อมูลที่ส่งไป"
    Height       =  240
    Index        =  1
    Left         =  90
    TabIndex     =  10
    Top          =  405
    Width        =  960
  End
  Begin RichtextLib.RichTextBox RTB
    Height       =  375
    Index        =  4
    Left         =  1170
    TabIndex     =  9
    Top          =  1305
    Width        =  3435
    _Version     =  65536
    _ExtentX     =  6059
    _ExtentY     =  661
    _StockProps  =  69
    BackColor    =  -2147483643
    TextRTF      =  $"frmData.frx":0531
    RightMargin  =  7000
  End
  Begin RichtextLib.RichTextBox RTB
    Height       =  375
    Index        =  3
    Left         =  1170
    TabIndex     =  8
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
    Top             =   1755
    Width           =   3435
    _Version        =   65536
    _ExtentX        =   6059
    _ExtentY        =   661
    _StockProps     =   69
    BackColor       =   -2147483643
    TextRTF         =   $"frmData.frx":0620
    RightMargin     =   7000
  End
End
Begin VB.Frame fraTx
  Height          =   2445
  Index           =   0
  Left            =   180
  TabIndex        =   1
  Top             =   405
  Width           =   7845
  Begin RichtextLib.RichTextBox RTB
    Height          =   735
    Index           =   1
    Left            =   1125
    TabIndex        =   6
    Top             =   675
    Width           =   6540
    _Version        =   65536
    _ExtentX        =   11536
    _ExtentY        =   1296
    _StockProps     =   69
    BackColor       =   -2147483643
    ScrollBars      =   2
    TextRTF         =   $"frmData.frx":070F
    RightMargin     =   7000
  End
  Begin RichtextLib.RichTextBox RTB
    Height          =   735
    Index           =   0
    Left            =   1125
    TabIndex        =   5
    Top             =   1530
    Width           =   6540
    _Version        =   65536
    _ExtentX        =   11536
    _ExtentY        =   1296
    _StockProps     =   69
    BackColor       =   -2147483643
    ScrollBars      =   2
    TextRTF         =   $"frmData.frx":07FE
    RightMargin     =   7000
  End
  Begin VB.Label lblTx
    Caption         =   "ข้อมูลที่ส่งไป"
    Height          =   240
    Index           =   0
    Left            =   90
    TabIndex        =   4
    Top             =   315
    Width           =   960
  End
  Begin VB.Label lblRx
    Caption         =   "ข้อมูลที่ได้รับ"
    Height          =   240
    Index           =   0
    Left            =   90
    TabIndex        =   3
    Top             =   810
    Width           =   1005
  End
  Begin RichtextLib.RichTextBox RTB
    Height          =   330
    Index           =   2
    Left            =   1125
    TabIndex        =   2
    Top             =   270
    Width           =   2130
    _Version        =   65536
    _ExtentX        =   3757
    _ExtentY        =   582
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
        _StockProps    =  69
        BackColor      =  -2147483643
        TextRTF        =  $"frmData.frx":08ED
        RightMargin    =  7000
      End
    End
  End
End
Attribute VB_Name = "frmData"
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_Exposed = False
Option Explicit
Dim i
Private Sub RichTextBox1_Click()

End Sub



Private Sub TabStrip1_Click()

End Sub

Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
MsgBox "ไม่สามารถปิดได้" & Chr(13) & "การออกจาก
ระบบต้องใช้เมนูหลัก ", vbCritical, "ล้มเลิก"
Cancel = -1
End Sub

VERSION 4.00
Begin VB.Form frmDetailSet
   BorderStyle    =  1  'Fixed Single
   Caption        =  "ค่าระดับอ้างอิง"
   ClientHeight   =  3750
   ClientLeft     =  930
   ClientTop      =  1680
   ClientWidth    =  7590
   Height         =  4155
   Icon           =  "frmDetailSet.frx":0000
   Left           =  870
   LinkTopic      =  "Form1"
   MaxButton      =  0  'False
   MDIChild       =  -1  'True
   ScaleHeight    =  3750
   ScaleWidth     =  7590
   Top            =  1335
   Width          =  7710
   Begin VB.CommandButton cmdApply
      Caption        =  "นำไปใช้"
      Height         =  375
      Left           =  6210
      TabIndex       =  8
      Top            =  1125
      Width          =  1365
   End
   Begin VB.Frame frmRange
      Caption        =  "ข้อมูลระดับอ้างอิง"
      Height         =  3705
      Left           =  45
      TabIndex       =  9
      Top            =  0
      Width          =  6090
      Begin VB.ComboBox CboSource
         Height         =  330
         Left           =  225
         TabIndex       =  0
         Text           =  "บ่อที่ 1"
         Top            =  360
         Width          =  2805
      End
      Begin VB.Frame frmDO
         Caption        =  "ปริมาณออกซิเจนที่ละลายใน
น้ำ(DO)"
         Height         =  2760
         Left           =  3105
         TabIndex       =  11
         Top            =  765
         Width          =  2805
         Begin VB.TextBox txtDOState
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
    Height          =  315
    Left            =  900
    Locked          =  -1  'True
    TabIndex        =  19
    Text            =  "Text1"
    Top             =  990
    Width           =  1185
  End
  Begin VB.TextBox txtDO
    Height          =  330
    Left            =  900
    Locked          =  -1  'True
    TabIndex        =  18
    TabStop         =  0   'False
    Text            =  "Text2"
    Top             =  495
    Width           =  1545
  End
  Begin VB.CheckBox chkDOActive
    Caption         =  "ใช้งาน"
    DataField       =  "DO Active"
    DataSource      =  "Data1"
    Height          =  210
    Left            =  945
    TabIndex        =  5
    Top             =  2295
    Width           =  1320
  End
  Begin VB.TextBox txtDOMin
    DataField       =  "Min DO"
    DataSource      =  "Data1"
    Height          =  330
    Left            =  945
    TabIndex        =  4
    Text            =  "Text3"
    Top             =  1755
    Width           =  1455
  End
  Begin VB.Label lblDO
    Caption         =  "ค่าปัจจุบัน"
    Height          =  285
    Left            =  90
    TabIndex        =  17
    Top             =  540
    Width           =  780
  End
  Begin VB.Label lblMin
    Caption         =  "ค่าต่ำสุด"
    Height          =  240
    Index           =  1
    Left            =  225
    TabIndex        =  14
    Top             =  1845
    Width           =  825
  End
End
Begin VB.Frame frmpH
  Caption           =  "ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ(pH)"
  Height            =  2760
  Left              =  180
  TabIndex          =  10
  Top               =  765
  Width             =  2850
  Begin VB.TextBox txtpHState
    Height          =  315
    Left            =  900
    Locked          =  -1  'True
    TabIndex        =  20
    Text            =  "Text2"
    Top             =  945
    Width           =  1185
  End
  Begin VB.TextBox txtpH
    Height          =  330
    Left            =  900
    Locked          =  -1  'True
    TabIndex        =  15
    TabStop         =  0   'False
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
    Text        =  "Text1"
    Top         =  495
    Width       =  1410
  End
  Begin VB.CheckBox chkpHActive
    Caption     =  "ใช้งาน"
    DataField   =  "pH Active"
    DataSource  =  "Data1"
    Height      =  240
    Left        =  900
    TabIndex    =  3
    Top         =  2295
    Width       =  1365
  End
  Begin VB.TextBox txtpHMax
    DataField   =  "Max pH"
    DataSource  =  "Data1"
    Height      =  330
    Left        =  900
    TabIndex    =  2
    Text        =  "Text2"
    Top         =  1800
    Width       =  1410
  End
  Begin VB.TextBox txtpHMin
    DataField   =  "Min pH"
    DataSource  =  "Data1"
    Height      =  330
    Left        =  900
    TabIndex    =  1
    Text        =  "Text1"
    Top         =  1395
    Width       =  1410
  End
  Begin VB.Label lblpH
    Caption     =  "ค่าปัจจุบัน"
    Height      =  285
    Left        =  90
    TabIndex    =  16
    Top         =  540
    Width       =  735
  End
  Begin VB.Label lblMax
    Caption     =  "ค่าสูงสุด"
    Height      =  330
    Index       =  0
    Left        =  180
    TabIndex    =  13
    Top         =  1845
    Width       =  1005
  End
  Begin VB.Label lblMin
    Caption     =  "ค่าต่ำสุด"
    Height      =  285
    Index       =  0
    Left        =  180
    TabIndex    =  12
    Top         =  1440
    Width       =  915
    End
    End
  End
  Begin VB.CommandButton cmdCancel
    Caption     =  "&ยกเลิก"
    Height      =  375
    Left        =  6210
    TabIndex    =  7
    Top         =  630
    Width       =  1365
  End
  Begin VB.CommandButton cmdOK
    Caption     =  "&ตกลง"
    Height      =  375
    Left        =  6210
    TabIndex    =  6
    Top         =  135
    Width       =  1365
  End
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
End
Attribute VB_Name = "frmDetailSet"
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_Exposed = False
Option Explicit
Const TheValue = "ค่าต้องอยู่ระหว่าง.."
Dim i, SourceNo As Integer
Dim TempMinpH(0 To 23), TempMaxpH(0 To 23) As
Single
Dim TempMinDO(0 To 23) As Single
Dim TemppHActive(0 To 23), TempDOActive(0 To 23)
As Boolean
Dim Temp As Single
Private Function MakeCopy()
For i = 0 To 23
   TempMinpH(i) = MinpH(i)
   TempMaxpH(i) = MaxpH(i)
   TempMinDO(i) = MinDO(i)
   TemppHActive(i) = pHActive(i)
   TempDOActive(i) = DOActive(i)
Next i
End Function
Private Sub cboSource_Change()
cboSource.Text = "บ่อที่ " & CStr(SourceNo + 1)
End Sub
Private Sub cboSource_Click()
For i = 1 To 24
   If cboSource.Text = "บ่อที่ " & CStr(i) Then
      SourceNo = i - 1
   End If
Next i
ShowDetailData
End Sub
Private Sub chkDOActive_Click()
If chkDOActive.Value = False Then
   txtDOMin.Enabled = False
Else
   txtDOMin.Enabled = True
End If
TempDOActive(SourceNo) = -chkDOActive.Value
End Sub

Private Sub chkpHActive_Click()
If chkpHActive.Value = False Then
   txtpHMin.Enabled = False
   txtpHMax.Enabled = False
Else
   txtpHMin.Enabled = True
   txtpHMax.Enabled = True
End If
TemppHActive(SourceNo) = -chkpHActive.Value
End Sub
Private Sub cmdApply_Click()
StoreSetting
SaveDataSet
StateCheck
ShowDetailData
DataShow
Ref_DataSend
End Sub
Private Sub cmdCancel_Click()
Unload Me
End Sub
Private Sub cmdOK_Click()
Unload Me
StoreSetting
SaveDataSet
StateCheck
DataShow
Ref_DataSend
End Sub
Private Sub Form_Load()
MDIfrmMain!mnuMaxMin.Visible = True
MakeCopy
frmDetailSet.Top = (MDIfrmMain.ScaleHeight -
frmDetailSet.ScaleHeight) / 2
frmDetailSet.Left = (MDIfrmMain.ScaleWidth -
frmDetailSet.ScaleWidth) / 2
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
For i = 0 To 23
    cboSource.AddItem "บ่อที่ " & CStr(i + 1)
Next i
SourceNo = 0
ShowDetailData
End Sub
Private Function StoreSetting()
For i = 0 To 23
    MinpH(i) = TempMinpH(i)
    MaxpH(i) = TempMaxpH(i)
    MinDO(i) = TempMinDO(i)
    pHActive(i) = TempppHActive(i)
    DOActive(i) = TempDOActive(i)
Next i
End Function
Private Sub ShowDetailData()
txtpH = pHValue(SourceNo)
txtDO = DOValue(SourceNo)
txtphState = pHState(SourceNo)
If pHState(SourceNo) = "ปกติ" Then
    txtphState.ForeColor = vbBlack
Else
    txtphState.ForeColor = vbRed
End If
txtdoState = DOState(SourceNo)
If DOState(SourceNo) = "ปกติ" Then
    txtdoState.ForeColor = vbBlack
Else
    txtdoState.ForeColor = vbRed
End If
txtpHMin = TempMinpH(SourceNo)
txtpHMax = TempMaxpH(SourceNo)
txtDOMin = TempMinDO(SourceNo)
chkpHActive.Value = -TempppHActive(SourceNo)
chkDOActive.Value = -TempDOActive(SourceNo)
Call chkDOActive_Click
Call chkpHActive_Click
End Sub
Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
StateCheck
DataShow
MDIfrmMain!mnuMaxMin.Visible = False
End Sub
Private Sub txtDOMin_Change()
If txtDOMin.Text = "" Then
    NonError = True
    Exit Sub
End If
On Error GoTo Error
TempMinDO(SourceNo) = txtDOMin.Text
If txtDOMin.Text < LimitDOMin Or txtDOMin.Text >
LimitDOMax Then
Error:
    NonError = False
    MsgBox TheValue & LimitDOMin & "-" &
LimitDOMax, 16, "Error.."
    txtDOMin.Text = ""
    txtDOMin.SetFocus
End If
End Sub
Private Sub txtDOMin_KeyPress(KeyAscii As Integer)
If KeyAscii = 13 Then
    Call txtDOMin_Change
End If
End Sub
Private Sub txtDOMin_LostFocus()
Call txtDOMin_Change
End Sub
Private Sub txtpHMax_Change()
If txtpHMax.Text = "" Then
    NonError = True
    Exit Sub
End If
On Error GoTo Error
TempMaxpH(SourceNo) = txtpHMax.Text
If txtpHMax.Text < LimitpHMin Or txtpHMax.Text >
LimitpHMax Then
Error:
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
    NonError = False
    MsgBox TheValue & LimitpHMin & "-" &
LimitpHMax, 16, "Error.."
    txtpHMax.Text = ""
    txtpHMax.SetFocus
End If
End Sub
Private Sub txtpHMax_KeyPress(KeyAscii As Integer)
If KeyAscii = 13 Then
    Call txtpHMax_Change
End If
End Sub
Private Sub txtpHMax_LostFocus()
Call txtpHMax_Change
End Sub
Private Sub txtpHMin_Change()
If txtpHMin.Text = "" Then
    NonError = True
    Exit Sub
End If
On Error GoTo Error
TempMinpH(SourceNo) = txtpHMin.Text
If txtpHMin.Text < LimitpHMin Or txtpHMin.Text >
LimitpHMax Then
Error:
    NonError = False
    MsgBox TheValue & LimitpHMin & "-" &
LimitpHMax, 16, "Error.."
    txtpHMin.Text = ""
    txtpHMin.SetFocus
End If
End Sub
Private Sub txtpHMin_LostFocus()
Call txtpHMin_Change
End Sub


VERSION 4.00
Begin VB.Form frmExit
   BorderStyle    =   1  'Fixed Single
   Caption        =   "จบการทำงาน"
   ClientHeight   =   2055
   ClientLeft     =   3060
   ClientTop      =   2565
   ClientWidth    =   3840
   Height         =   2460
   Icon           =   "frmExit.frx":0000
   Left           =   3000
   LinkTopic      =   "Form1"
   MaxButton      =   0   'False
   MDIChild       =   -1  'True
   MinButton      =   0   'False
   ScaleHeight    =   2055
   ScaleWidth     =   3840
   Top            =   2220
   Width          =   3960
   Begin VB.CommandButton cmnNo
      Caption        =   "ไ&ม่ใช่"
      Height         =   375
      Left           =   2025
      TabIndex       =   2
      Top            =   1530
      Width          =   1410
   End
   Begin VB.CommandButton cmnYes
      Cancel         =   -1  'True
      Caption        =   "ใ&ช่"
      Height         =   375
      Left           =   450
      TabIndex       =   1
      Top            =   1530
      Width          =   1455
   End
   Begin VB.Image Image1
      Height         =   660
      Left           =   450
      Picture        =   "frmExit.frx":0442
      Top            =   450
      Width          =   780
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
End
Begin VB.Label Label1
  Alignment      =  2  'Center
  Caption        =  "ต้องการจบการทำงานใช่หรือไม่?"
  BeginProperty Font
    name         =  "MS Sans Serif"
    charset      =  222
    weight       =  400
    size         =  9.75
    underline    =  0   'False
    italic       =  0   'False
    strikethrough  =  0   'False
  EndProperty
  Height         =  375
  Left           =  855
  TabIndex       =  0
  Top            =  675
  Width          =  2940
 End
End
Attribute VB_Name = "frmExit"
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_Exposed = False
Option Explicit

Private Sub cmnNo_Click()
  Unload Me
End Sub
Private Sub cmnYes_Click()
  SaveDataSet
  End
End Sub
Private Sub Form_Load()
frmExit.Top = (MDIfrmMain.ScaleHeight -
frmExit.ScaleHeight) / 2
frmExit.Left = (MDIfrmMain.ScaleWidth -
frmExit.ScaleWidth) / 2
End Sub
```

```
VERSION 4.00
Begin VB.Form frmMiniDataShow
  BorderStyle    =  1  'Fixed Single
  Caption        =  "ตารางแสดงค่าความเป็นกรด-
ด่าง(pH) และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ(DO)"
  ClientHeight   =  4725
  ClientLeft     =  225
  ClientTop      =  1470
  ClientWidth    =  9045
  ClipControls   =  0  'False
  Height         =  5130
  Icon           =  "frmMiniDataShow.frx":0000
  Left           =  165
  LinkTopic      =  "Form1"
  MaxButton      =  0  'False
  MDIChild       =  -1  'True
  ScaleHeight    =  4725
  ScaleWidth     =  9045
  Top            =  1125
  Width          =  9165
  Begin VB.TextBox txtDOState
    Alignment      =  2  'Center
    Height         =  330
    HideSelection  =  0  'False
    Index          =  23
    Left           =  7920
    TabIndex       =  127
    Text           =  "State"
    Top            =  4320
    Width          =  1050
  End
  Begin VB.TextBox txtDOState
    Alignment      =  2  'Center
    Height         =  330
    HideSelection  =  0  'False
    Index          =  22
    Left           =  7920
    TabIndex       =  126
    Text           =  "State"
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
    Top             =   3960
    Width           =   1050
  End
  Begin VB.TextBox txtDOState
    Alignment       =   2  'Center
    Height          =   330
    HideSelection   =   0   'False
    Index           =   21
    Left            =   7920
    TabIndex        =   125
    Text            =   "State"
    Top             =   3600
    Width           =   1050
  End
  Begin VB.TextBox txtDOState
    Alignment       =   2  'Center
    Height          =   330
    HideSelection   =   0   'False
    Index           =   20
    Left            =   7920
    TabIndex        =   124
    Text            =   "State"
    Top             =   3240
    Width           =   1050
  End
  Begin VB.TextBox txtDOState
    Alignment       =   2  'Center
    Height          =   330
    HideSelection   =   0   'False
    Index           =   19
    Left            =   7920
    TabIndex        =   123
    Text            =   "State"
    Top             =   2880
    Width           =   1050
  End
  Begin VB.TextBox txtDOState
    Alignment       =   2  'Center
    Height          =   330
    HideSelection   =   0   'False
    Index           =   18
    Left            =   7920
    TabIndex        =   122
    Text            =   "State"
    Top             =   2520
    Width           =   1050
  End
  Begin VB.TextBox txtDOState
    Alignment       =   2  'Center
    Height          =   330
    HideSelection   =   0   'False
    Index           =   17
    Left            =   7920
    TabIndex        =   121
    Text            =   "State"
    Top             =   2160
    Width           =   1050
  End
  Begin VB.TextBox txtDOState
    Alignment       =   2  'Center
    Height          =   330
    HideSelection   =   0   'False
    Index           =   16
    Left            =   7920
    TabIndex        =   120
    Text            =   "State"
    Top             =   1800
    Width           =   1050
  End
  Begin VB.TextBox txtDOState
    Alignment       =   2  'Center
    Height          =   330
    HideSelection   =   0   'False
    Index           =   15
    Left            =   7920
    TabIndex        =   119
    Text            =   "State"
    Top             =   1440
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
  Width          =  1050
End
Begin VB.TextBox txtDOState
  Alignment      =  2  'Center
  Height         =  330
  HideSelection  =  0  'False
  Index          =  14
  Left           =  7920
  TabIndex       =  118
  Text           =  "State"
  Top            =  1080
  Width          =  1050
End
Begin VB.TextBox txtDOState
  Alignment      =  2  'Center
  Height         =  330
  HideSelection  =  0  'False
  Index          =  13
  Left           =  7920
  TabIndex       =  117
  Text           =  "State"
  Top            =  720
  Width          =  1050
End
Begin VB.TextBox txtDOState
  Alignment      =  2  'Center
  Height         =  330
  HideSelection  =  0  'False
  Index          =  12
  Left           =  7920
  TabIndex       =  116
  Text           =  "State"
  Top            =  360
  Width          =  1050
End
Begin VB.TextBox txtDOState
  Alignment      =  2  'Center
  Height         =  330
  HideSelection  =  0  'False
  Index          =  11
  Left           =  3420
  TabIndex       =  115
  Text           =  "State"
  Top            =  4320
  Width          =  1050
End
Begin VB.TextBox txtDOState
  Alignment      =  2  'Center
  Height         =  330
  HideSelection  =  0  'False
  Index          =  10
  Left           =  3420
  TabIndex       =  114
  Text           =  "State"
  Top            =  3960
  Width          =  1050
End
Begin VB.TextBox txtDOState
  Alignment      =  2  'Center
  Height         =  330
  HideSelection  =  0  'False
  Index          =  9
  Left           =  3420
  TabIndex       =  113
  Text           =  "State"
  Top            =  3600
  Width          =  1050
End
Begin VB.TextBox txtDOState
  Alignment      =  2  'Center
  Height         =  330
  HideSelection  =  0  'False
  Index          =  8
  Left           =  3420
  TabIndex       =  112
  Text           =  "State"
  Top            =  3240
  Width          =  1050
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
End
Begin VB.TextBox txtDOState
  Alignment      =  2  'Center
  Height         =  330
  HideSelection  =  0  'False
  Index          =  7
  Left           =  3420
  TabIndex       =  111
  Text           =  "State"
  Top            =  2880
  Width          =  1050
End
Begin VB.TextBox txtDOState
  Alignment      =  2  'Center
  Height         =  330
  HideSelection  =  0  'False
  Index          =  6
  Left           =  3420
  TabIndex       =  110
  Text           =  "State"
  Top            =  2520
  Width          =  1050
End
Begin VB.TextBox txtDOState
  Alignment      =  2  'Center
  Height         =  330
  HideSelection  =  0  'False
  Index          =  5
  Left           =  3420
  TabIndex       =  109
  Text           =  "State"
  Top            =  2160
  Width          =  1050
End
Begin VB.TextBox txtDOState
  Alignment      =  2  'Center
  Height         =  330
  HideSelection  =  0  'False
  Index          =  4
  Left           =  3420
  TabIndex       =  108
  Text           =  "State"
  Top            =  1800
  Width          =  1050
End
Begin VB.TextBox txtDOState
  Alignment      =  2  'Center
  Height         =  330
  HideSelection  =  0  'False
  Index          =  3
  Left           =  3420
  TabIndex       =  107
  Text           =  "State"
  Top            =  1440
  Width          =  1050
End
Begin VB.TextBox txtDOState
  Alignment      =  2  'Center
  Height         =  330
  HideSelection  =  0  'False
  Index          =  2
  Left           =  3420
  TabIndex       =  106
  Text           =  "State"
  Top            =  1080
  Width          =  1050
End
Begin VB.TextBox txtDOState
  Alignment      =  2  'Center
  Height         =  330
  HideSelection  =  0  'False
  Index          =  1
  Left           =  3420
  TabIndex       =  105
  Text           =  "State"
  Top            =  720
  Width          =  1050
End
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
Begin VB.TextBox txtDOState
   Alignment      =  2  'Center
   Height         =  330
   HideSelection  =  0  'False
   Index          =  0
   Left           =  3420
   TabIndex       =  104
   Text           =  "State"
   Top            =  360
   Width          =  1050
End
Begin VB.TextBox txtpHState
   Alignment      =  2  'Center
   Height         =  330
   HideSelection  =  0  'False
   Index          =  23
   Left           =  6030
   TabIndex       =  101
   Text           =  "State"
   Top            =  4320
   Width          =  1005
End
Begin VB.TextBox txtpHState
   Alignment      =  2  'Center
   Height         =  330
   HideSelection  =  0  'False
   Index          =  22
   Left           =  6030
   TabIndex       =  100
   Text           =  "State"
   Top            =  3960
   Width          =  1005
End
Begin VB.TextBox txtpHState
   Alignment      =  2  'Center
   Height         =  330
   HideSelection  =  0  'False
   Index          =  21
   Left           =  6030
   TabIndex       =  99
   Text           =  "State"
   Top            =  3600
   Width          =  1005
End
Begin VB.TextBox txtpHState
   Alignment      =  2  'Center
   Height         =  330
   HideSelection  =  0  'False
   Index          =  20
   Left           =  6030
   TabIndex       =  98
   Text           =  "State"
   Top            =  3240
   Width          =  1005
End
Begin VB.TextBox txtpHState
   Alignment      =  2  'Center
   Height         =  330
   HideSelection  =  0  'False
   Index          =  19
   Left           =  6030
   TabIndex       =  97
   Text           =  "State"
   Top            =  2880
   Width          =  1005
End
Begin VB.TextBox txtpHState
   Alignment      =  2  'Center
   Height         =  330
   HideSelection  =  0  'False
   Index          =  18
   Left           =  6030
   TabIndex       =  96
   Text           =  "State"
   Top            =  2520
   Width          =  1005
End
Begin VB.TextBox txtpHState
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
   Alignment      = 2 'Center
   Height         = 330
   HideSelection  = 0 'False
   Index          = 17
   Left           = 6030
   TabIndex       = 95
   Text           = "State"
   Top            = 2160
   Width          = 1005
End
Begin VB.TextBox txtpHState
   Alignment      = 2 'Center
   Height         = 330
   HideSelection  = 0 'False
   Index          = 16
   Left           = 6030
   TabIndex       = 94
   Text           = "State"
   Top            = 1800
   Width          = 1005
End
Begin VB.TextBox txtpHState
   Alignment      = 2 'Center
   Height         = 330
   HideSelection  = 0 'False
   Index          = 15
   Left           = 6030
   TabIndex       = 93
   Text           = "State"
   Top            = 1440
   Width          = 1005
End
Begin VB.TextBox txtpHState
   Alignment      = 2 'Center
   Height         = 330
   HideSelection  = 0 'False
   Index          = 14
   Left           = 6030
   TabIndex       = 92
   Text           = "State"
   Top            = 1080
   Width          = 1005
End
Begin VB.TextBox txtpHState
   Alignment      = 2 'Center
   Height         = 330
   HideSelection  = 0 'False
   Index          = 13
   Left           = 6030
   TabIndex       = 91
   Text           = "State"
   Top            = 720
   Width          = 1005
End
Begin VB.TextBox txtpHState
   Alignment      = 2 'Center
   BackColor      = &H00FFFFFF&
   ForeColor      = &H00000000&
   Height         = 330
   HideSelection  = 0 'False
   Index          = 12
   Left           = 6030
   TabIndex       = 90
   Text           = "State"
   Top            = 360
   Width          = 1005
End
Begin VB.TextBox txtpHState
   Alignment      = 2 'Center
   Height         = 330
   HideSelection  = 0 'False
   Index          = 11
   Left           = 1485
   TabIndex       = 89
   Text           = "State"
   Top            = 4320
   Width          = 1005
End
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
Begin VB.TextBox txtpHState
   Alignment      =  2  'Center
   Height         =  330
   HideSelection  =  0  'False
   Index          =  10
   Left           =  1485
   TabIndex       =  88
   Text           =  "State"
   Top            =  3960
   Width          =  1005
End
Begin VB.TextBox txtpHState
   Alignment      =  2  'Center
   Height         =  330
   HideSelection  =  0  'False
   Index          =  9
   Left           =  1485
   TabIndex       =  87
   Text           =  "State"
   Top            =  3600
   Width          =  1005
End
Begin VB.TextBox txtpHState
   Alignment      =  2  'Center
   Height         =  330
   HideSelection  =  0  'False
   Index          =  8
   Left           =  1485
   TabIndex       =  86
   Text           =  "State"
   Top            =  3240
   Width          =  1005
End
Begin VB.TextBox txtpHState
   Alignment      =  2  'Center
   Height         =  330
   HideSelection  =  0  'False
   Index          =  7
   Left           =  1485
   TabIndex       =  85
   Text           =  "State"
   Top            =  2880
   Width          =  1005
End
Begin VB.TextBox txtpHState
   Alignment      =  2  'Center
   Height         =  330
   HideSelection  =  0  'False
   Index          =  6
   Left           =  1485
   TabIndex       =  84
   Text           =  "State"
   Top            =  2520
   Width          =  1005
End
Begin VB.TextBox txtpHState
   Alignment      =  2  'Center
   Height         =  330
   HideSelection  =  0  'False
   Index          =  5
   Left           =  1485
   TabIndex       =  83
   Text           =  "State"
   Top            =  2160
   Width          =  1005
End
Begin VB.TextBox txtpHState
   Alignment      =  2  'Center
   Height         =  330
   HideSelection  =  0  'False
   Index          =  4
   Left           =  1485
   TabIndex       =  82
   Text           =  "State"
   Top            =  1800
   Width          =  1005
End
Begin VB.TextBox txtpHState
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
    Alignment      =  2  'Center
    Height         =  330
    HideSelection  =  0  'False
    Index          =  3
    Left           =  1485
    TabIndex       =  81
    Text           =  "State"
    Top            =  1440
    Width          =  1005
  End
  Begin VB.TextBox txtpHState
    Alignment      =  2  'Center
    Height         =  330
    HideSelection  =  0  'False
    Index          =  2
    Left           =  1485
    TabIndex       =  80
    Text           =  "State"
    Top            =  1080
    Width          =  1005
  End
  Begin VB.TextBox txtpHState
    Alignment      =  2  'Center
    Height         =  330
    HideSelection  =  0  'False
    Index          =  1
    Left           =  1485
    TabIndex       =  79
    Text           =  "State"
    Top            =  720
    Width          =  1005
  End
  Begin VB.TextBox txtpHState
    Alignment      =  2  'Center
    Height         =  330
    HideSelection  =  0  'False
    Index          =  0
    Left           =  1485
    TabIndex       =  76
    Text           =  "State"
    Top            =  360
    Width          =  1005
  End
  Begin VB.TextBox txtDOData
    Alignment      =  1  'Right Justify
    Height         =  330
    Index          =  23
    Left           =  7110
    Locked         =  -1  'True
    TabIndex       =  47
    Top            =  4320
    Width          =  780
  End
  Begin VB.TextBox txtDOData
    Alignment      =  1  'Right Justify
    Height         =  330
    Index          =  22
    Left           =  7110
    Locked         =  -1  'True
    TabIndex       =  46
    Top            =  3960
    Width          =  780
  End
  Begin VB.TextBox txtDOData
    Alignment      =  1  'Right Justify
    Height         =  330
    Index          =  21
    Left           =  7110
    Locked         =  -1  'True
    TabIndex       =  45
    Top            =  3600
    Width          =  780
  End
  Begin VB.TextBox txtDOData
    Alignment      =  1  'Right Justify
    Height         =  330
    Index          =  20
    Left           =  7110
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
    Locked          =   -1  'True
    TabIndex        =   44
    Top             =   3240
    Width           =   780
  End
  Begin VB.TextBox txtDOData
    Alignment       =   1  'Right Justify
    Height          =   330
    Index           =   19
    Left            =   7110
    Locked          =   -1  'True
    TabIndex        =   43
    Top             =   2880
    Width           =   780
  End
  Begin VB.TextBox txtDOData
    Alignment       =   1  'Right Justify
    Height          =   330
    Index           =   18
    Left            =   7110
    Locked          =   -1  'True
    TabIndex        =   42
    Top             =   2520
    Width           =   780
  End
  Begin VB.TextBox txtDOData
    Alignment       =   1  'Right Justify
    Height          =   330
    Index           =   17
    Left            =   7110
    Locked          =   -1  'True
    TabIndex        =   41
    Top             =   2160
    Width           =   780
  End
  Begin VB.TextBox txtDOData
    Alignment       =   1  'Right Justify
    Height          =   330
    Index           =   16
    Left            =   7110
    Locked          =   -1  'True
    TabIndex        =   40
    Top             =   1800
    Width           =   780
  End
  Begin VB.TextBox txtDOData
    Alignment       =   1  'Right Justify
    Height          =   330
    Index           =   15
    Left            =   7110
    Locked          =   -1  'True
    TabIndex        =   39
    Top             =   1440
    Width           =   780
  End
  Begin VB.TextBox txtDOData
    Alignment       =   1  'Right Justify
    Height          =   330
    Index           =   14
    Left            =   7110
    Locked          =   -1  'True
    TabIndex        =   38
    Top             =   1080
    Width           =   780
  End
  Begin VB.TextBox txtDOData
    Alignment       =   1  'Right Justify
    Height          =   330
    Index           =   13
    Left            =   7110
    Locked          =   -1  'True
    TabIndex        =   37
    Top             =   720
    Width           =   780
  End
  Begin VB.TextBox txtDOData
    Alignment       =   1  'Right Justify
    Height          =   330
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
  Index          =  12
  Left           =  7110
  Locked         =  -1  'True
  TabIndex       =  36
  Top            =  360
  Width          =  780
End
Begin VB.TextBox txtDOData
  Alignment      =  1  'Right Justify
  Height         =  330
  Index          =  11
  Left           =  2565
  Locked         =  -1  'True
  TabIndex       =  35
  Top            =  4320
  Width          =  825
End
Begin VB.TextBox txtDOData
  Alignment      =  1  'Right Justify
  Height         =  330
  Index          =  10
  Left           =  2565
  Locked         =  -1  'True
  TabIndex       =  34
  Top            =  3960
  Width          =  825
End
Begin VB.TextBox txtDOData
  Alignment      =  1  'Right Justify
  Height         =  330
  Index          =  9
  Left           =  2565
  Locked         =  -1  'True
  TabIndex       =  33
  Top            =  3600
  Width          =  825
End
Begin VB.TextBox txtDOData
  Alignment      =  1  'Right Justify
  Height         =  330
  Index          =  8
  Left           =  2565
  Locked         =  -1  'True
  TabIndex       =  32
  Top            =  3240
  Width          =  825
End
Begin VB.TextBox txtDOData
  Alignment      =  1  'Right Justify
  Height         =  330
  Index          =  7
  Left           =  2565
  Locked         =  -1  'True
  TabIndex       =  31
  Top            =  2880
  Width          =  825
End
Begin VB.TextBox txtDOData
  Alignment      =  1  'Right Justify
  Height         =  330
  Index          =  6
  Left           =  2565
  Locked         =  -1  'True
  TabIndex       =  30
  Top            =  2520
  Width          =  825
End
Begin VB.TextBox txtDOData
  Alignment      =  1  'Right Justify
  Height         =  330
  Index          =  5
  Left           =  2565
  Locked         =  -1  'True
  TabIndex       =  29
  Top            =  2160
  Width          =  825
End
Begin VB.TextBox txtDOData
```

```
  Alignment     =  1  'Right Justify
  Height        =  330
  Index         =  4
  Left          =  2565
  Locked        =  -1  'True
  TabIndex      =  28
  Top           =  1800
  Width         =  825
End
Begin VB.TextBox txtDOData
  Alignment     =  1  'Right Justify
  Height        =  330
  Index         =  3
  Left          =  2565
  Locked        =  -1  'True
  TabIndex      =  27
  Top           =  1440
  Width         =  825
End
Begin VB.TextBox txtDOData
  Alignment     =  1  'Right Justify
  Height        =  330
  Index         =  2
  Left          =  2565
  Locked        =  -1  'True
  TabIndex      =  26
  Top           =  1080
  Width         =  825
End
Begin VB.TextBox txtDOData
  Alignment     =  1  'Right Justify
  Height        =  330
  Index         =  1
  Left          =  2565
  Locked        =  -1  'True
  TabIndex      =  25
  Top           =  720
  Width         =  825
End
Begin VB.TextBox txtpHData
  Alignment     =  1  'Right Justify
  Height        =  330
  Index         =  23
  Left          =  5220
  Locked        =  -1  'True
  TabIndex      =  24
  Top           =  4320
  Width         =  780
End
Begin VB.TextBox txtpHData
  Alignment     =  1  'Right Justify
  Height        =  330
  Index         =  22
  Left          =  5220
  Locked        =  -1  'True
  TabIndex      =  23
  Top           =  3960
  Width         =  780
End
Begin VB.TextBox txtpHData
  Alignment     =  1  'Right Justify
  Height        =  330
  Index         =  21
  Left          =  5220
  Locked        =  -1  'True
  TabIndex      =  22
  Top           =  3600
  Width         =  780
End
Begin VB.TextBox txtpHData
  Alignment     =  1  'Right Justify
  Height        =  330
  Index         =  20
  Left          =  5220
  Locked        =  -1  'True
  TabIndex      =  21
  Top           =  3240
  Width         =  780
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
End
Begin VB.TextBox txtpHData
   Alignment      =  1  'Right Justify
   Height         =  330
   Index          =  19
   Left           =  5220
   Locked         =  -1  'True
   TabIndex       =  20
   Top            =  2880
   Width          =  780
End
Begin VB.TextBox txtpHData
   Alignment      =  1  'Right Justify
   Height         =  330
   Index          =  18
   Left           =  5220
   Locked         =  -1  'True
   TabIndex       =  19
   Top            =  2520
   Width          =  780
End
Begin VB.TextBox txtpHData
   Alignment      =  1  'Right Justify
   Height         =  330
   Index          =  17
   Left           =  5220
   Locked         =  -1  'True
   TabIndex       =  18
   Top            =  2160
   Width          =  780
End
Begin VB.TextBox txtpHData
   Alignment      =  1  'Right Justify
   Height         =  330
   Index          =  16
   Left           =  5220
   Locked         =  -1  'True
   TabIndex       =  17
   Top            =  1800
   Width          =  780
End
Begin VB.TextBox txtpHData
   Alignment      =  1  'Right Justify
   Height         =  330
   Index          =  15
   Left           =  5220
   Locked         =  -1  'True
   TabIndex       =  16
   Top            =  1440
   Width          =  780
End
Begin VB.TextBox txtpHData
   Alignment      =  1  'Right Justify
   Height         =  330
   Index          =  14
   Left           =  5220
   Locked         =  -1  'True
   TabIndex       =  15
   Top            =  1080
   Width          =  780
End
Begin VB.TextBox txtpHData
   Alignment      =  1  'Right Justify
   Height         =  330
   Index          =  13
   Left           =  5220
   Locked         =  -1  'True
   TabIndex       =  14
   Top            =  720
   Width          =  780
End
Begin VB.TextBox txtpHData
   Alignment      =  1  'Right Justify
   Height         =  330
   Index          =  12
   Left           =  5220
   Locked         =  -1  'True
   TabIndex       =  13
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
  Top          =  360
  Width        =  780
End
Begin VB.TextBox txtpHData
  Alignment    =  1  'Right Justify
  Height       =  330
  Index        =  11
  Left         =  675
  Locked       =  -1  'True
  TabIndex     =  12
  Top          =  4320
  Width        =  780
End
Begin VB.TextBox txtpHData
  Alignment    =  1  'Right Justify
  Height       =  330
  Index        =  10
  Left         =  675
  Locked       =  -1  'True
  TabIndex     =  11
  Top          =  3960
  Width        =  780
End
Begin VB.TextBox txtpHData
  Alignment    =  1  'Right Justify
  Height       =  330
  Index        =  9
  Left         =  675
  Locked       =  -1  'True
  TabIndex     =  10
  Top          =  3600
  Width        =  780
End
Begin VB.TextBox txtpHData
  Alignment    =  1  'Right Justify
  Height       =  330
  Index        =  8
  Left         =  675
  Locked       =  -1  'True
  TabIndex     =  9
  Top          =  3240
  Width        =  780
End
Begin VB.TextBox txtpHData
  Alignment    =  1  'Right Justify
  Height       =  330
  Index        =  7
  Left         =  675
  Locked       =  -1  'True
  TabIndex     =  8
  Top          =  2880
  Width        =  780
End
Begin VB.TextBox txtpHData
  Alignment    =  1  'Right Justify
  Height       =  330
  Index        =  6
  Left         =  675
  Locked       =  -1  'True
  TabIndex     =  7
  Top          =  2520
  Width        =  780
End
Begin VB.TextBox txtpHData
  Alignment    =  1  'Right Justify
  Height       =  330
  Index        =  5
  Left         =  675
  Locked       =  -1  'True
  TabIndex     =  6
  Top          =  2160
  Width        =  780
End
Begin VB.TextBox txtpHData
  Alignment    =  1  'Right Justify
  Height       =  330
  Index        =  4
  Left         =  675
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
    Locked          =   -1  'True
    TabIndex        =   5
    Top             =   1800
    Width           =   780
End
Begin VB.TextBox txtpHData
    Alignment       =   1  'Right Justify
    Height          =   330
    Index           =   3
    Left            =   675
    Locked          =   -1  'True
    TabIndex        =   4
    Top             =   1440
    Width           =   780
End
Begin VB.TextBox txtpHData
    Alignment       =   1  'Right Justify
    Height          =   330
    Index           =   2
    Left            =   675
    Locked          =   -1  'True
    TabIndex        =   3
    Top             =   1080
    Width           =   780
End
Begin VB.TextBox txtpHData
    Alignment       =   1  'Right Justify
    Height          =   330
    Index           =   1
    Left            =   675
    Locked          =   -1  'True
    TabIndex        =   2
    Top             =   720
    Width           =   780
End
Begin VB.TextBox txtDOData
    Alignment       =   1  'Right Justify
    Height          =   330
    Index           =   0
    Left            =   2565
    Locked          =   -1  'True
    TabIndex        =   1
    TabStop         =   0  'False
    Top             =   360
    Width           =   825
End
Begin VB.TextBox txtpHData
    Alignment       =   1  'Right Justify
    Height          =   330
    Index           =   0
    Left            =   675
    Locked          =   -1  'True
    TabIndex        =   0
    Top             =   360
    Width           =   780
End
Begin VB.Label lblState
    Alignment       =   2  'Center
    Caption         =   "สถานะ"
    Height          =   240
    Index           =   3
    Left            =   8190
    TabIndex        =   103
    Top             =   90
    Width           =   645
End
Begin VB.Label lblState
    Alignment       =   2  'Center
    Caption         =   "สถานะ"
    Height          =   240
    Index           =   2
    Left            =   3555
    TabIndex        =   102
    Top             =   90
    Width           =   735
End
Begin VB.Label lblState
    Alignment       =   2  'Center
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
    Caption         =  "สถานะ"
    Height          =  240
    Index           =  1
    Left            =  6210
    TabIndex        =  78
    Top             =  90
    Width           =  645
End
Begin VB.Label lblState
    Alignment       =  2  'Center
    Caption         =  "สถานะ"
    Height          =  240
    Index           =  0
    Left            =  1710
    TabIndex        =  77
    Top             =  90
    Width           =  645
End
Begin VB.Label lblNoData
    Caption         =  "No"
    Height          =  240
    Index           =  23
    Left            =  4635
    TabIndex        =  75
    Top             =  4365
    Width           =  555
End
Begin VB.Label lblNoData
    Caption         =  "No"
    Height          =  240
    Index           =  22
    Left            =  4635
    TabIndex        =  74
    Top             =  4005
    Width           =  555
End
Begin VB.Label lblNoData
    Caption         =  "No"
    Height          =  240
    Index           =  21
    Left            =  4635
    TabIndex        =  73
    Top             =  3645
    Width           =  555
End
Begin VB.Label lblNoData
    Caption         =  "No"
    Height          =  240
    Index           =  20
    Left            =  4635
    TabIndex        =  72
    Top             =  3285
    Width           =  555
End
Begin VB.Label lblNoData
    Caption         =  "No"
    Height          =  240
    Index           =  19
    Left            =  4635
    TabIndex        =  71
    Top             =  2925
    Width           =  555
End
Begin VB.Label lblNoData
    Caption         =  "No"
    Height          =  240
    Index           =  18
    Left            =  4635
    TabIndex        =  70
    Top             =  2565
    Width           =  555
End
Begin VB.Label lblNoData
    Caption         =  "No"
    Height          =  240
    Index           =  17
    Left            =  4635
    TabIndex        =  69
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
    Top             =   2205
    Width           =   555
  End
  Begin VB.Label lblNoData
    Caption         =   "No"
    Height          =   240
    Index           =   16
    Left            =   4635
    TabIndex        =   68
    Top             =   1845
    Width           =   555
  End
  Begin VB.Label lblNoData
    Caption         =   "No"
    Height          =   240
    Index           =   15
    Left            =   4635
    TabIndex        =   67
    Top             =   1485
    Width           =   555
  End
  Begin VB.Label lblNoData
    Caption         =   "No"
    Height          =   240
    Index           =   14
    Left            =   4635
    TabIndex        =   66
    Top             =   1125
    Width           =   555
  End
  Begin VB.Label lblNoData
    Caption         =   "No"
    Height          =   240
    Index           =   13
    Left            =   4635
    TabIndex        =   65
    Top             =   765
    Width           =   555
  End
  Begin VB.Label lblNoData
    Caption         =   "No"
    Height          =   240
    Index           =   12
    Left            =   4635
    TabIndex        =   64
    Top             =   405
    Width           =   555
  End
  Begin VB.Label lblNoData
    Caption         =   "No"
    Height          =   240
    Index           =   11
    Left            =   90
    TabIndex        =   63
    Top             =   4365
    Width           =   555
  End
  Begin VB.Label lblNoData
    Caption         =   "No"
    Height          =   240
    Index           =   10
    Left            =   90
    TabIndex        =   62
    Top             =   4005
    Width           =   555
  End
  Begin VB.Label lblNoData
    Caption         =   "No"
    Height          =   240
    Index           =   9
    Left            =   90
    TabIndex        =   61
    Top             =   3645
    Width           =   555
  End
  Begin VB.Label lblNoData
    Caption         =   "No"
    Height          =   240
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
    Index           =   8
    Left            =   90
    TabIndex        =   60
    Top             =   3285
    Width           =   555
  End
  Begin VB.Label lblNoData
    Caption         =   "No"
    Height          =   240
    Index           =   7
    Left            =   90
    TabIndex        =   59
    Top             =   2925
    Width           =   555
  End
  Begin VB.Label lblNoData
    Caption         =   "No"
    Height          =   240
    Index           =   6
    Left            =   90
    TabIndex        =   58
    Top             =   2565
    Width           =   555
  End
  Begin VB.Label lblNoData
    Caption         =   "No"
    Height          =   240
    Index           =   5
    Left            =   90
    TabIndex        =   57
    Top             =   2205
    Width           =   555
  End
  Begin VB.Label lblNoData
    Caption         =   "No"
    Height          =   240
    Index           =   4
    Left            =   90
    TabIndex        =   56
    Top             =   1845
    Width           =   555
  End
  Begin VB.Label lblNoData
    Caption         =   "No"
    Height          =   240
    Index           =   3
    Left            =   90
    TabIndex        =   55
    Top             =   1485
    Width           =   555
  End
  Begin VB.Label lblNoData
    Caption         =   "บ่อที่"
    Height          =   240
    Index           =   2
    Left            =   90
    TabIndex        =   54
    Top             =   1125
    Width           =   555
  End
  Begin VB.Label lblNoData
    Caption         =   "บ่อที่"
    Height          =   240
    Index           =   1
    Left            =   90
    TabIndex        =   53
    Top             =   765
    Width           =   555
  End
  Begin VB.Label lblNoData
    Caption         =   "บ่อที่"
    Height          =   240
    Index           =   0
    Left            =   90
    TabIndex        =   52
    Top             =   405
    Width           =   555
  End
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
Begin VB.Label lblDOData
   Alignment      =  2  'Center
   Caption        =  "ค่า DO (mg/l)"
   Height         =  240
   Index          =  1
   Left           =  6930
   TabIndex       =  51
   Top            =  90
   Width          =  1095
End
Begin VB.Label lblDOData
   Alignment      =  2  'Center
   Caption        =  "ค่า DO (mg/l)"
   Height         =  240
   Index          =  0
   Left           =  2430
   TabIndex       =  50
   Top            =  90
   Width          =  1185
End
Begin VB.Label lblpHData
   Alignment      =  2  'Center
   Caption        =  "ค่า pH"
   Height         =  240
   Index          =  1
   Left           =  5220
   TabIndex       =  49
   Top            =  90
   Width          =  780
End
Begin VB.Label lblpHData
   Alignment      =  2  'Center
   Caption        =  "ค่า pH"
   Height         =  240
   Index          =  0
   Left           =  675
   TabIndex       =  48
   Top            =  90
   Width          =  780
End
End
End
Attribute VB_Name = "frmMiniDataShow"
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_Exposed = False
Option Explicit

Private Sub Form_Load()
MDIfrmMain!mnupHandDOForm.Visible = True
SetDetail
End Sub
Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
MsgBox "ไม่สามารถปิดได้" & Chr(13) & "การออกจาก
ระบบต้องใช้เมนูหลัก ", vbCritical, "ล้มเลิก"
Cancel = -1
End Sub
Private Sub SetDetail()
Dim i As Integer
For i = 0 To 23
   lblNoData(i) = "บ่อที่ " & CStr(i + 1)
   txtpHData(i).Text = 0
   txtDOData(i).Text = 0
   txtphState(i).Text = 0
   txtdoState(i).Text = 0
   txtphState(i).TabStop = False
   txtphState(i).Locked = True
   txtdoState(i).TabStop = False
   txtdoState(i).Locked = True
   txtpHData(i).TabStop = False
   txtDOData(i).TabStop = False
Next i
End Sub

VERSION 4.00
Begin VB.Form frmReport
   Caption        =  "รายงาน"
   ClientHeight   =  480
   ClientLeft     =  2745
   ClientTop      =  1740
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
ClientWidth    =  3840
Height         =  885
Icon           =  "frmReport.frx":0000
Left           =  2685
LinkTopic      =  "Form1"
MDIChild       =  -1  'True
ScaleHeight    =  480
ScaleWidth     =  3840
Top            =  1395
Width          =  3960
Begin VB.CommandButton cmdPrint
   Caption        =  "&พิมพ์"
   Height         =  375
   Left           =  4095
   TabIndex       =  31
   Top            =  4725
   Width          =  1230
End
Begin VB.FileListBox FileList
   Height         =  1110
   Left           =  5040
   TabIndex       =  29
   Top            =  5535
   Visible        =  0  'False
   Width          =  2265
End
Begin VB.Frame fraField
   Caption        =  "เลือกข้อมูลที่ต้องการ"
   Height         =  4380
   Left           =  7785
   TabIndex       =  18
   Top            =  5985
   Visible        =  0  'False
   Width          =  6945
   Begin VB.CheckBox chkField
      Caption        =  "การใช้งาน (DO)"
      Height         =  285
      Index          =  8
      Left           =  4680
      TabIndex       =  27
      Top            =  3060
      Width          =  1995
   End
   Begin VB.CheckBox chkField
      Caption        =  "สถานะของบ่อ (DO)"
      Height         =  285
      Index          =  7
      Left           =  4680
      TabIndex       =  26
      Top            =  2565
      Width          =  1995
   End
   Begin VB.CheckBox chkField
      Caption        =  "ค่า DO ต่ำสุด"
      Height         =  285
      Index          =  6
      Left           =  4680
      TabIndex       =  25
      Top            =  1395
      Width          =  1995
   End
   Begin VB.CheckBox chkField
      Caption        =  "ค่า DO"
      Height         =  285
      Index          =  5
      Left           =  4680
      TabIndex       =  24
      Top            =  810
      Width          =  1995
   End
   Begin VB.CheckBox chkField
      Caption        =  "การใช้งาน (DO)"
      Height         =  285
      Index          =  4
      Left           =  1170
      TabIndex       =  23
      Top            =  3060
      Width          =  1995
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
End
Begin VB.CheckBox chkField
  Caption     = "สถานะของบ่อ (pH)"
  Height      = 285
  Index       = 3
  Left        = 1170
  TabIndex    = 22
  Top         = 2520
  Width       = 1995
End
Begin VB.CheckBox chkField
  Caption     = "ค่าอ้างอิง pH สูงสุด"
  Height      = 285
  Index       = 2
  Left        = 1170
  TabIndex    = 21
  Top         = 1980
  Width       = 1995
End
Begin VB.CheckBox chkField
  Caption     = "ค่าอ้างอิง pH ต่ำสุด"
  Height      = 285
  Index       = 1
  Left        = 1170
  TabIndex    = 20
  Top         = 1395
  Width       = 1995
End
Begin VB.CheckBox chkField
  Caption     = "ค่า pH "
  Height      = 285
  Index       = 0
  Left        = 1170
  TabIndex    = 19
  Top         = 810
  Width       = 1995
End
End
Begin VB.CommandButton cmdNext
  Caption     = "&ต่อไป>"
  Height      = 375
  Left        = 7740
  TabIndex    = 3
  Top         = 4860
  Width       = 1230
End
Begin VB.CommandButton cmdBack
  Caption     = "<&กลับ"
  Height      = 375
  Left        = 7605
  TabIndex    = 4
  Top         = 4905
  Width       = 1230
End
Begin VB.Frame fraReport
  Caption     = "เลือก วัน/เวลา ของข้อมูลที่ต้องการ"
  Height      = 4380
  Left        = 1035
  TabIndex    = 12
  Top         = 5580
  Width       = 6945
  Begin VB.TextBox txtTime
    Height    = 315
    Index     = 3
    Left      = 4050
    TabIndex  = 9
    Text      = "txtTime(3)"
    Top       = 3780
    Width     = 1770
  End
  Begin VB.ComboBox cboSource
    Height    = 330
    Left      = 1395
    TabIndex  = 5
    Text      = "บ่อที่ 1"
    Top       = 2025
    Width     = 1365
  End
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
Begin VB.TextBox txtTime
   Height        =  315
   Index         =  2
   Left          =  1125
   TabIndex      =  8
   Text          =  "txtTime(2)"
   Top           =  3780
   Width         =  1770
End
Begin VB.TextBox txtDate
   Height        =  330
   Index         =  2
   Left          =  4050
   TabIndex      =  7
   Text          =  "c"
   Top           =  2835
   Width         =  1770
End
Begin VB.TextBox txtTime
   Height        =  330
   Index         =  1
   Left          =  4050
   TabIndex      =  2
   Text          =  "txtTime(1)"
   Top           =  1125
   Width         =  1770
End
Begin VB.TextBox txtDate
   Height        =  330
   Index         =  1
   Left          =  1125
   TabIndex      =  6
   Text          =  "txtDate(1)"
   Top           =  2835
   Width         =  1770
End
Begin VB.TextBox txtTime
   Height        =  315
   Index         =  0
   Left          =  1080
   TabIndex      =  1
   Text          =  "txtTime(0)"
   Top           =  1125
   Width         =  1725
End
Begin VB.TextBox txtDate
   Height        =  315
   Index         =  0
   Left          =  2430
   TabIndex      =  0
   Text          =  "txtDate(0)"
   Top           =  315
   Width         =  1725
End
Begin VB.OptionButton optReport
   Caption       =  "ข้อมูลของ"
   Height        =  285
   Index         =  1
   Left          =  360
   TabIndex      =  11
   Top           =  2025
   Width         =  3660
End
Begin VB.OptionButton optReport
   Caption       =  "ข้อมูลของทุกบ่อ ในวันที่"
   Height        =  285
   Index         =  0
   Left          =  360
   TabIndex      =  10
   Top           =  315
   Width         =  2175
End
Begin VB.Label lblTo
   Caption       =  "ถึง"
   Height        =  285
   Index         =  1
   Left          =  3285
   TabIndex      =  28
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
    Top             =   1125
    Width           =   555
  End
  Begin VB.Label lblTime
    Caption         =   "ระหว่างเวลา"
    Height          =   240
    Index           =   1
    Left            =   855
    TabIndex        =   17
    Top             =   3510
    Width           =   1050
  End
  Begin VB.Label lblDate
    Caption         =   "ช่วงวันที่"
    Height          =   240
    Index           =   1
    Left            =   855
    TabIndex        =   16
    Top             =   2565
    Width           =   1770
  End
  Begin VB.Label lblReport
    Caption         =   "ถึง"
    Height          =   195
    Index           =   0
    Left            =   3285
    TabIndex        =   15
    Top             =   3870
    Width           =   645
  End
  Begin VB.Label lblTo
    Caption         =   "ถึง"
    Height          =   285
    Index           =   0
    Left            =   3285
    TabIndex        =   14
    Top             =   2880
    Width           =   555
  End
  Begin VB.Label lblTime
    Caption         =   "ระหว่างเวลา"
    Height          =   240
    Index           =   0
    Left            =   810
    TabIndex        =   13
    Top             =   810
    Width           =   1275
  End
End
Begin MSComDlg.CommonDialog Common
  Left              =   1800
  Top               =   4860
  _Version          =   65536
  _ExtentX          =   847
  _ExtentY          =   847
  _StockProps       =   0
  CancelError       =   -1  'True
  Copies            =   1
End
Begin RichtextLib.RichTextBox TextBox
  Height            =   3840
  Left              =   1080
  TabIndex          =   30
  Top               =   4545
  Width             =   8205
  _Version          =   65536
  _ExtentX          =   14473
  _ExtentY          =   6773
  _StockProps       =   69
  BackColor         =   -2147483643
  BeginProperty Font {0BE35203-8F91-11CE-9DE3-
00AA004BB851}
    name            =   "AngsanaUPC"
    charset         =   222
    weight          =   400
    size            =   14.25
    underline       =   0   'False
    italic          =   0   'False
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
      strikethrough   =   0   'False
    EndProperty
    ScrollBars      =   3
    MaxLength       =   120
    TextRTF         =   $"frmReport.frx":0442
    BulletIndent    =   1000
    RightMargin     =   8010
  End
End
Attribute VB_Name = "frmReport"
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_Exposed = False
Option Explicit
Const L = "----------"
Dim X1 As Single, Y1 As Single
Dim X2 As Single, Y2 As Single
Dim Word As String
Dim Page As Integer
Dim i, j, m, Temp, No
Dim NoData As Boolean
Dim TempDate(0 To 2) As Date
Dim TempYear(0 To 2) As Integer
Dim TempTime(0 To 3) As Double
Dim HeadField As String
Dim EachLine(1 To 100) As String
Dim Db As Database
Dim Rs As Recordset
Private Sub cboSource_Click()
For i = 1 To 24
   If cboSource.Text = "บ่อที่ " & CStr(i) Then
      No = i
   End If
Next i
End Sub
Private Sub cmdBack_Click()
Page = Page - 1
Call PageShow
End Sub
Private Sub cmdNext_Click()
Page = Page + 1
Call PageShow
End Sub
Private Sub cmdPrint_Click()
Call ReportPrint
End Sub
Private Sub Form_Load()
Call Form_Resize
frmReport.Top = (MDIfrmMain.ScaleHeight -
frmReport.Height) / 2
frmReport.Left = (MDIfrmMain.ScaleWidth -
frmReport.Width) / 2
Page = 0
Call PageShow
MDIfrmMain!mnuReportShow.Visible = True
FileList.Path = App.Path & "\Data"
NoData = False
No = 1
For i = 0 To 23
   cboSource.AddItem "บ่อที่ " & CStr(i + 1)
Next i
For i = 0 To 2
   txtDate(i).Text = "dd/mm/yy"
   txtTime(i).Text = "hh:mm"
Next i
txtTime(3).Text = "hh:mm"
optReport(0).Value = True
For i = 0 To 8
   chkField(i).Value = 1
Next i
End Sub
Private Sub Form_Resize()
If frmReport.WindowState = 1 Then
   Exit Sub
End If
If frmReport.ScaleWidth < 7200 Then
   frmReport.Width = 7200
End If
If frmReport.ScaleHeight < 5600 Then
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
    frmReport.Height = 5600
End If
cmdPrint.Top = frmReport.ScaleHeight - 500
cmdPrint.Left = 100
cmdBack.Top = frmReport.ScaleHeight - 500
cmdBack.Left = frmReport.ScaleWidth - 2635
cmdNext.Top = frmReport.ScaleHeight - 500
cmdNext.Left = frmReport.ScaleWidth - 1330
fraReport.Top = (frmReport.ScaleHeight -
fraReport.Height) / 2 - 400
fraReport.Left = (frmReport.ScaleWidth -
fraReport.Width) / 2
fraField.Top = (frmReport.ScaleHeight -
fraField.Height) / 2 - 400
fraField.Left = (frmReport.ScaleWidth - fraField.Width)
/ 2
TextBox.Width = frmReport.ScaleWidth - 200
TextBox.Height = frmReport.ScaleHeight - 800
TextBox.Top = (frmReport.ScaleHeight -
TextBox.Height) / 2 - 400
TextBox.Left = (frmReport.ScaleWidth -
TextBox.Width) / 2
End Sub
Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
MDIfrmMain!mnuReportShow.Visible = False
End Sub
Private Sub optReport_Click(Index As Integer)
If optReport(0).Value = True Then
    txtDate(0).Enabled = True
    txtTime(0).Enabled = True
    txtTime(1).Enabled = True
Else
    txtDate(0).Enabled = False
    txtTime(0).Enabled = False
    txtTime(1).Enabled = False
End If

If optReport(1).Value = True Then
    cboSource.Enabled = True
    txtDate(1).Enabled = True
    txtTime(2).Enabled = True
    txtDate(2).Enabled = True
    txtTime(3).Enabled = True
Else
    cboSource.Enabled = False
    txtDate(1).Enabled = False
    txtTime(2).Enabled = False
    txtDate(2).Enabled = False
    txtTime(3).Enabled = False
End If
End Sub
Private Sub txtDate_GotFocus(Index As Integer)
txtDate(Index).SelStart = 0
txtDate(Index).SelLength = 8
End Sub
Private Sub txtDate_LostFocus(Index As Integer)
If txtDate(Index) = "dd/mm/yy" Then
    Exit Sub
End If
On Error GoTo Error
TempDate(Index) = CDate(txtDate(Index).Text)
TempYear(Index) = Year(txtDate(Index).Text)
Exit Sub
Error:
    MsgBox "กำหนด 'วันที่' ผิดพลาด!!!", vbCritical, "ผิด
พลาด."
    txtDate(Index).SetFocus
    txtDate(Index).Text = "dd/mm/yy"
    txtDate(Index).SelStart = 0
    txtDate(Index).SelLength = 8
End Sub
Private Sub ReportPrint()
MDIfrmMain!StatusBar.Panels(3).Text = "กำลังจัดพิมพ์
รายงาน.."
TextBox.SaveFile (App.Path & "\Report.rtf")
Dim run
ChDrive (App.Path)
run = Shell("Wordpad.exe -p  report.rtf", 6)
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
MDIfrmMain!StatusBar.Panels(3).Text = "ปกติ"
End Sub
Private Sub PageShow()
Select Case Page
   Case 0
        cmdBack.Enabled = False
        cmdPrint.Visible = False
        fraReport.Visible = True
        fraField.Visible = False
        TextBox.Visible = False
      Case 1
        cmdBack.Enabled = True
        cmdPrint.Visible = False
        cmdNext.Enabled = True
        fraReport.Visible = False
        fraField.Visible = True
        TextBox.Visible = False
    Case 2
        Call Form_Resize
        cmdNext.Enabled = False
        cmdPrint.Visible = True
        fraReport.Visible = False
        fraField.Visible = False
        TextBox.Visible = True
        Call DataRead
End Select
End Sub
Private Sub DataRead()
TextBox.Enabled = False
With TextBox
   .Text = ""
   .SelFontName = "CordiaUPC"
   .SelBold = False
   .SelUnderline = False
   .SelTabCount = 13
   .SelAlignment = rtfLeft
   .SelFontSize = 13
   .SelColor = vbBlack
   .SelText = "พิมพ์เมื่อวันที่: " & Date & vbTab & "เวลา: "
& Format(Time, "hh:mm ") & "น."
   .SelText = Chr(10)
   .SelText = Chr(10)
   .SelFontSize = 14
   .SelColor = vbBlue
   .SelBold = True
   .SelUnderline = True
   .SelText = "รายงาน" & Chr(10)
   .SelText = "ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ(pH) และ
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ(DO, mg/l)"
   .SelText = Chr(10)
   .SelFontSize = 13
End With
If optReport(0).Value = True Then
With TextBox
   .SelBold = False
   .SelUnderline = False
   .SelColor = vbBlack
   .SelText = "ข้อมูลของวันที่ " & TempDate(0) & vbTab
& "เวลา: " & txtTime(0).Text & " น. ถึง " &
txtTime(1).Text & " น."
   .SelText = Chr(10)
End With
For j = 1 To 24
NoData = True
DoEvents
With TextBox
   .SelColor = vbRed
   .SelText = Chr(10)
   .SelUnderline = True
   .SelBold = True
   .SelText = "บ่อบำบัดน้ำเสียบ่อที่ " & CStr(j)
   .SelText = Chr(10)
   .SelUnderline = False
   .SelBold = False
End With
   CreateHeader
For i = 0 To FileList.ListCount - 1
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
    FileName = App.Path & "\Data\" & FileList.List(i)
If InStr(FileName, TempYear(0)) <> 0 Then
    SetAttr FileName, vbNormal
    Set Db = OpenDatabase(FileName)
    Set Rs = Db.OpenRecordset("Source " & CStr(j),
dbOpenDynaset)
    Rs.MoveFirst
    Do While Not Rs.EOF
    If TempDate(0) = Rs("Date") Then
        Temp = TextToTime(Rs("Time"))
        If Temp >= TempTime(0) And Temp <=
 TempTime(1) Then
        WriteReport
        End If
    End If
    Rs.MoveNext
    Loop
    Rs.Close
    Db.Close
    SetAttr FileName, vbReadOnly
  End If
  Next i
  If NoData = True Then
    TextBox.SelColor = vbBlack
    TextBox.SelText = vbTab & vbTab & "ไม่มีข้อมูลที่
 ต้องการ" & Chr(10)
  End If
  With TextBox
    .SelColor = vbBlue
    .SelText = m & Chr(10)
  End With

  Next j

  ElseIf optReport(1).Value = True Then
  With TextBox
    .SelBold = False
    .SelUnderline = False
    .SelColor = vbBlack
    .SelText = "ข้อมูลของวันที่ " & TempDate(1) & " ถึง " &
TempDate(2) & vbTab & "เวลา: " & txtTime(2).Text & "
น. ถึง " & txtTime(3).Text & " น."
    .SelText = Chr(10)
    .SelColor = vbRed
    .SelText = Chr(10)
    .SelUnderline = True
    .SelBold = True
    .SelText = "บ่อบำบัดน้ำเสียบ่อที่ " & CStr(No)
    .SelText = Chr(10)
    .SelUnderline = False
    .SelBold = False
  End With
    CreateHeader
  For i = 0 To FileList.ListCount - 1
  NoData = True
  DoEvents
    FileName = App.Path & "\Data\" & FileList.List(i)
  For j = TempYear(1) To TempYear(2)
  If InStr(FileName, Str(j)) <> 0 Then
    SetAttr FileName, vbNormal
    Set Db = OpenDatabase(FileName)
    Set Rs = Db.OpenRecordset("Source " & CStr(No),
  dbOpenDynaset)
    Rs.MoveFirst
    Do While Not Rs.EOF
    If Rs("Date") >= TempDate(1) And Rs("Date") <=
  TempDate(2) Then
      Temp = TextToTime(Rs("Time"))
      If Temp >= TempTime(2) And Temp <=
  TempTime(3) Then
        WriteReport
        End If
      End If
      Rs.MoveNext
      Loop
      Rs.Close
      Db.Close
      SetAttr FileName, vbReadOnly
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
End If
Next j
Next i
If NoData = True Then
   TextBox.SelColor = vbBlack
   TextBox.SelText = vbTab & vbTab & "ไม่มีข้อมูลที่
ต้องการ" & Chr(10)
End If
With TextBox
   .SelColor = vbBlue
   .SelText = m & Chr(10)
End With
End If
TextBox.Enabled = True
TextBox.SaveFile (App.Path & "\Report.rtf")
End Sub
Private Function WriteReport()
NoData = False
Temp = Rs("Date") & vbTab & Format(Rs("Time"),
"hh:mm")
If chkField(0).Value = 1 Then
   Temp = Temp & vbTab & "  " & Rs("pH Value")
End If
If chkField(1).Value = 1 Then
   Temp = Temp & vbTab & "  " & Rs("pH Min")
End If
If chkField(2).Value = 1 Then
   Temp = Temp & vbTab & "  " & Rs("pH Max")
End If
If chkField(3).Value = 1 Then
   Temp = Temp & vbTab & Rs("pH State")
End If
If chkField(4).Value = 1 Then
   If Rs("pH Active") = True Then
      Temp = Temp & vbTab & "ใช้งาน"
   Else
      Temp = Temp & vbTab & "ไม่ใช้งาน"
   End If
End If
If chkField(5).Value = 1 Then
   Temp = Temp & vbTab & "  " & Rs("DO Value")
End If
If chkField(6).Value = 1 Then
   Temp = Temp & vbTab & "  " & Rs("DO Min")
End If
If chkField(7).Value = 1 Then
   Temp = Temp & vbTab & Rs("DO State")
End If
If chkField(8).Value = 1 Then
   If Rs("DO Active") = True Then
      Temp = Temp & vbTab & "ใช้งาน"
   Else
      Temp = Temp & vbTab & "ไม่ใช้งาน"
   End If
End If
With TextBox
   .SelColor = vbBlack
   .SelBold = False
   .SelText = Temp & Chr(10)
End With
End Function
Private Function CreateHeader()
Temp = "  วันที่ " & vbTab & " เวลา "
m = L & L
If chkField(0).Value = 1 Then
   Temp = Temp & vbTab & "ค่า pH"
   m = m & L
End If
If chkField(1).Value = 1 Then
   Temp = Temp & vbTab & "pH ต่ำสุด"
   m = m & L
End If
If chkField(2).Value = 1 Then
   Temp = Temp & vbTab & "pH สูงสุด"
   m = m & L
End If
If chkField(3).Value = 1 Then
   Temp = Temp & vbTab & "สถานะ"
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
    m = m & L
End If
If chkField(4).Value = 1 Then
    Temp = Temp & vbTab & "ใช้งาน"
    m = m & L
End If
If chkField(5).Value = 1 Then
    Temp = Temp & vbTab & "ค่า DO"
    m = m & L
End If
If chkField(6).Value = 1 Then
    Temp = Temp & vbTab & "DO ต่ำสุด"
    m = m & L
End If
If chkField(7).Value = 1 Then
    Temp = Temp & vbTab & "สถานะ"
    m = m & L
End If
If chkField(8).Value = 1 Then
    Temp = Temp & vbTab & "ใช้งาน"
    m = m & L
End If
With TextBox
    .SelColor = vbBlue
    .SelAlignment = rtfLeft
    .SelBold = False
    .SelText = m & Chr(10)
    .SelText = Temp & Chr(10)
    .SelText = m & Chr(10)
End With
End Function
Private Sub txtTime_GotFocus(Index As Integer)
txtTime(Index).SelStart = 0
txtTime(Index).SelLength = 5
End Sub
Private Sub txtTime_LostFocus(Index As Integer)
If txtTime(Index) = "hh:mm" Then
    Exit Sub
End If
On Error GoTo Error
TempTime(Index) =
TextToTime(CDate(txtTime(Index).Text))
If TempTime(Index) < 0 Or TempTime(Index) > 86399
Then
Error:
    MsgBox "กำหนด 'เวลา' ผิดพลาด!!!", vbCritical, "ผิด
พลาด."
    txtTime(Index).SetFocus
    txtTime(Index).Text = "hh:mm"
    txtTime(Index).SelStart = 0
    txtTime(Index).SelLength = 5
End If
End Sub

VERSION 4.00
Begin VB.Form frmSetting
    BorderStyle    =  1  'Fixed Single
    Caption        =  "กำหนดค่าของระบบ"
    ClientHeight   =  4590
    ClientLeft     =  1335
    ClientTop      =  1875
    ClientWidth    =  6810
    Height         =  4995
    Icon           =  "frmSetting.frx":0000
    Left           =  1275
    LinkTopic      =  "Form2"
    MaxButton      =  0  'False
    MDIChild       =  -1  'True
    ScaleHeight    =  4590
    ScaleWidth     =  6810
    Top            =  1530
    Width          =  6930
    Begin VB.Frame frmPortTest
        Caption        =  "ทดสอบการทำงานของพอร์ต"
        Height         =  2130
        Left           =  2340
        TabIndex       =  21
        Top            =  45
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
Width          =  2850
Begin VB.CommandButton cmdPortTesting
   Caption        =  "ทด&สอบการทำงาน"
   Height         =  375
   Left           =  630
   TabIndex       =  27
   Top            =  1575
   Width          =  1575
End
Begin VB.Frame fraTestShow
   Height         =  1230
   Left           =  225
   TabIndex       =  22
   Top            =  270
   Width          =  2400
   Begin VB.Label lblTestShow
      Caption        =  "Label1"
      Height         =  240
      Index          =  0
      Left           =  135
      TabIndex       =  26
      Top            =  225
      Width          =  1995
   End
   Begin VB.Label lblTestShow
      Caption        =  "Label1"
      Height         =  240
      Index          =  1
      Left           =  135
      TabIndex       =  25
      Top            =  450
      Width          =  1995
   End
   Begin VB.Label lblTestShow
      Caption        =  "Label1"
      Height         =  240
      Index          =  2
      Left           =  135
      TabIndex       =  24
      Top            =  675
      Width          =  1995
   End
   Begin VB.Label lblTestShow
      Caption        =  "Label1"
      Height         =  240
      Index          =  3
      Left           =  135
      TabIndex       =  23
      Top            =  900
      Width          =  1995
   End
End
Begin VB.Frame fraPort
   Caption        =  "พอร์ต"
   Height         =  2130
   Left           =  45
   TabIndex       =  16
   Top            =  45
   Width          =  2220
   Begin VB.OptionButton optCom
      Caption        =  "COM4"
      Height         =  255
      Index          =  3
      Left           =  360
      TabIndex       =  20
      Top            =  1440
      Width          =  975
   End
   Begin VB.OptionButton optCom
      Caption        =  "COM3"
      Height         =  255
      Index          =  2
      Left           =  360
      TabIndex       =  19
      Top            =  1080
      Width          =  855
   End
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
Begin VB.OptionButton optCom
   Caption         =  "COM2"
   Height          =  255
   Index           =  1
   Left            =  360
   TabIndex        =  18
   Top             =  720
   Width           =  855
End
Begin VB.OptionButton optCom
   Caption         =  "COM1"
   Height          =  255
   Index           =  0
   Left            =  360
   TabIndex        =  17
   Top             =  360
   Width           =  855
End
End
Begin VB.Frame frmStartStop
   Caption         =  "ช่วงเวลาของการขอข้อมูล"
   Height          =  2310
   Left            =  2745
   TabIndex        =  10
   Top             =  2205
   Width           =  3975
   Begin VB.OptionButton OptActive
      Caption         =  "ทำงาน"
      Height          =  285
      Left            =  585
      TabIndex        =  30
      Top             =  720
      Width           =  1725
   End
   Begin VB.OptionButton OptNotActive
      Caption         =  "ไม่ทำงาน"
      Height          =  330
      Left            =  585
      TabIndex        =  29
      Top             =  315
      Width           =  1635
   End
   Begin VB.TextBox txtStopTime
      Height          =  330
      Left            =  2205
      TabIndex        =  13
      Text            =  "Text2"
      Top             =  1305
      Width           =  1365
   End
   Begin VB.TextBox txtStartTime
      Height          =  330
      Left            =  585
      TabIndex        =  12
      Text            =  "Text1"
      Top             =  1305
      Width           =  1320
   End
   Begin VB.CheckBox chkTimeDuration
      Caption         =  "ทำงานตลอดเวลา"
      Height          =  420
      Left            =  1350
      TabIndex        =  11
      Top             =  1800
      Width           =  1590
   End
   Begin VB.Label lblStart
      Caption         =  "เวลาเริ่มต้น"
      Height          =  195
      Left            =  810
      TabIndex        =  15
      Top             =  1035
      Width           =  1005
   End
   Begin VB.Label lblStop
      Caption         =  "เวลาหยุดทำงาน"
      Height          =  285
      Left            =  2340
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
    TabIndex      =  14
    Top           =  1035
    Width         =  1095
  End
End
Begin VB.Frame frmInterval
  Caption         =  "ความถี่ในการขอข้อมูล"
  Height          =  2310
  Left            =  45
  TabIndex        =  3
  Top             =  2205
  Width           =  2670
  Begin VB.OptionButton optMin
    Caption       =  "30 วินาที"
    Height        =  240
    Index         =  5
    Left          =  225
    TabIndex      =  31
    Top           =  360
    Width         =  1005
  End
  Begin VB.OptionButton optMin
    Caption       =  "10 นาที"
    Height        =  240
    Index         =  4
    Left          =  225
    TabIndex      =  28
    Top           =  1080
    Width         =  1005
  End
  Begin VB.OptionButton optMin
    Caption       =  "1 นาที"
    Height        =  240
    Index         =  0
    Left          =  1260
    TabIndex      =  8
    Top           =  360
    Width         =  825
  End
  Begin VB.OptionButton optMin
    Caption       =  "3 นาที"
    Height        =  285
    Index         =  1
    Left          =  225
    TabIndex      =  7
    Top           =  675
    Width         =  780
  End
  Begin VB.OptionButton optMin
    Caption       =  "5 นาที"
    Height        =  240
    Index         =  2
    Left          =  1260
    TabIndex      =  6
    Top           =  675
    Width         =  1005
  End
  Begin VB.OptionButton optMin
    Caption       =  "กำหนดเอง"
    Height        =  210
    Index         =  3
    Left          =  225
    TabIndex      =  5
    Top           =  1440
    Width         =  1545
  End
  Begin VB.TextBox txtCustomMin
    Height        =  330
    Left          =  720
    TabIndex      =  4
    Top           =  1755
    Width         =  825
  End
  Begin VB.Label lblMin
    Caption       =  "นาที"
    Height        =  240
    Left          =  1620
    TabIndex      =  9
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
    Top             =   1800
    Width           =   600
  End
End
Begin VB.CommandButton cmdApply
  Caption         =   "นำไปใ&ช้"
  Height          =   375
  Left            =   5400
  TabIndex        =   2
  Top             =   1080
  Width           =   1230
End
Begin VB.CommandButton cmdOK
  Caption         =   "&ตกลง"
  Height          =   375
  Left            =   5400
  TabIndex        =   1
  Top             =   180
  Width           =   1230
End
Begin VB.CommandButton cmdCancel
  Caption         =   "&ยกเลิก"
  Height          =   375
  Left            =   5400
  TabIndex        =   0
  Top             =   630
  Width           =   1230
End
End
Attribute VB_Name = "frmSetting"
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_Exposed = False
Option Explicit
Dim i As Integer
Dim Temp As Long
Dim TempTimeOption As Byte
Dim TempTimeCustom As Byte
Dim TempStartTime As String * 10
Dim TempStopTime As String * 10
Dim TempDuration As Boolean
Dim TempAllTime As Boolean
Private Function ErrorTest()
Dim TestWord As String * 10
On Error GoTo ErrorCheck
TestWord = "I Miss YOU"
PortSetting
MDIfrmMain!MSComm.PortOpen = True
MDIfrmMain!MSComm.Output = TestWord
MDIfrmMain!MSComm.PortOpen = False
NonError = True
Exit Function
ErrorCheck:
Select Case Err.Number
  Case 8002, 8005
    MsgBox "พอร์ตผิดพลาด!!", vbCritical, "ข้อผิดพลาด"
End Select
End Function
Private Function StoreOldSetting()
TempCom = TheComm
TempTimeOption = TimeOption
TempTimeCustom = TimeCustom
TempDuration = Duration
TempStartTime = StartTime
TempStopTime = StopTime
TempAllTime = AllTime
End Function
Private Function RestoreDataSetting()
TheComm = TempCom
TimeOption = TempTimeOption
TimeCustom = TempTimeCustom
Duration = TempDuration
StartTime = TempStartTime
StopTime = TempStopTime
AllTime = TempAllTime
End Function

Private Sub chkTimeDuration_Click()
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
If chkTimeDuration.Value = False Then
   txtStartTime.Enabled = True
   txtStopTime.Enabled = True
Else
   txtStartTime.Enabled = False
   txtStopTime.Enabled = False
End If
TempAllTime = -chkTimeDuration.Value
End Sub
Private Sub cmdApply_Click()
TimeCase
RestoreDataSetting
SaveDataSet
StatusBarShow
StateCheck
End Sub
Private Sub cmdCancel_Click()
Unload Me
End Sub
Private Sub cmdOK_Click()
If (NonError = True) Then
   Call cmdApply_Click
   Unload Me
   Exit Sub
Else
   ErrorTest
End If
End Sub
Private Sub cmdPortTesting_Click()
PortTestWithError
If NonError = True Then
   lblTestShow(0) = "พอร์ต COM" & CStr(TempCom) &
""
   lblTestShow(1) = "สามารถใช้งานได้"
   lblTestShow(2) = ""
   lblTestShow(3) = ""
End If
End Sub
Private Sub Form_Load()
MDIfrmMain!mnuSettingForm.Visible = True
StoreOldSetting
frmSetting.Top = (MDIfrmMain.ScaleHeight -
frmSetting.ScaleHeight) / 2
frmSetting.Left = (MDIfrmMain.ScaleWidth -
frmSetting.ScaleWidth) / 2
optCom(TheComm - 1).Value = True
txtCustomMin.Text = TimeCustom
optMin(TimeOption).Value = True
OptActive.Value = Duration
OptNotActive.Value = Not Duration
chkTimeDuration.Value = -AllTime
txtStartTime.Text = StartTime
txtStopTime.Text = StopTime
For i = 0 To 3
   lblTestShow(i).Caption = ""
Next i
End Sub
Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
MDIfrmMain!mnuSettingForm.Visible = False
StatusBarShow
End Sub

Private Sub OptActive_Click()
   chkTimeDuration.Enabled = True
   Call chkTimeDuration_Click
   TimeActive = True
   TempDuration = True
End Sub

Private Sub optCom_Click(Index As Integer)
TempCom = Index + 1
PortTesting
End Sub


Private Sub optMin_Click(Index As Integer)
txtCustomMin.Enabled = False
TempTimeOption = Index
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
If Index = 3 Then
   txtCustomMin.Enabled = True
   Call txtCustomMin_Change
   If NonError = True Then
      TempTimeCustom = txtCustomMin.Text
   End If
End If
End Sub

Private Sub OptNotActive_Click()
   chkTimeDuration.Enabled = False
   txtStartTime.Enabled = False
   txtStopTime.Enabled = False
   TimeActive = False
   TempDuration = False
End Sub
Private Sub txtCustomMin_Change()
Dim Temp
If txtCustomMin = "" Then
   NonError = False
   Exit Sub
End If
On Error GoTo Error
Temp = CInt(txtCustomMin.Text)
txtCustomMin.Text = Temp
If Temp < LimitTimeMin Or Temp > LimitTimeMax
Then
Error:
   NonError = False
   MsgBox "The Value must be between " &
LimitTimeMin & "-" & LimitTimeMax, 16, "Error.."
   txtCustomMin.Text = ""
   txtCustomMin.SetFocus
   Exit Sub
End If
NonError = True
TempTimeCustom = txtCustomMin.Text
End Sub

Private Sub txtCustomMin_KeyPress(KeyAscii As
Integer)
If KeyAscii = 13 Then
   Call txtCustomMin_Change
End If
End Sub
Private Sub txtCustomMin_LostFocus()
Call txtCustomMin_Change
End Sub
Private Sub txtStartTime_Change()
If Len(txtStartTime.Text) < 7 Then
   Exit Sub
End If
On Error GoTo Error
Temp = TextToTime(txtStartTime.Text)
If Temp < 0 Or Temp > 86399 Then
Error:
   MsgBox "Invalid Time!!!", vbCritical
   txtStartTime.SetFocus
   txtStartTime.Text = "hh:mm:ss"
   txtStartTime.SelStart = 0
   txtStartTime.SelLength = 8
Else
   TempStartTime = txtStartTime.Text
End If
End Sub
Private Sub txtStopTime_Change()
If Len(txtStopTime.Text) < 8 Then
   Exit Sub
End If
On Error GoTo Error
Temp = TextToTime(txtStopTime.Text)
If Temp < 0 Or Temp > 86399 Then
Error:
   MsgBox "Invalid Time!!!", vbCritical
   frmSetting!SSTab1.Tab = 0
   txtStopTime.SetFocus
   txtStopTime.Text = "hh:mm:ss"
   txtStopTime.SelStart = 0
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
    txtStopTime.SelLength = 8
Else
    TempStopTime = txtStopTime.Text
End If
End Sub

VERSION 4.00
Begin VB.MDIForm MDIfrmMain
   BackColor      =  &H00808080&
   Caption        =  "ระบบเฝ้าดูและควบคุมค่า pH และ
ออกซิเจนในน้ำของบ่อบำบัดน้ำเสียระยะไกล"
   ClientHeight   =  5100
   ClientLeft     =  585
   ClientTop      =  1290
   ClientWidth    =  8760
   Height         =  5790
   Icon           =  "MDIfrmMain.frx":0000
   Left           =  525
   LinkTopic      =  "MDIForm1"
   Top            =  660
   Width          =  8880
   WindowState    =  2  'Maximized
   Begin VB.Timer SubTimer03
      Interval       =  700
      Left           =  2385
      Top            =  90
   End
   Begin VB.Timer SubTimer02
      Enabled        =  0  'False
      Interval       =  1000
      Left           =  1845
      Top            =  90
   End
   Begin VB.Timer SubTimer01
      Enabled        =  0  'False
      Interval       =  1000
      Left           =  1305
      Top            =  90
   End
   Begin VB.Timer MainTimer
      Interval       =  1000
      Left           =  180
      Top            =  90
   End
   Begin ComctlLib.StatusBar StatusBar
      Align          =  2  'Align Bottom
      Height         =  345
      Left           =  0
      TabIndex       =  0
      Top            =  4755
      Width          =  8760
      _Version       =  65536
      _ExtentX       =  15452
      _ExtentY       =  609
      _StockProps    =  68
      AlignSet       =  -1  'True
      MousePointer   =  1
      SimpleText     =  "POPO"
      NumPanels      =  4
      i1             =  "MDIfrmMain.frx":08CA
      i2             =  "MDIfrmMain.frx":09F8
      i3             =  "MDIfrmMain.frx":0B26
      i4             =  "MDIfrmMain.frx":0C54
   End
   Begin MSCommLib.MSComm MSComm
      Left           =  720
      Top            =  90
      _Version       =  65536
      _ExtentX       =  847
      _ExtentY       =  847
      _StockProps    =  0
      CDTimeout      =  0
      CommPort       =  2
      CTSTimeout     =  0
      DSRTimeout     =  0
      DTREnable      =  0  'False
      Handshaking    =  0
      InBufferSize   =  256
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
  InputLen        =  0
  Interval        =  1000
  NullDiscard     =  0  'False
  OutBufferSize   =  256
  ParityReplace   =  "?"
  RThreshold      =  0
  RTSEnable       =  0  'False
  Settings        =  "300,n,8,1"
  SThreshold      =  0
End
Begin VB.Menu mnuMain
  Caption         =  "เมนู&หลัก"
  Begin VB.Menu mnuSetting
    Caption       =  "กำหนด&ค่าของระบบ"
  End
  Begin VB.Menu mnubar2
    Caption       =  "-"
  End
  Begin VB.Menu mnuEdit
    Caption       =  "ค่าระดับ&อ้างอิง"
  End
  Begin VB.Menu mnuReport
    Caption       =  "&รายงาน"
  End
  Begin VB.Menu mnubar1
    Caption       =  "-"
  End
  Begin VB.Menu mnuExit
    Caption       =  "&จบการทำงาน"
  End
End
Begin VB.Menu mnuWindows
  Caption         =  "จอ&ภาพ"
  Begin VB.Menu mnuMaxMin
    Caption       =  "ค่าระดับ&อ้างอิง"
  End
  Begin VB.Menu mnuSettingForm
    Caption       =  "กำหนด&ค่าของระบบ"
  End
  Begin VB.Menu mnupHandDOForm
    Caption       =  "&ตารางค่า pH และ DO"
  End
  Begin VB.Menu mnuData
    Caption       =  "&ข้อมูลที่รับ-ส่ง"
  End
  Begin VB.Menu mnuReportShow
    Caption       =  "&รายงาน"
  End
  Begin VB.Menu mnuBar3
    Caption       =  "-"
  End
  Begin VB.Menu mnuCascade
    Caption       =  "&จัดหน้าจอ"
  End
  Begin VB.Menu mnuRefresh
    Caption       =  "&Refresh"
  End
End
Begin VB.Menu mnuAbout
  Caption         =  "เ&กี่ยวกับระบบ"
End
End
Attribute VB_Name = "MDIfrmMain"
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_Exposed = False
Option Explicit
Dim i, j
Dim Temp1 As Single
Dim Temp2 As Single
Private Function InitialConstant()
NonError = True
Busy = False
TimeActive = True
mnupHandDOForm.Visible = True
mnuSettingForm.Visible = False
mnuMaxMin.Visible = False
mnuReportShow.Visible = False
MDIfrmMain!StatusBar.Panels(3).Text = "ปกติ"
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
If Dir(App.Path & "\Data", vbDirectory) = "" Then
   MkDir App.Path & "\Data"
End If
For i = 0 To 23
   pHValue(i) = 0
   DOValue(i) = 0
   State(i) = 0
   pHState(i) = 0
   DOState(i) = 0
Next i
End Function
Private Sub MainTimer_Timer()
DateTimeShow
Temp1 = TextToTime(StartTime)
Temp2 = TextToTime(StopTime)
If ((Timer > Temp1 And Timer < Temp2) Or Duration =
-1) And TimeActive = True Then
   MDIfrmMain!SubTimer01.Enabled = True
Else
   MDIfrmMain!SubTimer01.Enabled = False
End If
End Sub
Private Sub MDIForm_Load()
MDIfrmMain.Top = (Screen.Height -
MDIfrmMain.Height) / 2
MDIfrmMain.Left = (Screen.Width -
MDIfrmMain.Width) / 2
InitialConstant
RestoreLastDataSet
CreateFileName
TempCom = TheComm
frmMiniDataShow.Show
frmData.Show
StateCheck
DataShow
DateTimeShow
StatusBarShow
TimeCase
TempDate = Date
TempTime = Time
TimeCount = Timer + TimeInterval
   If TimeCount >= 86399 Then
      TimeCount = TimeCount - 86399
   End If
PortTestWithError
Do While NonError = False
DoEvents
Loop
DataRequest
DataSave
Ref_DataSend
End Sub
Private Sub MDIForm_Unload(Cancel As Integer)
frmExit.Show
End Sub
Private Sub mnuAbout_Click()
frmAbout.Show
End Sub
Private Sub mnuCascade_Click()
If mnuSettingForm.Visible = True Then
   Call mnuSettingForm_Click
End If
If mnupHandDOForm.Visible = True Then
   Call mnupHandDOForm_Click
End If
If mnuMaxMin.Visible = True Then
   Call mnuMaxMin_Click
End If
If mnuData.Visible = True Then
   Call mnuData_Click
End If
If mnuReportShow.Visible = True Then
   Call mnuReportShow_Click
End If
MDIfrmMain.Arrange vbCascade
End Sub
Private Sub mnuData_Click()
If frmData.WindowState = 1 Then
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
    frmData.WindowState = 0
    frmData.SetFocus
ElseIf frmData.WindowState = 0 Then
    frmData.SetFocus
End If
End Sub
Private Sub mnuEdit_Click()
frmDetailSet.Show
frmDetailSet.SetFocus
End Sub
Private Sub mnuExit_Click()
frmExit.Show
End Sub
Private Sub mnuMaxMin_Click()
If frmDetailSet.WindowState = 1 Then
    frmDetailSet.WindowState = 0
    frmDetailSet.SetFocus
ElseIf frmDetailSet.WindowState = 0 Then
    frmDetailSet.SetFocus
End If
End Sub
Private Sub mnupHandDOForm_Click()
If frmMiniDataShow.WindowState = 1 Then
    frmMiniDataShow.WindowState = 0
    frmMiniDataShow.SetFocus
ElseIf frmMiniDataShow.WindowState = 0 Then
    frmMiniDataShow.SetFocus
End If
End Sub
Private Sub mnuRefresh_Click()
DataRequest
DataSave
End Sub
Private Sub mnuReport_Click()
frmReport.Show
End Sub
Private Sub mnuReportShow_Click()
If frmReport.WindowState = 1 Then
    frmReport.WindowState = 0
    frmReport.SetFocus
ElseIf frmReport.WindowState = 0 Then
    frmReport.SetFocus
End If
End Sub
Private Sub mnuSetting_Click()
frmSetting.Show
frmSetting.SetFocus
End Sub
Public Function DateTimeShow()
StatusBar.Panels(1).Text = "วันที่: " & Format(Date,
"dd/mm/yyyy")
StatusBar.Panels(2).Text = "เวลา: " & Format(Time,
"long time")
End Function
Private Sub mnuSettingForm_Click()
If frmSetting.WindowState = 1 Then
    frmSetting.WindowState = 0
    frmSetting.SetFocus
ElseIf frmSetting.WindowState = 0 Then
    frmSetting.SetFocus
End If
End Sub
Private Sub SubTimer01_Timer()
If Timer >= TimeCount Then
    TempDate = Format(Date, "dd/mm/yyyy")
    TempTime = Format(Time, "Short Time")
    TimeCount = TimeCount + TimeInterval
    If TimeCount >= 86399 Then
        TimeCount = TimeCount - 86399
    End If
    DataRequest
    DataSave
End If
End Sub
Private Sub SubTimer02_Timer()
TimeWaitNum = TimeWaitNum + 1
End Sub
Private Sub SubTimer03_Timer()
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
For i = 0 To 23
   If frmMiniDataShow!txtphState(i).ForeColor =
vbRed Then
      frmMiniDataShow!txtphState(i).ForeColor =
vbWhite
   ElseIf frmMiniDataShow!txtphState(i).ForeColor =
vbWhite Then
      frmMiniDataShow!txtphState(i).ForeColor =
vbRed
   End If
   If frmMiniDataShow!txtdoState(i).ForeColor =
vbRed Then
      frmMiniDataShow!txtdoState(i).ForeColor =
vbWhite
   ElseIf frmMiniDataShow!txtdoState(i).ForeColor =
vbWhite Then
      frmMiniDataShow!txtdoState(i).ForeColor =
vbRed
   End If
Next i
End Sub

Attribute VB_Name = "Module2"
Option Explicit
Dim Sum As Single
Dim Temp(0 To 1) As String
Dim TxWord As String
Dim RxWord As String
Global TimeWaitNum As Integer
Dim CheckEnd As Integer
Dim i As Integer, j As Integer, L As Integer, m As
Integer
Dim Summing As Single, Datas As Long, Command
As Integer
Dim RxLenght As Integer
Dim TempRx
Global Busy As Boolean
Global PortError As Boolean
Global pHValue(0 To 23) As Single
Global DOValue(0 To 23) As Single
Global State(0 To 23) As Byte
Global pHState(0 To 23) As String
Global DOState(0 To 23) As String
Public Function DataRequest()
If Busy = True Then
   Exit Function
End If
Busy = True
TxWord = "A" & "S"
'On Error GoTo Error
frmData!RTB(2).Text = TxWord
frmData!RTB(1).Text = ""
frmData!RTB(0).Text = ""
MDIfrmMain!StatusBar.Panels(3).Text = "ส่งเฟรมขอ
ข้อมูล.."
MDIfrmMain!MSComm.PortOpen = True
MDIfrmMain!MSComm.OutBufferCount = 0
Do
   MDIfrmMain!MSComm.DTREnable = False
   Delay2
   MDIfrmMain!MSComm.Output = TxWord
   Do While MDIfrmMain!MSComm.OutBufferCount
   DoEvents
   Loop
   Delay
   MDIfrmMain!MSComm.DTREnable = True
   WaitForData2
Loop While NonError = False
RxWord = ""
i = 0
Do
   Datas = Asc(Mid(TempRx, 5 * i + 1, 1)) +
Asc(Mid(TempRx, 5 * i + 2, 1)) + Asc(Mid(TempRx, 5
* i + 3, 1))
   Summing = Asc(Mid(TempRx, 5 * i + 4, 1)) * 16 * 16
+ Asc(Mid(TempRx, 5 * i + 5, 1))
   Do While Datas <> Summing
      MDIfrmMain!MSComm.DTREnable = False
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
    Delay2
    MDIfrmMain!MSComm.Output = TxWord
    RxWord = ""
    Do While MDIfrmMain!MSComm.OutBufferCount
    DoEvents
    Loop
    Delay
    MDIfrmMain!MSComm.RTSEnable = True
    WaitForData2
    i = 0
    Datas = Asc(Mid(TempRx, 5 * i + 1, 1)) +
Asc(Mid(TempRx, 5 * i + 2, 1)) + Asc(Mid(TempRx, 5
* i + 3, 1))
    Summing = Asc(Mid(TempRx, 5 * i + 4, 1)) * 16 *
16 + Asc(Mid(TempRx, 5 * i + 5, 1))
Loop
  RxWord = RxWord & Mid(TempRx, 5 * i + 1, 3)
  i = i + 1
  DoEvents
Loop Until i = 24
MDIfrmMain!MSComm.PortOpen = False
DataRearrange
DataShow
Busy = False
MDIfrmMain!StatusBar.Panels(3).Text = "ปกติ"
Exit Function
Error:
  'DataRequest
End Function
Public Function WaitForData() As Boolean
MDIfrmMain!MSComm.DTREnable = True
MDIfrmMain!SubTimer02.Enabled = True
MDIfrmMain!StatusBar.Panels(3).Text = "รอรับเฟรม
ตอบรับ.."
TempRx = ""
CheckEnd = 0
TimeWaitNum = 0
Do While CheckEnd = 0
  If MDIfrmMain!MSComm.InBufferCount Then
    Temp(0) = MDIfrmMain!MSComm.Input
    TempRx = TempRx & Temp(0)
    frmData!RTB(3).SelText = Hex(Asc(Temp(0))) &
"_"
    frmData!RTB(4).SelText = Temp(0)
  End If
  RxLenght = Len(TempRx)
  If RxLenght > 7 Then
    CheckEnd = InStr(TempRx, ":00STOP")
  End If
  If TimeWaitNum >= 10 Then
    NonError = False
    MDIfrmMain!SubTimer02.Enabled = False
    Exit Function
  End If
DoEvents
Loop
NonError = True
MDIfrmMain!SubTimer02.Enabled = False
End Function
Public Function WaitForData2() As Boolean
MDIfrmMain!MSComm.DTREnable = True
MDIfrmMain!SubTimer02.Enabled = True
MDIfrmMain!StatusBar.Panels(3).Text = "รอรับเฟรม
ข้อมูล.."
Temp(1) = ""
TempRx = ""
CheckEnd = 0
TimeWaitNum = 0
Do While CheckEnd = 0
  If MDIfrmMain!MSComm.InBufferCount Then
    Temp(0) = MDIfrmMain!MSComm.Input
    If InStr(Temp(1), "STR") <> 0 Then
      TempRx = TempRx & Temp(0)
    End If
    Temp(1) = Temp(1) & Temp(0)
    frmData!RTB(0).SelText = Hex(Asc(Temp(0))) &
"_"
    frmData!RTB(1).SelText = Temp(0)
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
    End If
    RxLenght = Len(TempRx)
    If RxLenght > 7 Then
        CheckEnd = InStr(TempRx, ":00STOP")
    End If
    If TimeWaitNum >= 10 Then
        NonError = False
        MDIfrmMain!SubTimer02.Enabled = False
        Exit Function
    End If
DoEvents
Loop
NonError = True
MDIfrmMain!SubTimer02.Enabled = False
End Function
Public Function DataRearrange()
For i = 0 To 23
    State(i) = Asc(Mid(RxWord, 3 * i + 3, 1))
    pHValue(i) = Format(Asc(Mid(RxWord, 3 * i + 1, 1))
/ 255 * LimitpHMax, "###0.00")
    DOValue(i) = Format(Asc(Mid(RxWord, 3 * i + 2, 1))
/ 255 * LimitDOMax, "###0.00")
    Select Case State(i)
        Case 0
            pHState(i) = "ปกติ"
            DOState(i) = "ปกติ"
        Case 1
            pHState(i) = "ปกติ"
            DOState(i) = "ต่ำกว่าปกติ"
        Case 2
            pHState(i) = "ต่ำกว่าปกติ"
            DOState(i) = "ปกติ"
        Case 3
            pHState(i) = "ต่ำกว่าปกติ"
            DOState(i) = "ต่ำกว่าปกติ"
        Case 4
            pHState(i) = "สูงกว่าปกติ"
            DOState(i) = "ปกติ"
        Case 5
            pHState(i) = "สูงกว่าปกติ"
            DOState(i) = "ต่ำกว่าปกติ"
        Case 6
            pHState(i) = "สูงกว่าปกติ"
            DOState(i) = "สูงกว่าปกติ"
    End Select
Next i
End Function
Public Function DataShow()
For i = 0 To 23
    frmMiniDataShow!txtphState(i).Text = pHState(i)
    frmMiniDataShow!txtdoState(i).Text = DOState(i)
    frmMiniDataShow!txtpHData(i).Text = pHValue(i)
    frmMiniDataShow!txtDOData(i).Text = DOValue(i)
    If Not pHState(i) = "ปกติ" Then
        frmMiniDataShow!txtphState(i).ForeColor =
vbRed
    Else
        frmMiniDataShow!txtphState(i).ForeColor =
vbBlack
    End If
    If DOState(i) <> "ปกติ" Then
        frmMiniDataShow!txtdoState(i).ForeColor =
&HFF&
    Else
        frmMiniDataShow!txtdoState(i).ForeColor = &H0&
    End If
    If pHActive(i) = False Then
        frmMiniDataShow!txtphState(i).Text = "ไม่ใช้งาน"
        frmMiniDataShow!txtpHData(i).Enabled = False
        frmMiniDataShow!txtphState(i).Enabled = False
    Else
        frmMiniDataShow!txtpHData(i).Enabled = True
        frmMiniDataShow!txtphState(i).Enabled = True
    End If
    If DOActive(i) = False Then
        frmMiniDataShow!txtdoState(i).Text = "ไม่ใช้งาน"
        frmMiniDataShow!txtDOData(i).Enabled = False
        frmMiniDataShow!txtdoState(i).Enabled = False
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
    Else
        frmMiniDataShow!txtDOData(i).Enabled = True
        frmMiniDataShow!txtdoState(i).Enabled = True
    End If
Next i
End Function
Public Function Delay()
For m = 0 To 10000
DoEvents
Next m
End Function
Public Function Delay2()
For m = 0 To 16000
DoEvents
Next m
End Function
Public Function Ref_DataSend()
If Busy = True Then
    Exit Function
End If
Busy = True
TxWord = "B"
For i = 0 To 23
Sum = 0
    If pHActive(i) = -1 And DOActive(i) = -1 Then
        TxWord = TxWord & Chr(7)
        Sum = Sum + (7)
    ElseIf pHActive(i) <> -1 And DOActive(i) = -1 Then
        TxWord = TxWord & Chr(8)
        Sum = Sum + (8)
    ElseIf pHActive(i) = -1 And DOActive(i) <> -1 Then
        TxWord = TxWord & Chr(9)
        Sum = Sum + (9)
    ElseIf pHActive(i) <> -1 And DOActive(i) <> -1
Then
        TxWord = TxWord & Chr(10)
        Sum = Sum + (10)
    End If
    TxWord = TxWord & Chr(Int(MaxpH(i) * 255 /
LimitpHMax))
    Sum = Sum + Int(MaxpH(i) * 255 / LimitpHMax)
    TxWord = TxWord & Chr(Int(MinpH(i) * 255 /
LimitpHMax))
    Sum = Sum + Int(MinpH(i) * 255 / LimitpHMax)
    TxWord = TxWord & Chr(Int(MinDO(i) * 255 /
LimitDOMax))
    Sum = Sum + Int(MinDO(i) * 255 / LimitDOMax)
    TxWord = TxWord & Chr(Int(Sum / (16 * 16))) &
Chr(Sum - (Int(Sum / (16 * 16))) * 16 * 16)
Next i
TxWord = TxWord & "S"
frmData!RTB(3).Text = ""
frmData!RTB(4).Text = ""
frmData!RTB(5).Text = ""
For i = 0 To 160
    On Error Resume Next
    frmData!RTB(5).SelText = Hex(Asc(Mid(TxWord, i +
1, 1))) & "_"
Next i
MDIfrmMain!MSComm.PortOpen = True
MDIfrmMain!MSComm.OutBufferCount = 0
MDIfrmMain!StatusBar.Panels(3).Text = "ส่งเฟรมข้อมูล
อ้างอิง.."
Do
        MDIfrmMain!MSComm.DTREnable = False
        Delay2
        MDIfrmMain!MSComm.Output = TxWord
        Do While MDIfrmMain!MSComm.OutBufferCount
        DoEvents
        Loop
        Delay
        MDIfrmMain!MSComm.DTREnable = True
        Delay
        WaitForData
        Delay2
Loop Until InStr(TempRx, "Rec:00STOP")
MDIfrmMain!MSComm.PortOpen = False
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
Busy = False
MDIfrmMain!StatusBar.Panels(3).Text = "ปกติ"
End Function
Public Function StateCheck()
For i = 0 To 23
  If pHActive(i) = -1 Then
    If pHValue(i) < MinpH(i) Then
      pHState(i) = "ต่ำกว่าปกติ"
    ElseIf pHValue(i) > MaxpH(i) Then
      pHState(i) = "สูงกว่าปกติ"
    Else
      pHState(i) = "ปกติ"
    End If
  Else
    pHState(i) = "ไม่ใช้งาน"
  End If
  If DOActive(i) = -1 Then
    If pHValue(i) < MinpH(i) Then
      DOState(i) = "ต่ำกว่าปกติ"
    Else
      DOState(i) = "ปกติ"
    End If
  Else
    DOState(i) = "ไม่ใช้งาน"
  End If
Next i
End Function

Attribute VB_Name = "Module3"
Option Explicit
Global Const LimitDOMin = 0
Global Const LimitDOMax = 20
Global Const LimitpHMin = 0
Global Const LimitpHMax = 14
Global Const LimitTimeMin = 1
Global Const LimitTimeMax = 60
Dim i As Integer
Dim Db As Database
Dim Rs As Recordset
Dim FileCheck As String
Dim StandardFile As String
Dim Temp
Global TempDate
Global TempTime
Global FileName As String
Global MaxpH(0 To 23) As Single
Global MinpH(0 To 23) As Single
Global MinDO(0 To 23) As Single
Global pHActive(0 To 23) As Boolean
Global DOActive(0 To 23) As Boolean
Global TimeCustom As Byte
Global TimeOption As Byte
Global TimeCount As Long
Global TimeInterval  As Integer
Global TimeActive As Boolean
Global Duration As Boolean
Global StartTime As String * 10
Global StopTime As String * 10
Global AllTime As Boolean
Public Function RestoreLastDataSet()
SetAttr App.Path & "\Main Data.mdb", vbNormal
Set Db = OpenDatabase(App.Path & "\Main
Data.mdb")
Set Rs = Db.OpenRecordset("Save", dbOpenDynaset)
Rs.MoveFirst
For i = 0 To 23
  MinpH(i) = Rs("Min pH")
  MaxpH(i) = Rs("Max pH")
  MinDO(i) = Rs("Min DO")
  pHActive(i) = Rs("pH Active")
  DOActive(i) = Rs("DO Active")
  Rs.MoveNext
Next i
Rs.Close
Set Rs = Db.OpenRecordset("Initial",
dbOpenDynaset)
Rs.MoveFirst
TheComm = Rs("Com")
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
TimeOption = Rs("TimeOption")
TimeCustom = Rs("TimeCustom")
Duration = Rs("Enabled")
StartTime = Rs("Start Time")
StopTime = Rs("Stop Time")
AllTime = Rs("All Time")
Rs.Close
Db.Close
SetAttr App.Path & "\Main Data.mdb", vbReadOnly
End Function
Public Function SaveDataSet()
SetAttr App.Path & "\Main Data.mdb", vbNormal
Set Db = OpenDatabase(App.Path & "\Main
Data.mdb")
Set Rs = Db.OpenRecordset("Save", dbOpenDynaset)
Rs.MoveFirst
For i = 0 To 23
   Rs.Edit
   Rs("Min pH") = MinpH(i)
   Rs("Max pH") = MaxpH(i)
   Rs("Min DO") = MinDO(i)
   Rs("pH Active") = pHActive(i)
   Rs("DO Active") = DOActive(i)
   Rs.Update
   Rs.MoveNext
Next i
Rs.Close
Set Rs = Db.OpenRecordset("Initial",
dbOpenDynaset)
Rs.MoveFirst
Rs.Edit
Rs("Com") = TheComm
Rs("TimeOption") = TimeOption
Rs("TimeCustom") = TimeCustom
Rs("Enabled") = Duration
Rs("Start Time") = StartTime
Rs("Stop Time") = StopTime
Rs("All Time") = AllTime
Rs.Update
Rs.Close
Db.Close
SetAttr App.Path & "\Main Data.mdb", vbReadOnly
End Function
Public Sub DataSave()
Busy = True
CreateFileName
FileCheck = Dir(FileName, vbNormal)
StandardFile = App.Path & "\Standard Data
Base.mdb"
If FileCheck = "" Then
   FileCopy StandardFile, FileName
End If
SetAttr FileName, vbNormal
Set Db = OpenDatabase(FileName)
For i = 0 To 23
Set Rs = Db.OpenRecordset("Source " & CStr(i + 1),
dbOpenDynaset)
   Rs.AddNew
   Rs("Date") = TempDate
   Rs("Time") = TempTime
   Rs("pH Value") = pHValue(i)
   Rs("pH Min") = MinpH(i)
   Rs("pH Max") = MaxpH(i)
   If pHState(i) = "ปกติ" Then
      Rs("pH State") = "ปกติ"
   ElseIf pHState(i) = "ต่ำกว่าปกติ" Then
      Rs("pH State") = "ต่ำ"
   ElseIf pHState(i) = "สูงกว่าปกติ" Then
      Rs("pH State") = "สูง"
   Else
      Rs("pH State") = "------"
   End If
   Rs("pH Active") = pHActive(i)
   Rs("DO Value") = DOValue(i)
   Rs("DO Min") = MinDO(i)
   If DOState(i) = "ปกติ" Then
      Rs("DO State") = "ปกติ"
   ElseIf DOState(i) = "ต่ำกว่าปกติ" Then
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
    Rs("DO State") = "ต่ำ"
  ElseIf DOState(i) = "สูงกว่าปกติ" Then
    Rs("DO State") = "สูง"
  Else
    Rs("DO State") = "------"
  End If
  Rs("DO Active") = DOActive(i)
  Rs.Update
  Rs.Close
Next i
Db.Close
SetAttr FileName, vbReadOnly
Busy = False
End Sub
Public Sub CreateFileName()
Temp = Month(Date)
If Temp >= 1 And Temp <= 3 Then
      FileName = App.Path & "\Data\Data Save for The
First Quater of " & CStr(Year(Date)) & ".mdb"
ElseIf Temp >= 4 And Temp <= 6 Then
      FileName = App.Path & "\Data\Data Save for The
Second Quater of " & CStr(Year(Date)) & ".mdb"
ElseIf Temp >= 7 And Temp <= 9 Then
      FileName = App.Path & "\Data\Data Save for The
Third Quater of " & CStr(Year(Date)) & ".mdb"
Else
      FileName = App.Path & "\Data\Data Save for The
Last Quater of " & CStr(Year(Date)) & ".mdb"
End If
End Sub

Attribute VB_Name = "Module1"
Option Explicit

Dim Temp As Integer
Global NonError As Boolean
Global Response As Integer
Global TheComm As Byte
Global TempCom As Integer
Global PageHeight As Single
Global PageWidth As Single
Global PageZoom As Single

Public Function StatusBarShow()
MDIfrmMain!StatusBar.Panels(4).Text = "COM" &
CStr(TheComm)
End Function
Public Function PortSetting()
MDIfrmMain!MSComm.CommPort = TempCom
MDIfrmMain!MSComm.Settings = "300,N,8,1"
End Function
Public Function PortTesting()
Dim TestWord As String * 10
On Error GoTo ErrorCheck
TestWord = "I Miss YOU"
MDIfrmMain!MSComm.CommPort = TempCom
MDIfrmMain!MSComm.Settings = "300,N,8,1"
MDIfrmMain!MSComm.PortOpen = True
MDIfrmMain!MSComm.DTREnable = False
MDIfrmMain!MSComm.Output = TestWord
MDIfrmMain!MSComm.DTREnable = True
MDIfrmMain!MSComm.PortOpen = False
NonError = True
Exit Function
ErrorCheck:
   NonError = False
End Function
Public Function OnError(ErrorNum As Integer)
Dim Prompt(0 To 6)
Dim Title(1 To 2)
Dim Button(1 To 2)
Button(1) = 16      'vbcritical
Button(2) = vbCritical + vbRetryCancel
Title(1) = "Port Error"
Title(2) = "Drive Error"
Prompt(0) = "กรุณาเลือกพอร์ตใหม่"
Prompt(1) = "ไม่มีพอร์ตดังกล่าว"
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
Prompt(2) = "พอร์ต COM" & CStr(TempCom) & " ไม่มี
อยู่จริง"
Prompt(3) = "พอร์ตไม่ว่าง"
Prompt(4) = "พอร์ต COM" & CStr(TempCom) & " ถูกใช้
งาน"
Prompt(5) = "กับอุปกรณ์อื่นอยู่"
Select Case ErrorNum
  Case 0
    NonError = True
    Response = vbOK
  Case 8002
    frmSetting!lblTestShow(0).Caption = Prompt(1)
    frmSetting!lblTestShow(1).Caption = Prompt(2)
    frmSetting!lblTestShow(2).Caption = ""
    frmSetting!lblTestShow(3).Caption = Prompt(0)
  Case 8005
    frmSetting!lblTestShow(0).Caption = Prompt(3)
    frmSetting!lblTestShow(1).Caption = Prompt(4)
    frmSetting!lblTestShow(2).Caption = Prompt(5)
    frmSetting!lblTestShow(3).Caption = Prompt(0)
 Case Else
    MsgBox "Po! There is still error that you don't
know", 48, "Po Message"
End Select
End Function
Public Function PortTestWithError()
Dim TestWord As String * 10
On Error GoTo ErrorCheck
'testting port
TestWord = "I Miss YOU"
PortSetting
MDIfrmMain!MSComm.PortOpen = True
MDIfrmMain!MSComm.Output = TestWord
MDIfrmMain!MSComm.PortOpen = False
NonError = True
Exit Function
ErrorCheck:
  OnError (Err.Number)
  NonError = False
End Function
Public Function TimeCase()
Temp = TimeInterval
Select Case TimeOption
  Case 0
    TimeInterval = 1 * 60
  Case 1
    TimeInterval = 3 * 60
  Case 2
    TimeInterval = 5 * 60
  Case 3
    TimeInterval = TimeCustom * 60
  Case 4
    TimeInterval = 10 * 60
  Case 5
    TimeInterval = 30
End Select
TimeCount = TimeCount + TimeInterval - Temp
  If TimeCount > 86399 Then
    TimeCount = TimeCount - 86399
  End If
End Function
Public Function TextToTime(Temp As String) As Long
TextToTime = Hour(Temp) * 3600 + Minute(Temp) *
60 + Second(Temp)
End Function
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ค.
การติดตั้งโปรแกรมส่วนแสดงผล

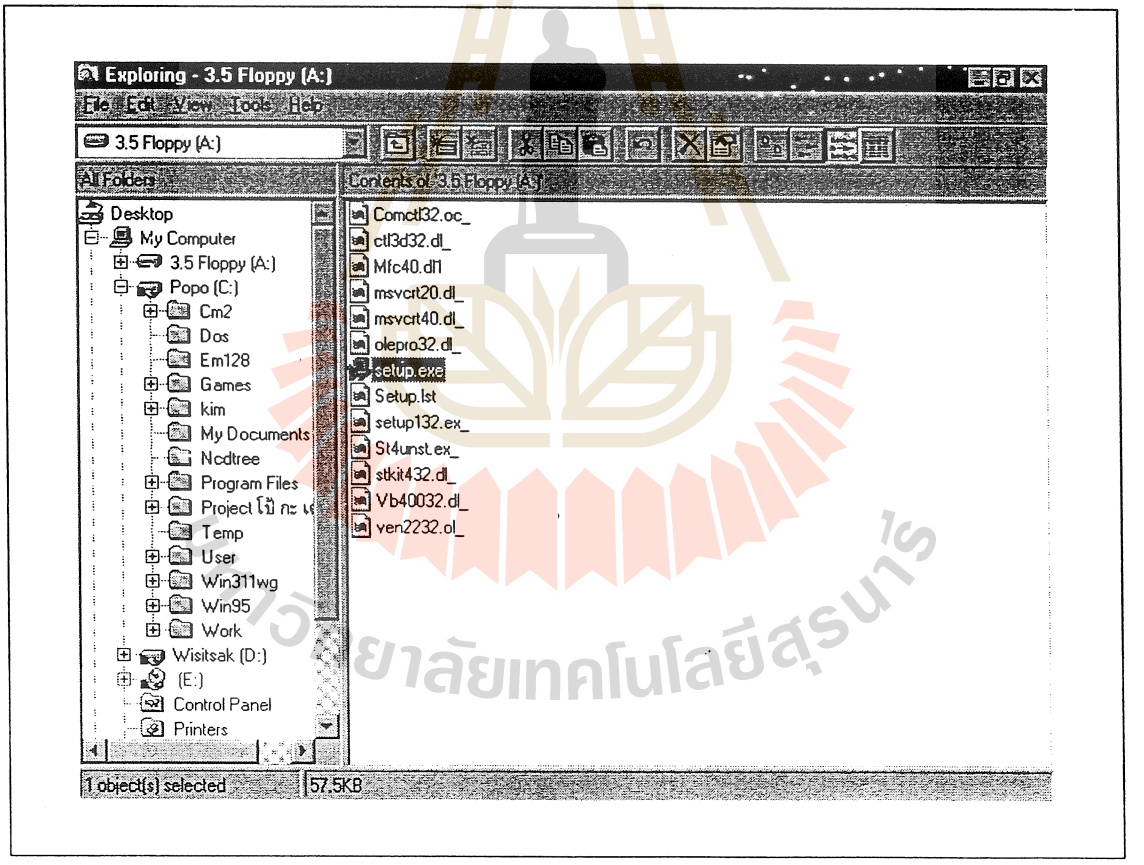
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การติดตั้งโปรแกรมส่วนแสดงผล

ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม

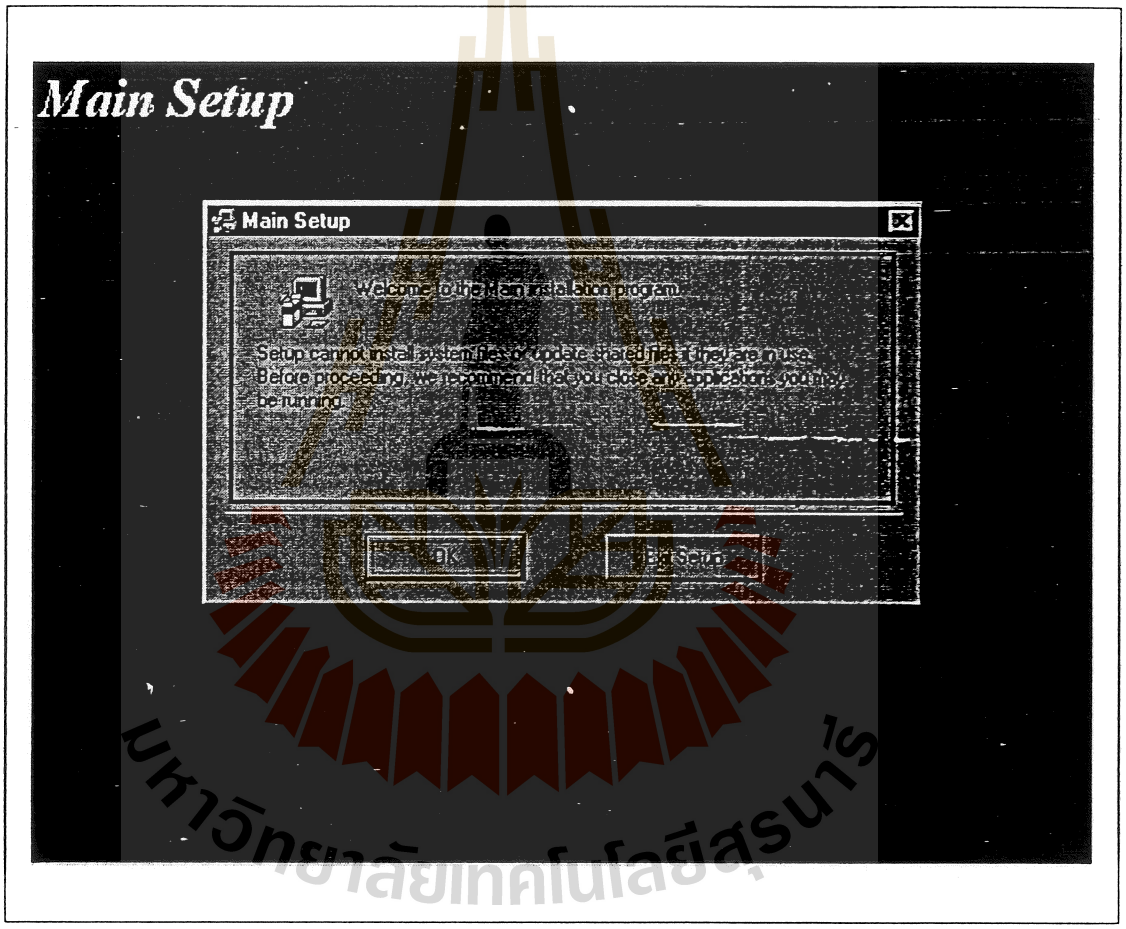
โปรแกรมส่วนแสดงผลสามารถที่จะทำการติดตั้งได้จากแผ่นติดตั้งที่มีทั้งหมด 3 แผ่น การติดตั้งจะทำการติดตั้งบนโปรแกรม WINDOWS ซึ่งจะสามารถทำการติดตั้งได้ดังนี้

1. ทำการเข้าโปรแกรม Windows Explorer แล้วเริ่มการติดตั้ง โดยการทำการใส่แผ่นติดตั้งแผ่นแรกที่มีชื่อ 'pH and DO Controller, Disk 1' เข้าไปในไดร์ฟ 3.5 นิ้วของเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งในตัวอย่างของการติดตั้ง จะใช้เป็นไดร์ฟ A: ดังที่แสดงในภาพที่ ค-1



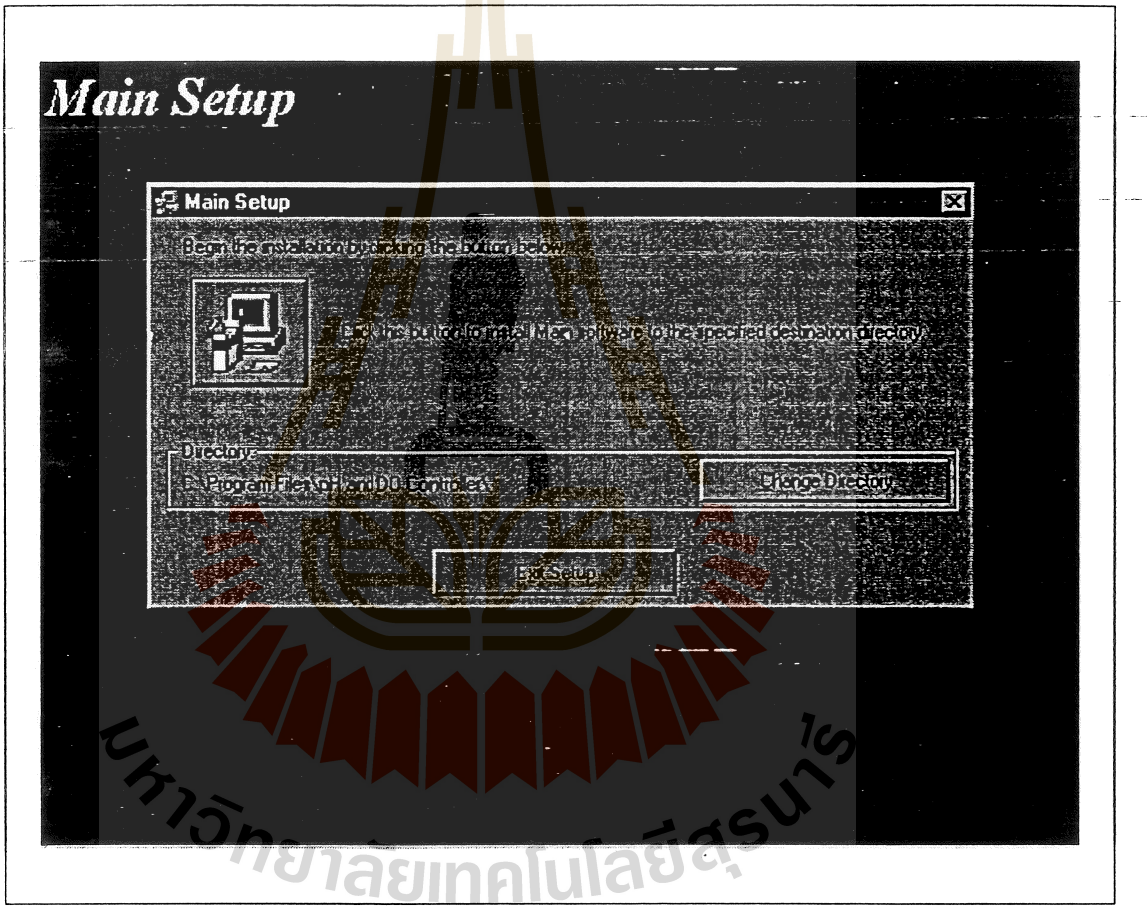
ภาพที่ ค-1 จอภาพโปรแกรม Windows Explorer เมื่อเปิดไดร์ฟ A: จะพบกับโปรแกรมติดตั้งที่ชื่อ Setup.exe

2. ทำการ RUN โปรแกรมติดตั้งโดย RUN file setup.exe จากไดร์ฟ A จะเริ่มเข้าสู่โปรแกรมการติดตั้งดังภาพที่ ค-2 ซึ่งที่ Main Setup จะถามว่าจะทำการติดตั้งโปรแกรม หรือออกจากโปรแกรมการติดตั้ง ถ้าต้องการการติดตั้งให้กดปุ่ม 'OK' แต่ถ้าหากต้องการออกจากการติดตั้งให้กดปุ่ม 'Exit Setup'



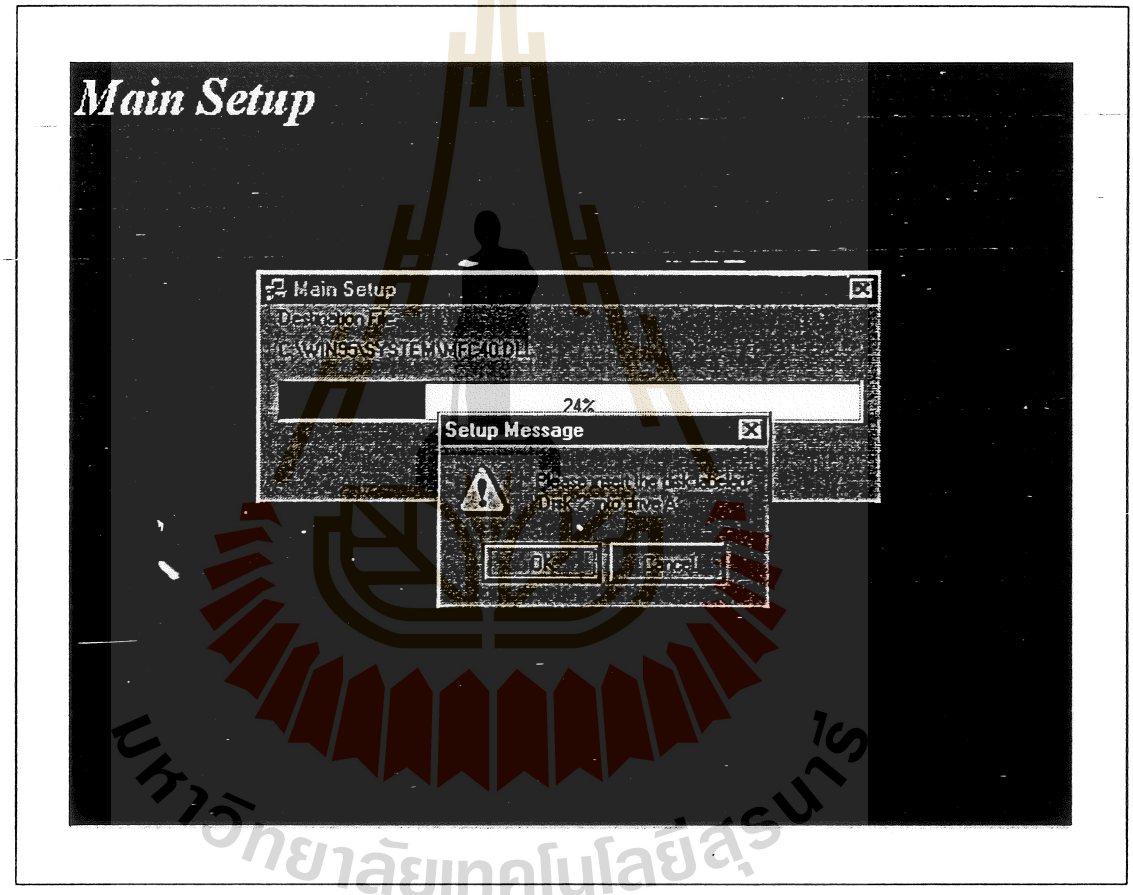
ภาพที่ ค-2 จอภาพแสดงการเข้าสู่โปรแกรมติดตั้ง

3. เมื่อกดปุ่ม 'OK' ซึ่งหมายถึง ต้องการติดตั้งโปรแกรม โดยจะปรากฏจอภาพดังแสดงในภาพที่ ค-3 โปรแกรมติดตั้งจะกำหนดชื่อ Directory ที่ใช้ติดตั้งโปรแกรมเป็นชื่อ 'C:\Program File\pH and DO Controller' ถ้าหากต้องการที่จะเปลี่ยน Directory ให้กดปุ่ม 'Change Directory' แล้วทำการพิมพ์ชื่อ Directory ที่ต้องการลงไปใหม่ เมื่อตั้งชื่อ Directory ที่ต้องการ เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ทำการกดปุ่มที่มีภาพคอมพิวเตอร์ ก็จะเริ่มทำการติดตั้งโปรแกรม แต่ถ้าต้องการที่จะออกจากโปรแกรมติดตั้งก็ทำการกดปุ่ม 'Exit Setup'



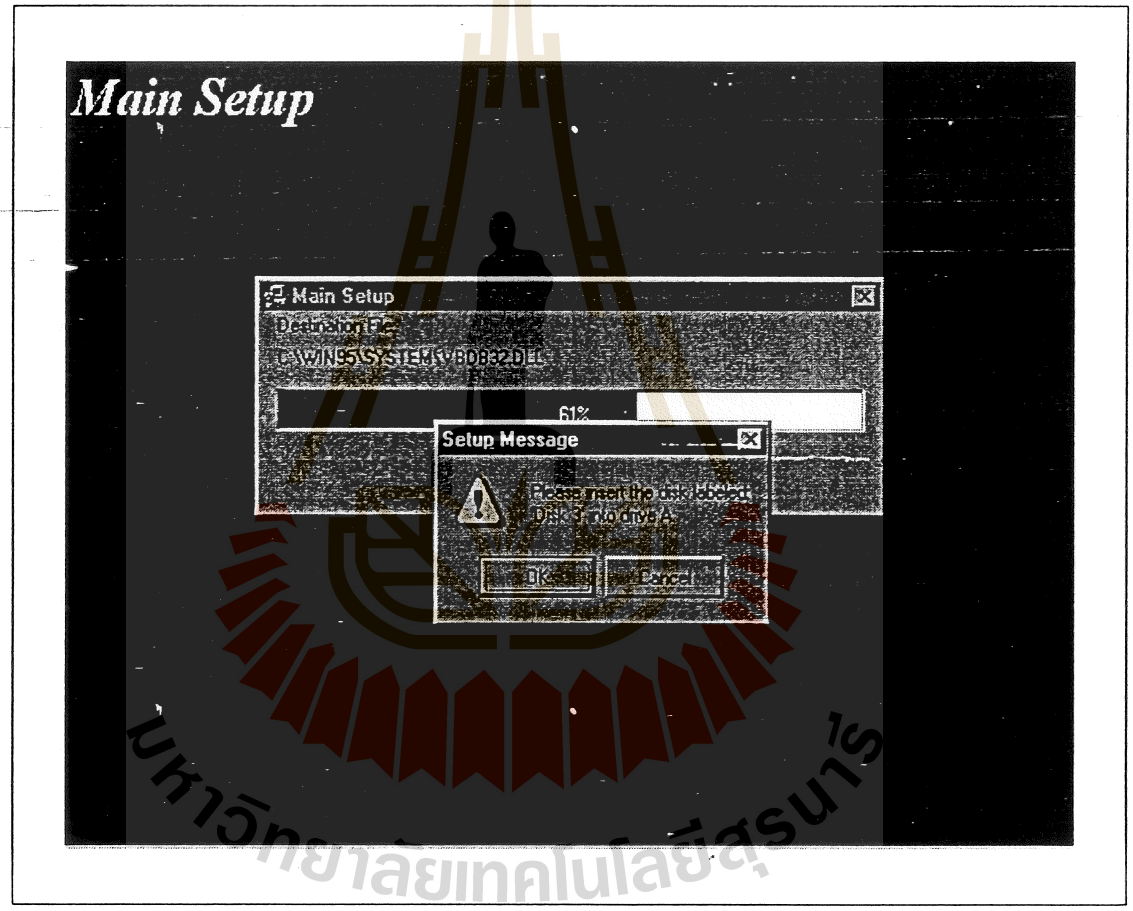
ภาพที่ ค-3 จอภาพกำหนดชื่อ Directory ที่ต้องการ แล้วกดภาพคอมพิวเตอร์เพื่อทำการติดตั้ง

4. เมื่อทำการติดตั้งแผ่นแรกเสร็จสิ้นแล้ว โปรแกรมติดตั้งจะบอกให้ทำการใส่แผ่นติดตั้งแผ่นที่ 2 เพื่อทำการติดตั้งโปรแกรมต่อ ดังแสดงในภาพที่ ค-4 ให้นำแผ่นติดตั้งที่ชื่อ 'pH and DO Controller, Disk 1' ออก แล้วใส่แผ่นติดตั้งที่ชื่อ 'pH and DO Controller, Disk 2' เข้าไปที่ไดร์ฟ A: แทน แล้วทำการติดตั้งต่อโดยการกดปุ่ม 'OK'



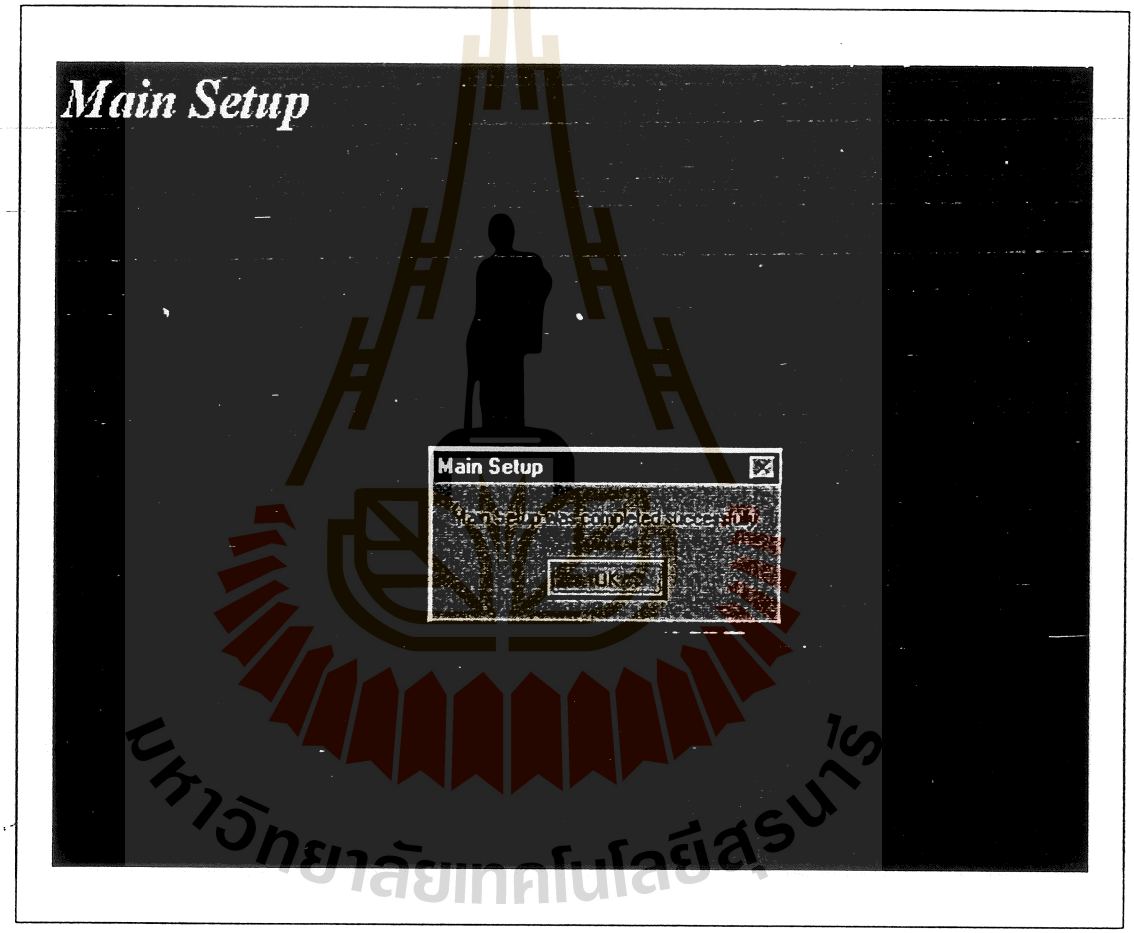
ภาพที่ ค-4 จอภาพโปรแกรมการใส่แผ่นติดตั้งที่ชื่อ 'pH and DO Controller, Disk 2' เพื่อทำการติดตั้งต่อ

5. เมื่อทำการติดตั้งแผ่นที่ 2 เสร็จสิ้นแล้ว โปรแกรมจะทำการบอกให้ทำการใส่แผ่นติดตั้งที่ 3 ต่อไป ดังแสดงในภาพที่ ค-5 ให้นำแผ่นติดตั้งที่ชื่อ 'pH and DO Controller, Disk 2' ออก แล้วใส่แผ่นติดตั้งที่ชื่อ 'pH and DO Controller, Disk 3' เข้าไปที่ไดร์ฟ A: แทน แล้วทำการติดตั้งต่อโดยการกดปุ่ม 'OK'



ภาพที่ ค-5 จอภาพโปรแกรมการใส่แผ่นติดตั้งที่ชื่อ 'pH and DO Controller, Disk 3' เพื่อทำการติดตั้งต่อ

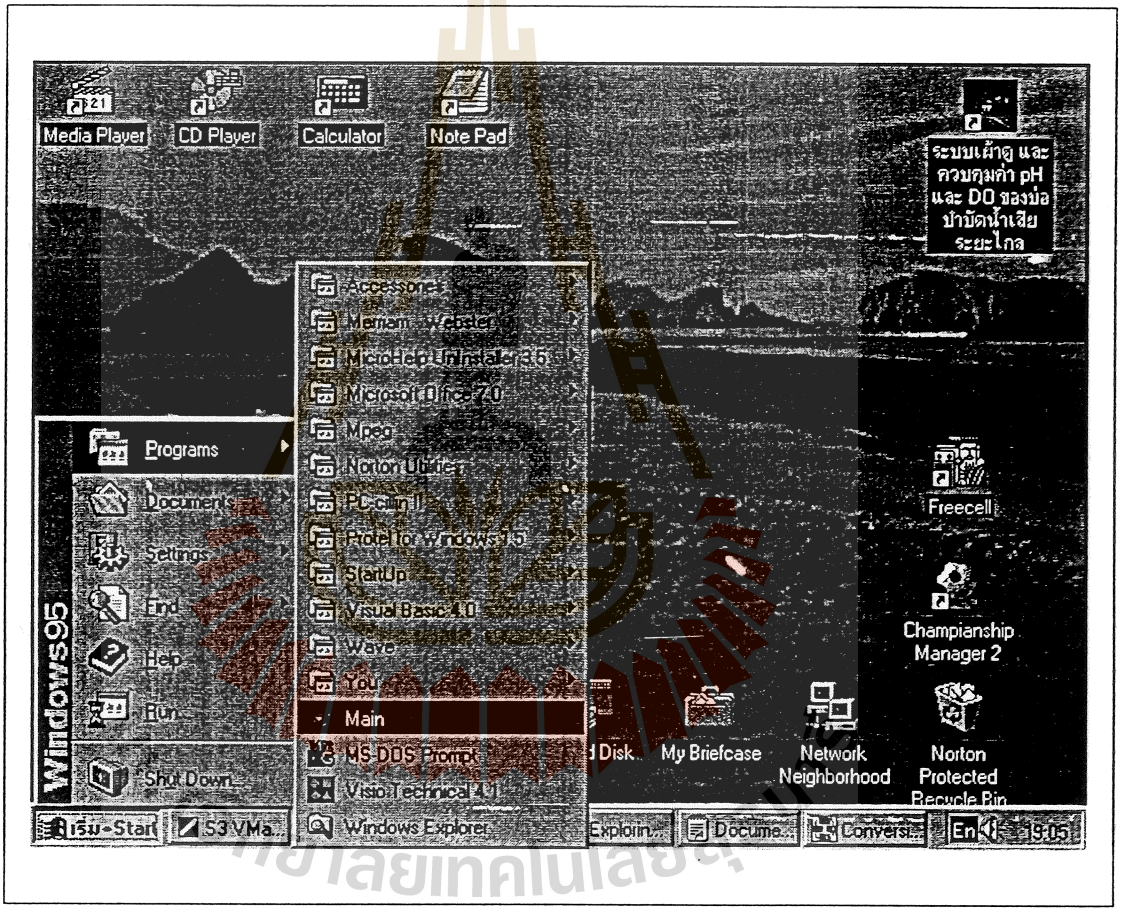
6. เมื่อทำการติดตั้งแผ่นติดตั้งที่ 3 เสร็จสิ้นแล้ว โปรแกรมติดตั้งจะบอกว่าได้ทำการติดตั้งโปรแกรมเสร็จเรียบร้อยแล้ว ดังแสดงในภาพที่ ค-6 ให้ทำการกดปุ่ม 'OK'



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาพที่ ค-6 จอภาพแสดงการติดตั้งเสร็จสิ้นโดยสมบูรณ์

7. การติดตั้งจะสมบูรณ์โดยโปรแกรมติดตั้ง จะสร้างเป็นไอค่อน Main ซึ่งอยู่ใน Task Bar ของ Windows 95 ดังแสดงในภาพที่ ค-7 ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้งานโปรแกรมได้ทันที
8. สิ้นสุดการติดตั้งโปรแกรม



ภาพที่ ค-7 จอภาพแสดงไอค่อนของโปรแกรม Main ซึ่งปรากฏใน Task Bar

ภาคผนวก ง.

Data Sheet

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR
TECHNICAL DATA

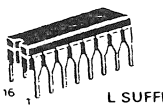
MC145406

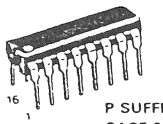
EIA-232-D/V.28 Driver/Receiver
(Formerly RS-232-C)

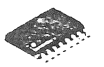
The MC145406 is a silicon-gate CMOS IC that combines 3 drivers and 3 receivers to fulfill the electrical specifications of standards EIA-232-D and CCITT V.28. The drivers feature true TTL input compatibility, slew-rate-limited output, 300 ohms power-off source impedance, and output typically switching to within 25 percent of the supply rails. The receivers can handle up to ±25 volts while presenting 3 to 7 kilohms impedance. Hysteresis in the receivers aids reception of noisy signals. By combining both drivers and receivers in a single CMOS chip, the MC145406 provides efficient, low-power solutions for EIA-232-D and V.28 applications.

Drivers
- ±5 to ±12 V Supply Range
- 300 Ohms Power-Off Source Impedance
- Output Current Limiting
- TTL Compatible
- Maximum Slew Rate = 30 V/μs

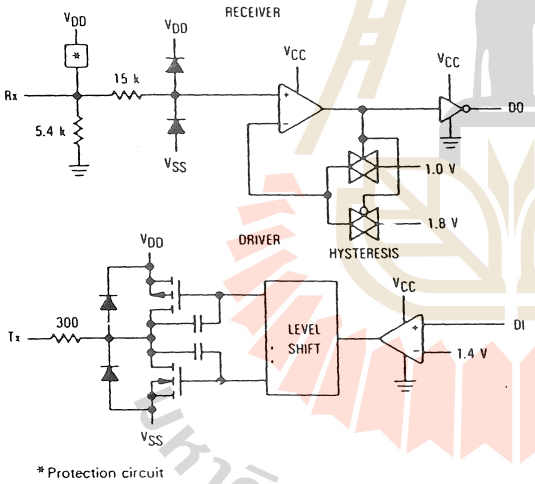
Receivers
- ±25 V Input Voltage Range When V_{DD} = 12 V, V_{SS} = −12 V
- 3 to 7 Kilohms Input Impedance
- Hysteresis on Input Switchpoint


L SUFFIX
CASE 620
CERAMIC


P SUFFIX
CASE 648
PLASTIC

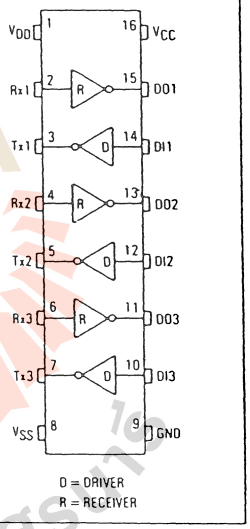

DW SUFFIX
CASE 751G
SOIC

FUNCTION DIAGRAM



* Protection circuit

PIN ASSIGNMENT



D = DRIVER
R = RECEIVER

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

MAXIMUM RATINGS (Voltage polarities referenced to GND)

Rating	Symbol	Value	Unit
DC Supply Voltages ($V_{DD} \geq V_{CC}$)	V_{DD} V_{SS} V_{CC}	−0.5 to +13.5 +0.5 to −13.5 −0.5 to 6.0	V
Input Voltage Range Rx1-3 Inputs DI1-3 Inputs	V_{IR}	 $(V_{SS}-15)$ to $(V_{DD}+15)$ −0.5 to $(V_{CC}+0.5)$	V
DC Current Per Pin		±100	mA
Power Dissipation	P_D	1.0	W
Operating Temperature Range	T_A	−40 to +85	°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	−85 to +150	°C

This device contains protection circuitry to protect the inputs against damage due to high static voltages or electric fields; however, it is advised that normal precautions be taken to avoid application of any voltage higher than maximum rated voltages to this high impedance circuit. For proper operation, it is recommended that the voltages at the DI and DO pins be constrained to the range $GND \leq V_{DI} \leq V_{DD}$ and $GND \leq V_{DO} \leq V_{CC}$. Also, the voltage at the Rx pin should be constrained to $(V_{SS}-15\ V) \leq V_{Rx1-3} \leq (V_{DD}+15\ V)$, and Tx should be constrained to $V_{SS} \leq V_{Tx1-3} \leq V_{DD}$.

Unused inputs must always be tied to an appropriate logic voltage level (e.g., GND or V_{CC} for DI, and V_{SS} or V_{DD} for Rx.)

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (All polarities referenced to GND = 0 V, $T_A = -40$ to 85°C)

Parameter	Symbol	MC145406 Min	MC145406 Typ	MC145406 Max	Unit
DC Supply Voltage					V
V_{DD}	V_{DD}	4.5	5 to 12	13.2	
V_{SS}	V_{SS}	−4.5	−5 to −12	−13.2	
V_{CC} ($V_{DD} \geq V_{CC}$)	V_{CC}	4.5	5.0	5.5	
Quiescent Supply Current					μA
(Outputs unloaded, inputs low)					
V_{DD} = +12 V	I_{DD}	—	140	400	
V_{SS} = −12 V	I_{SS}	—	340	600	
V_{CC} = +5 V	I_{CC}	—	300	450	

RECEIVER ELECTRICAL SPECIFICATIONS (Voltage polarities referenced to GND = 0 V, V_{DD} = +5 to +12 V, V_{SS} = −5 to −12 V, $V_{DD} \geq V_{CC}$, $T_A = -40$ to 85°C)

Characteristic		Symbol	MC145406 Min	MC145406 Typ	MC145406 Max	Unit
Input Turn-on Threshold $V_{DO1-3} = V_{OL}$, V_{CC} = 5.0 V ±5%	Rx1-3	V_{on}	1.35	1.80	2.35	V
Input Turn-off Threshold $V_{DO1-3} = V_{OH}$, V_{CC} = 5.0 V ±5%	Rx1-3	V_{off}	0.75	1.00	1.25	V
Input Threshold Hysteresis V_{CC} = 5.0 V ±5%	Rx1-3	$V_{on}-V_{off}$	0.6	0.8	—	V
Input Resistance $(V_{SS}-15\ V) \leq V_{Rx1-3} \leq (V_{DD}+15\ V)$	Rx1-3	R_{in}	3.0	5.4	7.0	kΩ
High-Level Output Voltage V_{Rx1-3} = −3 V to $(V_{SS}-15\ V)$* I_{OH} = −20 μA, V_{CC} = +5.0 V I_{OH} = −1 mA, V_{CC} = +5.0 V	DO1-3	V_{OH}	 4.9 3.8	 4.9 4.3	 — —	V
Low-Level Output Voltage V_{Rx1-3} = +3 V to $(V_{DD}+15\ V)$* I_{OL} = +20 μA, V_{CC} = +5.0 V I_{OL} = +2 mA, V_{CC} = +5.0 V I_{OL} = +4 mA, V_{CC} = +5.0 V	DO1-3	V_{OL}	 — — —	 0.01 0.02 0.5	 0.1 0.5 0.7	V

*This is the range of input voltages as specified by EIA-232-D to cause a receiver to be in the high or low logic state.

DRIVER ELECTRICAL SPECIFICATIONS (Voltage polarities referenced to GND = 0 V, V_{CC} = +5 V ±5%, T_A = −40 to 85°C)

Characteristic		Symbol	MC145406 Min	MC145406 Typ	MC145406 Max	Unit
Digital Input Voltage	DI1-3					V
Logic 0		V_{IL}	–	–	0.8	
Logic 1		V_{IH}	2.0	–	–	
Input Current	DI1-3	I_{in}	–	–	±1.0	μA
$V_{DI1-3} = V_{CC}$						
Output High Voltage	Tx1-3	V_{OH}				V
V_{DI1-3} = Logic 0, R_L = 3.0 kΩ						
V_{DD} = +5.0 V, V_{SS} = −5.0 V			3.5	3.9	–	
V_{DD} = +6.0 V, V_{SS} = −6.0 V			4.3	4.7	–	
V_{DD} = +12.0 V, V_{SS} = −12.0 V			9.2	9.5	–	
Output Low Voltage*	Tx1-3	V_{OL}				V
V_{DI1-3} = Logic 1, R_L = 3.0 kΩ						
V_{DD} = +5.0 V, V_{SS} = −5.0 V			−4.0	−4.3	–	
V_{DD} = +6.0 V, V_{SS} = −6.0 V			−4.5	−5.2	–	
V_{DD} = +12.0 V, V_{SS} = −12.0 V			−10.0	−10.3	–	
Off Source Resistance	Tx1-3		300	–	–	Ω
(Figure 1)						
$V_{DD} = V_{SS} = GND = 0$ V, $V_{Tx1-3} = \pm 2.0$ V						
Output Short-Circuit Current	Tx1-3	I_{SC}				mA
V_{DD} = +12.0 V, V_{SS} = −12.0 V						
Tx1-3 shorted to GND**			–	±22	±60	
Tx1-3 shorted to ±15.0 V***			–	±60	±100	

*The voltage specifications are in terms of absolute values.

**Specification is for one Tx output pin to be shorted at a time. Should all three driver outputs be shorted simultaneously, device power dissipation limits will be exceeded.

***This condition could exceed package limitations.

SWITCHING CHARACTERISTICS (V_{CC} = +5 V ±5%, T_A = −40 to 85°C; See Figures 2 and 3)

Characteristic		Symbol	MC145406 Min	MC145406 Typ	MC145406 Max	Unit
Drivers						
Propagation Delay Time	Tx1-3					ns
Low-to-High		t_{PLH}				
R_L = 3 kΩ, C_L = 50 pF			–	300	500	
High-to-Low		t_{PHL}				
R_L = 3 kΩ, C_L = 50 pF			–	300	500	
Output Slew Rate	Tx1-3	SR				V/μs
Minimum Load						
R_L = 7 kΩ, C_L = 0 pF, V_{DD} = 6 to 12 V, V_{SS} = −6 to −12 V			–	±6	±30	
Maximum Load						
R_L = 3 kΩ, C_L = 2500 pF						
V_{DD} = 12 V, V_{SS} = −12 V			–	±3.0	–	
V_{DD} = 5 V, V_{SS} = −5 V			–	–	–	
Receivers (C_L = 50 pF)						
Propagation Delay Time	DO1-3					ns
Low-to-High		t_{PLH}	–	150	425	
High-to-Low		t_{PHL}	–	150	425	
Output Rise Time	DO1-3	t_r	–	250	400	ns
Output Fall Time	DO1-3	t_f	–	40	100	ns

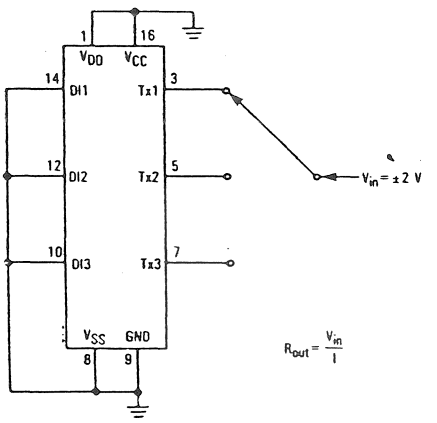


Figure 1. Power-Off Source Resistance (Drivers)

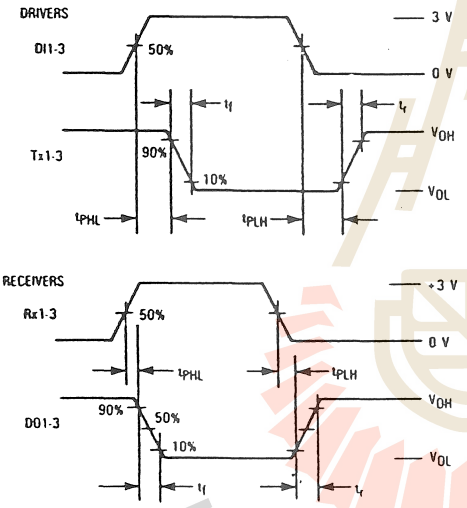


Figure 2. Switching Characteristics

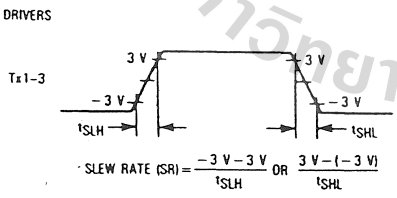


Figure 3. Slew Rate Characterization

PIN DESCRIPTIONS

V_{DD}—POSITIVE POWER SUPPLY (PIN 1)

The most positive power supply pin, which is typically 5 to 12 volts.

V_{SS}—NEGATIVE POWER SUPPLY (PIN 8)

The most negative power supply pin, which is typically −5 to −12 volts.

V_{CC}—DIGITAL POWER SUPPLY (PIN 16)

The digital supply pin, which is connected to the logic power supply (maximum +5.5 volts). V_{CC} *must* be less than or equal to V_{DD}.

GND—GROUND (PIN 9)

Ground return pin is typically connected to the signal ground pin of the EIA-232-D connector (connector pin 7) as well as to the logic power supply ground.

Rx1, Rx2, Rx3—RECEIVE DATA INPUT (PINS 2, 4, 6)

These are the EIA-232-D receive signal inputs whose voltages can range from (V_{DD} + 15 V) to (V_{SS} − 15 V). A voltage between +3 and (V_{DD} + 15 V) is decoded as a space and causes the corresponding DO pin to swing to ground (0 V); a voltage between −3 and (V_{SS} − 15 V) is decoded as a mark and causes the DO pin to swing up to V_{CC}. The actual turn-on input switchpoint is typically biased at 1.8 volts above ground, and includes 800 millivolts of hysteresis for noise rejection. The nominal input impedance is 5 kilohms. An open or grounded input pin is interpreted as a mark, forcing the DO pin to V_{CC}.

DO1, DO2, DO3—DATA OUTPUT (PINS 11, 13, 15)

These are the receiver digital output pins, which swing from V_{CC} to ground. A space on the Rx pin causes DO to produce a logic zero; a mark produces a logic one. Each output pin is capable of driving one LSTTL input load.

DI1, DI2, DI3—DATA INPUT (PINS 10, 12, 14)

These are the high-impedance digital input pins to the drivers. TTL compatibility is accomplished by biasing the input switchpoint at 1.4 volts above ground. However, 5-volt CMOS compatibility is maintained as well. Input voltage levels on these pins must be between V_{CC} and ground.

Tx1, Tx2, Tx3—TRANSMIT DATA OUTPUT (PINS 3, 5, 7)

These are the EIA-232-D transmit signal output pins, which swing toward V_{DD} and V_{SS}. A logic one at a DI input causes the corresponding Tx output to swing toward V_{SS}. A logic zero causes the output to swing toward V_{DD} (the output voltages will be slightly less than V_{DD} or V_{SS} depending upon the output load). Output slew rates are limited to a maximum of 30 volts per microsecond. When the MC145406 is off ($V_{DD} = V_{SS} = V_{CC} = GND$), the minimum output impedance is 300 ohms.

APPLICATIONS INFORMATION

The MC145406 has been designed to meet the electrical specifications of standards EIA-232-D and CCITT V.28. EIA-232-D defines the electrical and physical interface between Data Communication Equipment (DCE) and Data Terminal Equipment (DTE). A DCE is connected to a DTE using a cable that typically carries up to 25 leads. These leads, referred to as interchange circuits, allow the transfer of timing, data, control, and test signals. Electrically this transfer requires level shifting between the TTL/CMOS logic levels of the computer or modem and the high voltage levels of EIA-232-D, which can range from ±3 to ±25 volts. The MC145406, provides the necessary level shifting as well as meeting other aspects of the EIA-232-D specification.

DRIVERS

As defined by the specification, an EIA-232-D driver presents a voltage of between ±5 to ±15 volts into a load of between 3 to 7 kilohms. A logic one at the driver input results in a voltage of between −5 to −15 volts. A logic zero results in a voltage between +5 to +15 volts. When operating V_{DD} and V_{SS} at ±7 to ±12 volts, the MC145406 meets this requirement. When operating at ±5 volts, the MC145406 drivers produce less than ±5 volts at the output (when terminated), which does not meet EIA-232-D specification. However, the output voltages when using a ±5 volt power supply are high enough (around ±4 volts) to permit proper reception by an EIA-232-D receiver, and can be used in applications where strict compliance to EIA-232-D is not required.

Another requirement of the MC145406 drivers is that they withstand a short to another driver in the EIA-232-D cable. The worst-case condition that is permitted by EIA-232-D is a ±15 volt source that is current limited to 500 milliamperes. The MC145406 drivers can withstand this condition momentarily. In most short circuit conditions the source driver will have a series 300 ohm output impedance needed to satisfy the EIA-232-D driver requirements. This will reduce the short circuit current to under 40 mA which is an acceptable level for the MC145406 to withstand.

Unlike some other drivers, the MC145406 drivers feature an internally-limited output slew rate that does not exceed 30 volts per microsecond.

RECEIVERS

The job of an EIA-232-D receiver is to level-shift voltages in the range of −25 to +25 volts down to TTL/CMOS logic levels (0 to +5 volts). A voltage of between −3 and −25 volts on Rx1 is defined as a mark and produces a logic one at DO1. A voltage between +3 and +25 volts is a space and produces a logic zero. While receiving these signals, the Rx inputs must present a resistance between 3 and 7 kilohms. Nominally, the input resistance of the Rx1-3 inputs is 5.4 kilohms.

The input threshold of the Rx1-3 inputs is typically biased at 1.8 volts above ground (GND) with typically 800 millivolts of hysteresis included to improve noise immunity. The 1.8 volt bias forces the appropriate DO pin to a logic one when its Rx input is open or grounded as called for in the EIA-232-D specification. Notice that TTL logic levels can be applied to the Rx inputs in lieu of normal EIA-232-D signal levels. This might be helpful in situations where access to the modem or computer through the EIA-232-D connector is necessary with TTL devices. However, it is important not to connect the EIA-232-D outputs (Tx1-3) to TTL inputs since TTL operates off +5 volts only, and may be damaged by the high output voltage of the MC145406.

The DO outputs are to be connected to a TTL or CMOS input (such as an input to a modem chip). These outputs will swing from V_{CC} to ground, allowing the designer to operate the DO and DI pins from digital power supply. The Tx and Rx sections are independently powered by V_{DD} and V_{SS} so that one may run logic at +5 volts and the EIA-232-D signals at ±12 volts.

POWER SUPPLY CONSIDERATIONS

V_{CC} should not exceed V_{DD} by more than 0.5 volts. Due to an internal diode between V_{DD} and V_{CC}, the power-up or power-down power supply sequences may permit V_{CC} to be greater than V_{DD} for a short period of time. This condition could cause parts to fail for longer periods of time. A diode as shown in Figure 4 can be used to protect the device from this condition.

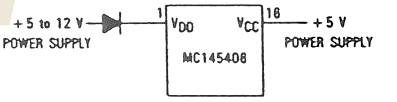
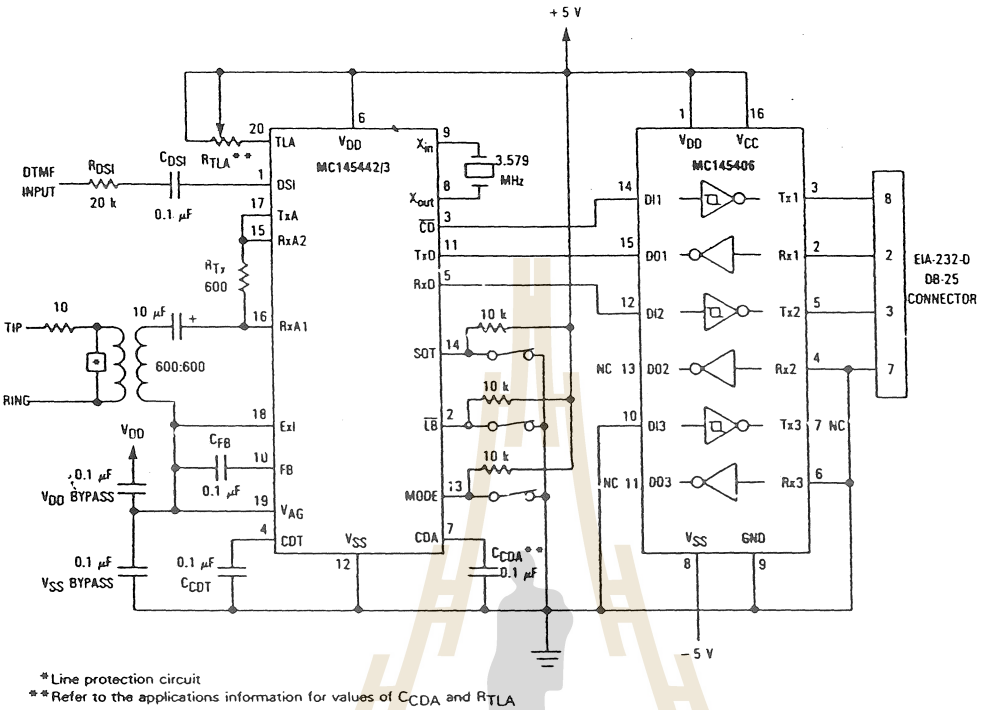


Figure 4. Protection Diode for $V_{CC} > V_{DD}$ Condition



*Line protection circuit
**Refer to the applications information for values of C_{CDA} and R_{TLA}

Figure 5. 5-Volt 300-Baud Modem with EIA-232-D Interface

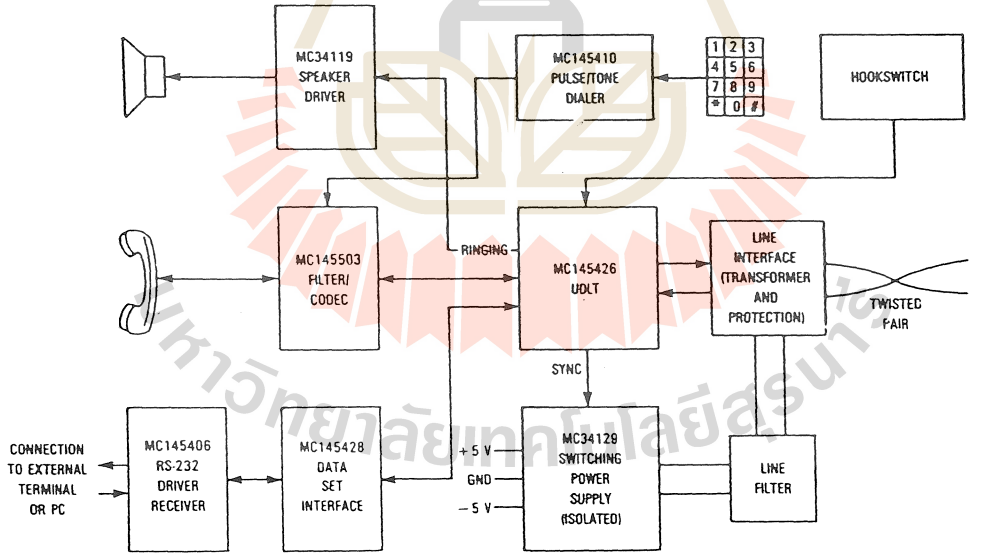


Figure 6. Line-Powered Voice/Data Telephone with Electrically Isolated EIA-232-D Interface

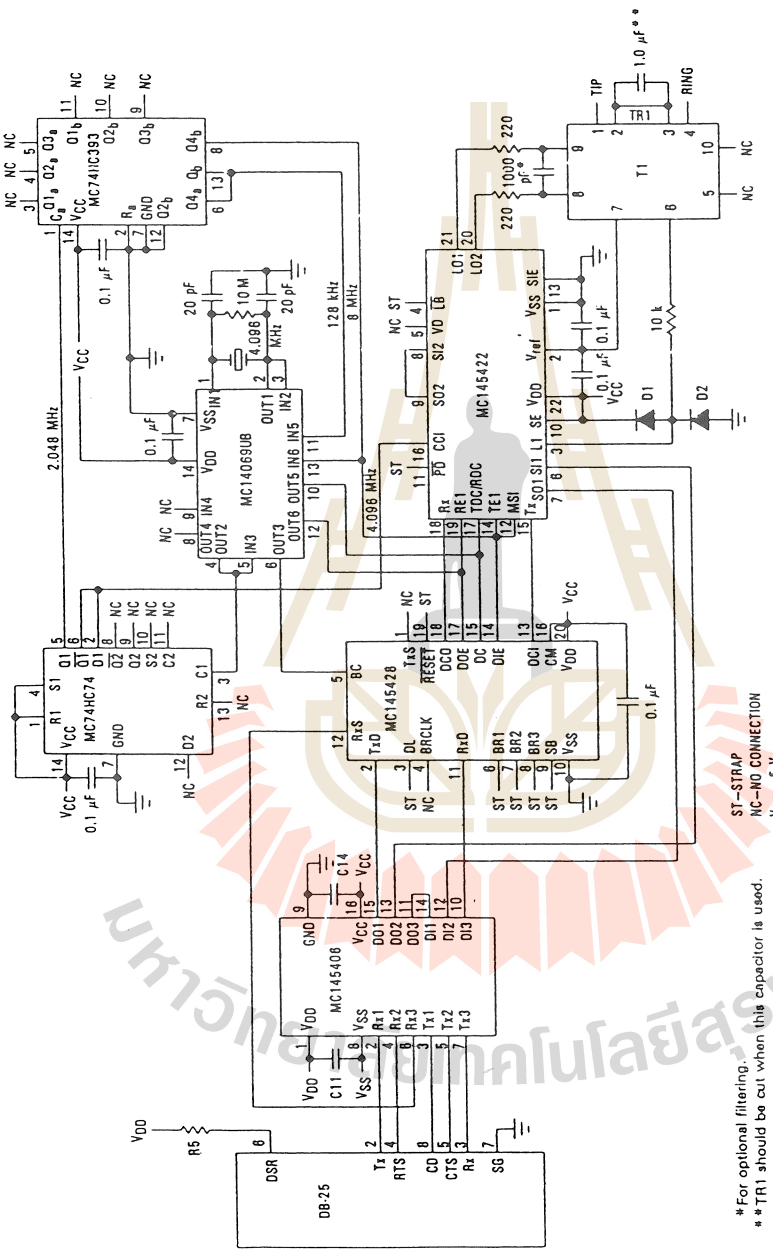


Figure 7. 80 kbps Limited Distance Modem with EIA-232-D Interface (Master)

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR
TECHNICAL DATA

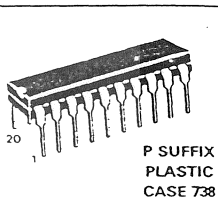
MC145442
MC145443

Advance Information

Single Chip 300 Baud Modem

The MC145442 and MC145443 silicon-gate CMOS single-chip low-speed modems contain a complete frequency shift keying (FSK) modulator, demodulator, and filter. These devices are compatible with CCITT V.21 (MC145442) and Bell 103 (MC145443) specifications. Both devices provide full-duplex or half-duplex 300 baud data communicaton over a pair of telephone lines. They also include a carrier detect circuit for the demodulator section and a duplexer circuit for direct operation on a telephone line through a simple transformer.

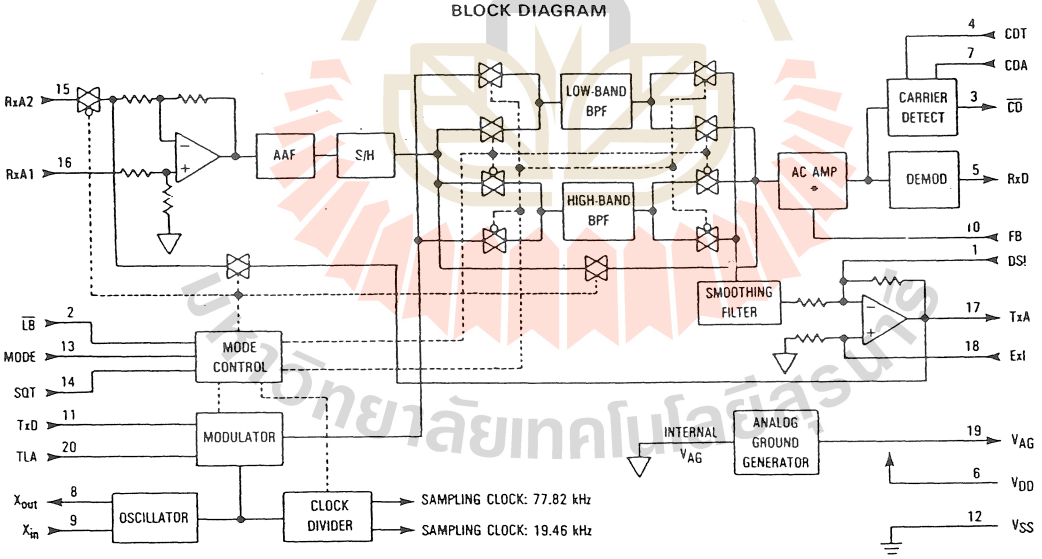
- MC145442 Compatible with CCITT V.21
- MC145443 Compatible with Bell 103
- Low-Band and High-Band Bandpass Filters On-Chip
- Simplex, Half-Duplex, and Full-Duplex Operation
- Originate and Answer Mode
- Analog Loopback Configuration for Self Test
- Hybrid Network Function On-Chip
- Carrier Detect Circuit On-Chip
- Adjustable Transmit Level and $\overline{CD}$ Delay Timing
- On-Chip Crystal Oscillator (3.579 MHz)
- Single +5 Volt Power Supply Operation
- Internal Mid-Supply Generator
- Power-Down Mode
- Pin Compatible with MM74HC943
- Capable of Driving −9 dBm into a 600-Ohm Load



P SUFFIX
PLASTIC
CASE 738

DW SUFFIX
SOIC
CASE 751D

BLOCK DIAGRAM



*Refer to the FB pin description.

This document contains information on a new product. Specifications and information herein are subject to change without notice.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (Voltages Referenced to V_{SS})

Rating	Symbol	Value	Unit
Supply Voltage	V_{DD}	−0.5 to 7.0	V
DC Input Voltage	V_{in}	−0.5 to V_{DD} + 0.5	V
DC Output Voltage	V_{out}	−0.5 to V_{DD} + 0.5	V
Clamp Diode Current, per Pin	I_{IK}, I_{OK}	± 20	mA
DC Output Current, per Pin	I_{out}	± 28	mA
Power Dissipation	PD	500	mW
Operating Temperature Range	T_A	−40 to 85	°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	−65 to 150	°C

This device contains circuitry to protect against damage due to high static voltages or electric fields, however, it is advised that normal precautions be taken to avoid application of any voltage higher than maximum rated voltages to this high impedance circuit. For proper operation it is recommended that V_{in} and V_{out} be constrained to the range $V_{SS} \le (V_{in}$ or $V_{out}) \le V_{DD}$.

Unused inputs must always be tied to an appropriate logic voltage level (e.g., either V_{SS} or V_{DD}).

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

Parameter	Symbol	Min	Max	Unit
Supply Voltage	V_{DD}	4.5	5.5	V
DC Input or Output Voltage	V_{in}, V_{out}	0	V_{DD}	V
Input Rise or Fall Time	t_r, t_f	—	500	ns
Crystal Frequency*	$f_{crystal}$	3.2	5.0	MHz

*Changing the crystal frequency from 3.579 MHz will change the output frequencies. The change in output frequency will be proportional to the change in crystal frequency.

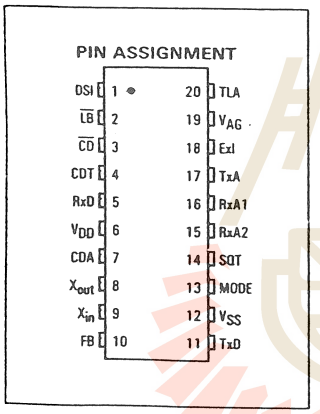
DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V_{DD} = 5.0 V ± 10%, T_A = −40 to 85°C)

Characteristic		Symbol	Min	Typ	Max	Unit
High-Level Input Voltage	$\overline{LB}$	V_{IH}	V_{DD} − 0.8	—	—	V
	X_{in}, TxD, Mode, SQT		3.15	—	—	
Low-Level Input Voltage	$\overline{LB}$	V_{IL}	—	—	0.8	V
	X_{in}, TxD, Mode, SQT		—	—	1.1	
High-Level Output Voltage		V_{OH}				V
I_{OH} = 20 μA	$\overline{CD}$, RxD		V_{DD} − 0.1	—	—	
I_{OH} = 2 mA	$\overline{CD}$, RxD		3.7	—	—	
I_{OH} = 20 μA	X_{out}		—	V_{DD} − 0.05	—	
Low-Level Output Voltage		V_{OL}				V
I_{OL} = 20 μA	$\overline{CD}$, RxD		—	—	0.1	
I_{OL} = 2 mA	$\overline{CD}$, RxD		—	—	0.4	
I_{OL} = 20 μA	X_{out}		—	0.05	—	
Input Current	$\overline{LB}$, TxD, Mode, SQT	I_{in}	—	—	± 1.0	μA
	RxA1, RxA2		—	10	± 12	
	X_{in}		—	—	± 10	
Quiescent Supply Current		I_{DD}	—	7	10	mA
X_{in} or $f_{crystal}$ = 3.579 MHz						
Power-Down Supply Current			—	200	300	μA
Input Capacitance	X_{in}	C_{in}	—	10	—	pF
	All Other Inputs		—	—	10	
V_{AG} Output Voltage (I_O = ± 10 μA)		V_{AG}	2.4	2.5	2.6	V
CDA Output Voltage (I_O = ± 10 μA)		V_{CDA}	1.1	1.2	1.3	V
Line Driver Feedback Resistor		R_f	10	20	30	kΩ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V_{DD} = 5.0 V ± 10%, T_A = −40 to 85°C, Crystal Frequency = 3.579 MHz ± 0.1%; See Figure 1)

Characteristic		Min	Typ	Max	Unit
TRANSMITTER					
Power Output on TxA RL = 1.2 kΩ, R_{TLA} = ∞ RL = 1.2 kΩ, R_{TLA} = 5.5 kΩ		 −13 −10	 −12 −9	 −11 −8	dBm
Second Harmonic Power RL = 1.2 kΩ		—	−56	—	dBm
RECEIVE FILTER AND HYBRID					
Hybrid Input Impedance RxA1, RxA2		40	50	—	kΩ
FB Output Impedance		—	16	—	kΩ
Adjacent Channel Rejection		−48	—	—	dBm
DEMODULATOR					
Receive Carrier Amplitude		−48	—	−12	dBm
Dynamic Range		—	36	—	dB
Bit Jitter (S/N = 30 dB, Input = −38 dBm, Bit Rate = 300 baud)		—	100	—	μs
Bit Bias		—	5	—	%
Carrier Detect Threshold (CDA = 1.2 V or CDA grounded through a 0.1 μF capacitor)	On to Off Off to On	— —	−44 −47	— —	dBm



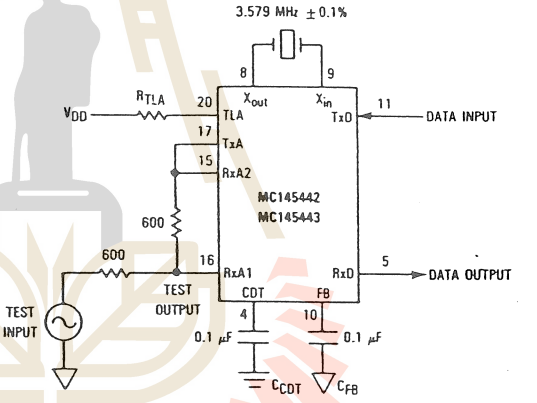


Figure 1. AC Characteristics Evaluation Circuit

PIN DESCRIPTIONS

V_{DD}—POSITIVE POWER SUPPLY (PIN 6)

This pin is normally tied to 5.0 V.

V_{SS}—NEGATIVE POWER SUPPLY (PIN 12)

This pin is normally tied to 0 V.

V_{AG}—ANALOG GROUND (PIN 19)

Analog ground is internally biased to ($V_{DD} - V_{SS}$)/2. This pin must be decoupled by a capacitor from V_{AG} to V_{SS} and a capacitor from V_{AG} to V_{DD}. Analog ground is the common bias line used in the switched capacitor filters, limiter, and slicer in the demodulation circuitry.

TLA—TRANSMIT LEVEL ADJUST (PIN 20)

This pin is used to adjust the transmit level. Transmit level adjustment range is typically from −12 dBm to −9 dBm. (See Applications Information.)

TxD—TRANSMIT DATA (PIN 11)

Binary information is input to the transmit data pin. Data entered for transmission is modulated using FSK techniques. A logic high input level represents a mark and a logic low represents a space. (See Table 1.)

Table 1. Bell 103 and CCITT V.21 Frequency Characteristics

Bell 103 (MC145443)				
Data	Originate Mode		Answer Mode	
	Transmit	Receive	Transmit	Receive
Space	1070 Hz	2025 Hz	2025 Hz	1070 Hz
Mark	1270 Hz	2225 Hz	2225 Hz	1270 Hz
CCITT V.21 (MC145442)				
Data	Originate Mode		Answer Mode	
	Transmit	Receive	Transmit	Receive
Space	1180 Hz	1850 Hz	1850 Hz	1180 Hz
Mark	980 Hz	1650 Hz	1650 Hz	980 Hz

NOTE: Actual frequencies may be ±5 Hz assuming a 3.579545 MHz crystal is used.

TxA—TRANSMIT CARRIER (PIN 17)

This is the output of the line driver amplifier. The transmit carrier is the digitally synthesized sine wave output of the modulator derived from a crystal oscillator reference. When a 3.579 MHz crystal is used the frequency outputs shown in Table 1 apply. (See Applications Information.)

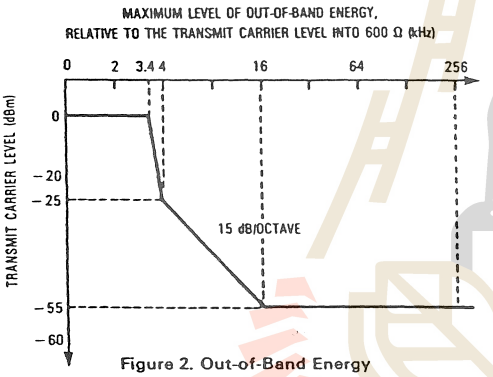


Figure 2. Out-of-Band Energy

ExI—EXTERNAL INPUT (PIN 18)

The external input is the noninverting input to the line driver. It is provided to combine an auxiliary audio signal or speech signal to the phone line using the line driver. This pin should be connected to V_{AG} if not used. The average level must be the same as V_{AG} to maintain proper operation. (See Applications Information.)

DSI—DRIVER SUMMING INPUT (PIN 1)

The driver summing input may be used to connect an external signal, such as a DTMF dialer, to the phone line. A series resistor, R_{DSI}, is needed to define the voltage gain A_V (see Applications Information and Figure 6). When applying a signal to the DSI pin, the modulator should be squelched by bringing SQT (pin 14) to a logic high level. The voltage gain, A_V, is calculated by the formula $A_V = -R_f/R_{DSI}$ (where $R_f \approx 20$ kΩ). For example, a 20 kΩ resistor for R_{DSI} will provide unity gain ($A_V = -20$ kΩ/20 kΩ $= -1$). This pin MUST be left OPEN if not used.

RxD—RECEIVE DATA (PIN 5)

The receive data output pin presents the digital binary data resulting from the demodulation of the receive carrier. If no carrier is present, $\overline{CD}$ high, the receive data output (RxD) is clamped high.

RxA2, RxA1—RECEIVE CARRIER (PINS 15, 16)

The receive carrier is the FSK input to the demodulator through the receive band-pass filter. RxA1 is the noninverting input and RxA2 is the inverting input of the receive hybrid (duplexer) operational amplifier.

$\overline{LB}$—ANALOG LOOPBACK (PIN 2)

When a high level is applied to this pin (SQT must be low), the analog loopback test is enabled. The analog loopback test connects the TxA pin to the RxA2 pin and the RxA1 to analog ground. In loopback, the demodulator frequencies are switched to the modulation frequencies for the selected mode. (See Tables 1 and 2 and Figures 4c and 4d.)

When $\overline{LB}$ is connected to analog ground (V_{AG}), the modulator generates an echo cancellation tone of 2100 Hz for MC145442 CCITT V.21 and 2225 Hz for MC145443 Bell 103 systems. For normal operation, this pin should be at a logic low level (V_{SS}).

The power-down mode is enabled when both $\overline{LB}$ and SQT are connected to a logic high level. (See Table 2.)

Table 2. Functional Table

MODE Pin 13	SQT Pin 14	$\overline{LB}$ Pin 2	Operating Mode
1	0	0	Originate Mode
0	0	0	Answer Mode
X	0	V_{AG} (V_{DD}/2)	Echo Tone
X	0	1	Analog Loopback
X	1	0	Squelch Mode
X	1	V_{AG} (V_{DD}/2)	Squelch Mode
X	1	1	Power Down

MODE—MODE (PIN 13)

This input selects the pair of transmit and receive frequencies used during modulation and demodulation. When a logic high level is placed on this input, originate (Bell) or channel 1 (CCITT) is selected. When a low level is placed on this input, answer (Bell) or channel 2 (CCITT) is selected. (See Tables 1 and 2 and Figure 4.)

CDT—CARRIER DETECT TIMING (PIN 4)

A capacitor on this pin to V_{SS} sets the amount of time the carrier must be present before $\overline{CD}$ goes low. (See Applications Information for the capacitor values.)

$\overline{CD}$—CARRIER DETECT OUTPUT (PIN 3)

This output is used to indicate when a carrier has been sensed by the carrier detect circuit. This output goes to a logic low level when a valid signal above the minimum threshold level (defined by CDA pin 7) is maintained on the input to the hybrid circuit longer than the response time (defined by CDT pin 4). This pin is held at the logic low level until the signal falls below the maximum threshold level for longer than the turn off time. (See Applications Information and Figure 5.)

CDA—CARRIER DETECT ADJUST (PIN 7)

An external voltage may be applied to this pin to adjust the carrier detect threshold. The threshold hysteresis is internally fixed at 3 dB. (See Applications Information.)

X_{out}, X_{in}—CRYSTAL OSCILLATOR (PINS 8, 9)

A crystal reference oscillator is formed when a 3.579 MHz crystal is connected between these two pins. X_{out} (pin 8) is the output of the oscillator circuit, and X_{in} (pin 9) is the input to the oscillator circuit. When using an external clock, apply the clock to the X_{in} (pin 9) pin and leave X_{out} (pin 8) open. An internal 10 mΩ resistor and internal capacitors, typically 10 pF on X_{in} and 16 pF on X_{out}, allow the crystal to be connected without any other external components. Printed circuit board layout should keep external stray capacitance to a minimum.

FB—FILTER BIAS (PIN 10)

This is the negative input to the ac amplifier. In normal operation, this pin is connected to analog ground through a 0.1 μF bypass capacitor in order to cancel the input offset voltage of the limiter. It has a nominal input impedance of 16 kΩ. (See Figure 3.)

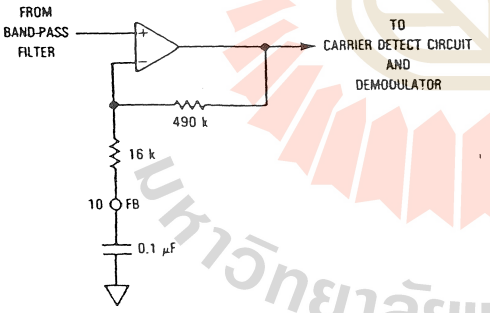


Figure 3. AC Amplifier Circuit

SQT—TRANSMIT SQUELCH (PIN 14)

When this input pin is at a logic high level, the modulator is disabled. The line driver remains active if $\overline{LB}$ is at a logic low level. (See Table 2.)

When both $\overline{LB}$ and SQT are connected to a logic high level, see Table 2, the entire chip is in a power down state and all circuitry except the crystal oscillator is disabled. Total power supply current decreases from 10 mA (maximum) to 300 μA (maximum).

GENERAL DESCRIPTION

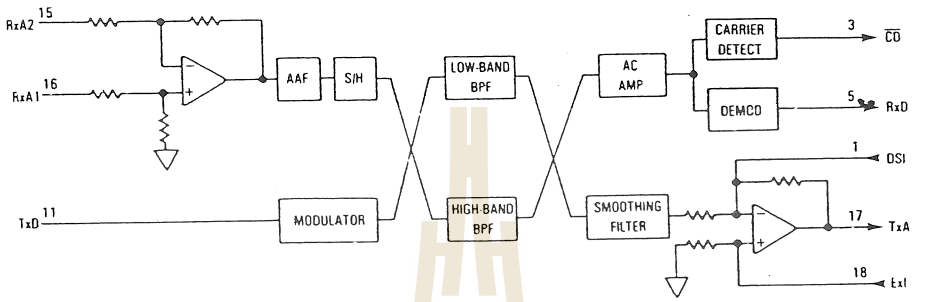
The MC145442 and MC145443 are full-duplex low-speed modems. They provide a 300 baud FSK signal for bidirectional data transmission over the telephone network. They can be operated in one of four basic configurations as determined by the state of MODE (pin 13) and $\overline{LB}$ (pin 2). The normal (non-loopback) and self test (loopback) modes in both answer and originate modes will be discussed.

For an originate or channel 1 mode, a logic high level is placed on MODE (pin 13) and a logic low level is placed on $\overline{LB}$ (pin 2). In this mode, transmit data is input on TxD, where it is converted to a FSK signal and routed through a low-band band-pass filter. The filtered output signal is then buffered by the Tx op-amp line driver, which is capable of driving −9 dBm onto a 600 Ω line. The receive signal is connected through a hybrid duplexer circuit on pins 15 and 16, RxA2 and RxA1. The signal then passes through the anti-aliasing filter, the sample-and-hold circuit, is switched into the high-band band-pass filter, and then switched into the ac amplifier circuit. The output of the ac amplifier circuit is routed to the demodulator circuit and demodulated. The resulting digital data is then output through RxD (pin 5). The carrier detect circuit receives its signal from the output of the ac amplifier circuit and goes low when the incoming signal is detected. (See Figure 4a.)

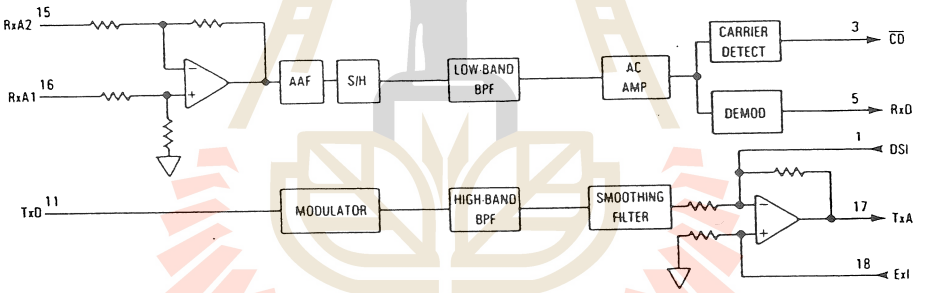
In the answer or channel 2 mode, a logic low level is placed on MODE (pin 13) and on $\overline{LB}$ (pin 2). In this mode, the data follows the same path except the FSK signal is routed to the high-band band-pass filter and the sample-and-hold signal is routed through the low-band band-pass filter. (See Figure 4b.)

In the analog loopback originate or channel 1 mode, a logic high level is placed on MODE (pin 13) and on $\overline{LB}$ (pin 2). This mode is used for a self check of the modulator, demodulator, and low-band pass-band filter circuit. The modulator side is configured exactly like the originate mode above except the line driver output (TxA pin 17) is switched to the negative input of the hybrid op-amp. The RxA2 input pin is open in this mode and the noninverting input of the hybrid circuit is connected to V_{AG}. The sample-and-hold output bypasses the filter so that the demodulator receives the modulated Tx data (see Figure 4c). This test checks all internal device components except the high-band band-pass filter which can be checked in the answer or channel 2 mode loopback test.

In the analog loopback answer or channel 2 mode, a logic low level is placed on MODE (pin 13) and a logic high level on $\overline{LB}$ (pin 2). This mode is used for a self check of the modulator, demodulator, and high-band pass-band filter circuit. This configuration is exactly like the originate loopback mode above, except the signal is routed through the high-band pass-band filter. (See Figure 4d.)



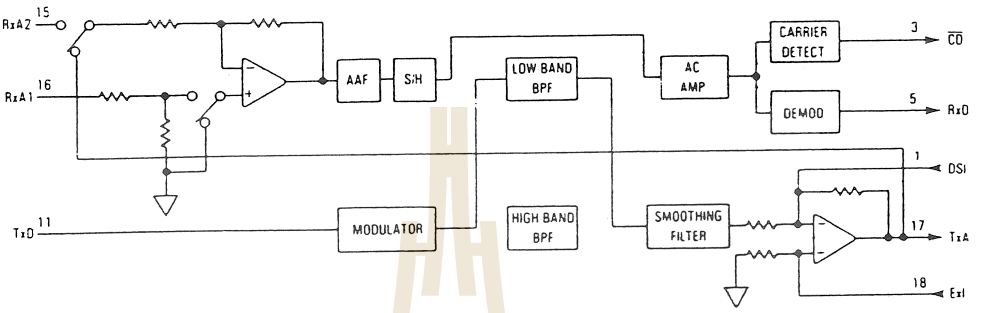
(a) ORIGINATE/CHANNEL 1 MODE (MODE = HIGH, $\overline{LB}$ = LOW)



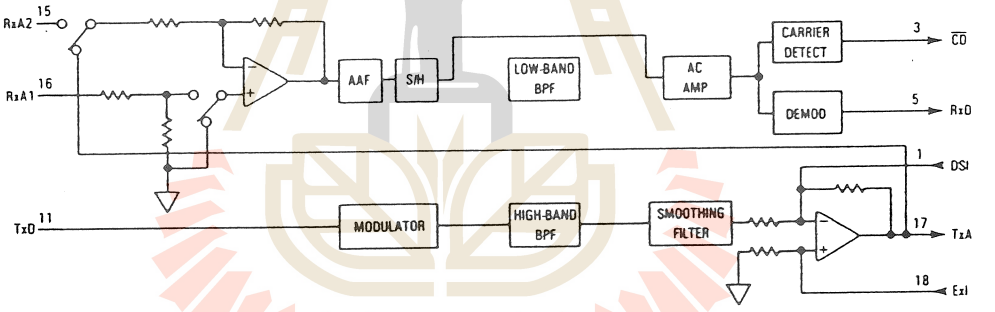
(b) ANSWER/CHANNEL 2 MODE (MODE = LOW, $\overline{LB}$ = LOW)

Figure 4. Basic Operating Modes

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



(c) ORIGINATE/CHANNEL 1 MODE AND ANALOG LOOPBACK STATE (MODE = HIGH, $\overline{LB}$ = HIGH)



(d) ANSWER/CHANNEL 2 MODE AND ANALOG LOOPBACK STATE (MODE = LOW, $\overline{LB}$ = HIGH)

Figure 4. Basic Operating Modes

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

APPLICATIONS INFORMATION

CARRIER DETECT TIMING ADJUSTMENT

The value of a capacitor, C_{CDT} at CDT (pin 4) determines how long a received modem signal must be present above the minimum threshold level before $\overline{CD}$ (pin 3) goes low. The C_{CDT} capacitor also determines how long the $\overline{CD}$ pin stays low after the received modem signal goes below the minimum threshold. The $\overline{CD}$ pin is used to distinguish a strong modem signal from random noise. The following equations show the relationship between t_{CDL}, the time in seconds required for $\overline{CD}$ to go low; t_{CDH}, the time in seconds required for $\overline{CD}$ to go high; and C_{CDT}, the capacitor value in μF.

Valid signal to $\overline{CD}$ response time: $t_{CDL} \approx 6.4 \times C_{CDT}$

Invalid signal to $\overline{CD}$ off time: $t_{CDH} \approx 0.54 \times C_{CDT}$

Example: $t_{CDL} \approx 6.4 \times 0.1\ \mu F \approx 0.64$ seconds

$t_{CDH} \approx 0.54 \times 0.1\ \mu F \approx 0.054$ seconds

CARRIER DETECT THRESHOLD ADJUSTMENT

The carrier detect threshold is set by internal resistors to activate $\overline{CD}$ with a typical −44 dBm (into 600 Ω) signal and deactivate $\overline{CD}$ with a typical −47 dBm signal applied to the input of the hybrid circuit. The carrier detect threshold level can be adjusted by applying an external voltage on CDA (pin 7). The following equations may be used to find the CDA voltage required for a given threshold voltage. (V_{on} and V_{off} are in volts RMS.)

$$V_{CDA} = 244 \times V_{on}$$

$$V_{CDA} = 345 \times V_{off}$$

Example (internally set)

$V_{on} = 4.9$ mV ≈ −44 dBm: $V_{CDA} = 244 \times 4.9$ mV = 1.2 V

$V_{off} = 3.5$ mV ≈ −47 dBm: $V_{CDA} = 345 \times 3.5$ mV = 1.2 V

Example (externally set):

$V_{on} = 7.7$ mV ≈ −40 dBm: $V_{CDA} = 244 \times 7.7$ mV = 1.9 V

$V_{off} = 5.4$ mV ≈ −43 dBm: $V_{CDA} = 345 \times 5.4$ mV = 1.9 V

The CDA pin has an approximate Thevenin equivalent voltage of 1.2 V and an output impedance of 100 kΩ. When using the internal 1.2 volt reference a 0.1 μF capacitor should be connected between this pin and V_{SS}. (See Figure 5.)

TRANSMIT LEVEL ADJUSTMENT

The power output at TxA (pin 17) is determined by the value of resistor R_{TLA} that is connected between TLA (pin 20) to V_{DD} (pin 6). Table 3 shows the R_{TLA} values and the corresponding power output for a 600 Ω load. The voltage at TxA is twice the value of that at ring and tip because TxA feeds the signal through a 600 Ω resistor R_{Tx} to a 600 Ω line transformer. (See Figure 7.) When choosing resistor R_{TLA}, keep in mind that −9 dBm is the maximum output level allowed from a modem onto the telephone line (in the U.S.). In addition, keep in mind that maximizing the power output from the modem optimizes the signal-to-noise ratio, improving accurate data transmission.

Table 3. Transmit Level Adjust

Output Transmit Level (Typical into 600 Ω)	R_{TLA}
−12 dBm	∞
−11 dBm	19.8 kΩ
−10 dBm	9.2 kΩ
−9 dBm	5.5 kΩ

THE LINE DRIVER

The line driver is a power amplifier used for driving the telephone line. Both the inverting and noninverting input to the line driver are available for transmitting externally generated tones.

EXI (pin 18) is the noninverting input to the line driver and gives a fixed gain of 2 (R_i = 50 kΩ). The average signal level must be the same as V_{AG} to maintain proper operation. This pin should be connected to V_{AG} if not used.

The driver summing input (DSI, pin 1) may be used to connect an external signal, such as a DTMF dialer, to the phone line. When applying a signal to the DSI pin, the modulator should be squelched by bringing SQT (pin 14) to a logic high level. DSI MUST be left OPEN if not used.

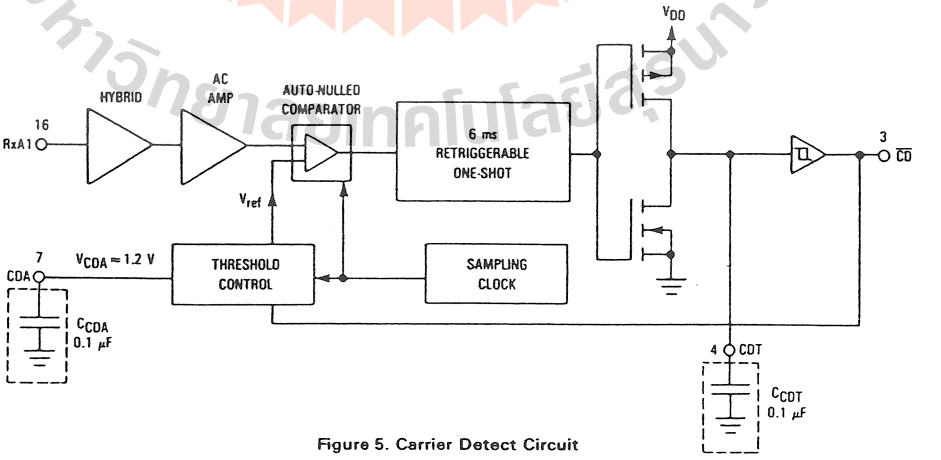


Figure 5. Carrier Detect Circuit

In addition, the DSI pin is the inverting side of the line driver and allows adjustable gain with a series resistor R_{DSI}. (See Figure 6.) The voltage gain, A_V, is determined by the equation:

$$A_V = -\frac{R_f}{R_{DSI}}$$

where $R_f \approx 20$ kΩ.

Example: A resistor value of 20 kΩ for R_{DSI} will provide unity gain.

$$A_V = -(20\ k\Omega/20\ k\Omega) = -1$$

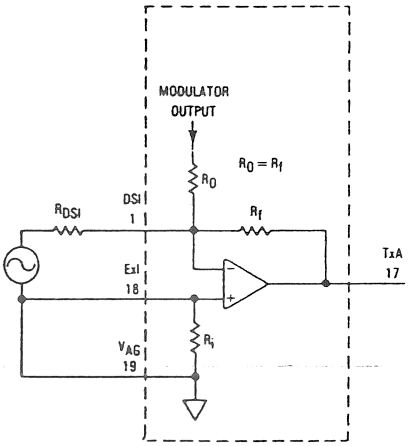
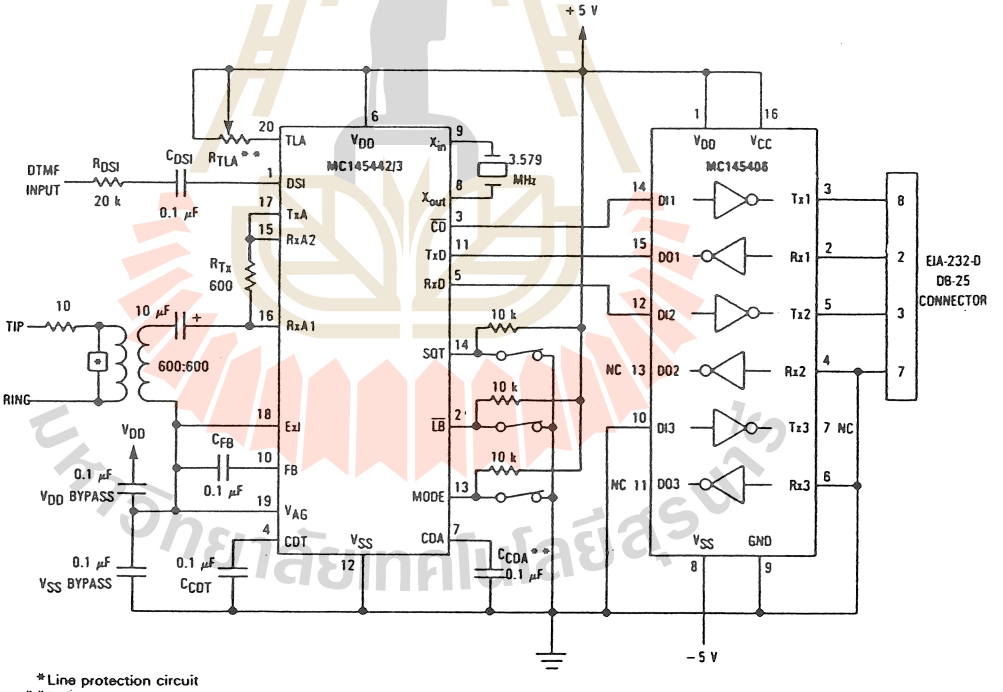


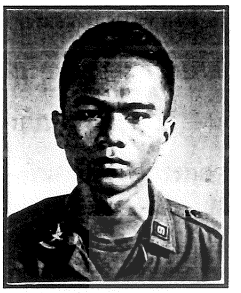
Figure 6. Line Driver Using the DSI Input



*Line protection circuit
**Refer to the applications information for values of C_{CDA} and R_{TLA}

Figure 7. Typical MC145442/MC145443 Applications Circuit

ประวัติผู้เขียน



นายเดชา กิจเพ็ชรณี เกิดวันที่ 27 มกราคม พ.ศ. 2519 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย จังหวัดนครราชสีมา ในปี พ.ศ. 2535 ปัจจุบันกำลังศึกษาอยู่ชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา ในคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม

นายวิศิษศักดิ์ เสงี่ยมศักดิ์ ภูมิลำเนาอยู่ที่อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ เกิดวันที่ 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2518 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย จังหวัดนครราชสีมา ในปี พ.ศ. 2535 ปัจจุบันกำลังศึกษาอยู่ชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา ในคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี