บทที่ 3

การออกแบบระบบ VLab

จากที่กล่าวไว้ในบทที่แล้ว จะเห็นว่าในการเรียนการสอนภาคปฏิบัติในวิชาไมโครโพรเซสเซอร์นั้นมีปัญหาอยู่บางประการ ทั้งจากนักศึกษาและผู้ดูแลการทดลอง ดังนั้นจึงต้องหาวิธีในการแก้ปัญหาเพื่อให้การเรียนรู้ของนักศึกษาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพเต็มที่

3.1 วิธีการแก้ปัญหาของการเรียนการสอนภาคปฏิบัติในวิชาไมโครโพรเซสเซอร์

3.1.1 ขยายเวลาในการใช้งานห้องปฏิบัติการ เพื่อให้นักศึกษามีโอกาสใช้งานห้องปฏิบัติการเพิ่มขึ้น โดยจะต้องมีผู้ดูแลการทดลองตลอดช่วงเวลาทำการ

3.1.2 จัดให้นักศึกษาทำการทดลองโดยผ่านเครือข่าย Local Area Network (LAN) ของภาควิชาฯโดยใช้คอมพิวเตอร์พีซีเป็นอุปกรณ์ควบคุมการทดลอง ซึ่งนักศึกษาสามารถทำการควบคุมและตรวจสอบผลการตอบสนองของอุปกรณ์การทดลองผ่านซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้น

3.1.3 จัดให้นักศึกษาทำการทดลองผ่านระบบอินเตอร์เน็ต โดยจัดอุปกรณ์ควบคุมการทดลองเหมือนข้อที่ 2 แต่เป็นการแสดงผลผ่านโปรแกรม Web Browser แทนที่จะใช้ซอฟต์แวร์ในการควบคุม

3.2 เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของแต่ละวิธี

ตาราง 3-1 เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของวิธีต่าง ๆ ที่ใช้ในการแก้ปัญหาของการเรียนการสอนวิชาไมโครโพรเซสเซอร์

วิธีการแก้ปัญหา	ข้อดี	ข้อเสีย
ขยายเวลาใช้งานห้องปฏิบัติการ	- ประหยัดเวลาในการออกแบบระบบ เพราะใช้ระบบเดิม	- ต้องมีผู้ดูแลการทดลองตลอดช่วงเวลาทำการ ทำให้สูญเสียงบประมาณ - นักศึกษาต้องทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการเท่านั้น

ตาราง 3-1 (ต่อ) เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของวิธีต่าง ๆ ที่ใช้ในการแก้ปัญหาของการเรียนการสอนวิชาไมโครโพรเซสเซอร์

วิธีการแก้ปัญหา	ข้อดี	ข้อเสีย
ทำการทดลองผ่านเครือข่าย LAN	- ประหยัดงบประมาณด้านผู้ดูแลห้องปฏิบัติการ - สามารถเก็บข้อมูลทางสถิติลงในฐานข้อมูลได้ - นักศึกษาไม่ต้องไปทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการ	- นักศึกษาต้องมาที่ห้องคอมพิวเตอร์ของภาควิชาฯ เพื่อทำการทดลองผ่านเครือข่าย LAN - ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการควบคุมการทดลองต้องสนับสนุนระบบปฏิบัติการทุกระบบที่มีใช้งานในห้องคอมพิวเตอร์ของภาควิชาฯ - ต้องติดตั้งซอฟต์แวร์ลงในคอมพิวเตอร์พีซีทุกเครื่องที่นักศึกษาจะใช้งานในการทำการทดลอง - ระบบทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์มีความซับซ้อน
ทำการทดลองผ่านระบบอินเตอร์เน็ต	- ประหยัดงบประมาณด้านผู้ดูแลการทดลอง - นักศึกษาสามารถทำการทดลองจากที่ใดและเวลาใดก็ได้ - สามารถเก็บข้อมูลทางสถิติลงในฐานข้อมูลได้ - ไม่ต้องมีการติดตั้งซอฟต์แวร์ในเครื่องคอมพิวเตอร์พีซีของผู้ใช้ - ซอฟต์แวร์ทางฝั่งไคลเอนท์สามารถใช้งานได้ในทุกระบบปฏิบัติการ	- ระบบทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์มีความซับซ้อน - การเขียนโปรแกรมสำหรับฝั่งไคลเอนท์ค่อนข้างยาก - จะต้องสร้างโฮมเพจ - หากมีปัญหาผู้ใช้ไม่สามารถสอบถามผู้ดูแลได้ในทันที

จากการเปรียบเทียบถึงข้อดีข้อเสียและประโยชน์ในการใช้งานของแต่ละวิธีแล้ว จะเห็นว่าระบบที่อำนวยความสะดวกแก่นักศึกษา ผู้ดูแลห้องทดลอง และอาจารย์ผู้สอนมากที่สุดคือการให้นักศึกษาสามารถทำการทดลองผ่านทางระบบอินเตอร์เน็ต ถึงแม้ว่าเป็นระบบที่ซับซ้อนและยุ่งยาก แต่ประโยชน์ที่ได้นั้นมากกว่าระบบอื่น ๆ ได้แก่

- นักศึกษาสามารถทำการทดลองจากที่ใดและเวลาใดก็ได้
- นักศึกษาสามารถทำการทดลองได้ด้วยตนเองและไม่ต้องทำงานเป็นกลุ่ม ทำให้การเรียนรู้ทำความเข้าใจในการทดลองแต่ละหัวข้อของนักศึกษาเป็นไปอย่างเต็มที่
- นักศึกษาไม่จำเป็นต้องทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ด้วยตนเอง จึงเป็นการยืดอายุการใช้งานอุปกรณ์การทดลองได้
- ผู้ดูแลการทดลองมีหน้าที่เพียงจัดอุปกรณ์และดูแลเซิร์ฟเวอร์เท่านั้น จึงทำให้สามารถลดจำนวนผู้ดูแลการทดลองลงได้
- ผู้ดูแลการทดลองสามารถเขียนโปรแกรมเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลในการทำการทดลองของนักศึกษาลงในฐานข้อมูลตามแต่ที่อาจารย์ผู้สอนต้องการได้ เพื่อประโยชน์ในการประเมินผลนักศึกษาแต่ละคนต่อไป
- ไม่จำเป็นต้องมีติดตั้งซอฟต์แวร์ลงในเครื่องคอมพิวเตอร์พีซีของผู้ใช้งาน เนื่องจากเป็นซอฟต์แวร์ที่เป็นลักษณะ Java Applet ที่สามารถเรียกใช้งานผ่านทาง Web Browser ได้
- โปรแกรมภาคไคลเอนท์สามารถใช้งานได้กับทุกระบบปฏิบัติการ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกพัฒนาระบบบริหารจัดการห้องทดลองผ่านระบบอินเตอร์เน็ตขึ้น โดยเลือกใช้หัวข้อการทดลองของวิชาไมโครโพรเซสเซอร์เป็นตัวอย่างในการทดสอบระบบ เนื่องจากเป็นวิชาที่น่าสนใจ ออกแบบระบบได้ง่าย เป็นหัวข้อการทดลองที่มีอยู่แล้ว และเป็นหัวข้อการทดลองที่นักศึกษามักสร้างความเสียหายแก่อุปกรณ์การทดลองบ่อยครั้ง ซึ่งระบบบริหารจัดการห้องทดลองผ่านระบบอินเตอร์เน็ตนี้ใช้ชื่อว่าระบบ VLab

3.3 การออกแบบระบบ VLab

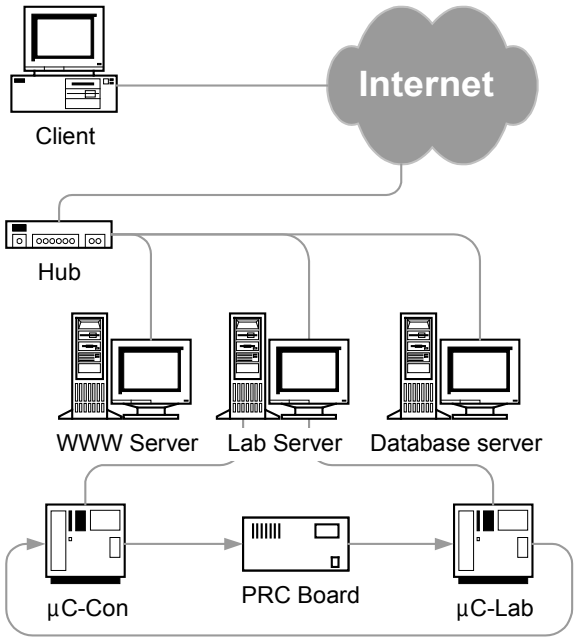
ระบบ VLab สามารถแบ่งออกเป็น 6 ส่วนใหญ่ ๆ ด้วยกัน ได้แก่ ฮาร์ดแวร์, ซอฟต์แวร์, เฟิร์มแวร์, โฮมเพจ, ฐานข้อมูล และระบบการจัดการการทดลอง

3.3.1 ฮาร์ดแวร์

ฮาร์ดแวร์ของระบบ VLab ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนของไคลเอนท์, ส่วนของเซิร์ฟเวอร์ และส่วนของชุดทดลอง โดยเชื่อมต่อกันดังภาพประกอบ 3-1

3.3.1.1 ไคลเอนท์

ไคลเอนท์เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์พีซีที่นักศึกษาใช้ทำการทดลองโดยต้องเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์พีซีที่สามารถเชื่อมต่อกับระบบอินเตอร์เน็ตได้ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์พีซีที่บ้านของนักศึกษาเอง หรือเครื่องคอมพิวเตอร์พีซีที่ร้านอินเตอร์เน็ตคาเฟ่ เป็นต้น ซึ่งจะเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์พีซีรุ่นใดและใช้ระบบปฏิบัติการใดก็ได้



ภาพประกอบ 3-1 ส่วนประกอบด้านฮาร์ดแวร์ของระบบ VLab

3.3.1.2 เซิร์ฟเวอร์

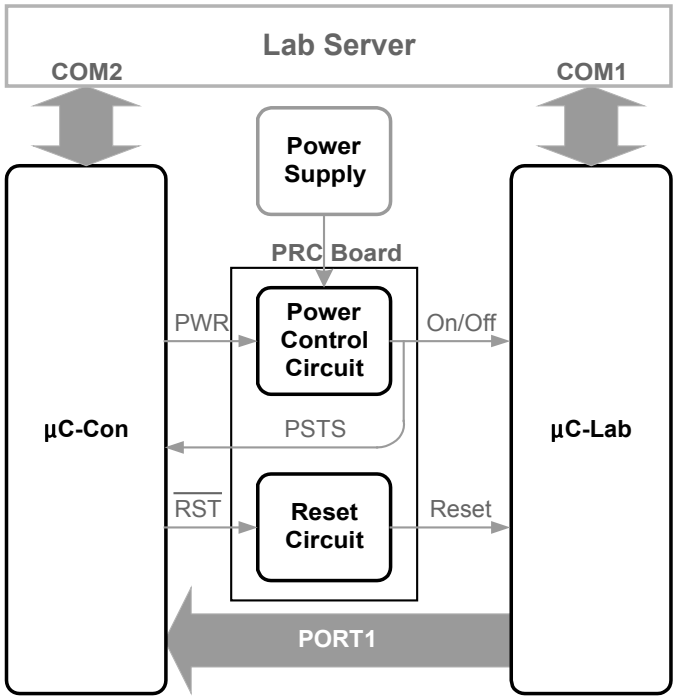
เซิร์ฟเวอร์เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์พีซีเช่นกัน ทำหน้าที่ในการตอบสนองต่อคำสั่งจากไคลเอนท์ในการทำงานแตกต่างกัน ซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้

- **WWW Server** ทำหน้าที่ในการจัดการโฮมเพจของระบบ VLab
- **Lab Server** ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการสื่อสารกันระหว่างโปรแกรมภาคไคลเอนท์กับชุดทดลอง และนอกจากนี้ยังทำหน้าที่ในการเฝ้าดูสถานะของการเชื่อมต่อกันของไคลเอนท์ ชุดทดลอง และฐานข้อมูล
- **Database Server** ทำหน้าที่ในการจัดการและจัดเก็บฐานข้อมูลของระบบ VLab โดยจะถูกเรียกใช้งานโดย WWW Server และ Lab Server

เนื่องจากการประสานงานกันตลอดเวลา เพื่อความรวดเร็วในการตอบสนองไปยังโปรแกรมภาคไคลเอนท์ ดังนั้นเซิร์ฟเวอร์ทั้งสามจะต้องเชื่อมต่อกันในเครือข่าย LAN เดียวกัน

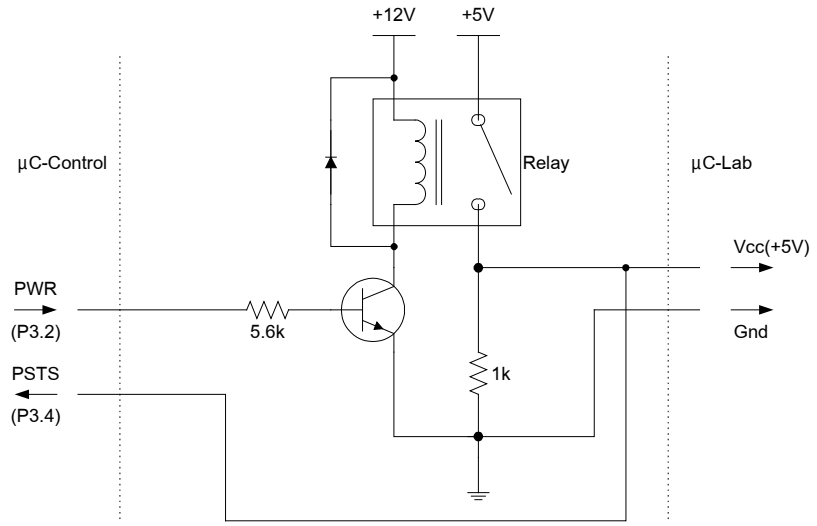
3.3.1.3 ชุดทดลอง

ชุดทดลองประกอบด้วย 3 ส่วน (ดังภาพประกอบ 3-2) ได้แก่

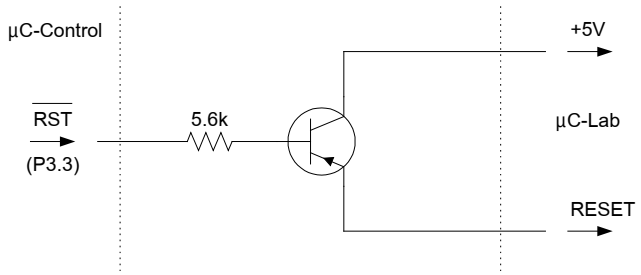


ภาพประกอบ 3-2 ส่วนประกอบของชุดทดลองในวิชาไมโครโพรเซสเซอร์

- **µC-Lab** เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ANT-32 เชื่อมต่อกับ Lab Server ผ่านทาง RS-232 เป็นอุปกรณ์หลักที่ใช้ในการทดลองในทุกหัวข้อ
- **µC-Con** เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ANT-32 เชื่อมต่อกับ Lab Server ผ่านทาง RS-232 ทำหน้าที่คอยรับคำสั่งควบคุมการเปิดปิดและรีเซ็ต µC-Lab จาก Lab Server แล้วจึงส่งสัญญาณเปิดปิด (PWR) หรือสัญญาณรีเซ็ต ($\overline{\text{RST}}$) ไปยัง Power and Reset Control Circuit Board (PRC Board) ต่อไป นอกจากนี้ยังตรวจจับสัญญาณสถานะการเปิดปิดของ µC-Lab (PSTS) และตรวจจับสัญญาณข้อมูล Port1 ของ µC-Lab ส่งไปยัง Lab Server ต่อไป
- **PRC Board** ประกอบด้วยวงจรควบคุมการเปิดปิด µC-Lab (Power Control Circuit) ดังภาพประกอบ 3-3 และวงจรควบคุมการรีเซ็ต µC-Lab (Reset Circuit) ดังภาพประกอบ 3-4 ทางด้านอินพุตของวงจรจะต่ออยู่กับขาสัญญาณ PWR และ $\overline{\text{RST}}$ ของ µC-Con ส่วนด้านเอาท์พุตจะต่อกับภาคการจ่ายไฟเลี้ยงและปุ่มรีเซ็ตของ µC-Lab ตามลำดับ



ภาพประกอบ 3-3 Power Control Circuit



ภาพประกอบ 3-4 Reset Circuit

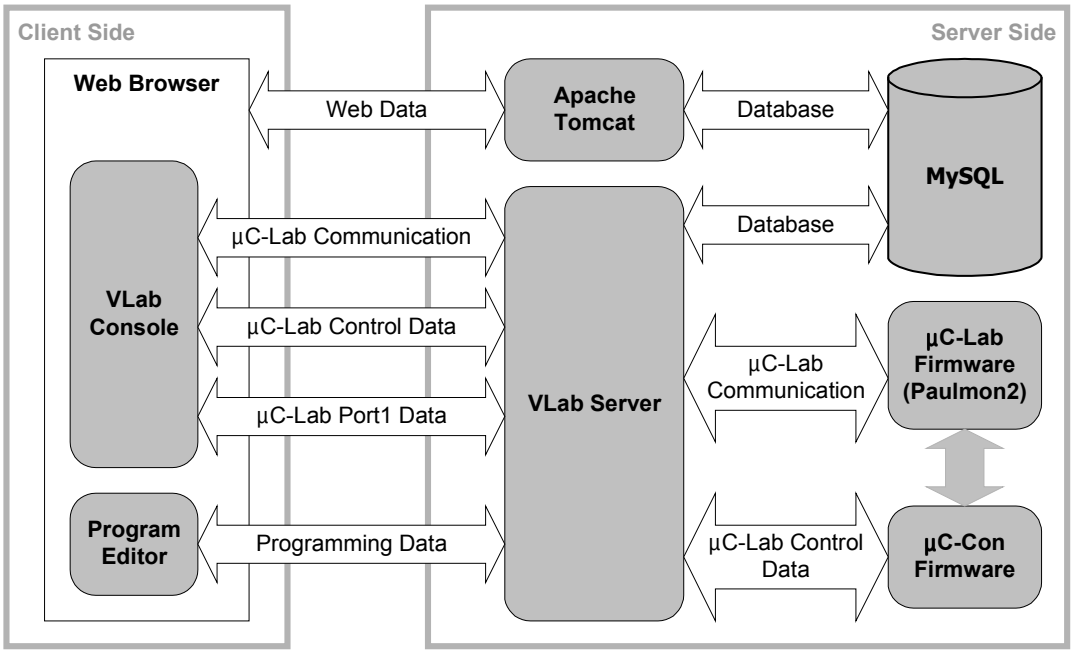
3.3.1.4 ขั้นตอนการทำงานของฮาร์ดแวร์

1) เมื่อนักศึกษาทำการเชื่อมต่อสู่โฮมเพจของระบบ VLab ผ่านทางเครื่องคอมพิวเตอร์พีซีทางฝั่งไคลเอนท์ หลังจากนั้น WWW Server จะทำการจัดส่งไฟล์ข้อมูลโฮมเพจไปสู่เครื่องคอมพิวเตอร์พีซีของนักศึกษาเพื่อให้โปรแกรม Web Browser แสดงโฮมเพจของระบบ VLab และข้อมูลการเชื่อมต่อสู่เข้าสู่ระบบ VLab จะถูกบันทึกไปยัง Database Server
2) เมื่อนักศึกษาเรียกใช้งานโปรแกรมภาคไคลเอนท์ผ่านทางหน้าจอโฮมเพจของระบบ VLab โปรแกรมจะติดต่อโดยตรงกับ Lab Server พร้อมสำหรับการทำการทดลอง
3) ก่อนทำการทดลอง นักศึกษาต้องสั่งเปิด µC-Lab คำสั่งจะถูกส่งจากโปรแกรมภาคไคลเอนท์ไปยัง Lab Server และโปรแกรมที่ Lab Server (Server Side Program) จะทำการส่งคำสั่งการเปิด µC-Lab ต่อไปยัง µC-Con
4) µC-Con จะส่งสัญญาณ PWR เป็นลอจิก “1” ไปยังอินพุตของ PCR Board ในทางกลับกันหากเป็นคำสั่งปิด µC-Lab สัญญาณ PWR จะเป็นลอจิก “0”

5) PCR Board จะทำการสวิตช์ปิด (Switch On) ให้จ่ายไฟเลี้ยงแก่ µC-Lab ในทางกลับกัน หากเป็นคำสั่งปิด µC-Lab PCR Board จะทำการสวิตช์เปิด (Switch Off) หยุดจ่ายไฟ
6) สำหรับการรีเซ็ต µC-Lab นั้น เมื่อ µC-Con ได้รับคำสั่งรีเซ็ตจาก Lab Server แล้ว จะส่งสัญญาณ $\overline{\text{RST}}$ เป็นลอจิก “0” หลังจากนั้นวงจรรีเซ็ตจะทำงานในช่วงเวลาสั้น ๆ ประมาณ 1 วินาที ซึ่งด้านเอาท์พุตของวงจรรีเซ็ตซึ่งต่อกับสวิตช์รีเซ็ตของ µC-Lab
7) สัญญาณสถานะการเปิดปิด µC-Lab (PSTS) จะถูกส่งไปยัง Lab Server ตลอดเวลา เพื่อแสดงต่อนักศึกษาในหน้าจอของโปรแกรมภาคไคลเอนท์เป็นแบบ Real-Time
8) µC-Con จะทำการตรวจจับสัญญาณ Port1 ของ µC-Lab แล้วส่งไปยัง Lab Server เพื่อแสดงในหน้าจอของโปรแกรมภาคไคลเอนท์ตลอดเวลาทำการทดลอง
9) ข้อมูลการทำการทดลองของนักศึกษา เช่น เวลาที่ใช้ในการทำการทดลอง หรือจำนวนครั้งที่ทำการโหลด Hex File เป็นต้น จะถูกบันทึกลงในฐานข้อมูล เพื่อให้อาจารย์ผู้สอนใช้ในการประเมินนักศึกษาต่อไป

3.3.2 ซอฟต์แวร์

ซอฟต์แวร์ของระบบ VLab สามารถแบ่งออกเป็น 2 ภาค (ดังภาพประกอบ 3-5) ได้แก่ ภาคไคลเอนท์และภาคเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

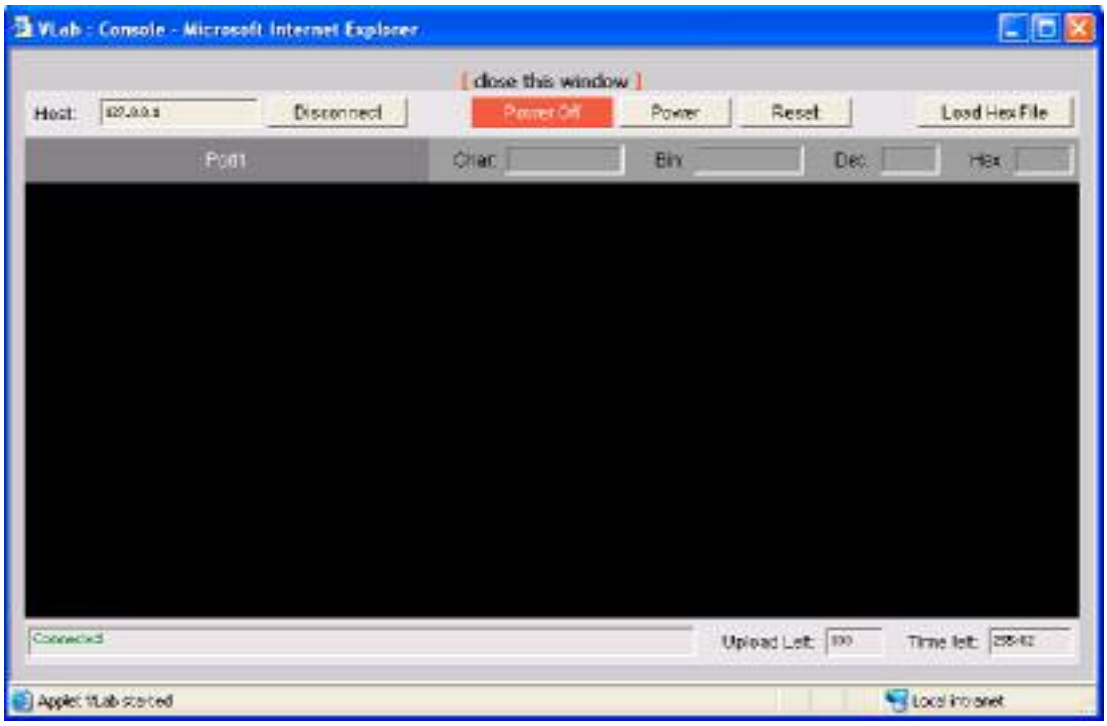


ภาพประกอบ 3-5 ส่วนประกอบด้านซอฟต์แวร์ของระบบ VLab

3.3.2.1 ภาคไคลเอนท์

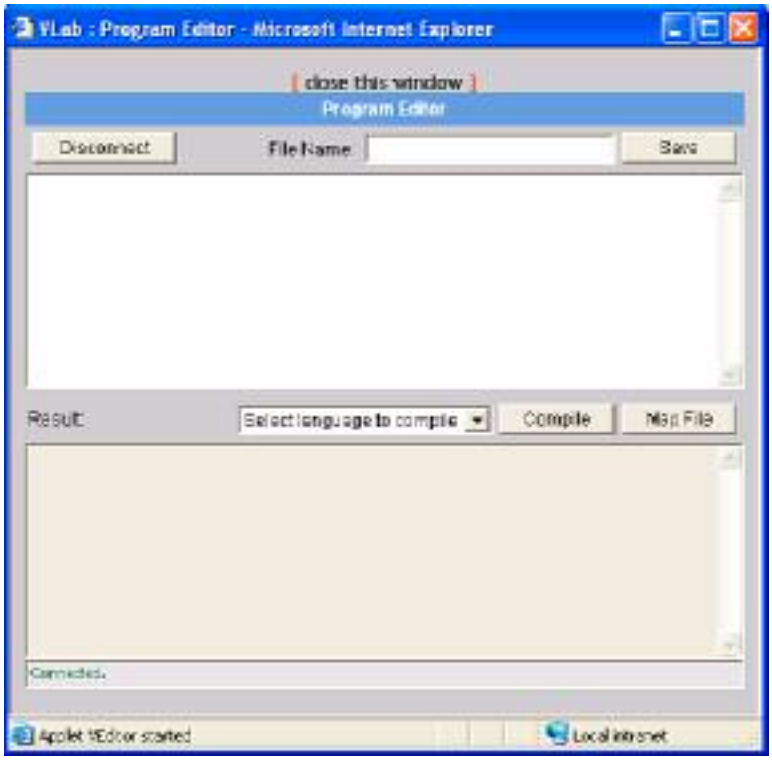
ซอฟต์แวร์ในภาคไคลเอนท์จะประกอบด้วยโปรแกรม 3 โปรแกรม ได้แก่ Java Virtual Machine (Java VM), VLab Console และ Program Editor โดยทั้งสองโปรแกรมนี้ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาโดยใช้ภาษาจาวา (Java) ของบริษัท Sun Microsystems โดยใช้เทคโนโลยีที่เรียกว่า Java Applet ซึ่งเป็นการเขียนโปรแกรมขนาดเล็กที่สามารถฝังตัวอยู่ในหน้าจอของโฮมเพจได้ และยังสามารถใช้งานได้กับระบบปฏิบัติการทุกระบบโดยเรียกใช้งานผ่านโปรแกรม Web Browser ได้ทุกชนิดที่สนับสนุนเทคโนโลยีจาวา

- **Java VM** เป็นโปรแกรมที่ช่วยให้ Web Browser ที่ไม่สนับสนุนเทคโนโลยีจาวาให้สามารถรันโปรแกรมที่เขียนโดยภาษาจาวาได้ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเข้าไปยังเว็บไซต์ของจาวาเพื่อทำการติดตั้งผ่านทางระบบอินเตอร์เน็ตได้
- **VLab Console** (ภาพประกอบ 3-6) เป็น VT-100 Terminal Emulator ใช้ในการสื่อสารกับ µC-Lab ซึ่งเป็นโปรแกรมที่เข้ากันได้กับเฟิร์มแวร์ของ µC-Lab นักศึกษาสามารถใช้โปรแกรม VLab Console ในการทำการทดลอง, สั่งเปิดปิด µC-Lab, สั่งรีเซ็ต µC-Lab และสั่งโหลด Hex File ลงในหน่วยความจำของ µC-Lab เพื่อทำการทดลองได้ นอกจากนี้ยังมีการแสดงสถานะการเปิดปิดของ µC-Lab และข้อมูล Port1 ของ µC-Lab ในรูปแบบเลขฐานสอง ฐานสิบหก ฐานสิบ และอักขระ ASCII ในหน้าจอโปรแกรม VLab Console อีกด้วย



ภาพประกอบ 3-6 หน้าจอโปรแกรม VLab Console

- **Program Editor** (ภาพประกอบ 3-7) เป็นโปรแกรมที่ช่วยนักศึกษาในการเขียนโปรแกรมควบคุม μC-Lab ทั้งในภาษาแอสเซมบลีและภาษาซี นักศึกษาสามารถบันทึกไฟล์ Source Code ลงในเนื้อที่ฮาร์ดดิสของ Lab Server และสามารถแอสเซมเบิลหรือคอมไพล์โปรแกรมให้อยู่ในรูปแบบของ Hex File เพื่อที่จะโหลดไปยังหน่วยความจำของ μC-Lab ต่อไป



ภาพประกอบ 3-7 หน้าจอโปรแกรม Program Editor

3.3.2.2 ภาคเซิร์ฟเวอร์

ซอฟต์แวร์ในภาคเซิร์ฟเวอร์ ประกอบด้วยโปรแกรมทั้งหมด 3 โปรแกรม ได้แก่ Apache Tomcat*, MySQL♣ และ VLab Server

- **Apache Tomcat** เป็นโปรแกรม WWW Server ที่สนับสนุนโฮมเพจที่พัฒนาด้วยภาษา Java Server Page (JSP)♦ ซึ่งเป็นภาษาเดียวกับที่ใช้พัฒนาโฮมเพจของระบบ VLab

---

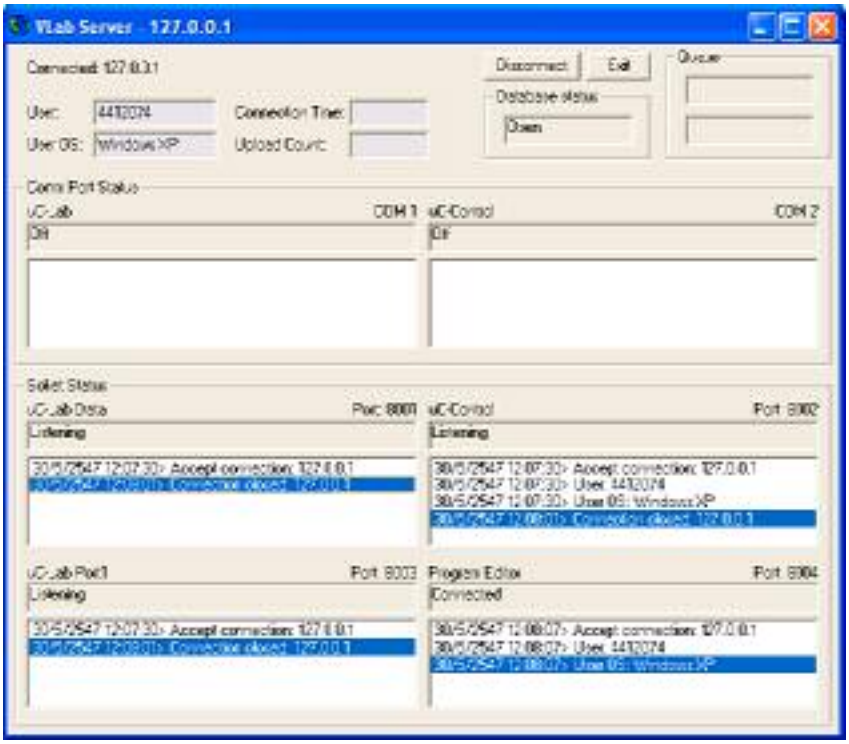
* http://jakarta.apache.org/tomcat

♣ http://www.mysql.com

♦ http://java.sun.com

- **MySQL** เป็นโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลที่มีวิธีจัดการฐานข้อมูลที่รวดเร็ว
- **VLab Server** (ภาพประกอบ 3-8) เป็นโปรแกรมที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นโดยใช้ภาษา Visual Basic 6* ของบริษัท Microsoft ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการสื่อสารกันระหว่างโปรแกรมภาคไคลเอนท์กับชุดทดลอง, บันทึกข้อมูลการใช้งานของนักศึกษาลงในฐานข้อมูล, แสดงสถานะการติดต่อของผู้ใช้งาน และแสดงสถานะการติดต่อของชุดทดลอง

สำหรับโปรแกรม Apache Tomcat และ MySQL นั้นเป็นซอฟต์แวร์ที่ไม่มีค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อ อีกทั้งยังสามารถ Download ได้ง่ายจากระบบอินเตอร์เน็ต



ภาพประกอบ 3-8 หน้าจอโปรแกรม VLab Server

3.3.2.3 โพรโตคอลที่ใช้ในการติดต่อระหว่างโปรแกรมในระบบ VLab

โพรโตคอลที่ใช้ในการสื่อสารระหว่างโปรแกรมในระบบ VLab นั้นสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

- โพรโตคอลการสื่อสารระหว่างโปรแกรม VLab Server กับ VLab Console
- โพรโตคอลการสื่อสารระหว่างโปรแกรม VLab Server กับ Program Editor
- โพรโตคอลการสื่อสารระหว่างโปรแกรม VLab Server กับเฟิร์มแวร์ของ µC-Con

---

* http://msdn.microsoft.com/vbasic, http://www.thaiio.com

3.3.3 เฟิร์มแวร์

เฟิร์มแวร์คือโปรแกรมที่อยู่ในหน่วยความจำของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ (EEPROM) และถูกเรียกใช้งานโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วย 2 โปรแกรม ได้แก่

- **Paulmon2*** เป็นเฟิร์มแวร์ที่อยู่ใน EEPROM ของ µC-Lab ใช้ในเป็นโปรแกรม Monitor ที่ช่วยในการควบคุมการทำงานของ µC-Lab
- **เฟิร์มแวร์ของ µC-Con** ซึ่งใช้ในการรับคำสั่งควบคุมการเปิดปิดและรีเซ็ต µC-Lab, คอยตรวจสอบสถานะการเปิดปิดของ µC-Lab และคอยตรวจจับสัญญาณ Port1 ของ µC-Lab โปรแกรมนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นด้วยภาษาซีและคอมไพล์ด้วยชุดคำสั่งของ MCS-51

ตาราง 3-2 โพรโตคอลที่ใช้ในการติดต่อระหว่างโปรแกรมในระบบ VLab

ลักษณะงาน	ลักษณะโพรโตคอล
1. VLab Server – VLab Console	
ไคลเอนท์ → เซิร์ฟเวอร์	
1.1 Power Control	
- Power On	`:powr;stts='off';end`
- Power Off	`:powr;stts='on';end`
- Reset	`:powr;stts='reset';end`
1.2 Disconnect	`:dcon;end`
1.3 Load Hex File	`:uplh;file='...';end` ... คือ ชื่อไฟล์
1.4 User Information	`:user;code='...';os='...';end` ... คือ รหัสผู้ใช้ และระบบปฏิบัติการ ตามลำดับ
เซิร์ฟเวอร์ → ไคลเอนท์	
1.5 Power Status	
- Power On	`pn`
- Power Off	`pf`
1.6 Error Messages	
- End of Packet not found	`d`
- Cannot specify power status	`p`
- Cannot specify file name	`f`
- Wrong file type	`t`
- File not found	`u`

* http://www.pjrc.com/tech/8051/paulmon2.html

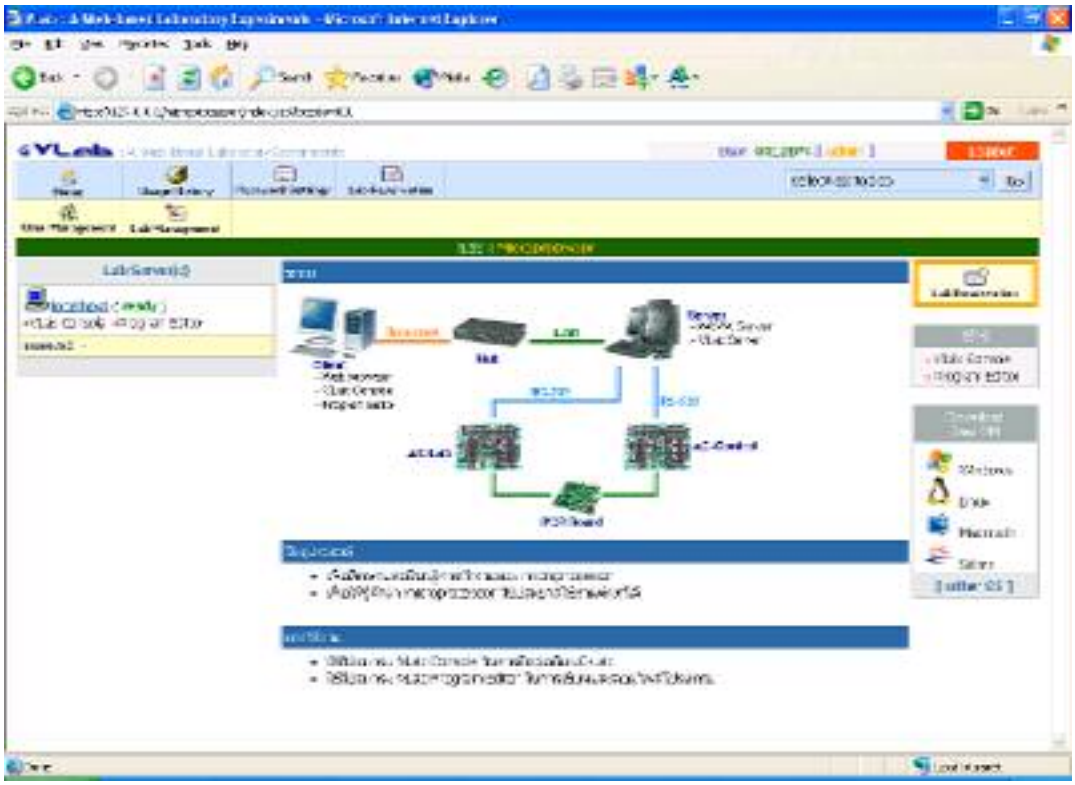
ตาราง 3-2 (ต่อ) โพรโตคอลที่ใช้ในการติดต่อระหว่างโปรแกรมในระบบ VLab

ลักษณะงาน	ลักษณะโพรโตคอล
- Other errors	e
1.7 User's Quota	
- Times to load hex file	ulimit=... ... คือ โควต้าจำนวนครั้งในการโหลด hex file
- Usage time	tlimit=... ... คือ โควต้าเวลาการใช้งาน
2. VLab Server – Program Editor *ไคลเอนท์ → เซิร์ฟเวอร์* 2.1 Disconnect	:dcon;end
2.2 Compile/Assembler	:cmpl;lang='...';file='...';end ... คือ ภาษาและชื่อไฟล์ ตามลำดับ
เซิร์ฟเวอร์ → ไคลเอนท์ 2.3 General Information 2.4 Error Messages	s
- Error while saving file	e
- Data is empty	n
- Cannot specify file name	f
- Cannot specify language	l
- End of packet not found	d
- Wrong file type	t
- File not found	u
3. VLab Server - Firmware ของ μC-Con *เซิร์ฟเวอร์ → μC-Con* 3.1 Power On	n
3.2 Power Off	f
3.3 Reset	r
3.4 Request Power Status	p
μC-Con → เซิร์ฟเวอร์ 3.5 Send Power Status - Power On	pn
- Power Off	pf
3.6 μC-Con's Port1	1... ... คือ ข้อมูล Port1 ของ μC-Con ขนาด 1 ไบต์

3.3.4 โฮมเพจ

โฮมเพจของระบบ VLab ถือเป็นส่วนแรกสำหรับการติดต่อกับผู้ใช้งานก่อนที่ผู้ใช้งานจะใช้งานโปรแกรม VLab Console และ Program Editor เพื่อทำการทดลองต่อไป

ผู้วิจัยได้พัฒนาโฮมเพจของระบบ VLab ด้วยภาษา JSP ของบริษัท Sun Microsystems ซึ่งเป็นภาษาที่สามารถเรียกใช้งานฐานข้อมูลได้ดีภาษาหนึ่ง และด้วยพื้นฐานความรู้ทางด้านภาษาจาวาของผู้วิจัยทำให้ประหยัดเวลาในการเรียนรู้ภาษา JSP ได้พอสมควร



ภาพประกอบ 3-9 โฮมเพจของระบบ VLab ในส่วนของการทดลองวิชาไมโครโพรเซสเซอร์

3.3.5 ฐานข้อมูล

ผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรม MySQL เป็นโปรแกรมจัดการฐานข้อมูล เนื่องจากสามารถบริหารจัดการกับฐานข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว และได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน นอกจากนี้ยังเป็นซอฟต์แวร์ที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน

ฐานข้อมูลได้ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อระบบ ทั้งข้อมูลเพื่อการจัดการการทดลอง หรือข้อมูลเพื่อการประเมินผลนักศึกษาของอาจารย์ผู้สอน

ฐานข้อมูลของระบบ VLab ประกอบด้วยตารางต่าง ๆ ดังนี้

- **config** ใช้เก็บข้อมูลค่าเริ่มต้นต่าง ๆ ของการทดลอง
- **labname** ใช้เก็บข้อมูลชื่อและ Path ของไฟล์โฮมเพจ

- **labserv** ใช้เก็บข้อมูลของ Lab Server
- **login** ใช้เก็บข้อมูลการ Login เข้าใช้งานของนักศึกษา
- **member** ใช้เก็บข้อมูลนักศึกษา
- **microlab** ใช้เก็บข้อมูลนักศึกษา (เฉพาะการทดลองไมโครโพรเซสเซอร์)
- **microupload** ใช้เก็บข้อมูลการโหลด Hex File ของนักศึกษาแต่ละคน (เฉพาะการทดลองไมโครโพรเซสเซอร์)
- **queue** ใช้เก็บข้อมูลการจองการใช้งานการทดลองล่วงหน้า

3.3.6 ระบบการบริหารจัดการ

ระบบการบริหารจัดการของระบบ VLab นั้นประกอบด้วย การรักษาความปลอดภัยของเซิร์ฟเวอร์ กล่าวคือ การเข้าสู่โฮมเพจของระบบ VLab นั้นผู้ใช้งานจะต้องกรอกชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่านก่อน และนอกจากนี้ยังมีระบบการจองเวลาทำการทดลองล่วงหน้าและระบบการจัดสรรเวลาในการใช้งานสำหรับผู้ใช้งานแต่ละคน เพื่อให้ทำการทดลองด้วยความเป็นระเบียบ

ผู้วิจัยได้สร้างระบบการจัดการผู้ใช้งานและการจัดการการทดลอง โดยสามารถใช้งานผ่านทางหน้าจอโฮมเพจ เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ดูแลการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย

- การเพิ่ม ลบ และแก้ไขข้อมูลผู้ใช้งาน
- การเพิ่ม ลบ และแก้ไขหัวข้อการทดลอง
- การตั้งค่าต่าง ๆ สำหรับแต่ละหัวข้อการทดลอง

และนอกจากนี้ได้มีการบันทึกข้อมูลทางสถิติบางอย่างลงในฐานข้อมูล เช่น จำนวนครั้งของการเข้าใช้งาน เวลาที่ใช้ไปสำหรับการทำการทดลองแต่ละครั้ง และจำนวนครั้งของการโหลด Hex File เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับอาจารย์ผู้สอนใช้ในการประเมินนักศึกษาเมื่อถึงปลายภาคการศึกษา

3.4 สรุปท้ายบท

จากที่กล่าวมาในบทนี้ จะเห็นว่าการออกแบบระบบ VLab นั้นค่อนข้างซับซ้อน เป็นไปในลักษณะของไคลเอนท์/เซิร์ฟเวอร์ซ้อนกันถึง 2 ชั้น โปรแกรมที่ใช้ในการสื่อสารกันระหว่างผู้ใช้งานกับชุดทดลองมีหลายโปรแกรม และพัฒนาขึ้นด้วยภาษาที่แตกต่างกันหลายภาษาตามแต่ลักษณะการใช้งาน ทั้งนี้เพื่อให้ได้ระบบที่ดีที่สุดที่ใช้ในการให้นักศึกษาสามารถทำการทดลองโดยผ่านทางระบบอินเตอร์เน็ตได้

และเพื่อพิสูจน์ว่าระบบ VLab ที่ได้ออกแบบมาตามรายละเอียดดังกล่าวไว้ในบทนี้สามารถใช้งานได้จริง วิธีการทดสอบและผลการทดสอบของระบบ VLab จะกล่าวถึงในบทถัดไป