

ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงผ่านระบบอินเทอร์เน็ต

Direct Current Circuits Experiment via Internet

จิระศักดิ์ ช่างชัย¹ ศิริวัฒน์ หงษ์ทอง² และโอภาส ศิริครรชิตถาวร²

1. บทนำ

การเรียนรู้แบบออนไลน์ หรือ e-learning คือ การศึกษา การเรียนรู้ผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต (Internet) หรืออินทราเน็ต (Intranet) เป็นการเรียนรู้ด้วยตัวเอง ผู้เรียนจะได้เรียนตามความสามารถ และความสนใจของตน โดยเนื้อหาของบทเรียนซึ่งประกอบด้วย ข้อความ รูปภาพ เสียงวิดีโอ และ มัลติมีเดีย อื่นๆ จะถูกส่งไปยัง ผู้เรียนผ่านเว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser) โดยผู้เรียน ผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเรียนทุกคน สามารถติดต่อปรึกษา แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกันได้เช่นเดียวกับการเรียนในชั้นเรียนปกติ โดยอาศัยเครื่องมือการติดต่อ สื่อสาร ที่ทันสมัย (e-mail, web-board, chat) จึงเรียกได้ว่าเป็นการเรียนสำหรับทุกคน ซึ่งเรียนได้ทุกที่ ทุกเวลา และไม่จำกัดบุคคล

ในปัจจุบันได้มีการนำเอาระบบอินเทอร์เน็ตเข้ามาใช้ในทางการศึกษามากขึ้นเนื่องจากสามารถค้นหาข้อมูลได้อย่างรวดเร็วและสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ง่าย นอกจากนั้นแล้วนักศึกษา จำเป็นต้องมีความรู้ทั้งด้านทฤษฎีและความรู้ด้านปฏิบัติด้วย ความรู้ทางด้านปฏิบัติจะเกิดขึ้นได้เมื่อนักศึกษาได้ทำการทดลองจริง แต่ข้อจำกัดของการลงปฏิบัติการก็จะต้องลงปฏิบัติการในห้องและอยู่ภายใต้เวลาที่กำหนดไว้ ด้วยเหตุนี้ระบบอินเทอร์เน็ตจึงได้มีบทบาทอย่างมากในระบบการเรียนทางไกล โดยผู้เรียนที่ลงทะเบียนแล้วสามารถเข้าสู่บทเรียนจากที่ใดก็ได้ที่มี

อินเทอร์เน็ต การฝึกปฏิบัติการทางไกลผ่านระบบอินเทอร์เน็ตในช่วงแรกจะเป็นการฝึกปฏิบัติการแบบเสมือน (Virtual Lab) คือเป็นการจำลองการทำงานโดยใช้เซิร์ฟเวอร์ซึ่งไม่ได้มีการติดต่อกับฮาร์ดแวร์จริง ต่อมาได้มีการพัฒนาระบบและโปรแกรมเพื่อให้ผู้เรียนสามารถควบคุมชุดทดลองผ่านระบบอินเทอร์เน็ต (Remote Lab) [1] การเรียนทางไกลบางหลักสูตรยังมีการกำหนดให้นักศึกษาจะต้องมีการฝึกปฏิบัติการแต่เนื่องจากการใช้ระบบชุดทดลองผ่านอินเทอร์เน็ตทำให้นักศึกษาสามารถฝึกปฏิบัติการได้จากที่บ้านได้ในช่วงเวลา ไม่เกิน 10 ปีที่ผ่านมาได้มีการสร้างระบบการทดลองทางไกลผ่านระบบอินเทอร์เน็ตขึ้นมาในหลายสาขาวิชา [2-4] และได้มีการทำวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากการฝึกปฏิบัติการจริงกับการฝึกปฏิบัติการผ่านระบบชุดทดลองผ่านอินเทอร์เน็ต [5-6]

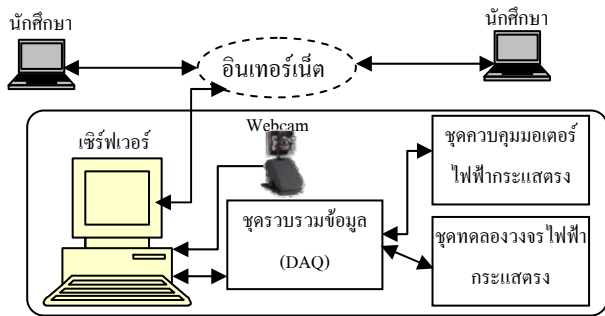
บทความนี้ได้นำเสนอการออกแบบและสร้างชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ชุดทดลองประกอบด้วยวงจรพื้นฐานทางไฟฟ้าซึ่งมีความสำคัญในการศึกษาในสาขาวิศวกรรมไฟฟ้าคือวงจรความต้านทานแบบอนุกรม (Series Circuit) วงจรความต้านทานแบบขนาน (Parallel Circuit) วงจรสมมูลเทเวนิน (Thevenin Equivalent Network) และวงจรขยายสมมูลนอร์ตัน (Norton Equivalent Network)

¹ อาจารย์, ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์, วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์, ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์, วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

2. วิธีดำเนินการ

ออกแบบโครงสร้างโดยรวมของระบบชุดทดลองแสดง
ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 โครงสร้างของระบบชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

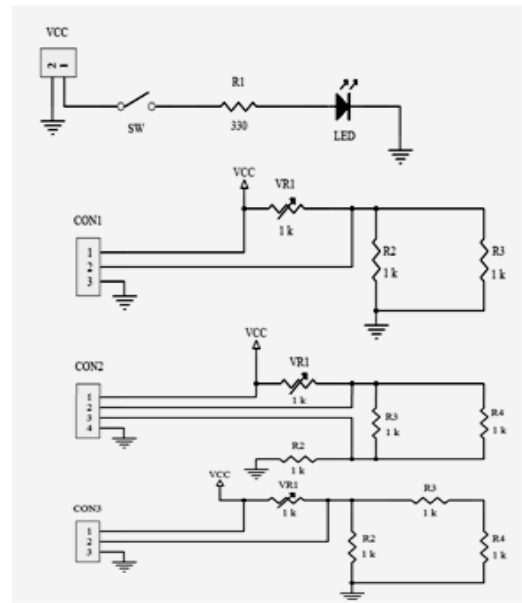
1) ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับชุดรวบรวมข้อมูล เช่น ความละเอียดในการแปลงแอนะล็อกเป็นดิจิทัล จำนวนอินพุตและเอาต์พุตพอร์ต และรูปแบบการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ โดยชุดรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในชุดทดลองเป็นชุด Micro USB-Data Acquisition ซึ่งใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล PIC ของบริษัท Microchip โดยได้มีการนำเอาไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC18F4550 ที่มีโมดูล USB อยู่ภายในตัวสำหรับใช้อินเตอร์เฟซกับคอมพิวเตอร์ ภายในบอร์ดมีอินพุตและเอาต์พุต 30 และมีตัวแปลงแอนะล็อกเป็นดิจิทัลขนาด 10 บิต

2) ศึกษาและออกแบบวงจร โดยวงจรรวมทั้งหมดแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ วงจรที่ใช้ในการทดลอง ดังแสดงในรูปที่ 2 และวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ดังแสดงในรูปที่ 3

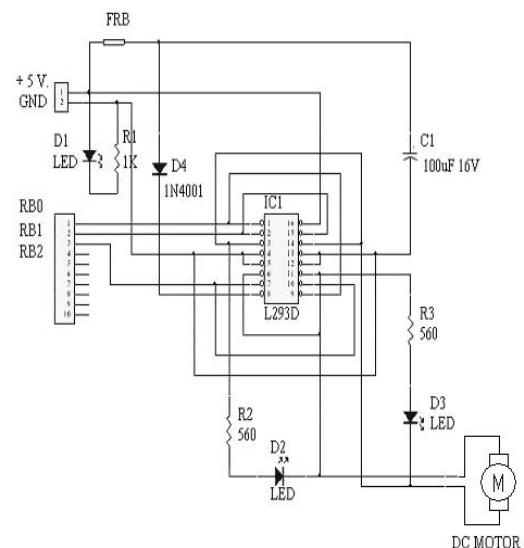
วงจรที่ใช้ในชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงดังแสดงในรูปที่ 2 ถูกออกแบบบนแผ่นวงจรพิมพ์แผ่นเดียวกัน และใช้แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าร่วมกัน วงจรในชุดทดลองประกอบด้วยวงจรแบบอนุกรมและแบบขนาน วงจรสมมูลเทวินิน และวงจรขั้วสมมูลนอร์ตัน ในวงจรแต่ละส่วนจะมีความต้านทานปรับค่าได้ (VR1) คอยอยู่ การปรับค่าความต้านทาน VR1 นี้ทำได้โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยควบคุมผ่านอินเทอร์เน็ต

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ใช้ปรับค่าความต้านทานในชุดทดลองเป็นมอเตอร์ที่ใช้กับแรงดันไฟฟ้าขนาด 5 โวลต์ วงจร

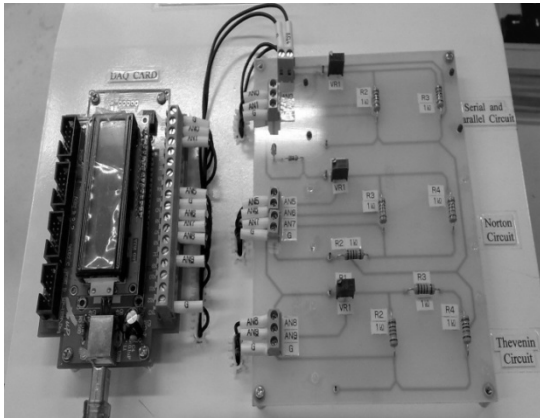
ควบคุมมอเตอร์ดังแสดงในรูปที่ 3 ถูกออกแบบมาให้ติดต่อกับพอร์ต B (B0-B2) ของชุดรวบรวมข้อมูล โดยใช้ไอซีเบอร์ L293D ในการขับมอเตอร์และในส่วนของวงจรควบคุมมอเตอร์นี้จะต้องสามารถควบคุมให้มอเตอร์กลับทางหมุนเพื่อเพิ่มหรือลดค่าความต้านทานได้ การวางตำแหน่งของอุปกรณ์ในชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงดังแสดงในรูปที่ 4 ซึ่งชุดทดลองจะมีไดโอดเปล่งแสงเพื่อแสดงสถานะการควบคุมมอเตอร์ในการปรับเปลี่ยนค่าความต้านทานในวงจร



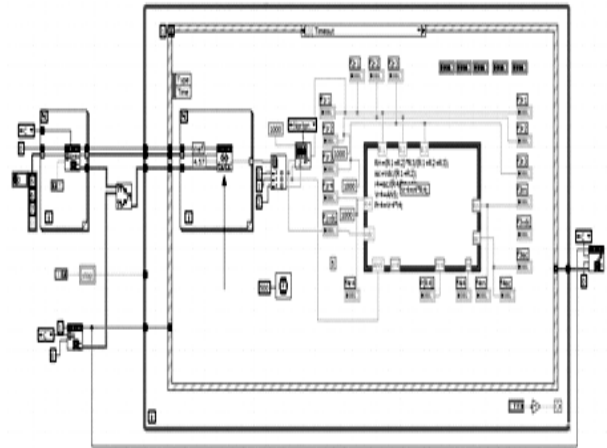
รูปที่ 2 วงจรที่ใช้ในชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง



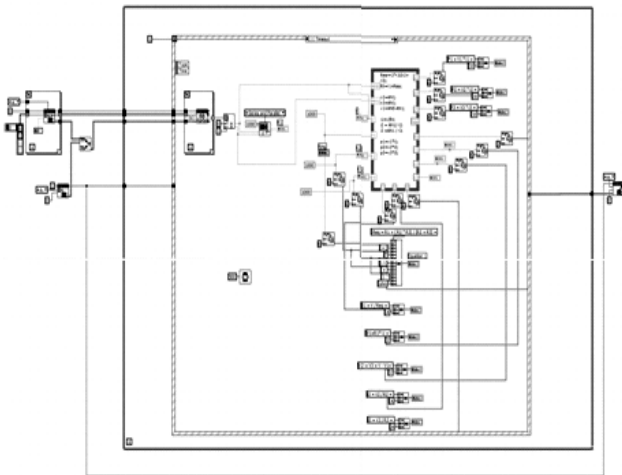
รูปที่ 3 วงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง



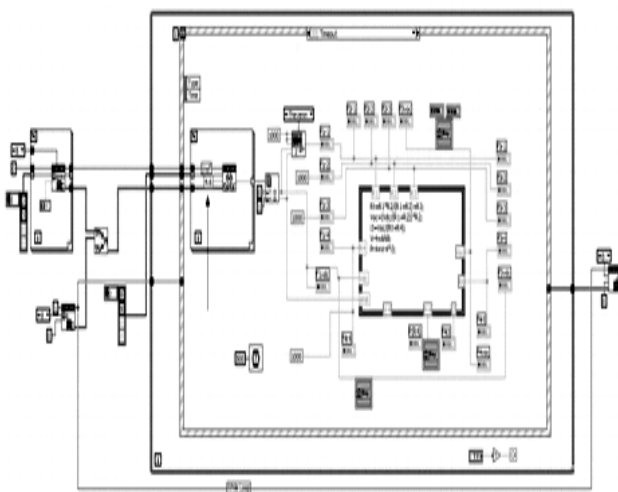
รูปที่ 4 การวางอุปกรณ์จริงในชุดทดลอง



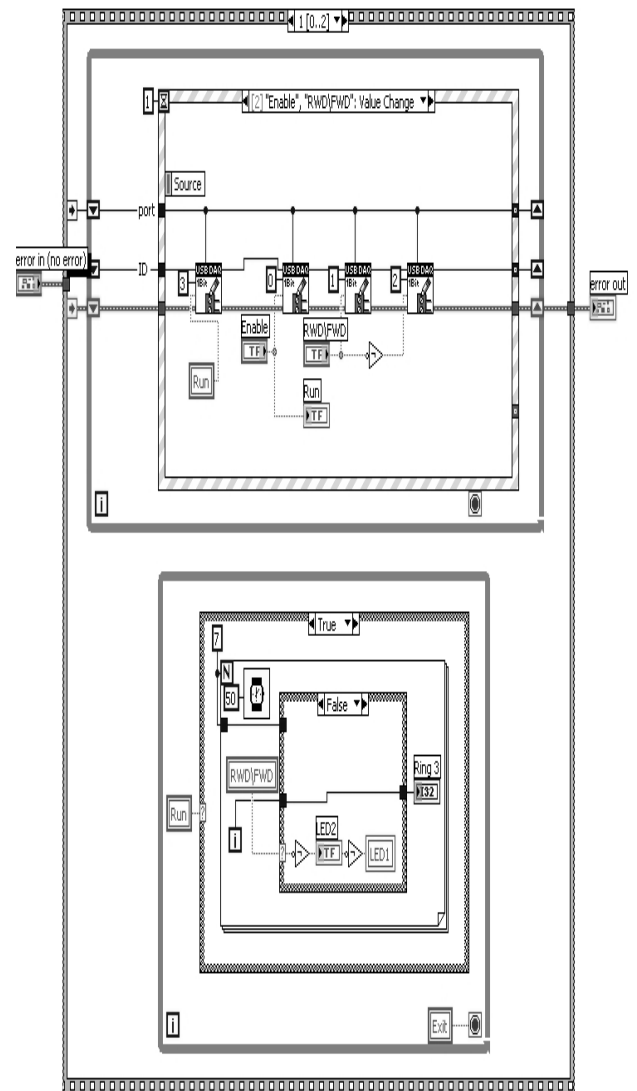
รูปที่ 7 โปรแกรม Lab VIEW ของวงจรขั้วสมมูลนอร์ตัน



รูปที่ 5 โปรแกรม Lab VIEW ของวงจรอนุกรมและขนาน



รูปที่ 6 โปรแกรม Lab VIEW ของวงจรสมมูลเทวินิน

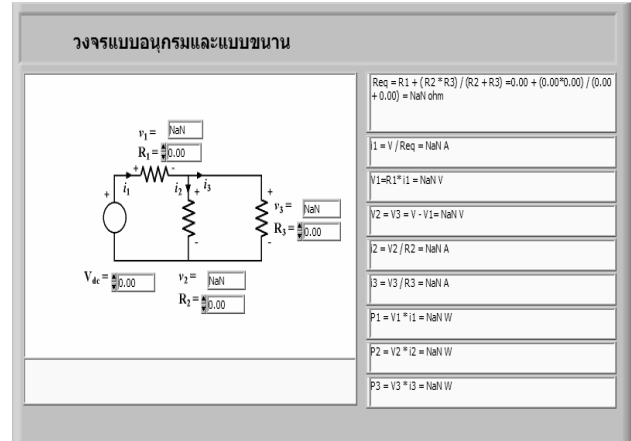


รูปที่ 8 โปรแกรมควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

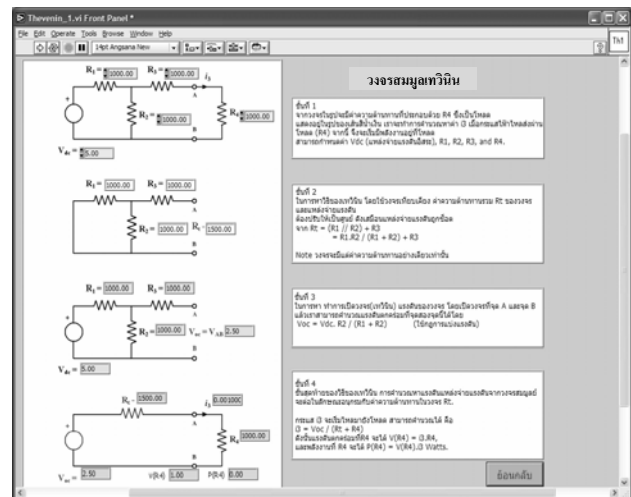
3) ศึกษาวิธีการเขียนโปรแกรมและเขียนโปรแกรม Lab VIEW 8.5 เพื่ออ่านค่าแรงดันไฟฟ้าจากชุดทดลอง ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ใช้ปรับค่าความต้านทานในชุดทดลองและแสดงผลค่าที่อ่านได้จากชุดทดลองในรูปแบบของเอกสาร HTML

โปรแกรม Lab VIEW เป็นโปรแกรมที่ใช้กราฟิก (Graphical Programming) เพื่อสร้างโปรแกรมที่มีลักษณะคล้ายกับผังงาน (Flow chart) หรือบล็อกไดอะแกรม (Block Diagram) ไฟล์โปรแกรมที่สร้างขึ้นมาจากโปรแกรม Lab VIEW เรียกว่าไฟล์ VI (Virtual Instrument) และการเขียนโปรแกรมจะแบ่งออกเป็นสองส่วนคือส่วนของโปรแกรมซึ่งเป็นลักษณะของบล็อกไดอะแกรมดังแสดงในรูปที่ 5 ถึงรูปที่ 8 และส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งานดังแสดงในรูปที่ 9 ถึงรูปที่ 11 ซึ่งโปรแกรม Lab VIEW 8.5 ที่ใช้ในงานนี้จะมีส่วนของโปรแกรมที่ทำหน้าที่เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ ดังนั้นการแสดงผลไฟล์ VI ผ่านหน้าเว็บเบราว์เซอร์จึงทำได้โดยการเลือกที่เมนู Publish เพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้ออกมาเป็นเอกสาร HTML

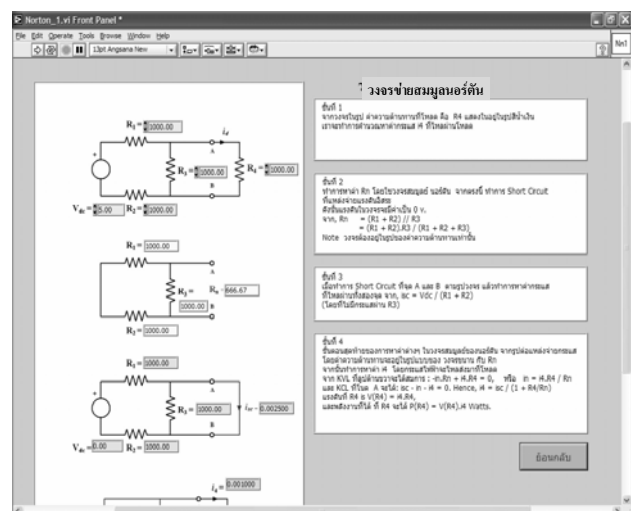
รูปที่ 5 ถึงรูปที่ 7 แสดงโปรแกรมในส่วนบล็อกไดอะแกรมสำหรับวงจรที่ใช้ในชุดทดลอง โดยภายในโปรแกรมประกอบด้วยส่วนกำหนดค่าและติดต่อกับชุดรวบรวมข้อมูล อุปกรณ์ทำงานและส่วนแสดงผล เนื่องจากค่าที่อ่านได้จากชุดรวบรวมเป็นค่าของแรงดันไฟฟ้าเท่านั้นแต่ค่าที่ต้องการให้แสดงผลมีทั้งค่าของกระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และค่าความต้านทาน ดังนั้นในอุปกรณ์ทำงานของโปรแกรมจึงมีส่วนกำหนดค่าและคำนวณค่ารวมอยู่ด้วย รูปที่ 8 แสดงโปรแกรมที่ใช้ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งภายในโปรแกรมประกอบไปด้วยส่วนกำหนดค่าในการเชื่อมต่อและสั่งงานผ่านชุดรวบรวมข้อมูล ในการควบคุมให้มอเตอร์กลับทางหมุนนั้นจะใช้โปรแกรมที่มีโครงสร้างเป็นแบบ Switch โดยใช้ค่าที่รับเข้ามาทางพอร์ต B ของชุดรวบรวมข้อมูลเป็นตัวสั่งการให้มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกาหรือทวนเข็มนาฬิกา



รูปที่ 9 หน้าโปรแกรมของวงจรแบบอนุกรมและแบบขนาน



รูปที่ 10 หน้าโปรแกรมของวงจรสมมูลเทวินิน



รูปที่ 11 หน้าโปรแกรมของวงจรขั้วสมมูลนอร์ตัน

รูปที่ 9-11 แสดงหน้าต่างการติดต่อระหว่างผู้ใช้งานกับโปรแกรม ซึ่งในหน้าต่างนี้จะแบ่งออกเป็นสองส่วนคือส่วนของวงจรที่ใช้ในการทดลองและส่วนของการอธิบายวิธีการคำนวณค่าที่รับมาจากชุดรวบรวมข้อมูล โดยค่าที่รับมาจากชุดรวบรวมข้อมูลจะถูกนำมาคำนวณหาค่าต่างๆแล้วนำมาแสดงในส่วนของวงจรที่ใช้ในการทดลอง

4) ศึกษาวิธีการนำภาพที่ได้จากเว็บแคมออกมาแสดงทางเว็บเบราว์เซอร์ ในบทความนี้ได้เลือกใช้โปรแกรม Windows Media Encoder ซึ่งเป็นโปรแกรมถ่ายทอดสดทางอินเทอร์เน็ตในการใช้โปรแกรมห้างกล่าวทำให้สัญญาณภาพที่แสดงในเครื่องลูกจะมีการหน่วงเวลาประมาณ 8 วินาที ซึ่งเกิดจากการเข้ารหัสสัญญาณภาพของโปรแกรมก่อนส่งออกทางอินเทอร์เน็ต

3. ผลการทดสอบ

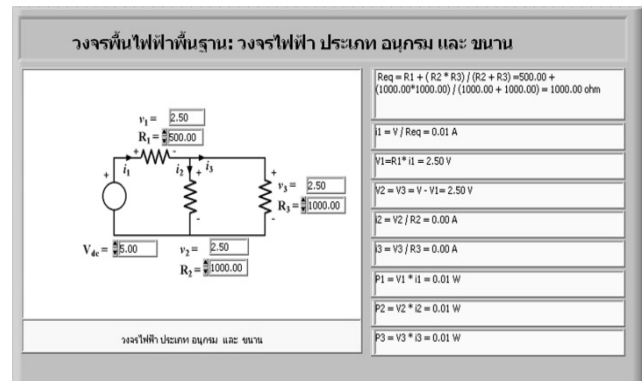
ในชุดทดลองที่สร้างขึ้นสามารถวัดแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมความต้านได้โดยการรับค่าผ่านเข้ามาทางชุดรวบรวมข้อมูลแล้วนำมาคำนวณหาค่าความต้านทาน และค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านความต้านทานโดยใช้โปรแกรม Lab VIEW 8.5 ค่าที่ได้ออกมาทั้งหมดจะถูกนำมาแสดงผลในรูปแบบของเอกสาร HTML ซึ่งสามารถเข้าดูผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์

นอกจากนั้นแล้วชุดทดลองนี้ยังมีกล้องเว็บแคมที่จะแสดงภาพของชุดทดลองในขณะที่ทำการทดลองอยู่และยังสามารถปรับเปลี่ยนค่าความต้านทานที่ต่ออยู่ภายในชุดทดลองได้โดยการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจากเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต

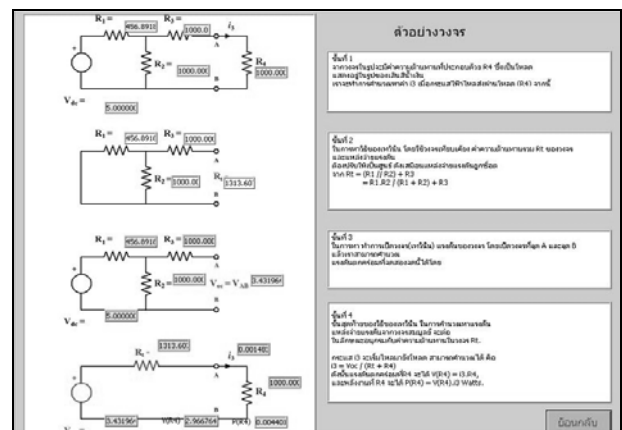
จากการทดสอบการทำงานของระบบชุดทดลองโดยการทดสอบการใช้งานผ่านอินเทอร์เน็ตโดยใช้คอมพิวเตอร์ที่เป็นเครื่องลูกจำนวน 20 เครื่อง โดยทำการทดสอบที่สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม ชั้น 5 อาคาร 62 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ซึ่งการทดสอบ

ในแต่ละครั้งจะมีเครื่องลูกเพียงเครื่องเดียวเท่านั้นที่สามารถควบคุมมอเตอร์เพื่อปรับเปลี่ยนค่าความต้านทานได้ส่วนเครื่องลูกที่เหลือจะทำได้เพียงแค่ผลการวัดค่าต่างๆที่แสดงออกมาทางเว็บเบราว์เซอร์เท่านั้น โดยเว็บเบราว์เซอร์ที่ใช้ในการทดสอบคือ IE 6.0

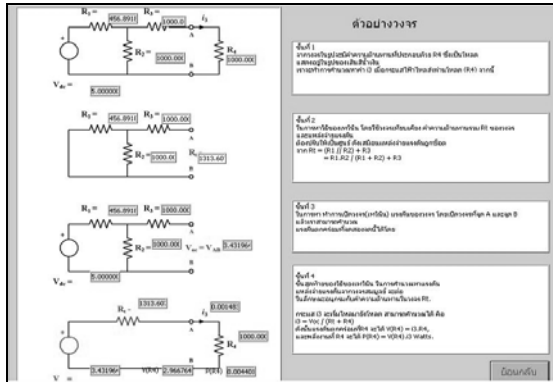
1) การแสดงผลโปรแกรมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่เครื่องลูกผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์มีความถูกต้อง หน้าโปรแกรมการทดลองที่เครื่องลูกแสดงในรูปที่ 12-14 รวมทั้งการแสดงผลสัญญาณวิดีโอของชุดทดลองจากกล้องเว็บแคม ดังแสดงในรูปที่ 15



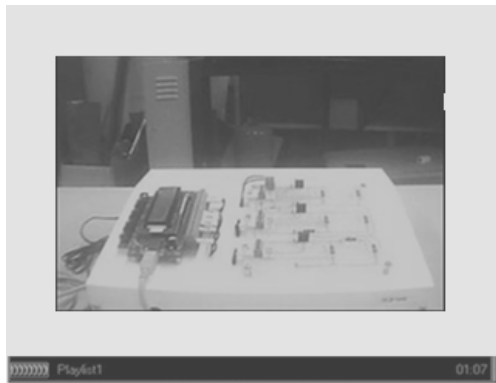
รูปที่ 12 หน้าโปรแกรมของวงจรอนุกรมและขนานที่แสดงผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์



รูปที่ 13 หน้าโปรแกรมของวงจรสมมูลเทวินินที่แสดงผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์



รูปที่ 14 หน้าโปรแกรมของวงจรขายสมมูลนอร์ตันที่แสดงผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์



รูปที่ 15 ภาพของชุดทดลองที่ได้จากการใช้กล้องเว็บแคมและแสดงผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์

2) ผลการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่แสดงจากเว็บเบราว์เซอร์และค่าที่วัดจากวงจรจริงโดยใช้มัลติมิเตอร์โดยใช้ค่าทศนิยมตำแหน่งที่ 1 ในการเปรียบเทียบกันพบว่า ค่าแรงดันไฟฟ้าที่แสดงผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์เท่ากับค่าที่วัดได้จากมัลติมิเตอร์ และเมื่อนำค่าที่จากการทดลองมาเปรียบเทียบกับทฤษฎีพบว่า ค่าที่ได้จากชุดทดลองสอดคล้องกับทฤษฎีทุกประการ

3) การทดสอบการเพิ่มและลดค่าความต้านทานโดยการควบคุมการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจากเครื่องลูกสามารถควบคุมได้อย่างไม่ผิดพลาด โดยจะควบคุมได้ที่ละเครื่อง และในการควบคุมจากเครื่องลูกนี้จะต้องได้รับการอนุญาตจากเครื่องเซิร์ฟเวอร์ก่อน เมื่อต้องการเปลี่ยนเครื่องลูกที่ใช้ในการควบคุมทำได้โดยการยกเลิกสิทธิ์ในการควบคุมของเครื่องลูกที่กำลังควบคุมอยู่ ซึ่งการยกเลิกสิทธิ์ในการควบคุมของเครื่องลูกสามารถทำได้โดยการยกเลิกผ่านเซิร์ฟเวอร์หรือยกเลิกที่เครื่องลูก

ที่กำลังควบคุมอยู่ก็ได้ เมื่อเครื่องลูกที่กำลังควบคุมอยู่ยกเลิกสิทธิ์ในการควบคุมไปแล้วจึงจะทำให้เครื่องลูกเครื่องอื่นๆสามารถขอสิทธิ์ในการควบคุมได้ ค่าที่แสดงทางเว็บเบราว์เซอร์จะเป็นแบบเวลาจริง (Real Time) คือเปลี่ยนแปลงตามค่าที่อ่านได้จากชุดรวบรวมข้อมูลในทันที

4. สรุป

จากผลการทดลองที่ได้ชี้ให้เห็นว่า ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงผ่านอินเทอร์เนตที่สร้างขึ้น สามารถใช้ในการทดลองผ่านอินเทอร์เนตได้โดยไม่มีข้อผิดพลาด ค่าที่รับเข้ามาจากชุดรวบรวมข้อมูลตรงกันกับค่าที่วัดได้จริงและมีความสอดคล้องกับทฤษฎี นอกจากนั้นแล้วการแสดงผลที่เว็บเบราว์เซอร์และการควบคุมมอเตอร์เพื่อปรับเปลี่ยนค่าความต้านทานก็เป็นแบบเวลาจริง (Real Time) แต่สัญญาณวิดีโอที่แสดงทางเว็บเบราว์เซอร์จะถูกหน่วงเวลาเนื่องจากการซอฟต์แวร์ในการเข้ารหัสข้อมูลก่อนส่งข้อมูลออกไปในเครือข่ายอินเทอร์เนต

เอกสารอ้างอิง

- 1 J. Henry. "Lab-VIEW Applications in Teaching Controls Systems Laboratories." ASEE Annual Meeting, Anaheim, CA, June, 1995.
- 2 H. Salleh, T.F. Yusaf, M.K.Z. Azlan. "Level control experiment via Internet." TENCON 2000 Proceedings, vol. 2, 24-27 September 2000, pp.546 – 549.
- 3 R. Safaric, M. Debevc, R.M. Uran. "Telerobotics experiments via Internet." IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 48, April 2001, pp.424 – 431.
- 4 V. G. Ionel. "Web Based Physics Experiment." paper presented at the International Conference on Towards Digital University, 16-17 May 2000, University Putra Malaysia (UPM).
- 5 M. Khalid. "A step Towards I-Education: Adaptive Learning Platforms and virtual Laboratories." International Conference on Towards Digital University, 16-17 May 2000. University Putra Malaysia (UPM).
- 6 Z. Nedic, J. Machotka, and A. Nafalski. "Remote Laboratories versus Virtual and Real Laboratories." ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Boulder, CO, 5-8 November 2003.