

เครื่องมือสอบเทียบความดัน* Pressure Calibrator

สมานมิตร อยู่สุขสวัสดิ์¹ และ ณรงค์ บัณฑิตย์¹

บทคัดย่อ

ในงานอุตสาหกรรมจะมีการวัดค่าหลายประเภท เพื่อให้กระบวนการต่าง ๆ ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพจึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่ใช้ในกระบวนการต้องมีความเที่ยงตรงเพื่อป้องกันความผิดพลาดอันจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อกระบวนการผลิต ดังนั้นอุปกรณ์สำหรับวัดค่าต่าง ๆ ต้องได้รับการสอบเทียบค่าให้เป็นไปตามมาตรฐาน อุปกรณ์วัดความดันก็เป็นอุปกรณ์หนึ่งที่มีความสำคัญต่อกระบวนการผลิตที่ต้องทำการสอบเทียบค่ากับเครื่องมือสอบเทียบความดัน เพื่อให้วัดความดันได้อย่างถูกต้อง คณะผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาและสร้างเครื่องมือสอบเทียบความดันที่สามารถสอบเทียบอุปกรณ์วัดความดันในกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม จากผลการทดลองการทำงานของเครื่องมือสอบเทียบความดันกับเครื่องสอบเทียบความดันที่มีมาตรฐานอยู่ในระดับมาตรฐานโรงงาน (Industrial Standard) ผลการสอบเทียบพบว่าเครื่องมือสอบเทียบความดันมีค่าความถูกต้องอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถนำไปใช้สอบเทียบอุปกรณ์วัดความดันที่ใช้ในอุตสาหกรรมได้ โดยมีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยเมื่อใช้หน่วยเป็น kg/cm^2 ในขณะเพิ่มความดัน 0.273% ในขณะลดความดัน 0.346% และมีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยเมื่อใช้หน่วยเป็น psi ในขณะเพิ่มความดัน 0.415% ในขณะลดความดัน 0.437%

คำสำคัญ : ความดัน, การสอบเทียบ

Abstract

There are many type of industrial measurement. Production process may use these kinds of measurement to determine some value which make production process work efficiently. It is important to use an accurate instrument. So measurement instruments need to be qualified according to standard. Pressure calibrator is one of instrument used in many processes. That is why we need to standardize the measurement instruments. The objectives of this research are to study and make the tools which can standardize the measurement instruments for industrial process. From the comparison with Pressure calibrator and standard pressure calibrator for Industrial Standard, we found that Pressure calibrator has the standard accuracy which can be used for standardization of pressure measurement instruments. We found that it has almost the same error rate. Average error in kg/cm^2 is 0.273 % when increase pressure, and 0.346% when decrease pressure. Average error in psi is 0.415 % when increase pressure, and 0.437% when decrease pressure.

Keywords : Pressure, Calibrate

¹ อาจารย์, ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์, วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

* แหล่งทุนอุดหนุนการวิจัยร่วมกับภาคอุตสาหกรรม, วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ประจำปี 2548

1. บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในงานอุตสาหกรรมทั่วไปจะมีการวัดหลายประเภท เช่น การวัดระดับ การวัดปริมาณการไหล การวัดน้ำหนัก และการวัดความดัน ฯลฯ ในกระบวนการผลิตอาจจะใช้วิธีใดวิธีหนึ่ง หรือหลายวิธีพร้อมกัน เพื่อจะได้ทราบค่าของระดับ ปริมาณการไหล น้ำหนักและความดัน ฯลฯ อุปกรณ์เครื่องมือวัดจึงมีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการผลิต เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมามีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องอย่างยิ่งที่อุปกรณ์เครื่องมือวัดที่ใช้ในระบบการควบคุมกระบวนการผลิตจะต้องมีความเที่ยงตรงในการวัดเพื่อป้องกันความผิดพลาดจากการวัดอันจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อกระบวนการผลิตได้ เช่น ผลิตภัณฑ์ไม่ได้มาตรฐาน ทำให้เสียเวลา สิ้นเปลืองทรัพยากร และที่สำคัญทำให้ขาดความเชื่อมั่นและไม่เป็นที่ยอมรับของลูกค้า ซึ่งโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไปจะต้องมีมาตรฐานการผลิต ISO 9001 ฉะนั้นจึงต้องให้ความสำคัญกับอุปกรณ์เครื่องมือวัดเหล่านั้นเป็นอย่างมาก และมีความจำเป็นต้องมีการสอบเทียบเครื่องมือวัดก่อนที่จะนำไปใช้งาน และเมื่อใช้งานจนครบตามระยะเวลาที่กำหนด สำหรับอุปกรณ์เครื่องมือวัดความดันก็เป็นอุปกรณ์ที่มีการใช้งานอยู่ในกระบวนการผลิต เช่น การขนถ่ายน้ำมันในท่อส่งน้ำมัน การบรรจุแก๊ส เป็นต้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการสอบเทียบอุปกรณ์เครื่องมือวัดความดันให้มีความเที่ยงตรงในการใช้งานตามค่ามาตรฐานเพื่อให้กระบวนการผลิตทำงานได้อย่างสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาและสร้างเครื่องมือสอบเทียบความดัน ที่สามารถใช้สอบเทียบเครื่องมือวัดความดันในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรม และเพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนในเรื่องการสอบเทียบความดันในสถาบันการศึกษา

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

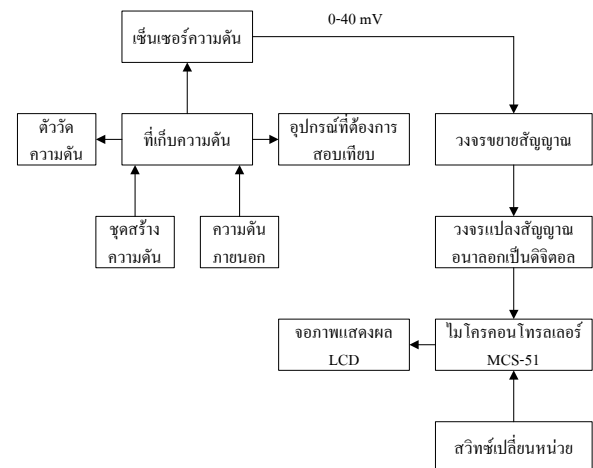
ได้เครื่องมือสอบเทียบความดันที่มีมาตรฐาน สามารถนำไปใช้สอบเทียบอุปกรณ์เครื่องมือวัดความดันทำให้อุปกรณ์เครื่องมือเหล่านั้นมีความเที่ยงตรงสามารถนำไปใช้งานในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการวัดความดันได้ และสามารถนำไปใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนในหัวข้อเรื่องการสอบเทียบความดันได้

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 กำหนดรูปแบบและการทำงานของเครื่องมือสอบเทียบความดัน

เครื่องมือสอบเทียบความดัน ประกอบด้วยส่วนประกอบต่าง ๆ คือ วงจรจ่ายแรงดันไฟฟ้า วงจรขยายสัญญาณ วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล ชุดสร้างความดัน และวงจรควบคุม [1]

2.1.1 ภาคจ่ายแรงดันไฟฟ้า ประกอบด้วยแรงดันไฟฟ้า 5 V, 10 V และ ± 12 V เพื่อจ่ายให้กับส่วนต่าง ๆ ได้แก่ เซ็นเซอร์ความดัน มอเตอร์ปั๊มความดัน และวงจรต่าง ๆ



รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องมือสอบเทียบความดัน

2.1.2 เซ็นเซอร์ความดันเบอร์ MPX2100 [2] ใช้สเตรนเกจ (Strain Gauge) 4 ชุดที่วางทแยงกันในรูปแบบ Wheatstone's Bridge ซึ่งตัวเซ็นเซอร์ความดันแบบนี้จะเป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์ของผลึกธาตุที่ฝังอยู่บนแผ่นซิลิกอนไดอะแฟรมซึ่งเป็นตัวตรวจจับความดันบนแผ่นไดอะแฟรมเมื่อได้รับความดันจากภายนอกจะให้เอาต์พุตที่เป็นลิเนียร์ในรูปของแรงดันอนาล็อกที่เป็นสัดส่วนกับความดัน

2.1.3 ภาควงจรขยายสัญญาณ ภาควงจรขยายสัญญาณทำหน้าที่ขยายสัญญาณอินพุตจากเซ็นเซอร์ความดันที่มีขนาดเล็กไม่สามารถนำไปใช้งานได้ ดังนั้นจึงต้องขยายสัญญาณให้มีขนาดใหญ่มากพอที่จะนำไปใช้งาน โดยทั่วไป วงจรขยายสัญญาณที่ดีจะต้องมีความเป็นเชิงเส้น (linearity) มากที่สุด และต้องมีความเสถียรภาพ เพื่อที่จะทำให้สัญญาณเอาต์พุตที่ผ่านวงจรขยายมีความถูกต้อง หรือเกิดผิดเพี้ยนไปจากสัญญาณอินพุตไม่มากนัก โดยทั่วไปนิยมใช้ออปแอมป์ทำหน้าที่ขยายสัญญาณจากเซ็นเซอร์ความดัน

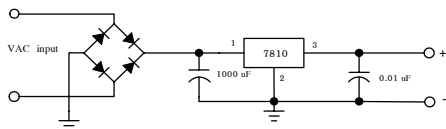
2.1.4 ชุดสร้างความดัน ชุดสร้างความดันจะใช้ปั๊มไฟฟ้า แล้วส่งความดันไปยังถังเก็บความดันถึงใหญ่ก่อนที่จะส่งต่อไปยังถังเล็ก โดยมีวาล์วแบบเข็มที่ติดตั้งอยู่ในชุดสร้างความดันทำหน้าที่ในการจำกัดความดันที่จะส่งไปยังถังเก็บความดันถึงเล็ก เพื่อป้องกันการกระเพื่อมของความดันที่เกิดจากปั๊มไฟฟ้า สำหรับวาล์วแบบเข็มอีกตัวหนึ่งนั้นจะทำหน้าที่ลดความดันออกจากถังเก็บความดันถึงเล็ก

การปรับค่าความดันอย่างละเอียดนั้นจะใช้กระบอกสูบเป็นอุปกรณ์ช่วยในการเพิ่มหรือลดค่าความดัน ซึ่งตัวปรับความดันละเอียดนี้จะใช้การเคลื่อนที่เข้า-ออกของลูกสูบโดยใช้เกลียวช่วยในการปรับระยะการเคลื่อนที่ของลูกสูบเพื่อให้ความดันภายในถังเล็กเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ

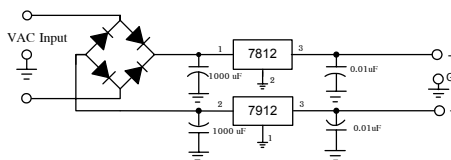
2.1.5 ภาคแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล วงจรนี้จะแปลงสัญญาณที่ได้มาจากภาควงจรขยายสัญญาณซึ่งเป็นสัญญาณอนาล็อกไม่สามารถเชื่อมต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการแปลงสัญญาณอนาล็อกให้เป็นสัญญาณดิจิทัลเสียก่อน โดยการเชื่อมต่อแบบอนุกรม

2.2 ออกแบบและสร้างวงจรภายในเครื่องมือสอบเทียบความดัน

2.2.1 ภาคจ่ายไฟ ในส่วนของไฟเลี้ยงเซ็นเซอร์ความดันจะใช้แรงดันไฟตรงขนาด 10 V แรงดันไฟตรงขนาด 5 V จ่ายให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์และวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล โดยทั้ง 2 วงจรนี้มีลักษณะเหมือนกันดังรูปที่ 2 จะต่างกันที่ไอซีเรกูเลเตอร์เบอร์ 7810 สำหรับแรงดัน 10 V และเบอร์ 7805 สำหรับแรงดัน 5 V แรงดันไฟตรง 12 V จ่ายให้กับมอเตอร์บีบความดันและวงจรขยายสัญญาณดังรูปที่ 3 โดยใช้ไอซีเบอร์ 7812 สำหรับไฟ +12 V และเบอร์ 7912 สำหรับไฟ -12 V

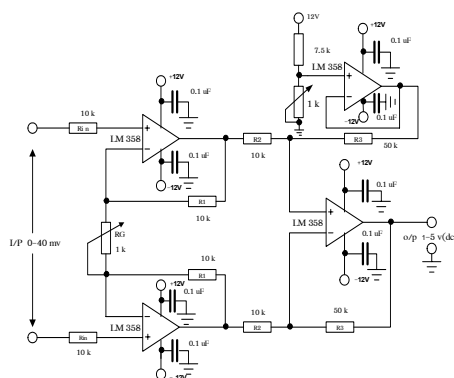


รูปที่ 2 วงจรจ่ายแรงดัน 10 V



รูปที่ 3 วงจรจ่ายแรงดัน ± 12 V

2.2.2 ภาคขยายสัญญาณ ภาคขยายสัญญาณจะทำหน้าที่ขยายสัญญาณที่ได้จากเซ็นเซอร์ที่มีสัญญาณขนาด 0-40 mV ซึ่งเป็นสัญญาณที่ขนาดเล็กมากไม่สามารถที่จะนำไปใช้งานร่วมกับวงจรอื่นได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีภาคขยายสัญญาณทำหน้าที่ขยายสัญญาณมีขนาด 1-5 V เพื่อที่จะส่งสัญญาณไปให้วงจรภาคแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลได้ [3] โดยงานวิจัยนี้ได้ออกแบบให้ภาคขยายสัญญาณกับภาคแปลงสัญญาณอยู่ในชุดเดียวกันเพื่อเป็นการประหยัดทรัพยากร



รูปที่ 4 วงจรขยายสัญญาณ

2.2.3 ชุดแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล สัญญาณที่ได้จากวงจรขยายสัญญาณนั้นจะเป็นสัญญาณอนาล็อกซึ่งมีขนาดสัญญาณ 1-5 V แต่ในการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นจะต้องเป็นสัญญาณ

ดิจิทัล ดังนั้นจึงจำเป็นต้องแปลงสัญญาณที่ได้เป็นสัญญาณดิจิทัลก่อนเพื่อที่จะนำไปเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยงานวิจัยนี้ใช้การแปลงสัญญาณอนาล็อกแบบอนุกรม (Serial) เอาท์พุท ซึ่งเอาท์พุทของวงจรนี้จะแบบ 2-Wire ส่งข้อมูลแบบเรียงบิตขนาด 12 บิต ซึ่งจะทำให้มีความละเอียดของสัญญาณมากขึ้นถึง $2^n - 1$ คือ $2^{12} - 1$ เท่ากับ 4,095 ตำแหน่ง ซึ่งความละเอียดในการแปลงสัญญาณหาได้จากค่าแรงดันอินพุทสูงสุด

$$R_v = \frac{\text{แรงดันอินพุทสูงสุด}}{\text{จำนวนบิตของตัวแปลงสัญญาณ} - 1}$$

$$R_v = \frac{5V}{(2^{12} - 1)}$$

$$= 5V/4095$$

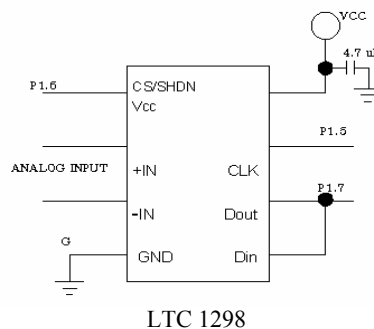
$$= 0.001221V$$

$$R_v = 1.221 \text{ mV/bit}$$

เมื่อ R_v คือความละเอียดของการแปลงสัญญาณต่อ 1 บิต

n คือ จำนวนบิตของการแปลงสัญญาณ

นั่นคือค่าแรงดันอินพุท 1.2 mV จะทำให้ค่าดิจิทัลเปลี่ยนไป 1 สเต็ปการทำงานของวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลนี้จะใช้ไอซีเบอร์ LTC1298 ซึ่งเป็นไอซีขนาด 12 บิต มีวิธีการอ่านหรือเขียนข้อมูลแบบอนุกรมซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์จะใช้สัญญาณในการอ่านเพียง 3 เส้นเท่านั้น โดยสัญญาณจากพอร์ท P1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นพอร์ทที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัลดังรูปที่ 5



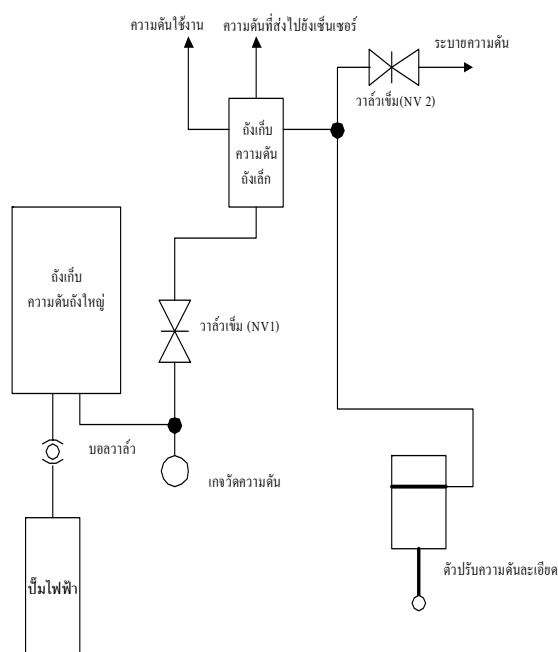
รูปที่ 5 วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล

2.2.4 การออกแบบวงจรควบคุม จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ AT89C2051 เป็นหน่วยประมวลผลกลาง รับสัญญาณดิจิทัลจากวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล การแสดงผลใช้ตัวแสดงผลแบบ Dot Matrix LCD ขนาด 16 ตัวอักษร จำนวน 2 บรรทัด มีการเชื่อมต่อแบบขนาน 4 บิต แหล่งจ่ายกำลังใช้แหล่งจ่าย 12 VDC 500 mA และทำการรักษาระดับแรงดันด้วยไอซี MCT7805T จ่ายแรงดัน 5 VDC เป็นไฟเลี้ยงให้กับวงจร

2.3 ออกแบบชุดสร้างความดัน

2.3.1 หลักการทำงานของชุดสร้างความดัน ชุดสร้างความดันที่สร้างขึ้นมานี้จะใช้ปั๊มไฟฟ้าเป็นตัวสร้างความดัน โดยเมื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับปั๊มไฟฟ้า ปั๊มไฟฟ้าจะสร้างความดันขึ้นมา จากนั้นความดันที่ถูกสร้างขึ้นจะถูกส่งผ่านบอลลวาล์วไปยังถังเก็บความดันถังใหญ่ก่อนที่จะนำไปใช้งานสำหรับความดันที่ถูกสร้างขึ้นมาจากปั๊มไฟฟ้า เราสามารถทราบค่าความดันได้จากเกจวัดความดัน (Pressure Gauge) ที่ติดตั้งไว้ที่ถังเก็บความดัน เมื่อความดันมีค่าถึงระดับที่ต้องการแล้วก็จะทำการปิดบอลลวาล์ว ซึ่งบอลลวาล์วนี้นี้ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้ความดันที่สร้างขึ้นมารั่วไหลออกไปสำหรับวาล์วแบบเข็ม (NV1) ที่ติดตั้งอยู่ในชุดสร้างความดันนี้ทำหน้าที่ในการจำกัดความดันที่จะปล่อยไปยังถังเก็บความดันถังเล็ก และป้องกันการกระเฝือกของความดันที่เกิดจากปั๊มไฟฟ้า สำหรับวาล์วแบบเข็ม (NV2) นั้นจะทำหน้าที่ในการลดความดันจากถังเก็บความดันถังเล็กเพื่อลดระดับความดันให้เป็นไปตามความต้องการ

ตัวปรับละเอียด งานวิจัยนี้ใช้กระบอกสูบเป็นตัวปรับความดันที่มีความละเอียดโดยใช้เกลียวสกรูต่อเข้ากับแกนลูกสูบเพื่อปรับระยะการเคลื่อนที่ของลูกสูบ ซึ่งการเคลื่อนที่เข้า-ออกของลูกสูบจะทำให้ความดันในถังเก็บความดันถังเล็กเปลี่ยนแปลงได้อย่างละเอียด [5]



รูปที่ 6 ชุดสร้างความดัน

2.3.2 ส่วนประกอบของชุดสร้างความดัน

2.3.2.1 ถังเก็บความดัน ถังเก็บความดันนี้ทำหน้าที่ในการเก็บความดันที่ได้รับเข้ามาเพื่อที่จะนำไปใช้งานต่อไป ซึ่งถังเก็บความดันนี้มีอยู่ 2 ถัง คือถังเก็บความดันถังใหญ่และถังเก็บความดันถังเล็ก

2.3.2.2 วาล์วควบคุมมี 2 ชนิด

ก) วาล์วแบบเข็ม (Need Valve) เป็นวาล์วที่มีความละเอียดในการควบคุมค่อนข้างสูง วาล์วนี้มีลักษณะเป็นแท่งคล้ายเข็มเคลื่อนที่ขึ้นลงทำให้ลักษณะของการควบคุมความดันมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ ดังนั้นวาล์วแบบเข็มนี้จะช่วยลดการกระเฝือกของความดันในถังเล็กได้

ข) บอลลวาล์ว หรือ ON-OFF Valve เป็นวาล์วที่ใช้ในการเปิด-ปิดความดันเนื่องจากเป็นวาล์วที่มีลักษณะการทำงานแบบ เปิด-ปิด ใช้สำหรับชุดสร้างความดันเพื่อที่จะเป็นตัวตัดแยกความดันจากแหล่งจ่ายความดัน (Pump) กับถังเก็บความดันถังใหญ่

2.3.2.3 ปั๊มไฟฟ้า (Electrical Pump) ปั๊มไฟฟ้าจะเป็นตัวสร้างความดันให้กับถังเก็บความดันถังใหญ่ ซึ่งปั๊มไฟฟ้าจะทำงานก็ต่อเมื่อได้รับพลังงานไฟฟ้า ความดันที่ถูกสร้างขึ้นมาก็จะถูกส่งผ่านบอลลวาล์วไปเก็บไว้ในถังเก็บความดันถังใหญ่เพื่อรอการนำไปใช้งาน

2.3.2.4 เกจวัดความดัน (Pressure Gauge) เป็นตัวอุปกรณ์ที่ทำหน้าวัดความดันที่อยู่ภายในถังใหญ่ว่ามีขนาดความดันเพียงพอสำหรับความต้องการใช้งานหรือไม่ เมื่อมีขนาดความดันมากพอที่จะนำไปใช้งานแล้วก็จะสั่งให้ปั๊มไฟฟ้าหยุดทำงาน

2.3.2.5 กระบอกสูบ (Cylinder) กระบอกสูบทำหน้าที่สร้างความดันโดยอาศัยแรงที่กระทำที่ลูกสูบ งานวิจัยนี้ได้นำกระบอกสูบมาประยุกต์ใช้ในการปรับระดับความดันร่วมกับชุดสร้างความดันให้มีขนาดสูงขึ้นหรือต่ำลงได้ ซึ่งการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของความดันที่อยู่ในถังเก็บความดันถังเล็กนั้นจะมีลักษณะการเพิ่มขึ้นหรือลดลงที่มีความละเอียดกว่าการควบคุมด้วยวาล์วแบบเข็มเพียงอย่างเดียว การนำกระบอกสูบมาประยุกต์ใช้นั้นสามารถทำได้โดยการต่อแกนเกลียวเข้ากับแกนลูกสูบทำให้ลักษณะการเคลื่อนที่เข้าหรือเคลื่อนที่ออกของลูกสูบเป็นไปอย่างช้า ๆ จึงเป็นผลทำให้ความดันที่อยู่ในถังเก็บความดันถังเล็กมีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ

2.3.2.6 จุดแยกหรือจุดต่อ (Connector) จุดแยกหรือจุดต่อใช้เป็นทางเชื่อมต่อของท่อ (Tube) หรือสายยาง ซึ่งใช้เป็นทางเดินของความดันจากจุดหนึ่งไปยังจุดต่างๆที่อยู่ในระบบความดัน

2.3.2.7 ท่อ (Tube) หรือสายยาง เป็นทางเดินสำหรับส่งความดันที่สร้างขึ้นมาจากปั๊มไปยังจุดต่างๆ

2.4 เขียนโปรแกรมควบคุม

โปรแกรมควบคุมการทำงานจะใช้ภาษาแอสแซมบลี โดยจะใช้ควบคุมการวัดความดันของเซ็นเซอร์ความดันเพื่อใช้เป็นค่าอ้างอิงในการสอบเทียบ และการเปลี่ยนหน่วยของความดันได้ 2 แบบ คือ เป็น (kg/cm²)g หรือ psig

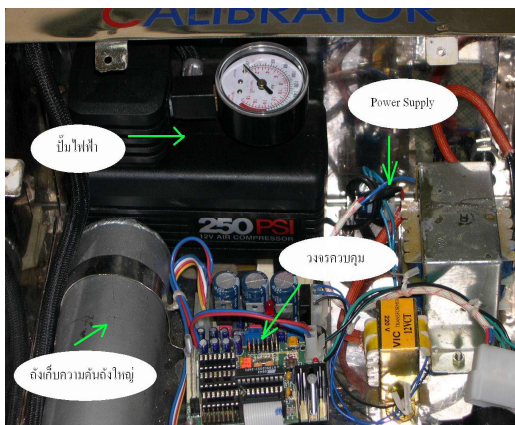
2.5 ทดสอบการทำงานของเครื่องมือสอบเทียบความดัน

หลังจากที่ได้ออกแบบและสร้างโครงสร้างของเครื่องสอบเทียบความดันเรียบร้อยแล้วจึงได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน

ทดสอบการทำงานของชุดสร้างความดัน ทดสอบเซ็นเซอร์ความดัน และแสดงผลของเครื่องมือสอบเทียบความดัน



รูปที่ 7 เครื่องมือสอบเทียบความดัน



รูปที่ 8 ส่วนประกอบด้านในของเครื่องสอบเทียบความดัน

3. ผลการทดลอง

เครื่องมือสอบเทียบความดัน ประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน คือ โครงสร้างและกลไก ส่วนที่สองเป็นวงจรภาคต่าง ๆ และ ส่วนที่สามเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุม หลังจากที่ได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องมือสอบเทียบความดันเรียบร้อยแล้วจึงได้ทำการทดสอบการทำงานของเครื่องมือสอบเทียบความดัน แล้วนำค่าที่อ่านได้จากจอแสดงผลบนที่กลิ้งในตารางที่ 1 ถึงตารางที่ 4 เพื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากเครื่องวัดความดันที่อยู่ในระดับมาตรฐานโรงงาน (Industrial Standard) โดยทำการเปรียบเทียบค่าความดันกับเครื่องมาตรฐานโรงงาน ยี่ห้อ Fluke รุ่น 717 100G เป็นมาตรฐานในการอ้างอิง ซึ่งจะทำให้ทราบถึงความแม่นยำในการวัดและการแสดงผล การสอบเทียบค่าความดันของเครื่องมือสอบเทียบความดันที่สร้างขึ้น ใช้วิธีเทียบค่าเป็นจุด ๆ มีช่วงการวัด 0.000-1.000 (kg/cm²)g โดยเพิ่มความดันขึ้นครั้งละ 10% ของช่วงการใช้งาน (ตารางที่ 1) และลดความดันลงครั้งละ 10%

ของช่วงการใช้งาน (ตารางที่ 2) นอกจากนี้ยังทำการทดลองในหน่วย psig มีช่วงการวัด 0.00-14.22 psig โดยเพิ่มความดันขึ้นครั้งละ 1 psig (ตารางที่ 3) และลดความดันลงครั้งละ 1 psig (ตารางที่ 4) ในการทดลองจะเปลี่ยนแหล่งความดันที่ป้อนให้กับเครื่องมือสอบเทียบความดันที่สร้างขึ้น ซึ่งมีอยู่ 2 แบบ คือ แบบที่สร้างความดันขึ้นเองภายในตัวเครื่องด้วยปั๊มไฟฟ้า และแบบรับค่าความดันจากแหล่งกำเนิดความดันภายนอก

ตารางที่ 1 ผลการทดลองเพิ่มความดันขึ้นครั้งละ 10 % ((kg/cm²)g)

Portable Pressure Calibrator	Pressure Calibrator ที่สร้างขึ้น (kg/cm ²)g				ค่าผิดพลาดเฉลี่ย (%)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0
0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0
0.200	0.199	0.199	0.198	0.199	0.625
0.300	0.298	0.299	0.298	0.299	0.500
0.400	0.398	0.398	0.398	0.398	0.500
0.500	0.498	0.498	0.498	0.498	0.400
0.600	0.598	0.598	0.598	0.598	0.333
0.700	0.698	0.698	0.698	0.699	0.250
0.800	0.798	0.798	0.798	0.799	0.218
0.900	0.899	0.899	0.899	0.899	0.111
1.000	0.999	0.999	1.000	0.999	0.075

จากตารางที่ 1 ผลการทดลองวัดความดันในช่วงขาขึ้นมีหน่วยเป็น (kg/cm²)g มีค่าผิดพลาดเฉลี่ย 0.273 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดลองลดความดันลงครั้งละ 10 % ((kg/cm²)g)

Portable Pressure Calibrator	Pressure Calibrator ที่สร้างขึ้น (kg/cm ²)g				ค่าผิดพลาดเฉลี่ย (%)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	
1.000	0.999	0.999	1.000	0.999	0.075
0.900	0.898	0.899	0.899	0.898	0.166
0.800	0.798	0.799	0.798	0.798	0.218
0.700	0.698	0.698	0.698	0.698	0.285
0.600	0.598	0.598	0.598	0.598	0.333
0.500	0.498	0.498	0.498	0.498	0.400
0.400	0.398	0.398	0.398	0.398	0.500
0.300	0.298	0.299	0.298	0.298	0.583
0.200	0.198	0.199	0.199	0.199	0.625
0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

จากตารางที่ 2 ผลการทดลองวัดความดันในช่วงช่วงล่างมีหน่วยเป็น (kg/cm²)g มีค่าผิดพลาดเฉลี่ย 0.346 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 3 ผลการทดลองเพิ่มความดันขึ้นครั้งละ 1 psig

Portable Pressure Calibrator	Pressure Calibrator ที่สร้างขึ้น (psig)				ค่าผิดพลาดเฉลี่ย (%)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0
2.00	1.99	1.99	1.99	1.98	0.625
3.00	2.98	2.98	2.98	2.97	0.750
4.00	3.97	3.98	3.97	3.97	0.687
5.00	4.97	4.97	4.97	4.96	0.650
6.00	5.97	5.96	5.96	5.96	0.625
7.00	6.97	6.97	6.96	6.96	0.500
8.00	7.96	7.96	7.96	7.96	0.500
9.00	8.96	8.96	8.96	8.96	0.444
10.00	9.96	9.97	9.96	9.96	0.375
11.00	10.97	10.96	10.96	10.96	0.340
12.00	11.97	11.96	11.97	11.97	0.270
13.00	12.97	12.97	12.97	12.96	0.250
14.00	13.97	13.97	13.97	13.97	0.214

จากตารางที่ 3 ผลการทดลองวัดความดันในช่วงช่วงบนมีหน่วยเป็น psig มีค่าผิดพลาดเฉลี่ย 0.415 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4 ผลการทดลองลดความดันลงครั้งละ 1 psig

Portable Pressure Calibrator	Pressure Calibrator ที่สร้างขึ้น (psig)				ค่าผิดพลาดเฉลี่ย (%)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	
14.00	13.97	13.98	13.97	13.96	0.214
13.00	12.97	12.96	12.96	12.96	0.288
12.00	11.97	11.96	11.96	11.96	0.312
11.00	10.96	10.96	10.96	10.96	0.363
10.00	9.96	9.96	9.96	9.96	0.400
9.00	8.96	8.96	8.97	8.96	0.416
8.00	7.96	7.96	7.96	7.96	0.500
7.00	6.96	6.96	6.96	6.97	0.535
6.00	5.96	5.97	5.96	5.96	0.625
5.00	4.97	4.97	4.96	4.96	0.700
4.00	3.97	3.97	3.97	3.97	0.750
3.00	2.98	2.98	2.97	2.97	0.833
2.00	1.99	1.99	1.99	1.98	0.625
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0

จากตารางที่ 4 ผลการทดลองวัดความดันในช่วงช่วงบนมีหน่วยเป็น psig มีค่าผิดพลาดเฉลี่ย 0.437 เปอร์เซ็นต์

4. สรุปผลการวิจัย

4.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการทดลองของการวิจัยเครื่องมือสอบเทียบความดัน เมื่อนำค่าความดันไปเปรียบเทียบกับค่าความดันที่ได้จากเครื่องวัดความดันยี่ห้อ Fluke รุ่น 717 100G ซึ่งเป็นเครื่องวัดความดันที่อยู่ในระดับมาตรฐานโรงงาน (Industrial Standard) ผลที่ได้มีความถูกต้องเพียงพอที่จะนำไปใช้เป็นเครื่องสอบเทียบอุปกรณ์วัดความดันที่ใช้ในอุตสาหกรรมได้ โดยเมื่อใช้หน่วยเป็น kg/cm² มีค่าผิดพลาดเฉลี่ยในขณะเพิ่มความดัน 0.273 %, มีค่าผิดพลาดเฉลี่ยในขณะลดความดัน 0.346 % และเมื่อใช้หน่วยเป็น psi มีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยในขณะเพิ่มความดัน 0.415 %, มีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยในขณะลดความดัน 0.437 % และผลการวิจัยยังพบว่าเครื่องมือสอบเทียบความดันเมื่อทดสอบการทำงานโดยใช้แหล่งความดันจากภายนอก และจากภายในมีค่าความผิดพลาดใกล้เคียงกัน

4.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้เครื่องมือสอบเทียบความดันสามารถนำไปใช้สอบเทียบอุปกรณ์วัดความดันได้ตั้งแต่ 0-1 (kg/cm²)g หรือ 0-14.223 psig เท่านั้น ดังนั้นควรทำการพัฒนาเครื่องมือสอบเทียบความดันให้สามารถวัดความดันที่มีค่าสูงกว่า 0-1 (kg/cm²)g หรือ 0-14.223 psig

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง “เครื่องมือสอบเทียบความดัน” นี้สามารถดำเนินการจนสำเร็จได้ก็เพราะได้รับทุนสนับสนุนจากวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ประจำปี 2548 ทางคณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะกรรมการผู้บริหารวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ได้จัดสรรทุนสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งส่งผลให้ผู้วิจัยได้มีโอกาสทำงานวิจัย เพื่อเป็นการพัฒนาบุคลากรของวิทยาลัยให้สามารถพัฒนาตนเองและหน่วยงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขอขอบคุณบริษัท มัลติเทคโนโลยีคอนโทรล จำกัด และผู้ช่วยเหลือทุกๆ ท่านมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] สันติ แสงเทียน และ วิทยา เกษประจันทร์, “เครื่องมือสอบเทียบความดัน” ปริญญานิพนธ์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2543.
- [2] Motorola “Sensor Device Data” U.S.A. : Motorola, 1995.
- [3] วิโรจน์ อัสวรังสี, ชัชวาล เต็มฤทธิวงศ์ และ กรชูลี ใช้สฤติย์ การใช้งานออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2536.
- [4] อุดม จินประดับ. ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2541.

- [5] อนุตร จำลองกุล ปัม พัฒน เครื่องอัดและระบบจ่าย. ภาควิชา
วิศวกรรมเครื่องจักรกลการเกษตร คณะวิศวกรรมและเทคโนโลยี-
การเกษตร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, 2541.