

การพัฒนาระบบวัดระดับน้ำและควบคุมการปิด-เปิดประตูระบายน้ำระยะไกล

Development of Supervisory Control and Data Acquisition System of Canal Regulator

โดย นายวิษณุ ศรีวงษา^{1/} และ ดร. วรวุธ วุฒินิชย์^{2/}

Vich SRIWONGSA^{1/} and Varawoot VUDHIVANICH^{2/}

- 1/ นิสิตปริญญาโท โครงการปริญญาโทสาขาวิชาวิศวกรรมชลประทาน ภาคพิเศษ วิทยาลัยการชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- 2/ รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

บทคัดย่อ

ระบบวัดน้ำและควบคุมการปิด-เปิดประตูระบายน้ำระยะไกลที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยคอมพิวเตอร์ประเภท PC ความเร็วซีพียูไม่ต่ำกว่า 300 เมกกะเฮิรตซ์ จำนวน 2 เครื่อง โมเด็มขนาดความเร็วในการส่งข้อมูลไม่น้อยกว่า 56 Kbps จำนวน 2 เครื่อง (ในกรณีที่บริเวณทำการทดลองมีคู่สายโทรศัพท์) หรือใช้คลื่นวิทยุความถี่ 2.4 GHz เพื่อการสื่อสารแบบไร้สาย และอุปกรณ์วัดระดับน้ำและควบคุมประตูระบายน้ำ ติดเครื่องกว้านที่ประตูระบายควบคุมการไหลของน้ำ โดยจะติดตั้งมอเตอร์กระแสตรงชนิดครอบดำ และใช้ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ ขนาด 10 K แบบ B ซึ่งเชื่อมกับสเกลเอียงที่ติดตั้งขึ้น เพื่อวัดระดับน้ำโดยใช้ลูกลอยและวัดขนาดการปิด-เปิดประตูระบาย แสงวงจรที่ออกแบบต่อพ่วงกับเครื่อง PC ผ่านพอร์ตขนานประกอบด้วย แสงวงจรสำหรับขั้วรีเลย์ วงจรขยายอินพุทเอาต์พุทผ่านระบบบัส I²C วงจร ADC/DAC ผ่านระบบ I²C รีเลย์ขนาด 12 V 5A ชุดแปลงไฟขนาด 24 V 3 A อย่างละ 1 ชุด แสงวงจรปรับแรงดันขนาด 0-5 V จำนวน 3 ชุด ทำการต่ออุปกรณ์ตามรายการดังกล่าวเข้ากับเครื่อง PC จากแสงวงจรปรับแรงดัน ระดับน้ำที่ขึ้น-ลงจะเป็นตัวปรับแรงดันไฟตามจังหวะขึ้น-ลงของลูกลอยซึ่งเคลื่อนที่ตามสเกลเอียง แรงดันที่แปรเปลี่ยนจะถูกแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัลโดยวงจร ADC/DAC ผ่านระบบ I²C ส่งเข้าทางพอร์ตขนานเพื่อแปลงค่าเป็นตัวเลขในระบบการควบคุมระยะไกล ติดตั้งโปรแกรมสำหรับสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ เช่น Laplink V 3.3 ลงในเครื่อง PC ทั้งสองเครื่องเพื่อการสื่อสารระยะไกล ข้อมูลระดับน้ำและการปิด-เปิดประตูระบายน้ำในแต่ละช่วงเวลาที่กำหนดจะถูกเก็บบันทึกด้วย datalogger ที่พัฒนาขึ้น ผลการทดสอบเบื้องต้นพบว่าระบบต่าง ๆ ทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ และจะนำไปติดตั้งเพื่อวัดระดับน้ำและควบคุมประตูระบายน้ำหลักของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนต่อไป

ABSTRACT

The Supervisory Control and Data Acquisition System(SCADA) developed in this study consisted of the PC computers with CPU above 300 MHz, 2 modems with baud rate above 56 kbps (in case of available telephone line) or communication radio at 2.4 GHz for remote communication, the water level sensors and canal the regulator control. The canal regulator equipped with the low speed DC motor. The 10 K available resistor type B attached to the inclined scale was the basic components of the floating water level sensor and the measurement of the regulator opening. The designed circuit connecting with the PC via parallel port consisted of the following components; the relay driver, inter-IC communication driver, analog-to digital convertor (ADC/DAC), 12V 5A relay, 24V 3A regulator transformer, 3 sets of 0-5 V voltage adjustor. These components were assembled and connected to PC. The water level fluctuation causing the floating equipment moved up and down and the available resistor and the voltage changed accordingly. The voltage was converted to digital signal via ADC/DAC. The digital signal was sent to PC via I²C and the parallel port for remote monitoring. The communication software such as Laplink V 3.3 was installed in both PC for remote communication. The water level and canal regulator opening at a specified time interval could be recorded with the datalogger developed in this study. The initial test showed that this SCADA system worked well. There is a plan to install this SCADA system at Bang Lane irrigation project for field test in the near future.

Keywords : SCADA , canal regulator, irrigation, water management

1. **บทนำ :** ปัจจุบันประเทศไทยได้มีการนำระบบตรวจวัดและควบคุมระยะไกลหรือระบบ SCADA มาใช้งานต่าง ๆ มากมาย รวมทั้งงานทางด้านชลประทาน มีการนำระบบ SCADA มาใช้ที่โครงการชลประทานที่พัฒนาขึ้นใหม่เช่น โครงการเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ (กรมชลประทาน ม.ป.ป.) เขื่อนแม่งรอง เขื่อนบางปะกง เป็นต้น ซึ่งต้องเสียค่าลงทุนสูงและใช้เทคโนโลยีที่นำเข้าจากต่างประเทศทั้งหมด อย่างไรก็ตาม โครงการชลประทานส่วนใหญ่ในประเทศไทย การอ่านระดับน้ำจากสถานีวัดน้ำหรือตามหัวงานอาคารชลประทานต่างๆ ตลอดจนการบังคับตัวอาคารปิด-เปิด ประตูระบายน้ำส่วนใหญ่ยังคงใช้พนักงานเป็นหลัก ทำให้เกิดล่าช้าในการอ่านส่งข้อมูลระดับน้ำและการควบคุมปริมาณน้ำในคลองชลประทาน อุปกรณ์ที่ทันสมัยเพื่อการบันทึกข้อมูลและควบคุมอาคารชลประทานมีราคาแพงมากต้องนำเข้าจากต่างประเทศ จึงควรมีการพัฒนากระบวนการวัดระดับน้ำและควบคุมการปิด-เปิดประตูระบายน้ำระยะไกลขึ้น โดยใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ทำได้ง่ายและราคาไม่แพงมากนัก งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาระบบวัดระดับน้ำและควบคุมการปิด-เปิดประตูน้ำระยะไกล

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบวัดระดับน้ำ (Water Level Sensor) ประกอบด้วย

- (1) ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้แนวตรง (สไลด์) ขนาดความต้านทาน 10 กิโลโอห์ม ชนิดบี (ลิเนียร์) จำนวน 3 ตัว

(2) วงจรจ่ายไฟแบบคงที่ที่ปรับค่าได้มีค่าแรงดันระหว่าง 0–5 V. ที่ทำการทดลองจะมีไอซีเบอร์ 7805 เป็นตัวควบคุมพร้อมทั้งใช้คอนเดนเซอร์ขนาด 0.47 ไมโครฟารัดควบคุมการกระเพื่อมของแรงดันขณะทำการเคลื่อนตัวด้านทาน

(3) เหล็กทรงความยาว 1.5 เมตร ขนาดร่องเล็กสุดพร้อมทั้งเบร้งเพื่อลดแรงเสียดทานขณะทำการวัดระดับน้ำ

(4) เหล็กตัวซีขนาด 6 นิ้ว ยาว 2 เมตร พร้อมเหล็กเส้นแบนขนาด 1 นิ้วหนา 1.5 มม. เพื่อใช้ทำโครงยึดและขาตั้ง

(5) ถังน้ำมันเปล่าขนาด 10 ลิตร ใช้ทำเป็นลูกลอย

(6) สีฟันเพื่อทำสเกลภายนอก

(7) สายไฟชนิดที่มีสายภายใน 3 เส้น ในที่นี้ใช้สายโทรศัพท์แบบสายภายใน แต่ถ้าจะเดินสายยาวมากๆ ขอแนะนำให้ใช้สายชนิดจะดีกว่าเพื่อลดการรบกวนจากสัญญาณที่ไม่ต้องการออกไปอีกทั้งยังเป็นการป้องกันกรณีเกิดฟ้าผ่าหรือฟ้าคะนอง

2.2 อุปกรณ์ที่ใช้พัฒนาระบบควบคุมการปิด-เปิดประตูน้ำ ประกอบด้วย

(1) เครื่องคอมพิวเตอร์แบบ PC จำนวน 2 เครื่องแนะนำว่าความเร็วของซีพียูควรมากกว่า 300 เมกะเฮิร์ตและมีหน่วยความจำ (แรม) ไม่ต่ำกว่า 64 เมกะไบต์ มีฮาร์ดดิสควรมากกว่า 1 กิกะไบต์

(2) ไอซีเบอร์ 74HC451 พร้อมซอกเก็ต จำนวน 3 ตัว

(3) ทรานซิสเตอร์เบอร์ BC 547 จำนวน 2 ตัว

(4) ตัวต้านทาน 3.3K , 10K , 2.7K (1/4 W) จำนวนอย่างละ 2 ตัว

(5) คอนเดนเซอร์ 0.10 ไมโครฟารัด 50 V จำนวน 4 ตัว

(6) วงจรจ่ายไฟเลี้ยง 5V และ 12V ใช้ไอซีเบอร์ 7805 และ 7812 จำนวน 1 รายการ

(7) ขั้วต่อแบบ 26 ขาจำนวน 1 ตัว, ขั้วต่อแบบ DB 25 ตัวผู้พร้อมสายแพจำนวน 1 ตัว

(8) ไอซีเบอร์ ULN 2003 พร้อมซอกเก็ตจำนวน 1 ตัว

(9) รีเลย์ 12 V ขนาดเล็กจำนวน 7 ตัวและตัวใหญ่อีก 2 ตัว

(10) ไอซีเบอร์ PCF8591 พร้อมซอกเก็ตจำนวน 1 ตัว

(11) สวิตช์เลือกแอตเตรทพร้อมจัมเปอร์จำนวน 3 ตัว

(12) แผ่นปริ้นซึ่งในที่นี้ได้ออกแบบลายวงจรและกัดลายปริ้นเอง

(13) น้ำยากัดลายปริ้น

(14) ตะกั่วบัดกรี, สายขนาดเล็กสีต่าง ๆ

(15) มอเตอร์ DC 12 – 24 V. ชนิดรอบต่ำประเภทเดียวกับรถยนต์ OFF ROAD ที่ติดตั้งมอเตอร์ winch ใช้ดูเวลากรวดลมห่มในป่าพร้อมเฟือง

2.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมระยะไกล

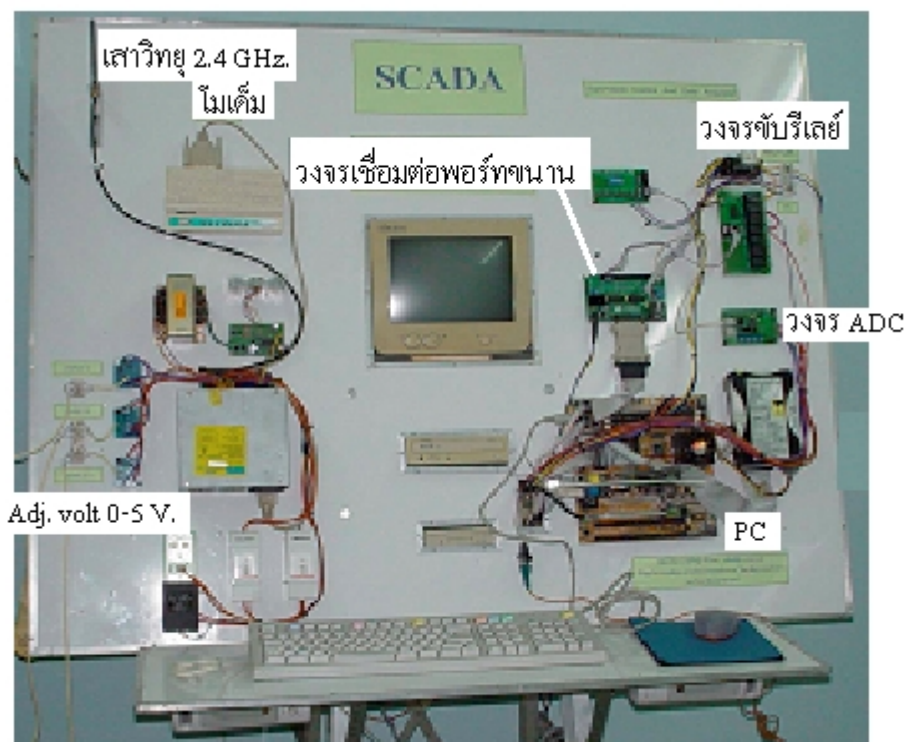
(1) โมเด็มภายนอกหรือภายในก็ได้ที่มีความเร็วไม่ต่ำกว่า 56 Kbps. (กรณีนี้จะให้ระยะทางได้ไกลมากทั่วประเทศเท่าที่สายโทรศัพท์ไปถึง)

(2) วงจรรับส่งข้อมูลโดยใช้คลื่นวิทยุขนาดความถี่ 2.4 GHz ในกรณีนี้ได้ทำการขยายรัศมีทำการโดยจะทำการพัฒนาสายอากาศรับ-ส่งแต่วิธีนี้จะใช้ในระยะไม่เกิน 5-10 กิโลเมตรเท่านั้นเนื่องจากการทำงานของระบบเป็นแบบ Full-Duplex ในกรณีที่มีสัญญาณอ่อนอาจทำให้ระบบล้มเกิดการเสียหายระหว่างการควบคุมได้

(3) โปรแกรมสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ เช่น Laplink Gold 11 หรือตั้งแต่เวอร์ชัน 3.3 ขึ้นไปก็ได้

3. ผลและวิจารณ์

ระบบวัดระดับน้ำและควบคุมการปิด-เปิดประตูน้ำระยะไกล (SCADA) ที่พัฒนาขึ้นประกอบระบบวัดระดับน้ำ และบันทึกข้อมูลด้วย data logger และระบบควบคุมการปิด-เปิดบานประตูน้ำระยะไกล โดยใช้ระบบคลื่นวิทยุความถี่สูงเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ 2 เครื่อง ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ระบบวัดน้ำและควบคุมการปิด-เปิดประตูระบายน้ำระยะไกล (SCADA)

3.1 การพัฒนาระบบวัดระดับน้ำโดยใช้ลูกกลอย ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้และสเกลเอียง

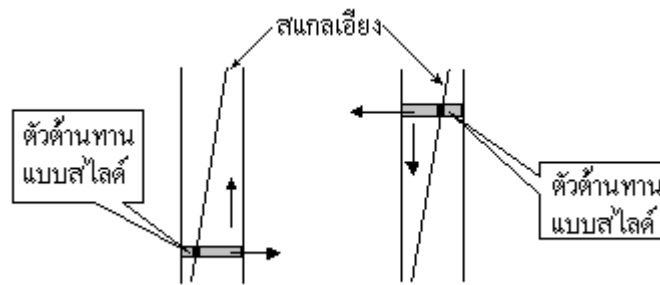
ได้ทำการศึกษาหาความเหมาะสมที่จะเลือกประเภทอุปกรณ์วัดระดับน้ำ โดยเริ่มแบ่งหน้าที่การทำงานของระบบการวัดค่า ซึ่งโดยทั่วไประบบการวัดจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่พื้นฐานอันประกอบไปด้วยทรานสดิวเซอร์ ทำหน้าที่เปลี่ยนตัวแปรอินพุตที่ต้องการ ให้ไปอยู่ในรูปของสัญญาณอื่นที่ใช้งานได้ง่ายกว่า เช่น เปลี่ยนระยะทางเป็นค่าความต้านทาน ให้กลายเป็นแรงดันไฟฟ้า เป็นต้น เซ็นเซอร์ (Sensor) คือส่วนที่รับสัญญาณจากกระบวนการในตอนแรก หรืออาจจะเรียกได้ว่า “อินพุททรานสดิวเซอร์” คุณลักษณะของทรานสดิวเซอร์ที่

ต้องการคือ มีความสามารถในการรับสัญญาณและตรวจนับพร้อมทั้งรับค่าสัญญาณอินพุตที่ต้องการและต้องไม่มีความไวกับสัญญาณอื่น ๆ ขณะที่ทำการวัด (พจนานฎ. 2545) จากการศึกษาได้เลือกทรานสดิวเซอร์แบบตัวต้านทานปรับค่าได้ชนิดสไลด์ (แบบ B) มาเป็นตัวแปลงค่าการเคลื่อนที่ขึ้น-ลงของระดับน้ำมาเป็นค่าแรงดันไฟฟ้า (V) ซึ่งการเคลื่อนที่ของตัวต้านทานดังกล่าวมีระยะน้อยมาก การที่จะทำให้มีการเคลื่อนที่ในระยะทางยาวตามที่ต้องการจึงได้พัฒนาสเกลเอียงขึ้นมาเพื่อเพิ่มระยะการเคลื่อนที่ของตัวต้านทานซึ่งทำให้มีช่วงการวัดมากขึ้น วิธีการนี้จัดได้ว่าง่ายต่อการปรับแต่งเพิ่มระยะทางได้ตามต้องการ ปัญหาของอุปกรณ์นี้น้อยมีความทนทานไม่เปราะบางที่สำคัญมีราคาถูกหาซื้อง่าย การจัดวางอุปกรณ์ตัวต้านเป็นไปตามรูปที่ 2

หลักการทำงานของอุปกรณ์วัดระดับน้ำคือ ถ้ามีการเคลื่อนที่ขึ้นของลูกลอยแกนปรับค่าของตัวต้านทานจะเลื่อนมาทางขวาส่งผลให้ความต้านทานลดลงแรงดันไฟฟ้ามากขึ้นและในทางตรงข้ามถ้ามีการเคลื่อนที่ลงของลูกลอยแกนของตัวต้านทานจะเคลื่อนที่มาทางซ้ายส่งผลให้ความต้านทานมากขึ้นค่าแรงดันที่ได้จะลดลง ดังแสดงในรูปที่ 3 ค่าแรงดันไฟฟ้า (V) ที่ออกมาจากขากลางของตัวต้านทานซึ่งเป็นสัญญาณแบบ analog ซึ่งจะสัมพันธ์กับระดับขึ้นลงของน้ำในคลอง

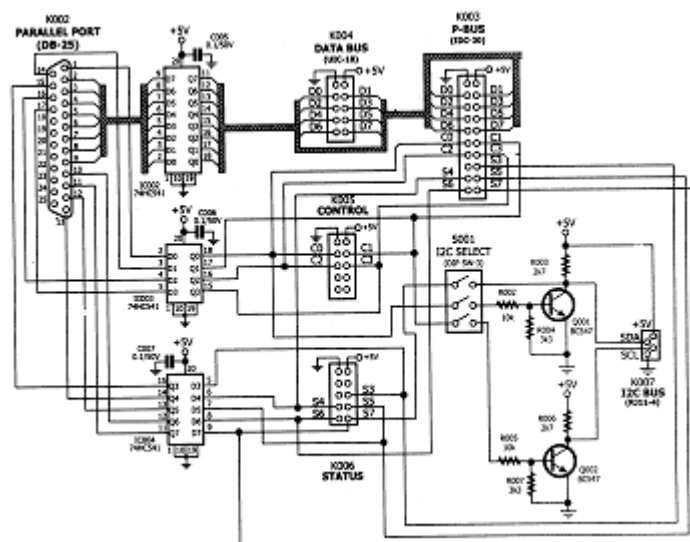


รูปที่ 2 ระบบวัดระดับน้ำโดยใช้ลูกลอย ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้และสเกลเอียง



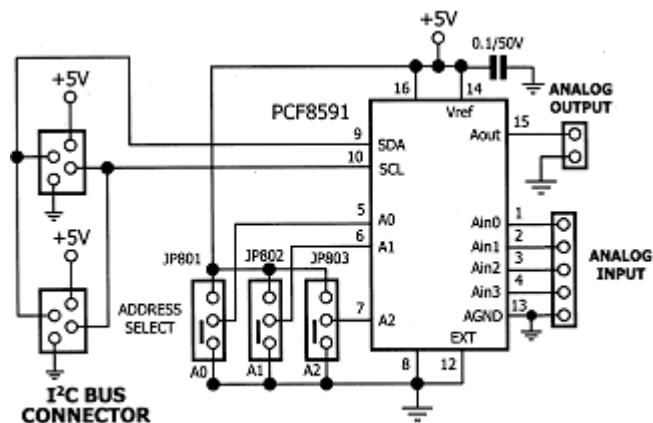
รูปที่ 3 หลักการทำงานของอุปกรณ์วัดระดับน้ำ

หลังจากที่ได้สัญญาณจากระบบการวัดแล้ว ก็ต้องส่งสัญญาณไปยังกระบวนการ เปลี่ยนข้อมูลจากระบบ analog ไปเป็นสัญญาณดิจิทัลโดยใช้ไอซีประเภท Analog-to-Digital Converter (ADCs) ซึ่งในการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกทั้งส่วนของภาคอินพุตและภาคเอาต์พุต สามารถทำได้หลายวิธี ซึ่งการทดลองนี้เลือกใช้พอร์ทขนาน (อรรถพล และชัยวัฒน์, 2545) โดยเหตุว่าเทียบกับการใช้งานแล้วพอร์ทขนานมีข้อได้เปรียบอยู่หลายประการเช่น ความเร็วในการสื่อสารข้อมูลกับพอร์ทขนาน มีความเร็วเท่ากับการติดต่อกับระบบบัสโดยตรง และมีความเร็วกว่าการติดต่อผ่านทางพอร์ทอนุกรม อะไหล่และชิ้นส่วนประกอบ คอนเนคเตอร์และสายเชื่อมต่อต่าง ๆ ของการเชื่อมต่อผ่านทางพอร์ทขนาน หาได้ง่ายและราคาไม่แพง หรือจะสร้างขึ้นเองก็สามารถทำได้ค่อนข้างง่ายดาย และด้วยการถ่ายทอดข้อมูลแบบขนานนี้เอง ทำให้พอร์ทขนานมีอัตราการถ่ายทอดข้อมูลสูงกว่าการถ่ายทอดข้อมูลแบบอนุกรมประมาณ 8-10 เท่า และการประมวลผลข้อมูลส่วนใหญ่จะมีขนาด 8 บิต ดังนั้นพอร์ทขนานจึงสามารถรองรับการถ่ายทอดข้อมูล 8 บิตได้โดยไม่ต้องต่อส่วนเพิ่มเติมใด ๆ จากคุณสมบัติดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นทำให้พอร์ทขนานเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะนำมาใช้ในการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกเพื่อควบคุมหรือรับสัญญาณข้อมูล รายละเอียดวงจรเชื่อมต่อพอร์ทขนานแสดงอยู่ในรูปที่ 4



3.2 ระบบการเชื่อมต่อกับสัญญาณ analog ของพอร์ทขนานผ่านระบบบัส I²C

I²C ย่อมาจาก Inter – IC Communication หมายถึงการติดต่อสื่อสารระหว่างไอซี โดยบัส I²C พัฒนาขึ้นโดยฟิลิปส์ (Philips) ด้วยจุดมุ่งหมายหลักคือ ต้องการให้ไอซีหรือโมดูลสามารถติดต่อสั่งงานและควบคุมภายใต้สายสัญญาณเพียง 2 เส้น เส้นหนึ่งคือสายข้อมูล อีกเส้นหนึ่งคือสายสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการกำหนดจังหวะการทำงาน การต่อร่วมกันของอุปกรณ์บนบัส I²C ทำได้ง่ายมาก เพียงต่อสายข้อมูลและสายสัญญาณนาฬิกาของอุปกรณ์แต่ละตัว ขนานหรือพ่วงกันไป ส่วนการกำหนดแอดเดรสหรือตำแหน่งสำหรับติดต่ออุปกรณ์แต่ละตัว จะใช้รหัสข้อมูลและการกำหนดสถานะลอจิกที่ขาแอดเดรสของอุปกรณ์แต่ละตัว สายข้อมูลบนบัส I²C มีชื่อเรียกอย่างเป็นทางการว่า สายข้อมูลอนุกรมหรือ SDA (Serial Data line) ส่วนสายสัญญาณนาฬิกามีชื่อเรียกว่า สายสัญญาณนาฬิกาอนุกรมหรือ SCK (Serial Clock line) ปกติแล้วข้อมูลในการติดต่อับพอร์ทขนานของคอมพิวเตอร์นั้นจะเป็นสัญญาณดิจิทัลทั้งสิ้น แต่เมื่อนำมาเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกแล้ว ย่อมต้องเชื่อมต่อและประมวลผลกับสัญญาณ analog ด้วย ในการเชื่อมต่อกับสัญญาณ analog ลอกต้องใช้ไอซีพิเศษที่ทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณ analog เป็นดิจิทัลหรือที่เรียกว่า ไอซี ADC (Analog to Digital Converter) โดยไอซี ADC ที่ใช้เป็นเบอร์ PCF8591 ซึ่งมีรูปแบบการเชื่อมต่อแบบบัส I²C : PCF8591 เป็นไอซีทำหน้าที่แปลงสัญญาณ analog เป็นดิจิทัลและแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็น analog ในตัวเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 5 เป็นผลงานของฟิลิปส์ เซมิคอนดักเตอร์ ผู้พัฒนาระบบบัส I²C นั้นเอง ด้วยความสามารถที่รวมเอาวงจร ADC และ DAC เข้าไว้ในไอซีเพียงตัวเดียว ทำให้สามารถนำ PCF8591 ไปใช้งานได้กว้างขวาง

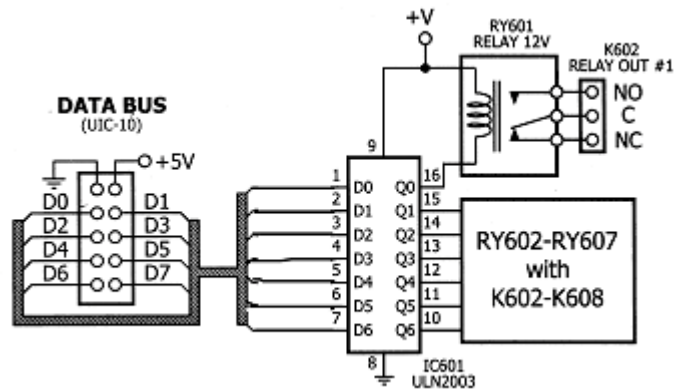


รูปที่ 5 วงจร ADC ซึ่งใช้ IC เบอร์ PCF8591

3.3 ระบบขับอุปกรณ์เอาต์พุตกระแสสูงผ่านพอร์ทขนาน

โดยความสามารถพื้นฐานของพอร์ทขนานแล้วไม่สามารถนำไปขับอุปกรณ์เอาต์พุตเช่น มอเตอร์ โดยตรงได้ เนื่องจากข้อจำกัดด้านความสามารถในการจ่ายกระแส ดังนั้นถ้าต้องการนำเอาพอร์ทขนานของคอมพิวเตอร์ไปขับอุปกรณ์ภายนอกจะต้องมีวงจรบัฟเฟอร์ทำหน้าที่จ่ายกระแสให้เพียงพอแก่ความต้องการของอุปกรณ์เอาต์พุตนั้น อย่างไรก็ตามในส่วนของวงจรบัฟเฟอร์นั้นก็มิใช่ความสามารถในการจ่ายกระแสไฟได้ระดับหนึ่งเท่านั้น กรณี

ที่ต้องการจ่ายพลังงานสูงจะต้องมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่จ่ายแรงดันและกระแสสูงโดยเฉพาะ เรียกว่า อุปกรณ์ขับ หรือไดรเวอร์ (driver) ซึ่งในที่นี้จะใช้ไอซีเบอร์ ULN2003 ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 ระบบควบคุมรีเลย์โดยใช้ ULN2003

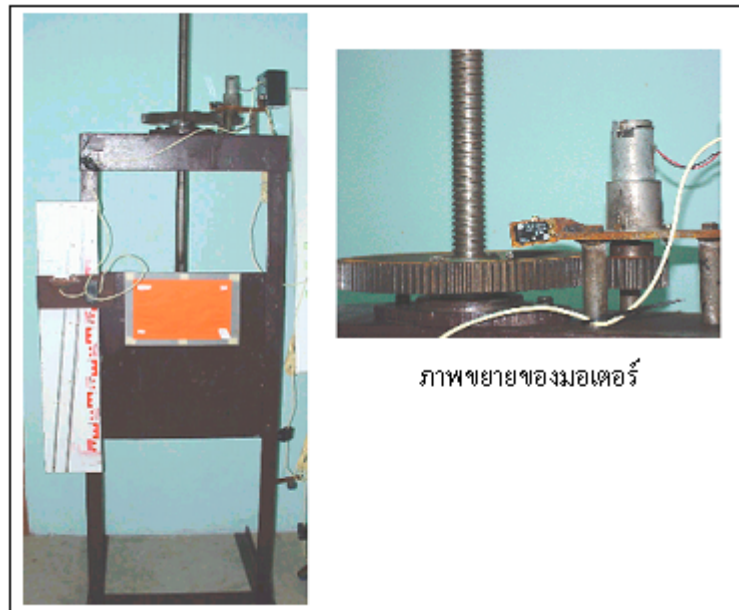
3.4 การเขียนโปรแกรมติดต่อกับพอร์ทขนาน

เขียนโปรแกรมติดต่อกับพอร์ทขนานด้วย Visual Basic ชุดคำสั่งส่วนใหญ่จะมีรูปแบบใกล้เคียงกับ QBASIC แต่ Visual Basic จะไม่มีคำสั่งสำหรับการติดต่อกับพอร์ทขนานโดยตรงคือ คำสั่ง Inp() และคำสั่ง Out เหมือนกับ QBASIC ดังนั้นเพื่อให้สามารถติดต่อกับพอร์ทขนานได้จึงจำเป็นต้องเพิ่มโปรแกรมบางตัวเข้าไป โดยโปรแกรมที่เพิ่มเข้าไปนี้จะอยู่ในรูปของ DLL (Dynamic Linked Library) ไฟล์ io.dll นี้สามารถใช้ได้กับระบบปฏิบัติการที่เป็น 32 บิตซึ่งก็คือวินโดวส์ 95 ขึ้นไป Io.dll พัฒนาขึ้นโดยโปรแกรมเมอร์นามที่ใช้ชื่อว่า Fred ซึ่งมีความเชี่ยวชาญด้านการพัฒนาระบบการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอก โดยไฟล์ io.dll นี้ผู้เขียนโปรแกรมเผยแพร่โดยไม่คิดมูลค่า ซึ่งผู้สนใจสามารถดาวน์โหลดเวอร์ชันใหม่ที่อาจะมีได้ที่ <http://www.geekhideout.com>

ตัวอย่างโปรแกรมเพื่อการอ่านและบันทึกข้อมูลลงใน data logger แสดงอยู่ในภาคผนวก

3.5 ระบบการควบคุมบานระบายน้ำ

จะทำการติดตั้งมอเตอร์ที่ครอบตามลักษณะของบานระบายน้ำโดยมีเฟืองทดรอบช่วยอีกชั้นหนึ่งเพื่อการทำงานของมอเตอร์จะได้ไม่หนักเกินไป ดังแสดงในรูปที่ 7 การตรวจสอบการปิด-เปิด หรือความสูงของการยกบานจะใช้ตัวต้านทานแบบปรับค่าร่วมกับสเกลเอียงที่ติดตั้งขึ้นติดตั้งร่วมด้วยดังรูป ข้อมูลการปิด-เปิดจะทำการบันทึกไปพร้อมกับการควบคุมเราสามารถ Monitor ได้ตลอดเวลาที่ต้องการ



ภาพขยายของมอเตอร์

รูปที่ 7 บานประตูปะบายน้ำพร้อมมอเตอร์และอุปกรณ์วัดขนาดกาเปิดบาน

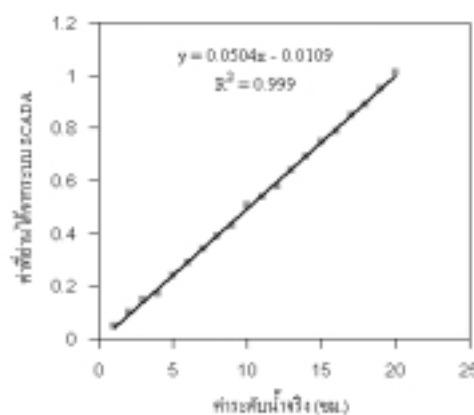
3.6 ระบบการควบคุมระยะไกล

ในการควบคุมระยะไกลจะใช้ PC อีกเครื่องหนึ่งและเครื่องคอมพิวเตอร์หลักที่ใช้เป็นระบบ SCADA ทำการลงโปรแกรมสื่อสาร เช่น Laplink Gold 11 หรือ เวอร์ชัน 3.3 ขึ้นไป เปิดเครื่องทั้งสองและทำการ link โดยใช้ mode control ในการควบคุมระยะไกลนี้แนะนำว่าควรจะใช้สายจะดีกว่าการใช้คลื่นวิทยุโดยสาเหตุของปัจจัยต่าง ๆ เช่น สภาพดินฟ้าอากาศเช่นมีฝนฟ้าคะนองการใช้คลื่นวิทยุระหว่างสายฝนหรือหรือการติดตั้งระบบสายอากาศไม่ดีพออาจเกิดการเสียหายเนื่องจากฟ้าผ่าได้ข้อเสียอีกประการของระบบคลื่นวิทยุคือการเข้ามาก่อวนของพวก hacker มือดีที่ไม่เพียงประสงค์ทำให้การควบคุมบานประตูปะบายน้ำมีปัญหา แต่ถ้ามีปัญหาในการเดินสายก็ต้องใช้ระบบคลื่นวิทยุความถี่สูงในที่นี้ทดลองที่ ความถี่ 2.4 GHz ซึ่งได้จากแผงวงจร network แบบไร้สาย ที่มีกำลังส่ง 100 มิลลิวัตต์ นำมาพัฒนาระบบสายอากาศให้สามารถรับส่งกันได้ไกล ๆ โดยใช้ความรู้จากนักวิทยุสมัครเล่นที่ได้ทดลองและพัฒนาสายอากาศกันมาตลอดเวลาในที่นี้ใช้เสาอากาศแบบรับเบอร์ดักที่มีมาอยู่แล้วกับเครื่อง แต่มาเพิ่มความสูงของเสาส่ง ทำให้ได้ระยะส่งที่ไกลออกไปอีกจากเดิมประมาณ 1,000 เมตร แต่ถ้าต้องการระยะไกลออกไปอีกต้องจัดการสร้างสายอากาศที่มีแกนขยายมาก ๆ ก็สามารเพิ่มกำลังส่งไปได้อีก ได้จากสูตรกำลังขยาย (ในหน่วย dB) = $\log (\text{กำลังส่ง } 1 / \text{กำลังส่ง } 2)$ เมื่อเอากำลังส่งที่ออกจากสายอากาศหารด้วยกำลังส่งที่เครื่องส่งมา ถอดลอการิทึมแล้วคูณด้วย 10 ก็จะได้กำลังขยายในหน่วย dB ที่ต้องการ ดังนั้นถ้าท่านออกแบบสายอากาศที่มี dB สูง ท่านก็จะสามารถคำนวณได้ว่า กำลังส่งที่ออกจากสายอากาศที่ท่านออกแบบสร้างนั้นจะออกอากาศได้กี่วัตต์ ดังนั้นถ้าท่านสร้างสายอากาศที่มีกำลังขยายสูง 20 dB ท่านก็จะได้กำลังออกอากาศจากสายอากาศสูงถึง 10 วัตต์ ด้วยเครื่องส่งที่มีกำลังส่งแค่ 0.1 วัตต์ สายอากาศที่มีแกนขยายสูงโดยมากจะเป็นสายอากาศแบบยาคีที่มีทิศทางในการส่งที่แน่นอนซึ่งเหมาะ

กับโครงการนี้ แต่มีข้อควรระวังคือถ้าสายส่งไม่ดีก็ทำให้เป็นตัวลดกำลังส่งของเครื่องลงได้เช่นกัน (ทะนง. 2540, สมเกียรติ. 2545)

การควบคุมระยะไกลอีกประการที่สำคัญและได้ผลแน่นอนคือการควบคุมผ่านทางสายโทรศัพท์โดยต่อเครื่อง PC ทั้งสองเข้ากับโมเด็มและสายโทรศัพท์ทำงานโดยใช้โปรแกรมสื่อสารระยะไกลเช่น Laplink Gold 11 โดยจะทำงานใน mode control ที่ได้ทำการทดลองไว้คือเครื่อง SCADA ตั้งอยู่ อ.พนมทวน จ.กาญจนบุรี โดยผู้ทำการควบคุมอยู่ที่กรุงเทพฯ (ระยะห่างกันประมาณ 150 กิโลเมตร) ผลที่ได้เป็นน่าพอใจ การทำงานไม่มีปัญหา การทำงานแบบ Full Duplex เต็มที่ สามารถ Monitor ระดับน้ำได้ตลอดเวลา อีกทั้งยังสามารถส่งยกบานระบายน้ำขึ้นลงได้ในทันที และอีกแห่งที่ทดลองคือเครื่อง SCADA อยู่ที่ชัยนาท ผู้ควบคุมอยู่ที่กรุงเทพฯ (ระยะห่างกันประมาณ 250 กิโลเมตร) การทำงานก็ให้ผลดีเช่นกัน ความเร็วในการควบคุมยังคงเท่าเดิม (56 Kbps.)

การตรวจสอบความละเอียดของการวัดค่าระดับน้ำที่ได้จากการทดลองได้ผลดังแสดงในรูปที่ 8 ซึ่งตัวเลขจากการอ่านค่ามีความคลาดเคลื่อนน้อยมาก ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ 0.04 ซม. เนื่องจากรางเลื่อนของสเกลเอียงที่เพิ่มขึ้นหลวมเล็กน้อยต้องปรับปรุงอีกบ้างและในการใช้งานภาคสนามจะทำการทดลองติดตั้งระบบ SCADA นี้ที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษายางตลาด จ.นครปฐม ซึ่งคาดว่าจะเริ่มเดินเครื่องได้ประมาณต้นเดือนเมษายน 2546 เป็นต้นไป



รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจริงและค่าที่อ่านได้

4. สรุป

เครื่อง SCADA ที่ได้ทำการออกแบบและทำเป็น Model ใหม่นี้ จากผลการทดลองเบื้องต้นได้ผลเป็นที่น่าพอใจ ซึ่งงานวิจัยนี้จะมีประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปพัฒนาเพื่อติดตั้งตามโครงการชลประทานต่าง ๆ เพื่อให้การจัดสรรน้ำในเขตโครงการชลประทานต่าง ๆ นั้นได้รับผลดี ลดการขัดแย้งในเรื่องน้ำ อีกทั้งยังไว้ใช้สำหรับงานป้องกันน้ำท่วมหรือเพื่อการจัดการน้ำในช่วงน้ำหลากได้อีกเช่นกัน เป็นการลดการสูญเสียเงินจากการซื้อของต่างประเทศ ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการพัฒนาประเทศด้วยตัวเองแบบยั่งยืนต่อไป

5. เอกสารอ้างอิง

1. กรมชลประทาน. ม.ป.ป. คู่มือระบบโทรมาตร โครงการพัฒนาลุ่มน้ำป่าสัก.
2. ทะนง โชติสฤษดิ์. CQ CQ CQ รวบรวมความรู้ที่หาอ่านได้ยากสำหรับนักวิทยุสมัครเล่น
3. พจนานฎ สุวรรณฉวี. เซ็นเซอร์และทรานสดิวเซอร์เบื้องต้น, 2545.
4. วินัย อินทร์ไย. มหัทศรย์แห่งการสื่อสารทางไกล Laplink Gold 11.0, 2545.
5. สมเกียรติ รุ่งเรืองลดา. กัมภีร์ Home Networking, 2545.
6. อรรถพล บุญยะโสภา, ชัยวัฒน์ ลิ้มพรวิตรไล. เรียนรู้และปฏิบัติการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกผ่านพอร์ตนาน, 2545
7. <http://ref.cern.ch/CERN/CNL/2000/003/scada>

ภาคผนวก

การเขียนโปรแกรม SCADA เพื่ออ่านและบันทึกข้อมูลอัตโนมัติอย่างต่อเนื่อง(DATALOGGER)

```
Private Sub Form_Load()
    Me.Left = GetSetting(App.Title, "Settings", "MainLeft", 1000)
    Me.Top = GetSetting(App.Title, "Settings", "MainTop", 1000)
    Me.Width = GetSetting(App.Title, "Settings", "MainWidth", 6500)
    Me.Height = GetSetting(App.Title, "Settings", "MainHeight", 6500)
    Timer2.Enabled = False
End Sub
Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
    Dim i As Integer
    'close all sub forms
    For i = Forms.Count - 1 To 1 Step -1
        Unload Forms(i)
    Next
    If Me.WindowState <> vbMinimized Then
        SaveSetting App.Title, "Settings", "MainLeft", Me.Left
        SaveSetting App.Title, "Settings", "MainTop", Me.Top
        SaveSetting App.Title, "Settings", "MainWidth", Me.Width
        SaveSetting App.Title, "Settings", "MainHeight", Me.Height
    End If
    Close #1
End Sub
Private Sub mnuFileExit_Click()
    'unload the form
    Unload Me
End Sub
Private Sub mnuFileNew_Click()
    Close #1
    dlgCommonDialog.ShowSave
    File1 = dlgCommonDialog.FileName
    File1 = File1 + ".txt"
    If File1 = "" Then Exit Sub
```

```

Open File1 For Output As #1
Timer1.Enabled = True
Timer2.Enabled = True
End Sub
Private Sub Command1_Click(Index As Integer)
Out &H378, Inp(&H378) Xor 2 ^ Index
If (Inp(&H378) And 2 ^ Index) = 2 ^ Index Then
Command1(Index).Caption = "ON"
Else
Command1(Index).Caption = "OFF"
End If
End Sub
Private Sub Timer1_Timer()
Call I2CStart
Call Send8BIT(&H90)
Call Ack
Call Send8BIT(&H45)
Call Ack
Call I2CStop
Call I2CStart
Call Send8BIT(&H91)
Call Ack
Text1.Text = Format((Read8Bit) * 5 / 256, "##0.00")
Call MAck
Text2.Text = Format((Read8Bit) * 5/256, "##0.00")
Call MAck
Text3.Text = Format((Read8Bit) * 5 / 256, "##0.00")
Call MAck
Text4.Text = Format((Read8Bit) * 5/ 256, "##0.00")
Call Ack
Call I2CStop
End Sub
Private Sub Timer2_Timer()
Dim Ch1, Ch2 As Integer
Dim Data1, File1 As String
Ch1 = Val(Text1.Text)
Ch2 = Val(Text2.Text)
Ch3 = Val(Text2.Text)
Ch4 = Val(Text3.Text)
Ch5 = Val(Text4.Text)
List1.AddItem Format(Ch1, "#0.00") & " " & Format(Ch3, "#0.00") _
& " " & Format(Ch4, "#0.00") & " " & Format(Ch5, "#0.00") & " "
& Format(Now, " dddd, dd : mmmm : yyyy : hh:mm:ss")
List1.ListIndex = List1.ListCount - 1
count1 = count1 + 1
Print #1, List1.List(List1.ListIndex)
End Sub

```