การพัฒนาและการประยุกต์ใช้ระบบดาต้าแอกควิซิชั่นต้นทุนต่ำด้วย LabVIEW
DEVELOPMENT AND APPLICATION OF A LOW COST DATA ACQUISITION SYSTEM WITH LABVIEW

*อดิศักดิ์ ร่มพุฒตาล**
Adisak Romputtal*

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Thammasat University.

***Corresponding author, E-mail:** radisak@tu.ac.th*

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบระบบดาต้าแอกควิซิชั่นที่สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรม โดยระบบดาต้าแอกควิซิชั่นจะถูกดำเนินการด้วยโปรแกรม LabVIEW ซึ่งสามารถควบคุมการรับส่งข้อมูลและแสดงค่าที่คอมพิวเตอร์ โปรแกรม LabVIEW เป็นโปรแกรมที่ถูกใช้กันอย่างกว้างขวางในรูปแบบการเขียนโปรแกรมแบบสัญลักษณ์รูปภาพซึ่งการออกแบบระบบจะอยู่ในรูปแบบบล็อกทำให้ใช้เวลาในการเขียนโปรแกรมน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบการเขียนโปรแกรมในรูปแบบตัวอักษรโดยทั่วไป ระบบดาต้าแอกควิซิชั่นได้พัฒนาให้มีต้นทุนต่ำโดยการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ระบบดาต้าแอกควิซิชั่นถูกนำไปประยุกต์ใช้ในโหมดการทำงานของดิจิตอลอินพุต และดิจิตอลเอาต์พุต ซึ่งประสิทธิภาพเหมือนกับระบบดาต้าแอกควิซิชั่นที่มีราคาแพง ส่วนการประยุกต์ใช้ในโหมดอนาลอกอินพุตเพื่อไปตรวจวัดอุณหภูมิให้ผลความคลาดเคลื่อนเล็กน้อย เนื่องจากค่าความละเอียดของเอทูดีคอนเวอร์เตอร์มีจำนวนบิตน้อยกว่าระบบดาต้าแอกควิซิชั่นที่มีราคาแพง

คำสำคัญ: ระบบดาต้าแอกควิซิชั่น ไมโครคอนโทรลเลอร์ แลบวิว

Abstract

This article proposes the design of the data acquisition system (DAQ), which can be connected to a computer via serial port. The data acquisition system is implemented in LabVIEW, which is able to control the transmission of the data and display at the computer screen. LabVIEW is a widely used graphical programming environment which allows designing systems in a block-based manner in shorter times as compared to the commonly used text-based programming languages. The data acquisition system is developed to provide a low cost by using microcontroller MCS-51 family. DAQ can apply to the digital input and output mode. The efficiency is similar to a high cost data acquisition system. The application of the analog input mode for monitoring the temperature provides a small mistake because of the resolution of the A/D converter which is less than a high cost data acquisition.

Keywords: Data Acquisition System (DAQ), Microcontroller, LabVIEW

บทนำ

ระบบดาต้าแอกควิซิชั่นที่ใช้โปรแกรม LabVIEW มาควบคุมอุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต หรือเซ็นเซอร์ต่างๆ ส่วนใหญ่จะมีราคาแพง เนื่องมาจากตัวไมโครคอนโทรลเลอร์และช่องรับสัญญาณดิจิตอลในโหมดดิจิตอลอินพุตหรือเอาต์พุตมีจำนวนมากเกินความจำเป็นในกรณีที่ผู้ใช้ไม่ต้องการที่จะไปควบคุมอุปกรณ์จำนวนมาก อีกทั้งค่าความละเอียดในการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลมีความละเอียดสูงขนาด 14 บิต ซึ่งความละเอียดสูงมีผลทำให้ค่าความผิดพลาดในการแปลงสัญญาณน้อยตามไปด้วย แต่บางครั้งค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการแปลงสัญญาณที่มีความละเอียดเพียง 12 บิต ก็เพียงพอต่อการตรวจวัดสัญญาณแล้ว

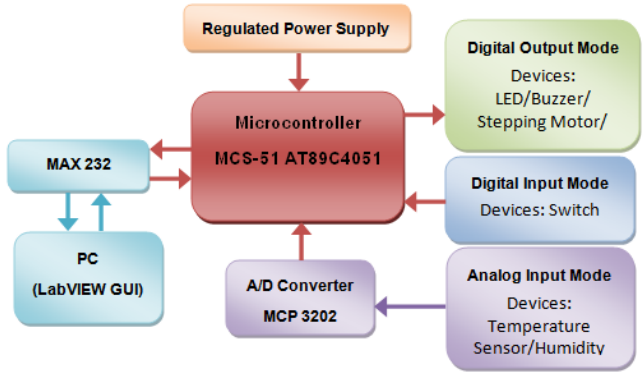
ดังนั้นจึงมีแนวคิดในการออกแบบระบบดาต้าแอกควิซิชั่นต้นทุนต่ำขึ้นมาที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับควบคุมอุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต หรือตัวเซ็นเซอร์ต่างๆ โดยใช้โปรแกรม LabVIEW ผ่านทางพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ซึ่งมีโหมดการทำงานเหมือนกับระบบดาต้าแอกควิซิชั่นที่ราคาแพงโดยได้พัฒนาให้ระบบดาต้าแอกควิซิชั่นมีขนาดเล็กกระทัดรัดเหมาะแก่งานควบคุมที่ใช้ช่องรับสัญญาณดิจิตอลไม่เกิน 8 ช่องสัญญาณ และค่าความละเอียดในการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลขนาด 12 บิต จำนวน 2 ช่องสัญญาณ ส่วนการเขียนโปรแกรม LabVIEW ไปควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่เป็นอินพุต เอาต์พุต และเซ็นเซอร์มีความง่ายกับผู้ใช้งาน เพราะได้ลดความยุ่งยากในการเขียนคำสั่งติดต่อระหว่างส่วนติดต่อผู้ใช้ (GUI) กับอุปกรณ์เข้าไปเก็บไว้ในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ [1]

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อต้องการสร้างและพัฒนาระบบดาต้าแอกควิซิชั่นให้มีราคาต่ำ โดยมีโหมดการทำงานทั้งหมด 3 โหมด คือ โหมดดิจิตอลอินพุต ดิจิตอลเอาต์พุต และอนาลอกอินพุต ซึ่งเหมือนกับระบบดาต้าแอกควิซิชั่นที่ราคาแพงเพียงแต่ต่างกันที่จำนวนช่องรับส่งข้อมูลสัญญาณดิจิตอลและความละเอียดในการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล นอกจากนี้ยังสามารถลดความยุ่งยากในการเขียนโปรแกรม LabVIEW ที่ผู้ใช้จำเป็นต้องเขียนโปรแกรมติดต่อระหว่างส่วนติดต่อผู้ใช้หรือเรียกว่า Graphical User Interface (GUI) กับอุปกรณ์อินพุตหรือเอาต์พุต ดังนั้นจึงได้พัฒนาซอฟต์แวร์ GUI สำหรับบอร์ด DAQ ขึ้นมาเพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ง่ายและสะดวกยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถต่อยอดหรือพัฒนาซอฟต์แวร์เพิ่มเติมเพื่อนำไปใช้งานได้อีกในอนาคต

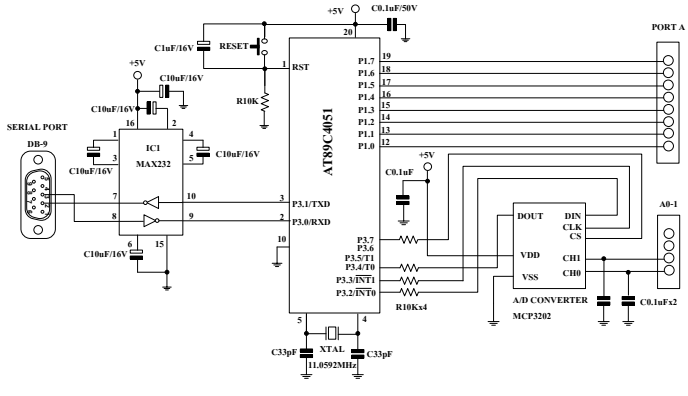
วิธีดำเนินการวิจัย

การออกแบบระบบดาต้าแอกควิซิชั่นในภาพที่ 1 [2-7] ประกอบด้วย หน่วยประมวลผลที่เป็นตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการทำงานในส่วนสัญญาณดิจิตอล สัญญาณอนาลอก การรับส่งข้อมูล และส่วนของการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ โดยจะแบ่งการทำงานออกเป็น 3 โหมดคือ โหมดดิจิตอลอินพุต โหมดดิจิตอลเอาต์พุต และโหมดอนาลอกอินพุต การทำงานในโหมดดิจิตอลอินพุตหรือเอาต์พุตจะใช้พอร์ตอินพุต/เอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วนการทำงานในโหมดอนาลอกอินพุตจะใช้พอร์ตที่ทำหน้าที่เป็นอินเตอร์รัพต์ต่อร่วมกับไอซีเบอร์ MCP3202 ทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล และส่วนการรับส่งข้อมูลระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมจะใช้พอร์ตที่ทำหน้าที่รับส่งข้อมูลต่อร่วมกับไอซี MAX232 โดยระบบที่ออกแบบไว้นี้ใช้แหล่งจ่ายไฟตรงที่ทำหน้าที่รักษาระดับแรงดันคงที่ 5 โวลต์ ให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ [8]



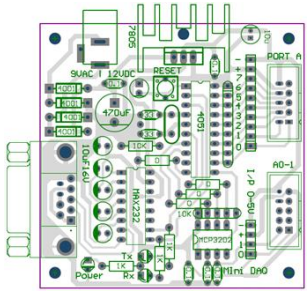
ภาพที่ 1 ไดอะแกรมการทำงานของระบบดาต้าแอกควิซิชั่น

ในการออกแบบวงจรสำหรับบอร์ดดาต้าแอกควิซิชั่น ในภาพที่ 2 ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ขนาด 8 บิต เบอร์ AT89C4051 เป็นไอซีราคาถูกของบริษัท Atmel Corporation ที่ใช้ไฟเลี้ยง 5 โวลต์ โดยใช้พอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่รับส่งสัญญาณดิจิตอลจำนวน 8 ช่อง และสัญญาณอนาลอกจำนวน 2 ช่อง แต่ละช่องสามารถเลือกการทำงานได้ 3 โหมด คือ โหมดที่ 1 เป็นดิจิตอลอินพุต (Digital Input Mode) ทำหน้าที่รับข้อมูลสัญญาณดิจิตอลจากอุปกรณ์อินพุต เช่น สวิตช์ (Switch) ดิปสวิตช์ (Dip Switch) หรือคีย์สวิตช์แบบเมตริกซ์ (Matrix Switch) เป็นต้น โดยสามารถรับแรงดันได้ตั้งแต่ 0-5V โหมดที่ 2 เป็นดิจิตอลเอาต์พุต (Digital Output Mode) ทำหน้าที่ส่งข้อมูลสัญญาณดิจิตอลไปยังอุปกรณ์เอาต์พุต เช่น หลอดไฟแอลอีดี (LED) เซเว่นเซกเม้น (7-Segment) ดีซีมอเตอร์ (DC Motor) หรือสเต็ปปิ้งมอเตอร์ (Stepping Motor) เป็นต้น และโหมดที่ 3 เป็นอนาลอกอินพุต (Analog Input Mode) ทำหน้าที่รับสัญญาณอนาลอกจากอุปกรณ์ที่ให้สัญญาณอนาลอกอินพุต เช่น แอลดีอาร์ (LDR) โฟโต้ทรานซิสเตอร์ หรือเซ็นเซอร์ต่างๆ โดยในโหมดนี้สามารถรับแรงดันอินพุตตั้งแต่ 0 โวลต์ จนถึง 5 โวลต์ ความละเอียดในการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล 12 บิต การรับส่งข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์จะใช้พอร์ตที่ทำหน้าที่รับส่งข้อมูลต่อร่วมกับไอซี MAX232 ผ่านไปยังพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ [9-10]

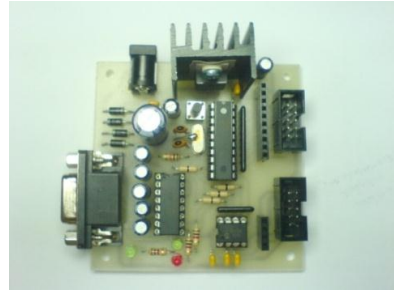


ภาพที่ 2 วงจรบอร์ดดาต้าแอกควิซิชั่น

บอร์ดดาต้าแอกควิซิชั่นต้นแบบที่สร้างขึ้นมาจะมีขนาดเล็กเพียง 5x5cm^2 ดังภาพที่ 3 การจัดเรียงขาสัญญาณของพอร์ตดิจิตอลอินพุตหรือเอาต์พุตถูกออกแบบให้อยู่ในรูปแบบของคอนเน็คเตอร์แบบ IDC 10 ขา ซึ่งถูกตั้งชื่อว่า PORT A โดยในแต่ละขาสัญญาณมีหน้าที่ดังนี้ ขา 1-8 เป็นขารับส่งข้อมูลสัญญาณดิจิตอลอินพุตหรือเอาต์พุต ขา 9 และ ขา 10 เป็นไฟเลี้ยง 5 โวลต์ และกราวด์



(ก) ส่วนประกอบอุปกรณ์

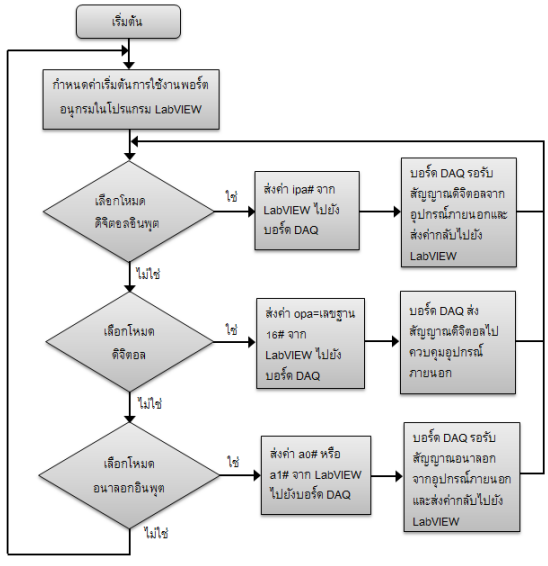


(ข) บอร์ดต้นแบบ

ภาพที่ 3 บอร์ดดาต้าแอกควิซิชั่น

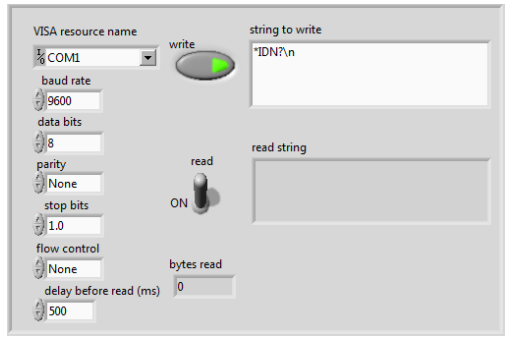
ส่วนการจัดเรียงขาสัญญาณของพอร์ตอนาลอกอินพุตถูกออกแบบให้อยู่ในรูปแบบของคอนเน็คเตอร์แบบ IDC 10 ขา เช่นกัน ซึ่งถูกตั้งชื่อว่า A0-1 โดยในแต่ละขาสัญญาณมีหน้าที่ดังนี้ ขา 1 เป็นช่องรับสัญญาณอนาลอกอินพุตช่อง 0 ขา 2 เป็นช่องรับสัญญาณอนาลอกอินพุตช่อง 1 ขา 3-8 ไม่ได้ใช้งาน ขา 9 เป็นไฟเลี้ยง 5 โวลต์ และขา 10 เป็นกราวด์

การพัฒนาซอฟต์แวร์ GUI สำหรับบอร์ด DAQ ขึ้นมามีขั้นตอนดังโฟลว์ชาร์ต ในภาพที่ 4 ในงานวิจัยได้แบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นการทดสอบการทำงานของโหมดดิจิตอลอินพุตร่วมกับโปรแกรม LabVIEW ส่วนที่ 2 เป็นการทดสอบการทำงานของโหมดดิจิตอลเอาต์พุตร่วมกับโปรแกรม LabVIEW และส่วนที่ 3 เป็นการทดสอบการทำงานของโหมดอนาลอกอินพุตร่วมกับโปรแกรม LabVIEW



ภาพที่ 4 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของซอฟต์แวร์ GUI

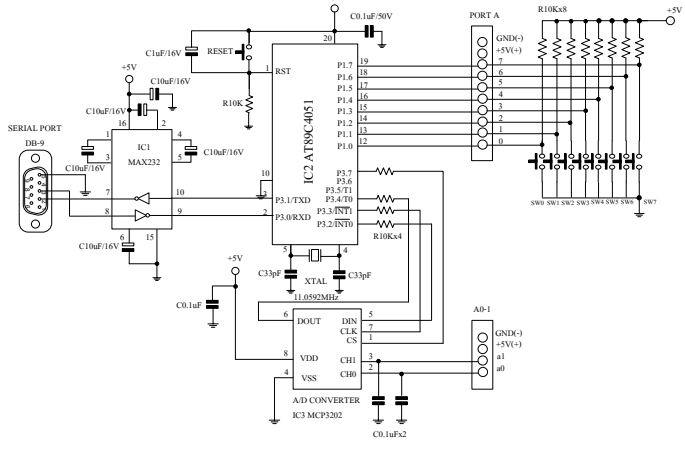
ในโปรแกรม LabVIEW ประกอบด้วยหน้าต่าง 2 ส่วนคือ หน้าต่าง Front Panel ใช้สำหรับออกแบบ GUI และหน้าต่าง Block Diagram ใช้สำหรับเขียนโปรแกรม การทำงานของบอร์ด DAQ เริ่มแรกผู้ใช้จะต้องกำหนดค่าสถานะเริ่มต้นให้กับการสื่อสารแบบอนุกรมในหน้าต่าง Front Panel เช่น การระบุพอร์ตอนุกรม ในงานวิจัยนี้ใช้ COM1 ส่วนอัตราเร็ว (Baud Rate) ใช้ 9600 bps และขนาดของข้อมูลใช้ 8 บิต ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การกำหนดค่าสถานะเริ่มต้นให้กับบอร์ด DAQ

จากวงจรในภาพที่ 6 เป็นวงจรที่ถูกใช้ในการทดสอบการทำงานของโหมดดิจิตอลอินพุต โดยนำวงจรสวิตช์ที่ประกอบไปด้วยสวิตช์ 8 ตัว ต่อเข้ากับวงจรบอร์ด DAQ ที่ PORT A ซึ่งบอร์ด DAQ ทำหน้าที่ตรวจสอบสถานะการกดสวิตช์หรือการรับสัญญาณจากสวิตช์ เมื่อบอร์ด DAQ รับสัญญาณได้จะส่งข้อมูลกลับไปยังโปรแกรม LabVIEW พร้อมแสดงสถานะการกดสวิตช์ด้วยหลอดไฟ LED ที่อยู่บนหน้าต่าง Front Panel ดังภาพที่ 7(ก)

การทำงานของโปรแกรม LabVIEW ในหน้าต่าง Block Diagram ในภาพที่ 7(ข) มีขั้นตอนดังนี้ คือ เริ่มแรกโปรแกรมจะทำการกำหนดสถานะเริ่มต้นให้กับการสื่อสารแบบอนุกรม จากนั้นทำการส่งคำสั่งในรูปแบบข้อความ ipa# ไปยังบอร์ด DAQ เพื่อบอกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์รู้ว่าจะทำการทดสอบในโหมดดิจิตอลอินพุต จากนั้นโปรแกรม LabVIEW จะทำการอ่านค่าสถานะการกดสวิตช์จากบอร์ด DAQ ผ่านทางพอร์ตอนุกรม ถ้าเป็นค่า 255 ความหมายคือ ไม่มีการกดสวิตช์ ถ้าเป็นค่า 254 ความหมายคือ มีการกดสวิตช์ตัวที่ 1 (SW0) และถ้าค่าเป็น 253 ความหมายคือ มีการกดสวิตช์ตัวที่ 2 (SW1) โดยเมื่อมีการกดสวิตช์หลอดไฟแอลอีดีจะติดที่บนหน้าต่าง Front Panel แต่ถ้าไม่มีการกดสวิตช์หลอดไฟแอลอีดีจะดับ



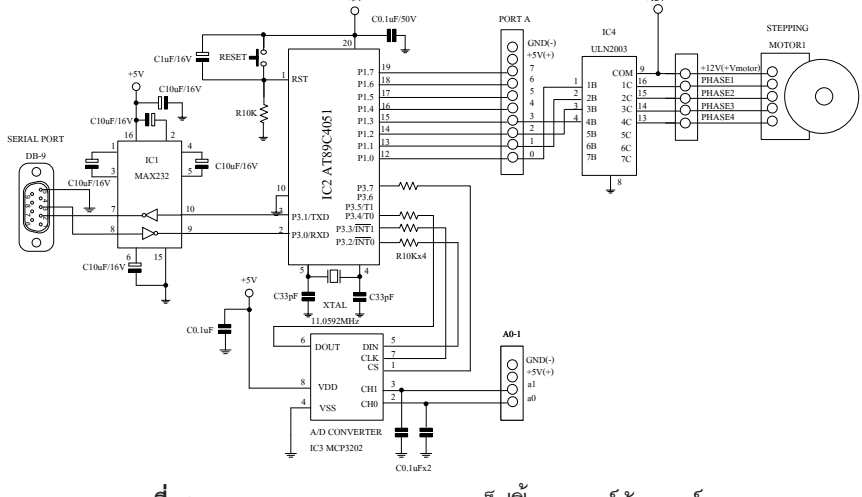
ภาพที่ 6 วงจรควบคุมสวิตช์ด้วยบอร์ด DAQ

(ก) หน้าต่าง Front Panel (ข) หน้าต่าง Block Diagram

ภาพที่ 7 โปรแกรม LabVIEW ในโหมดดิจิตอลอินพุต

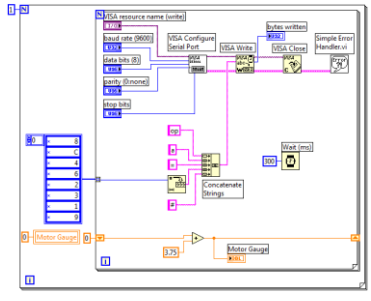
ในส่วนของการทดสอบการทำงานในโหมดของดิจิตอลเอาต์พุตจะใช้วงจรควบคุมการหมุนของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ ในภาพที่ 8 โดยวงจรควบคุมการหมุนของสเต็ปปิ้งมอเตอร์จะถูกต่อเข้ากับ PORT A บนบอร์ด DAQ ซึ่งบอร์ด DAQ ทำหน้าที่ส่งข้อมูลออกไปขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ หลักการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์คือ จะต้องมีการป้อนสัญญาณพัลส์ให้กับขดลวดของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ ในแต่ละเฟสเรียงกันแบบต่อเนื่อง สเต็ปปิ้งมอเตอร์ที่ใช้ในการทดสอบ ในงานวิจัยนี้เป็นชนิดยูนิโพล่าร์ ซึ่งจะขับเคลื่อนสเต็ปละ 7.5 องศา การควบคุมการหมุนของสเต็ปปิ้งมอเตอร์มีด้วยกัน 3 แบบคือ แบบที่ 1 เป็นการควบคุมการหมุนแบบฟูลสเต็ป 1 เฟส (Full Step 1 Phase) แบบที่ 2 เป็นการควบคุมการหมุนแบบฟูล สเต็ป 2 เฟส (Full Step 2 Phase) และแบบที่ 3 เป็นการควบคุมการหมุนแบบฮาล์ฟสเต็ป (Half Step) ซึ่งในงานวิจัยนี้เลือกทดสอบการหมุนของสเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบฮาล์ฟสเต็ปเนื่องจากการควบคุมการหมุนแบบนี้ทำให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์มีแรงบิด (Torque) เพิ่มมากกว่าแบบฟูลสเต็ป 1 เฟส และ 2 เฟส และการควบคุมตำแหน่งการหมุนหรือองศาจะถูกต้องมากขึ้นด้วย

การควบคุมการตำแหน่งการหมุนของสเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบฮาล์ฟสเต็ป (Half Step) จะใช้หลักการกระตุ้นขดลวดของสเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบทีละขดลวดหรือ 1 เฟสสลับกับทีละ 2 ขดลวดหรือ 2 เฟสนั่นเอง โดยถ้าต้องการให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกาให้ส่งข้อมูลเลขฐาน 16 ดังนี้ 09H 01H 03H 02H 06H 04H 0CH 08H แต่ถ้าต้องการให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนทวนเข็มนาฬิกาให้ส่งข้อมูลเลขฐาน 16 ย้อนกลับดังนี้ 08H 0CH 04H 06H 02H 03H 01H 09H

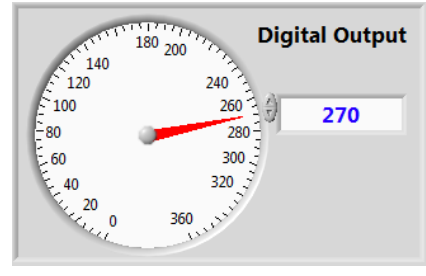


ภาพที่ 8 วงจรควบคุมการหมุนของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ด้วยบอร์ด DAQ

การทำงานของโปรแกรม LabVIEW ในหน้าต่าง Block Diagram ในภาพที่ 9(ก) มีขั้นตอนดังนี้ คือ เริ่มแรกโปรแกรมจะทำการกำหนดค่าสถานะเริ่มต้นให้กับการสื่อสารแบบอนุกรมจะเหมือนกับการทดสอบในโหมดดิจิตอลอินพุต แต่การทำงานในโหมดนี้จะส่งข้อมูลที่เป็นเลขฐาน 16 ไปพร้อมกับคำสั่งที่อยู่ในรูปแบบข้อความที่จะบอกให้บอร์ด DAQ รู้ว่าจะทำการทดสอบในโหมดดิจิตอลเอาต์พุต ยกตัวอย่างเช่น การขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ในสเต็ปแรกหรือเฟสแรกจะต้องส่งข้อมูลเลขฐาน 16 คือ 08H ดังนั้นจะต้องเขียนคำสั่งไปบอกบอร์ด DAQ ดังนี้ opa = 8# เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์รับค่าที่ส่งจากโปรแกรม LabVIEW ผ่านทางพอร์ตอนุกรมแล้วไมโครคอนโทรลเลอร์จะรู้ทันทีว่าเป็นการทดสอบในโหมดดิจิตอลเอาต์พุต และจะต้องส่งข้อมูลเลขฐาน 16 ค่า 08H ออกจากพอร์ตไปยังสเต็ปปิ้งมอเตอร์ทำให้ สเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนไปที่ 7.5 องศา ดังนั้นถ้าต้องการให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนไป 30 องศาแล้วหยุด จะต้องส่งข้อมูลเลขฐาน 16 ทั้งหมดจำนวน 8 ค่า ให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ การแสดงผลเป็นเกจวัดองศาที่อยู่บนหน้าต่าง Front Panel ในภาพที่ 9(ข) จะแสดงผลการหมุนทีละ 7.5 องศา ในแต่ละครั้งที่ส่งข้อมูลเลขฐาน 16 ให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์



(ก) หน้าต่าง Block Diagram



(ข) หน้าต่าง Front Panel

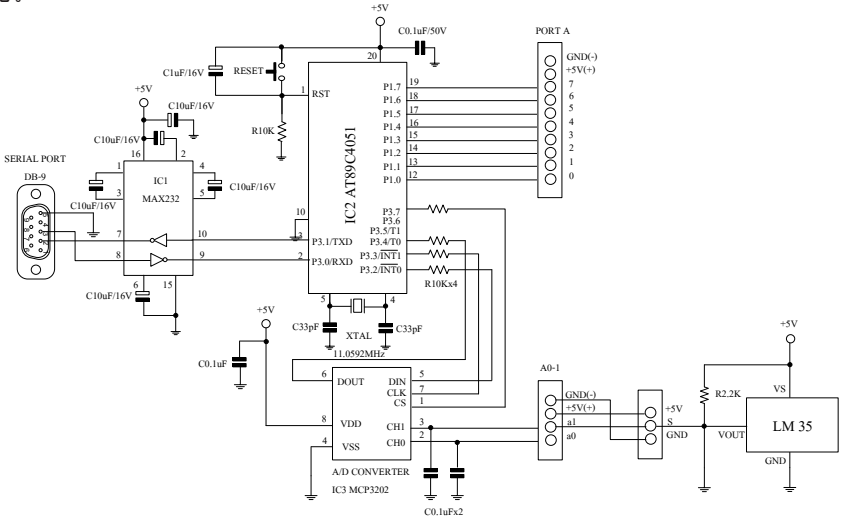
ภาพที่ 9 โปรแกรม LabVIEW ในโหมดดิจิตอลเอาต์พุต

การทดสอบการทำงานของโหมดอนาลอกอินพุตจะใช้วงจรตรวจวัดอุณหภูมิซึ่งใช้ไอซีวัดอุณหภูมิเบอร์ LM35 ดังภาพที่ 10 โดยบอร์ดวงจรตรวจวัดอุณหภูมิจะถูกต่อเข้ากับ A0-1 บนบอร์ด DAQ เพื่อที่จะวัดอุณหภูมิที่เป็นสัญญาณอนาลอกจากนั้นสัญญาณอนาลอกจะถูกแปลงไปเป็นสัญญาณดิจิตอลโดยใช้วงจรเอทูดีคอนเวอร์เตอร์ที่อยู่บนบอร์ด DAQ เมื่อวงจรเอทูดีคอนเวอร์เตอร์ส่งสัญญาณอินเตอร์รัพท์ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์เข้าไปทำงานในส่วนอินเตอร์รัพท์ โปรแกรม LabVIEW จึงเข้าไปอ่านค่าแล้วนำค่ามาแปลงเป็นค่าอุณหภูมิแล้วไปแสดงผลเป็นตัวเลขอุณหภูมิที่วัดได้ในตารางและกราฟบนหน้าต่าง Front Panel ของโปรแกรม LabVIEW ในภาพที่ 11(ก)

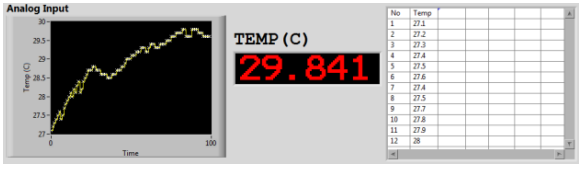
การทำงานของโปรแกรม LabVIEW ในหน้าต่าง Block Diagram ในภาพที่ 11(ข) มีขั้นตอนดังนี้ คือ เริ่มแรกโปรแกรมจะทำการกำหนดค่าสถานะเริ่มต้นให้กับการสื่อสารแบบอนุกรมจะเหมือนกับการทดสอบในโหมดดิจิตอลอินพุตและดิจิตอลเอาต์พุต จากนั้นทำการส่งคำสั่งในรูปแบบข้อความไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ชื่อ a0# หรือ a1# เพื่อบอกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์รู้ว่าจะทำการทดสอบในโหมดอนาลอกอินพุต ถ้าส่งข้อความไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ชื่อ a0# หมายถึง สัญญาณอนาลอกจะเข้ามาทางช่อง 0 แต่ถ้าส่งข้อความไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ชื่อ a1# หมายถึง สัญญาณอนาลอกจะเข้ามาทางช่อง 1 จากนั้นโปรแกรม LabVIEW จะทำการอ่านข้อมูลจากบอร์ด DAQ ผ่านทางพอร์ตอนุกรมแล้วนำ

ค่าไปแปลงเป็นแรงดันก่อนเพื่อทำการปรับเทียบอุณหภูมิ โดยแรงดัน 2.982 โวลต์จะมีค่าเท่า 25 องศา จากนั้นจึงจะทำการหาค่าอุณหภูมิที่แท้จริง จากภาพที่ 12 เป็นการทดสอบบอร์ด DAQ ที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อวัดค่าอุณหภูมิเทียบกับเทอร์โมมิเตอร์

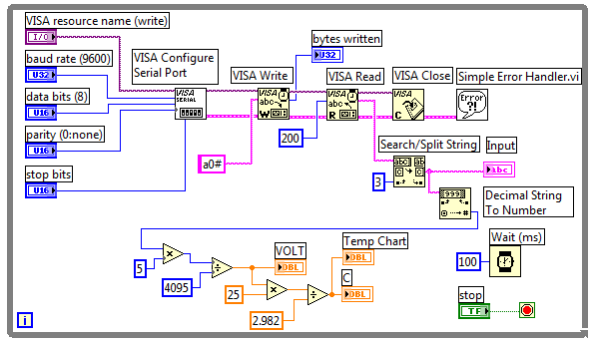
ภายหลังจากการทดสอบการทำงานของบอร์ด DAQ ให้สามารถทำงานได้ครบทั้ง 3 โหมดแล้ว จึงได้นำซอฟต์แวร์ที่ได้พัฒนาขึ้นมาในแต่ละโหมดมาประกอบรวมกันเป็นซอฟต์แวร์ต้นแบบ ดังภาพที่ 13



ภาพที่ 10 วงจรตรวจวัดอุณหภูมิด้วยบอร์ด DAQ

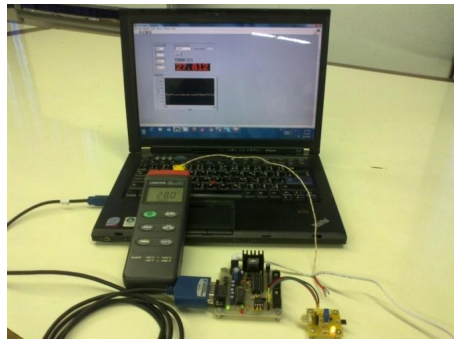


(ก) หน้าต่าง Front Panel

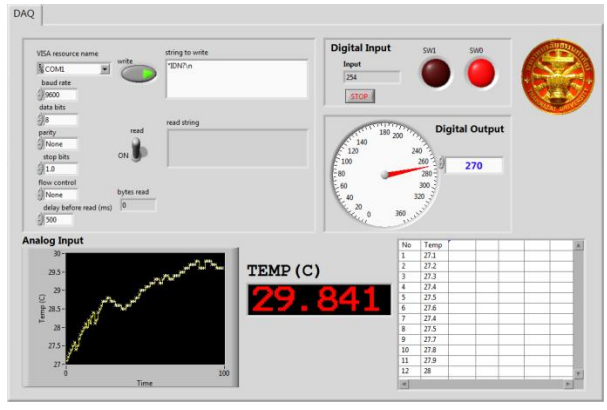


(ข) หน้าต่าง Block Diagram

ภาพที่ 11 โปรแกรม LabVIEW ในโหมดอนาลอกอินพุต



ภาพที่ 12 การทดสอบบอร์ด DAQ เพื่อทำการตรวจวัดอุณหภูมิ



ภาพที่ 13 ซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นมาสำหรับบอร์ด DA

ผลการวิจัย

ระบบดาต้าแอกควิซิชั่นต้นทุนต่ำที่ถูกพัฒนาขึ้นมาในงานวิจัยนี้ ได้ถูกทดสอบการทำงานทั้งหมด 3 โหมดดังที่กล่าวไว้ข้างต้น คือ โหมดดิจิตอลอินพุต ดิจิตอลเอาต์พุต และอนาลอกอินพุต โดยใช้โปรแกรม LabVIEW ทำหน้าที่ควบคุมการรับส่งข้อมูลผ่านทางพอร์ตอนุกรมและแสดงผลออกทางจอคอมพิวเตอร์

ในการทดสอบที่ 1 เป็นการทดสอบการทำงานของโหมดดิจิตอลอินพุต ที่ใช้วงจรสวิตช์มาต่อร่วมกับบอร์ด DAQ ทำการทดสอบโดยให้ผู้ใช้งานบอร์ด DAQ ทำการกดสวิตช์ หากบอร์ด DAQ สามารถทำงานในโหมดนี้ได้ บอร์ด DAQ จะอ่านค่าสัญญาณอินพุตจากสวิตช์ จากนั้นจะส่งข้อมูลกลับไปยังโปรแกรม LabVIEW พร้อมทั้งแสดงสถานะด้วยหลอดไฟ LED ติดหรือดับ ซึ่งทำการทดสอบทั้งหมด 8 ครั้ง ผลการทดสอบพบว่าบอร์ด DAQ สามารถทำงานในโหมดนี้ได้อย่างถูกต้อง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การทดสอบการทำงานของโหมดดิจิตอลอินพุต

โหมดดิจิตอลอินพุต				
การทดสอบ (ครั้งที่)	อุปกรณ์			
	สวิตช์ (SW0)	สวิตช์ (SW1)	LED1	LED2
1	✓	×	●	○
2	×	✓	○	●
3	×	×	○	○
4	✓	✓	●	●
5	×	✓	○	●
6	✓	×	●	○
7	✓	✓	●	●
8	×	×	○	○

หมายเหตุ:✓แทนกดสวิตช์ ✓ แทนไม่กดสวิตช์ ● แทนหลอดไฟ LED ติด ○ แทนหลอดไฟ LED ดับ

ในการทดสอบที่ 2 เป็นการทดสอบการทำงานของโหมดดิจิตอลเอาต์พุต ที่ใช้วงจรควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์มาต่อร่วมกับบอร์ด DAQ ทำการทดสอบโดยให้ผู้ใช้งานบอร์ด DAQ ควบคุมการหมุนสเต็ปปิ้งมอเตอร์ 0-360 องศา โดยหมุนครั้งละ 30 องศา ผลการทดสอบพบว่า บอร์ด DAQ สามารถควบคุม การหมุนของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ได้อย่างถูกต้องตามองศาที่กำหนดไว้ ดังตารางที่ 2

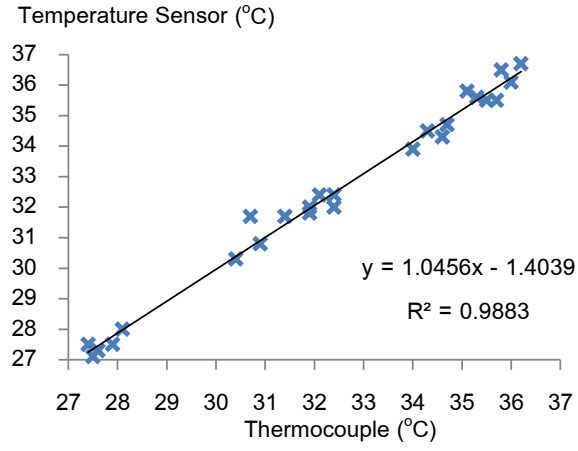
ในการทดสอบที่ 3 เป็นการทดสอบการทำงานของโหมดอนาลอกอินพุต ที่ใช้วงจรตรวจจับอุณหภูมิมาต่อร่วมกับบอร์ด DAQ ทำการทดสอบโดยให้ผู้ใช้งานสั่งให้บอร์ด DAQ ทำการอ่านค่าอุณหภูมิที่ได้จากเซ็นเซอร์อุณหภูมิทุกๆ 10 นาที เทียบกับค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากเทอร์โมมิเตอร์ ผลการทดสอบพบว่า บอร์ด DAQ มีค่าความคลาดเคลื่อน 1.17 เปอร์เซ็นต์หรือมีค่า R^2 เท่ากับ 0.9883 ดังภาพที่ 14

ตารางที่ 2 การทดสอบการทำงานของโหมดดิจิตอลเอาต์พุต

โหมดดิจิตอลเอาต์พุต									
Device	**มุม**	**การทดสอบ(ครั้งที่)**							
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
Stepping Motor (Half Step)	30^o	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	60^o	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	90^o	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	120^o	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	150^o	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	180^o	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	210^o	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	240^o	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	270^o	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	300^o	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	330^o	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	360^o	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

หมายเหตุ: ✓ แทนส่งข้อมูลออกจากบอร์ด DAQ ได้ตามองศาที่กำหนดไว้

ในตารางที่ 3 เป็นการเปรียบเทียบคุณสมบัติของบอร์ด DAQ ที่พัฒนาขึ้นมากับบอร์ด DAQ ที่มีราคาแพงหรือในเชิงพาณิชย์ โดยมีคุณสมบัติที่เหมือนกัน คือ สามารถทำงานได้ทั้ง 3 โหมด และใช้โปรแกรม LabVIEW สำหรับควบคุมบอร์ด DAQ ส่วนคุณสมบัติที่ต่างกัน คือ ราคา ประเภทการรับส่งข้อมูล และซอฟต์แวร์ควบคุม DAQ สำหรับผู้ใช้งาน



ภาพที่ 14 กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิที่วัดได้จากเซ็นเซอร์ LM35 กับเทอร์โมมิเตอร์

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของบอร์ด DAQ ที่พัฒนาขึ้นมากับบอร์ด DAQ ที่ใช้ในเชิงพาณิชย์

รายละเอียด	บอร์ดDAQ ที่พัฒนาขึ้นมา	บอร์ดDAQ ในเชิงพาณิชย์ (NI-6009)
1. โหมดดิจิตอลอินพุต	8 ช่อง	12 ช่อง
2. โหมดดิจิตอลเอาต์พุต	8 ช่อง	12 ช่อง
3. โหมดอนาลอกอินพุต	12 บิต 2 ช่อง	14 บิต 8 ช่อง
4. ใช้โปรแกรม LabVIEW	✓	✓
5. ราคา	< 1,000 บาท	15,700 บาท
6. การรับ-ส่งข้อมูล	Serial Port	USB Port
7. ซอฟต์แวร์ควบคุม DAQ สำหรับผู้ใช้ (User-Friendly)	✓	×

หมายเหตุ: ✓ แทนมี × แทนไม่มี

สรุปและอภิปรายผล

จากการออกแบบระบบดาต้าแอกควิซิชั่นที่สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมโดยใช้โปรแกรม LabVIEW มาควบคุมการรับส่งข้อมูลและแสดงค่าที่จอคอมพิวเตอร์ด้วยการพัฒนาระบบให้มีต้นทุนที่ต่ำ แล้วสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในโหมดการทำงานของดิจิตอลอินพุต และดิจิตอลเอาต์พุตได้อย่างมีประสิทธิภาพเหมือนกับระบบดาต้าแอกควิซิชั่นที่มีราคาแพง ส่วนการนำเอาโหมดอนาลอกอินพุตไปประยุกต์ใช้ในการตรวจวัดอุณหภูมิ ผลที่ได้คือ บอร์ด DAQ ที่พัฒนาขึ้นมีค่าความคลาดเคลื่อน 1.17 เปอร์เซ็นต์ หรือมีค่า R^2 เท่ากับ 0.9883 เนื่องจากค่าความละเอียดที่ใช้ในการแปลงจากสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลมีจำนวนบิตที่น้อยกว่าบอร์ด DAQ ที่มีราคาแพง

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยประเภททุนวิจัยเพื่อพัฒนาสิ่งประดิษฐ์จากกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ 2556

เอกสารอ้างอิง

[1] ขจร อนุดิตย์. (2550). *การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ด้วยภาษา C.* กรุงเทพฯ: Core Function.

[2] Bitter R., Mohiuddin T.; and Nawrocki M. (2007). *LabVIEW Advanced Programming Techniques.* 2nd ed. CSC Press.

[3] Wells, Lisa K.; and Travis, Jeffery. (1997). *LabVIEW for everyone : graphical programming made even easier.* Upper Saddle River N.J.: Prentice Hall PTR.

[4] Ertugrul, Nesimi. (2002). *LabVIEW for electric circuits, machines, drives, and laboratories.* Upper Saddle River N.J.: Prentice Hall PTR.

[5] Buckman, A. Bruce. (2002). *Computer-based electronic measurement: an introductory electronics laboratory workbook based on LabVIEW and Virtual Bench.* Upper Saddle River N.J.: Prentice Hall PTR.

[6] กิจไพบูลย์ ชีวพันธุศรี. (2554). *LabVIEW ซอฟต์แวร์เพื่อการพัฒนาระบบการวัดและควบคุม.* กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

[7] Frederick F. Driscoll, Robert F. Coughlin; and Robert S. Villanucci. (1994). *Data acquisition and process control with the M68HC11 microcontroller.* Upper Saddle River N.J.: Prentice Hall PTR.

[8] Shubhangi R. Saraf; and Rajesh M. Holmukhe. (2011). Microcontroller Based Data Acquisition System For Electrical Motor Vibrations using VB software. *Indian Journal of Computer Science and Engineering.* pp. 727-737.

[9] Dostalek, P., Dolinary, J.; and Vasek, V. (2011). *Simple data acquisition unit for school laboratory exercises.* pp. 85-88. Carpathian Control Conference.

[10] Vaibhav J. (2011). Environmental Data Acquisition Using (ENC28J60). *International Journal of Computer Technology and Electronics Enineering.* pp. 35-40.