

การพัฒนาและการประยุกต์ใช้ระบบดักข้อมูลด้วย 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

บทความนี้นำเสนอการออกแบบระบบดักข้อมูลด้วย LabVIEW ซึ่งสามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรม โดยระบบดักข้อมูลจะถูกดำเนินการด้วยโปรแกรม LabVIEW ซึ่งสามารถควบคุมการรับส่งข้อมูลและแสดงค่าที่คอมพิวเตอร์ โปรแกรม LabVIEW เป็นโปรแกรมที่ถูกใช้กันอย่างกว้างขวางในรูปแบบการเขียนโปรแกรมแบบสัญลักษณ์รูปภาพซึ่งการออกแบบระบบจะอยู่ในรูปแบบบล็อกทำให้ใช้เวลาในการเขียนโปรแกรมน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการเขียนโปรแกรมในรูปแบบตัวอักษรโดยทั่วไป ระบบดักข้อมูลได้พัฒนาให้มีต้นทุนต่ำโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ระบบดักข้อมูลถูกนำไปประยุกต์ใช้ในโครงการทำงานของดิจิทัลอินพุต และดิจิทัลเอาต์พุตซึ่งประสิทธิภาพเหมือนกับระบบดักข้อมูลที่มีราคาแพง ส่วนการประยุกต์ใช้ในโหมดอนาล็อกอินพุตเพื่อไปตรวจวัดอุณหภูมิให้ผลความคลาดเคลื่อนเล็กน้อย เนื่องจากค่าความละเอียดของเอชดีคอนเวอร์เตอร์มีจำนวนบิตน้อยกว่าระบบดักข้อมูลที่มีราคาแพง

คำสำคัญ: ระบบดักข้อมูลด้วย LabVIEW ไมโครคอนโทรลเลอร์ แลบบิว

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

ระบบดาต้าแอกควิซิชันที่ใช้โปรแกรม LabVIEW มาควบคุมอุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต หรือเซ็นเซอร์ต่างๆ ส่วนใหญ่จะมีราคาแพง เนื่องจากตัวไมโครคอนโทรลเลอร์และช่องรับสัญญาณดิจิทัลในโหมดดิจิทัลอินพุตหรือเอาต์พุตมีจำนวนมากเกินความจำเป็นในกรณีที่ผู้ใช้ไม่ต้องการที่จะไปควบคุมอุปกรณ์จำนวนมาก อีกทั้งค่าความละเอียดในการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัลมีความละเอียดสูงขนาด 14 บิต ซึ่งความละเอียดสูงมีผลทำให้ค่าความผิดพลาดในการแปลงสัญญาณน้อยตามไปด้วย แต่บางครั้งค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการแปลงสัญญาณที่มีความละเอียดเพียง 12 บิต ก็เพียงพอต่อการตรวจวัดสัญญาณแล้ว

ดังนั้นจึงมีแนวคิดในการออกแบบระบบดาต้าแอกควิซิชันต้นทุนต่ำขึ้นมาที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับควบคุมอุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต หรือตัวเซ็นเซอร์ต่างๆ โดยใช้โปรแกรม LabVIEW ผ่านทางพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ซึ่งมีโหมดการทำงานเหมือนกับระบบดาต้าแอกควิซิชันที่ราคาแพงโดยได้พัฒนาให้ระบบดาต้าแอกควิซิชันมีขนาดเล็กกระทัดรัดเหมาะแก่งานควบคุมที่ใช้ช่องรับสัญญาณดิจิทัลไม่เกิน 8 ช่องสัญญาณ และค่าความละเอียดในการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิทัลขนาด 12 บิต จำนวน 2 ช่องสัญญาณ ส่วนการเขียนโปรแกรม LabVIEW ไปควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่เป็นอินพุต เอาต์พุต และเซ็นเซอร์มีความง่ายกับผู้ใช้งาน เพราะได้ลดความยุ่งยากในการเขียนคำสั่งติดต่อระหว่างส่วนติดต่อผู้ใช้ (GUI) กับอุปกรณ์เข้าไปเก็บไว้ในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ [1]

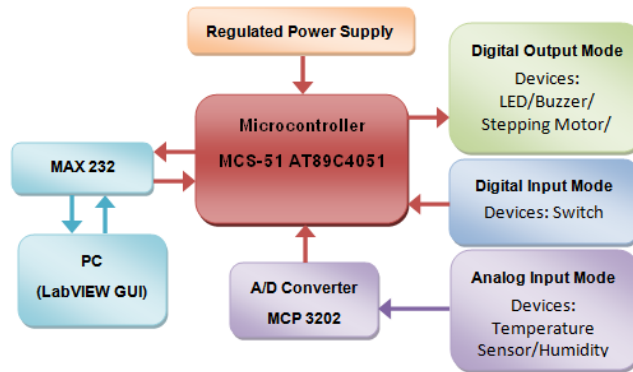
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อต้องการสร้างและพัฒนาระบบดาต้าแอกควิซิชันให้มีราคาต่ำ โดยมีโหมดการทำงานทั้งหมด 3 โหมด คือ โหมดดิจิทัลอินพุต ดิจิตอล

เอาต์พุต และอนาลอกอินพุต ซึ่งเหมือนกับระบบดาต้าแอกควิซิชันที่ราคาแพงเพียงแต่ต่างกันที่จำนวนช่องรับส่งข้อมูลสัญญาณดิจิทัลและความละเอียดในการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิทัล นอกจากนี้ยังสามารถลดความยุ่งยากในการเขียนโปรแกรม LabVIEW ที่ผู้ใช้จำเป็นต้องเขียนโปรแกรมติดต่อระหว่างส่วนติดต่อผู้ใช้หรือเรียกว่า Graphical User Interface (GUI) กับอุปกรณ์อินพุตหรือเอาต์พุต ดังนั้นจึงได้พัฒนาซอฟต์แวร์ GUI สำหรับบอร์ด DAQ ขึ้นมาเพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ง่ายและสะดวกยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถต่อยอดหรือพัฒนาซอฟต์แวร์เพิ่มเติมเพื่อนำไปใช้งานได้อีกในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย

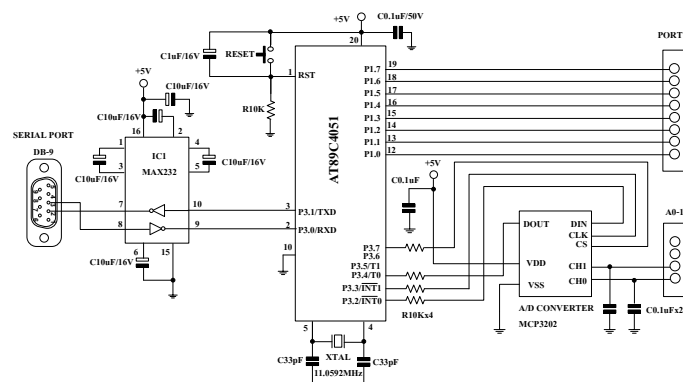
การออกแบบระบบดาต้าแอกควิซิชันในภาพที่ 1 [2-7] ประกอบด้วย หน่วยประมวลผลที่เป็นตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการทำงานในส่วนสัญญาณดิจิทัล สัญญาณอนาลอก การรับส่งข้อมูล และส่วนของการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ โดยจะแบ่งการทำงานออกเป็น 3 โหมดคือ โหมดดิจิทัลอินพุต โหมดดิจิทัลเอาต์พุต และโหมดอนาลอกอินพุต การทำงานในโหมดดิจิทัลอินพุตหรือเอาต์พุตจะใช้พอร์ตอินพุต/เอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วนการทำงานในโหมดอนาลอกอินพุตจะใช้พอร์ตที่ทำหน้าที่เป็นอินเทอร์เฟซต่อร่วมกับไอซีเบอร์ MCP3202 ทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิทัล และส่วนการรับส่งข้อมูลระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมจะใช้พอร์ตที่ทำหน้าที่รับส่งข้อมูลต่อร่วมกับไอซี MAX232 โดยระบบที่ออกแบบไว้นี้ใช้แหล่งจ่ายไฟตรงที่ทำหน้าที่รักษาระดับแรงดันคงที่ 5 โวลต์ ให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ [8]



ภาพที่ 1 ไตอะแกรมการทำงานของระบบดาด้าแอกควิชชั่น

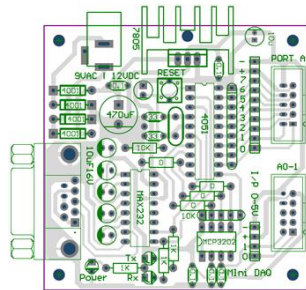
ในการออกแบบวงจรสำหรับบอร์ดดาด้าแอกควิชชั่น ในภาพที่ 2 ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ขนาด 8 บิต เบอร์ AT89C4051 เป็นไอซีราคาถูกของบริษัท Atmel Corporation ที่ใช้ไฟเลี้ยง 5 โวลต์ โดยใช้พอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่รับส่งสัญญาณดิจิทัลจำนวน 8 ช่อง และสัญญาณอนาล็อกจำนวน 2 ช่อง แต่ละช่องสามารถเลือกการทำงานได้ 3 โหมด คือ โหมดที่ 1 เป็นดิจิทัลอินพุต (Digital Input Mode) ทำหน้าที่รับข้อมูลสัญญาณดิจิทัลจากอุปกรณ์อินพุต เช่น สวิตช์ (Switch) ดิปสวิตช์ (Dip Switch) หรือคีย์สวิตช์แบบเมตริกซ์ (Matrix Switch) เป็นต้น โดยสามารถรับแรงดันได้ตั้งแต่ 0-5V โหมดที่ 2 เป็นดิจิทัลเอาต์พุต (Digital Output Mode) ทำหน้าที่

ส่งข้อมูลสัญญาณดิจิทัลไปยังอุปกรณ์เอาต์พุต เช่น หลอดไฟแอลอีดี (LED) เซเวนเซกเมน (7-Segment) ดีซีมอเตอร์ (DC Motor) หรือสเต็ปมิงมอเตอร์ (Stepping Motor) เป็นต้น และโหมดที่ 3 เป็นอนาล็อกอินพุต (Analog Input Mode) ทำหน้าที่รับสัญญาณอนาล็อกจากอุปกรณ์ที่ให้สัญญาณอนาล็อกอินพุต เช่น แอลดีอาร์ (LDR) ไฟด์ทรานซิสเตอร์ หรือเซ็นเซอร์ต่างๆ โดยในโหมดนี้สามารถรับแรงดันอินพุตตั้งแต่ 0 โวลต์ จนถึง 5 โวลต์ ความละเอียดในการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล 12 บิต การรับส่งข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์จะใช้พอร์ตที่ทำหน้าที่รับส่งข้อมูลต่อร่วมกับไอซี MAX232 ผ่านไปยังพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ [9-10]



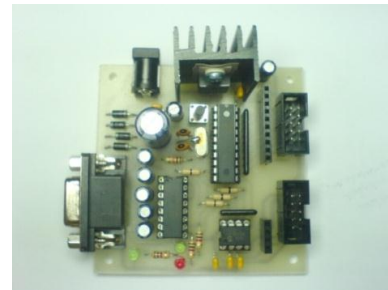
ภาพที่ 2 วงจรบอร์ดดาด้าแอกควิชชั่น

บอร์ดดาต้าแอกควิซชันต้นแบบที่สร้างขึ้น มาจะมีขนาดเล็กเพียง $5 \times 5 \text{ cm}^2$ ดังภาพที่ 3 การจัดเรียงขาสัญญาณของพอร์ตดิจิตอลอินพุต หรือเอาต์พุตถูกออกแบบให้อยู่ในรูปแบบของ คอนเน็คเตอร์แบบ IDC 10 ขา ซึ่งถูกตั้งชื่อว่า



(ก) ส่วนประกอบอุปกรณ์

PORT A โดยในแต่ละขาสัญญาณมีหน้าที่ดังนี้ ขา 1-8 เป็นขารับส่งข้อมูลสัญญาณดิจิตอลอินพุต หรือเอาต์พุต ขา 9 และ ขา 10 เป็นไฟเลี้ยง 5 โวลต์ และกราวด์

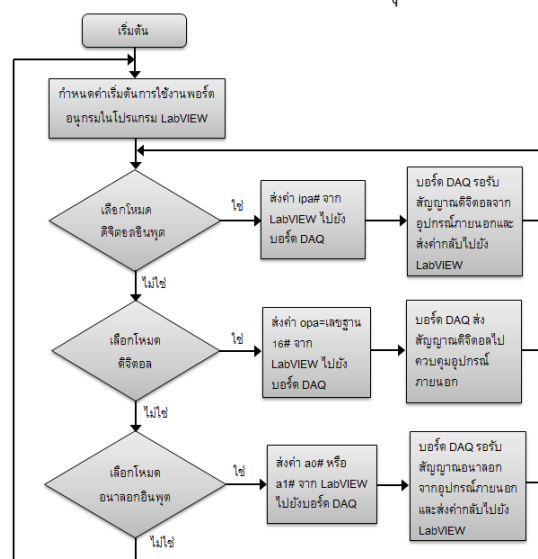


(ข) บอร์ดต้นแบบ

ภาพที่ 3 บอร์ดดาต้าแอกควิซชัน

ส่วนการจัดเรียงขาสัญญาณของพอร์ตอนาลอกอินพุตถูกออกแบบให้อยู่ในรูปแบบของ คอนเน็คเตอร์แบบ 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

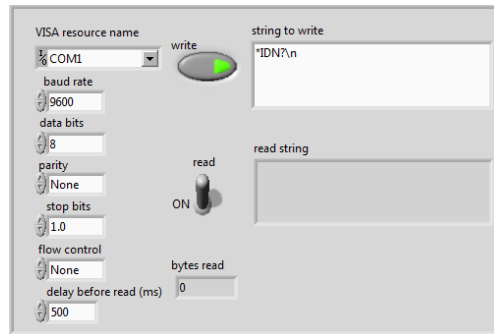
การพัฒนาซอฟต์แวร์ GUI สำหรับบอร์ด DAQ ขึ้นมามีขั้นตอนดังโพล์ชาร์ต ในภาพที่ 4 ในงานวิจัยได้แบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นการทดสอบการทำงานของโหมดดิจิตอลอินพุตร่วมกับโปรแกรม LabVIEW ส่วนที่ 2 เป็นการทดสอบการทำงานของโหมดดิจิตอลเอาต์พุตร่วมกับโปรแกรม LabVIEW และส่วนที่ 3 เป็นการทดสอบการทำงานของโหมดอนาลอกอินพุตร่วมกับโปรแกรม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



ภาพที่ 4 โพล์ชาร์ตการทำงานของซอฟต์แวร์ GUI

ในโปรแกรม LabVIEW ประกอบด้วยหน้าต่าง 2 ส่วนคือ หน้าต่าง Front Panel ใช้สำหรับออกแบบ GUI และหน้าต่าง Block Diagram ใช้สำหรับเขียนโปรแกรม การทำงานของบอร์ด DAQ เริ่มแรกผู้ใช้จะต้องกำหนดค่าสถานะเริ่มต้น

ให้กับการสื่อสารแบบอนุกรมในหน้าต่าง Front Panel เช่น การระบุพอร์ตอนุกรม ในงานวิจัยนี้ใช้ COM1 ส่วนอัตราเร็ว (Baud Rate) ใช้ 9600 bps และขนาดของข้อมูลใช้ 8 บิต ดังภาพที่ 5

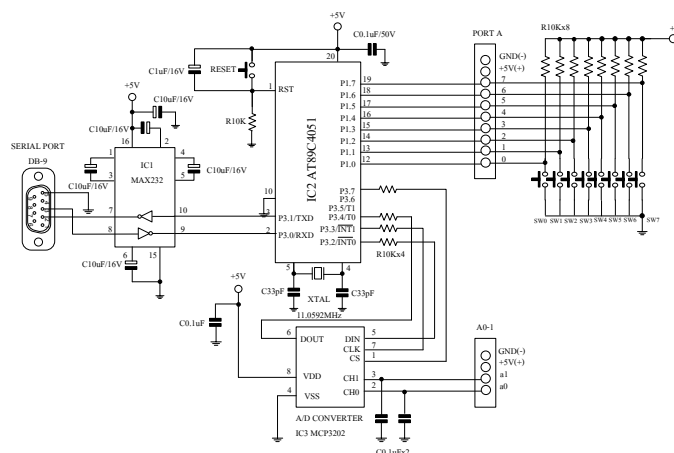


ภาพที่ 5 การกำหนดค่าสถานะเริ่มต้นให้กับบอร์ด DAQ

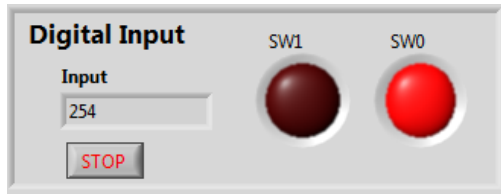
จากวงจรในภาพที่ 6 เป็นวงจรที่ถูกใช้ในการทดสอบการทำงานของโหมดดิจิทัลอินพุต โดยนำวงจรสวิตช์ที่ประกอบไปด้วยสวิตช์ 8 ตัว ต่อเข้ากับวงจรบอร์ด DAQ ที่ PORT A ซึ่งบอร์ด DAQ ทำหน้าที่ตรวจสอบสถานะการกดสวิตช์หรือการรับสัญญาณจากสวิตช์ เมื่อบอร์ด DAQ รับสัญญาณได้จะส่งข้อมูลกลับไปยังโปรแกรม LabVIEW พร้อมแสดงสถานะการกดสวิตช์ด้วยหลอดไฟ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

การทำงานของโปรแกรม LabVIEW ในหน้าต่าง Block Diagram ในภาพที่ 7(ข) มีขั้นตอนดังนี้ คือ เริ่มแรกโปรแกรมจะทำการ

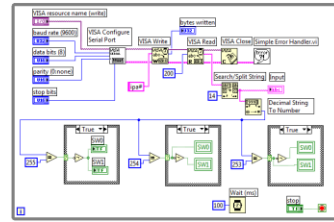
กำหนดสถานะเริ่มต้นให้กับการสื่อสารแบบอนุกรม จากนั้นทำการส่งคำสั่งในรูปแบบข้อความ ipa# ไปยังบอร์ด DAQ เพื่อบอกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์รู้ว่า จะทำการทดสอบในโหมดดิจิทัลอินพุต จากนั้นโปรแกรม LabVIEW จะทำการอ่านค่าสถานะการกดสวิตช์จากบอร์ด DAQ ผ่านทางพอร์ตอนุกรม ถ้าเป็นค่า 255 ความหมายคือ ไม่มีการกดสวิตช์ ถ้าเป็นค่า 254 ความหมายคือ มีการกดสวิตช์ตัวที่ 1 (SW0) และถ้าค่าเป็น 253 ความหมายคือ มีการกดสวิตช์ตัวที่ 2 (SW1) โดยเมื่อมีการกดสวิตช์หลอดไฟแอลอีดีจะติดที่บนหน้าต่าง Front Panel แต่ถ้าไม่มีการกดสวิตช์หลอดไฟแอลอีดีจะดับ



ภาพที่ 6 วงจรควบคุมสวิตช์ด้วยบอร์ด DAQ



(ก) หน้าต่าง Front Panel



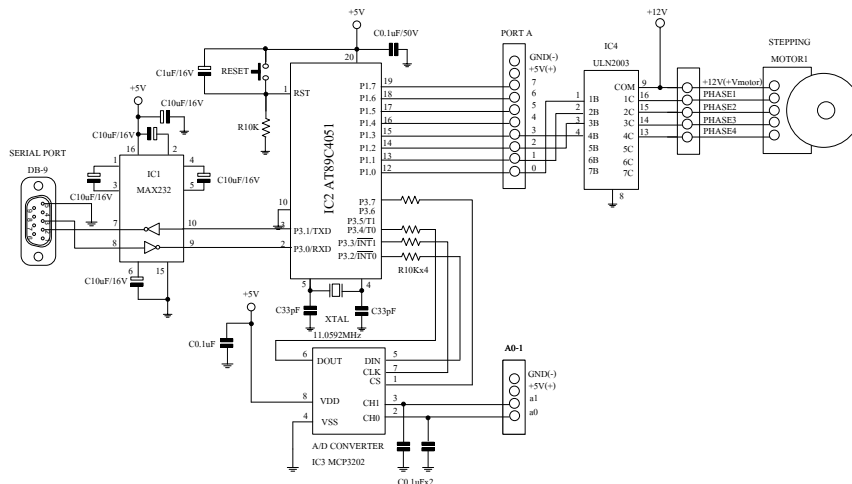
(ข) หน้าต่าง Block Diagram

ภาพที่ 7 โปรแกรม LabVIEW ในโหมดติจิตอลอินพุต

ในส่วนของการทดสอบการทำงานในโหมดของดิจิตอลเอาต์พุตจะใช้วงจรควบคุมการหมุนของสเต็ปป์มอเตอร์ ในภาพที่ 8 โดยวงจรควบคุมการหมุนของสเต็ปป์มอเตอร์จะถูกต่อเข้ากับ PORT A บนบอร์ด DAQ ซึ่งบอร์ด DAQ ทำหน้าที่ส่งข้อมูลออกไปขับสเต็ปป์มอเตอร์ หลักการทำงานของสเต็ปป์มอเตอร์คือ จะต้องมีการป้อนสัญญาณพัลส์ให้กับขดลวดของสเต็ปป์มอเตอร์ ในแต่ละเฟสเรียงกันแบบต่อเนื่อง สเต็ปป์มอเตอร์ที่ใช้ในการทดสอบ ในงานวิจัยนี้เป็นชนิดยูนีโพลาร์ ซึ่งจะขับเคลื่อนสเต็ปละ 7.5 องศา การควบคุมการหมุนของสเต็ปป์มอเตอร์มีด้วยกัน 3 แบบคือ แบบที่ 1 เป็นการควบคุมการหมุนแบบฟูลสเต็ป 1 เฟส (Full Step 1 Phase) แบบที่ 2 เป็นการควบคุมการหมุนแบบฟูล สเต็ป 2 เฟส (Full Step 2 Phase) และแบบที่ 3 เป็นการควบคุมการหมุน

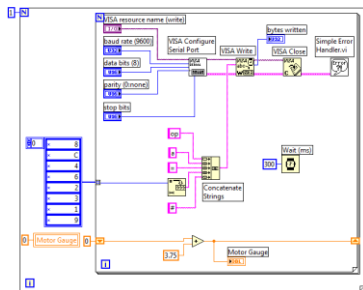
แบบฮาล์ฟสเต็ป (Half Step) ซึ่งในงานวิจัยนี้เลือกทดสอบการหมุนของสเต็ปป์มอเตอร์แบบฮาล์ฟสเต็ปเนื่องจากการควบคุมการหมุนแบบนี้ทำให้สเต็ปป์มอเตอร์มีแรงบิด (Torque) เพิ่มมากกว่าแบบฟูลสเต็ป 1 เฟส และ 2 เฟส และการควบคุมตำแหน่งการหมุนหรือองศาจะถูกต้องมากขึ้นด้วย

การควบคุมการตำแหน่งการหมุนของสเต็ปป์มอเตอร์แบบฮาล์ฟสเต็ป (Half Step) จะใช้หลักการกระตุ้นขดลวดของสเต็ปป์มอเตอร์แบบทีละขดลวดหรือ 1 เฟสสลับกับทีละ 2 ขดลวดหรือ 2 เฟสนั่นเอง โดยถ้าต้องการให้สเต็ปป์มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกาให้ส่งข้อมูลเลขฐาน 16 ดังนี้ 09H 01H 03H 02H 06H 04H 0CH 08H แต่ถ้าต้องการให้สเต็ปป์มอเตอร์หมุนทวนเข็มนาฬิกาให้ส่งข้อมูลเลขฐาน 16 ย้อนกลับดังนี้ 08H 0CH 04H 06H 02H 03H 01H 09H



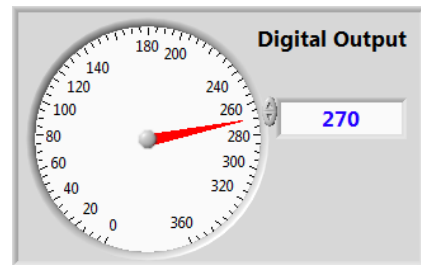
ภาพที่ 8 วงจรควบคุมการหมุนของสเต็ปป์มอเตอร์ด้วยบอร์ด DAQ

การทำงานของโปรแกรม LabVIEW ในหน้าต่าง Block Diagram ในภาพที่ 9(ก) มีขั้นตอนดังนี้ คือ เริ่มแรกโปรแกรมจะทำการกำหนดค่าสถานะเริ่มต้นให้กับการสื่อสารแบบอนุกรมจะเหมือนกับการทดสอบในโหมดดิจิตอลอินพุต แต่การทำงานในโหมดนี้จะส่งข้อมูลที่เป็นเลขฐาน 16 ไปพร้อมกับคำสั่งที่อยู่ในรูปแบบข้อความที่จะบอกให้บอร์ด DAQ รู้ว่าจะทำการทดสอบในโหมดดิจิตอลเอาต์พุต ยกตัวอย่างเช่น การขับสเต็ปปีงมอเตอร์ ในสเต็ปแรกหรือเฟสแรกจะต้องส่งข้อมูลเลขฐาน 16 คือ 08H ดังนั้นจะต้องเขียนคำสั่งไปบอกบอร์ด DAQ ดังนี้ opa = 8# เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์



(ก) หน้าต่าง Block Diagram

รับค่าที่ส่งจากโปรแกรม LabVIEW ผ่านทางพอร์ตอนุกรมแล้วไมโครคอนโทรลเลอร์จะรู้ทันทีว่าเป็นการทดสอบในโหมดดิจิตอลเอาต์พุต และจะต้องส่งข้อมูลเลขฐาน 16 ค่า 08H ออกจากพอร์ตไปยังสเต็ปปีงมอเตอร์ทำให้ สเต็ปปีงมอเตอร์หมุนไปที่ 7.5 องศา ดังนั้นถ้าต้องการให้สเต็ปปีงมอเตอร์หมุนไป 30 องศาแล้วหยุด จะต้องส่งข้อมูลเลขฐาน 16 ทั้งหมดจำนวน 8 ค่าให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ การแสดงผลเป็นเกจวัดองศาที่อยู่บนหน้าต่าง Front Panel ในภาพที่ 9(ข) จะแสดงผลการหมุนที่ละ 7.5 องศาในแต่ละครั้งที่ส่งข้อมูลเลขฐาน 16 ให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์



(ข) หน้าต่าง Front Panel

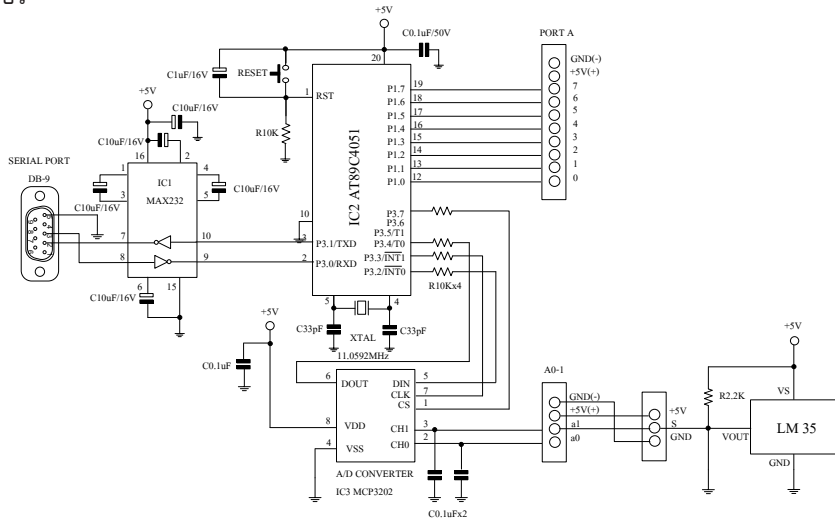
ภาพที่ 9 โปรแกรม LabVIEW ในโหมดดิจิตอลเอาต์พุต

การทดสอบการทำงานของโหมดอนาลอกอินพุตจะใช้วงจรตรวจวัดอุณหภูมิซึ่งใช้ไอซีวัดอุณหภูมิเบอร์ LM35 ดังภาพที่ 10 โดยบอร์ดวงจรตรวจวัดอุณหภูมิจะถูกต่อเข้ากับ AO-1 บนบอร์ด DAQ เพื่อที่จะวัดอุณหภูมิที่เป็นสัญญาณอนาลอกจากนั้นสัญญาณอนาลอกจะถูกแปลงไปเป็นสัญญาณดิจิตอลโดยใช้วงจรเอชทีคอนเวอร์เตอร์ที่อยู่บนบอร์ด DAQ เมื่อวงจรเอชทีคอนเวอร์เตอร์ส่งสัญญาณอินเทอร์เฟซไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์เข้าไปทำงานในส่วนอินเตอร์เฟซ โปรแกรม LabVIEW จึงเข้าไปอ่านค่าแล้วนำค่ามาแปลงเป็นค่าอุณหภูมิแล้วไปแสดงผลเป็นตัวเลขอุณหภูมิที่วัดได้ในตารางและกราฟบนหน้าต่าง Front Panel ของโปรแกรม LabVIEW ในภาพที่ 11(ก)

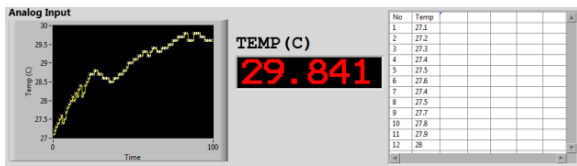
การทำงานของโปรแกรม LabVIEW ในหน้าต่าง Block Diagram ในภาพที่ 11(ข) มีขั้นตอนดังนี้ คือ เริ่มแรกโปรแกรมจะทำการกำหนดค่าสถานะเริ่มต้นให้กับการสื่อสารแบบอนุกรมจะเหมือนกับการทดสอบในโหมดดิจิตอลอินพุตและดิจิตอลเอาต์พุต จากนั้นทำการส่งคำสั่งในรูปแบบข้อความไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ชื่อ a0# หรือ a1# เพื่อบอกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์รู้ว่าจะทำการทดสอบในโหมดอนาลอกอินพุต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

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

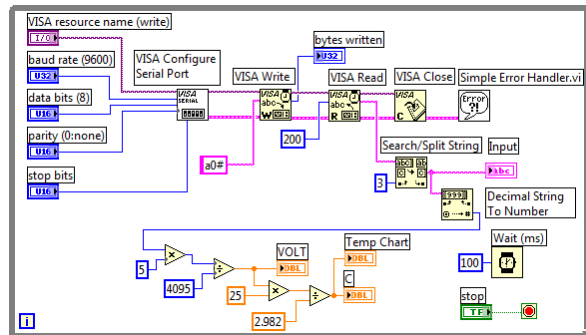
ภายหลังจากการทดสอบการทำงานของบอร์ด DAQ ให้สามารถทำงานได้ครบทั้ง 3 โหมดแล้ว จึงได้นำซอฟต์แวร์ที่ได้พัฒนาขึ้นมาในแต่ละโหมดมาประกอบรวมกันเป็นซอฟต์แวร์ต้นแบบดังภาพที่ 13



ภาพที่ 10 วงจรตรวจวัดอุณหภูมิด้วยบอร์ด DAQ

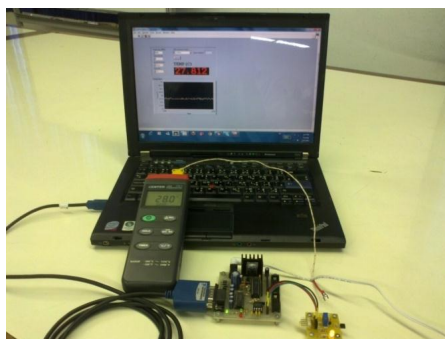


(ก) หน้าต่าง Front Panel

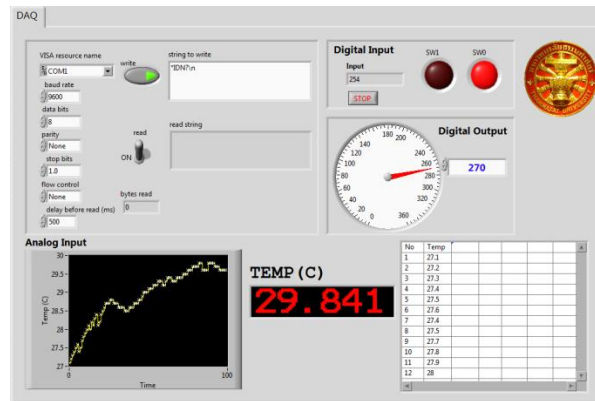


(ข) หน้าต่าง Block Diagram

ภาพที่ 11 โปรแกรม LabVIEW ในโหมดออนไลน์อินพุต



ภาพที่ 12 การทดสอบบอร์ด DAQ เพื่อทำการตรวจวัดอุณหภูมิ



ภาพที่ 13 ซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นมาสำหรับบอร์ด DA

ผลการวิจัย

ระบบดักแaggerควิซันต้นทุนต่ำที่ถูพัฒนาขึ้นมาในงานวิจัยนี้ ได้ถูกทดสอบการทำงานทั้งหมด 3 โหมดตั้งที่กล่าวไว้ข้างต้น คือ โหมดดิจิตอลอินพุต ดิจิตอลเอาต์พุต และอนาลอกอินพุต โดยใช้โปรแกรม LabVIEW ทำหน้าที่ควบคุมการรับส่งข้อมูลผ่านทางพอร์ตอนุกรมและแสดงผลออกทางจอคอมพิวเตอร์

ในการทดสอบที่ 1 เป็นการทดสอบการทำงานของโหมดดิจิตอลอินพุต ที่ใช้วงจรสวิตช์มา

ต่อร่วมกับบอร์ด 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

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

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

ในการทดสอบที่ 2 เป็นการทดสอบการทำงานของโหมตดิจิตอลเอาต์พุต ที่ใช้วงจรควบคุมสเต็ปมอเตอร์มาต่อกับบอร์ด DAQ ทำการทดสอบโดยให้ผู้ใช้งานบอร์ด DAQ ควบคุมการหมุนสเต็ปมอเตอร์ 0-360 องศา โดยหมุนครั้งละ 30 องศา ผลการทดสอบพบว่า บอร์ด DAQ สามารถควบคุม การหมุนของสเต็ปมอเตอร์ได้อย่างถูกต้องตามองศาที่กำหนดไว้ ดังตารางที่ 2

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

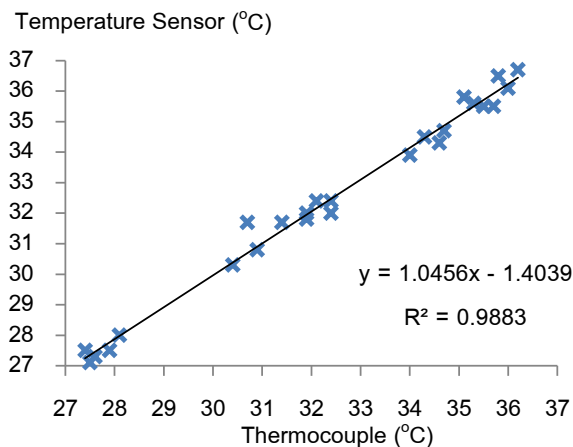
ตารางที่ 2 การทดสอบการทำงานของโหมตดิจิตอลเอาต์พุต

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

หมายเหตุ: ✓ แทนส่งข้อมูลออกจากบอร์ด DAQ ได้ตามองศาที่กำหนดไว้

ในตารางที่ 3 เป็นการเปรียบเทียบคุณสมบัติของบอร์ด DAQ ที่พัฒนาขึ้นมา กับบอร์ด 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. โหมดดิจิทัลอินพุต	8 ช่อง	12 ช่อง
2. โหมดดิจิทัลเอาต์พุต	8 ช่อง	12 ช่อง
3. โหมดอนาล็อกอินพุต	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

จากการออกแบบระบบบิต้าแอกควิชชันที่สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมโดยใช้โปรแกรม LabVIEW มาควบคุมการรับส่งข้อมูลและแสดงค่าที่จอคอมพิวเตอร์ด้วยการพัฒนาระบบให้มีต้นทุนที่ต่ำ แล้วสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในโหมดการทำงานของดิจิทัลอินพุต และดิจิทัลเอาต์พุตได้อย่างมีประสิทธิภาพเหมือนกับระบบบิต้าแอกควิชชันที่มีราคาแพง ส่วนการนำเอาโหมดอนาล็อกอินพุตไปประยุกต์ใช้ในการตรวจวัดอุณหภูมิ ผลที่ได้คือ บอร์ด DAQ

ที่พัฒนาขึ้นมีค่าความคลาดเคลื่อน 1.17 เปอร์เซ็นต์ หรือมีค่า R^2 เท่ากับ 0.9883 เนื่องจากค่าความละเอียดที่ใช้ในการแปลงจากสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลมีจำนวนบิตที่น้อยกว่าบอร์ด DAQ ที่มีราคาแพง

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยประเภททุนวิจัยเพื่อพัฒนาสิ่งประดิษฐ์จากกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ 2556

เอกสารอ้างอิง

- [1] ขจร อนุจิตย์. (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 ชิวพันธุ์ศรี. (2554). *LabVIEW ซอฟต์แวร์เพื่อการพัฒนากระบวนการวัดและควบคุม*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- [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.