บทที่ 3 การดำเนินงาน

จากการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องต่างๆ และหลักการออกแบบฮาร์ดแวร์ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำให้การดำเนินการวิจัยได้บรรลุวัตถุประสงค์จึงต้องกำหนดขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

3.1 ระยะเวลาในการดำเนินงาน

3.2 การดำเนินงาน

3.3 แนวทางการออกแบบ

3.4 หลักการทำงานของโปรแกรมควบคุม

3.5 การออกแบบวงจร

3.6 การสร้างเครื่องควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าในห้องเรียน ระบบอัตโนมัติ

3.1 ระยะเวลาในการดำเนินงาน

ตารางที่ 3.1 ระยะเวลาในการดำเนินงาน

ขั้นตอนการเนินงาน	ช่วงเวลาดำเนินการ												
	ปี 2554									ปี 2555			
	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
ศึกษาหัวข้อวิจัย	↔												
เสนอหัวข้อวิจัย	↔												
ศึกษาข้อมูล		↔											
ออกแบบสร้าง			↔	↔	↔	↔	↔						
ทดลองใช้งาน							↔	↔	↔	↔			
เปรียบเทียบผล										↔			
สรุปผลการวิจัย											↔	↔	
รวบรวมนำเสนอ													↔

3.2 การดำเนินงาน

1. ศึกษาหาข้อมูล ศึกษาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวงจรระบบควบคุมอัตโนมัติอุปกรณ์ไฟฟ้าในห้องเรียนการรับส่งข้อมูลด้วยแสงอินฟาเรด วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์จอแสดงผล LCD 16 x 2 และ

การเขียนคำสั่งควบคุม การทำงานเซนเซอร์ แสงอินฟาเรด ซึ่งจะนำมาสร้างให้ระบบทำงานได้ตามที่ออกแบบ ผู้ศึกษาได้ค้นคว้าข้อมูลจากหลายแหล่งเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์มากที่สุดก่อนจัดสร้างโครงงาน เช่น จากตำราหลายเล่ม การทำงานของเซ็นเซอร์ จากทางอินเทอร์เน็ต จากอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ที่มีความรู้

2. พบอาจารย์ที่ปรึกษา การศึกษาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องและเข้าพบกับอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อปรึกษาและขอคำอธิบายในหัวข้องานวิจัย ให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับระบบเซ็นเซอร์ วงจร เพื่อเป็นแนวทางในการทำงานวิจัยและเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ต่อไป

3. ศึกษาวงจรที่ได้และออกแบบชิ้นงาน ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบของวงจรที่จะจัดทำขึ้นที่เป็นพื้นฐานของระบบการใช้กระแสไฟฟ้าและทางผู้ศึกษาแยกข้อมูลออกเป็นส่วนเพื่อที่จะทำให้เข้าใจได้ง่าย และ สามารถเข้าใจหลักการการทำงานในแต่ละส่วนของระบบไมโคร-คอนโทรลเลอร์และชุดฝึกที่สร้างขึ้นนี้จะเน้นที่ความสะดวกในการใช้งานและการเก็บรักษาชุดฝึกเพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการ ในการประกอบการศึกษาได้อย่างเหมาะสม

4. สร้างชิ้นงานตามที่ออกแบบได้ทำการศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับวงจรต่างๆเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทำงานของวงจรที่เลือกได้แล้วนั้น โดยการใช้โปรแกรม PROTEUS เพื่อจำลองการทำงานของวงจรและออกแบบลายวงจรที่จะสร้างพร้อมจะทดสอบหาความผิดปกติหรือข้อผิดพลาดของวงจร

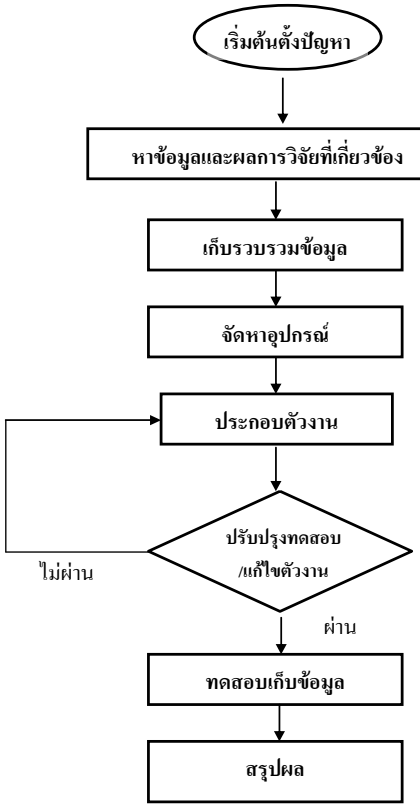
5. ทดสอบชุดฝึกวงจรต่างๆและแก้ไข้ในส่วนที่บกพร่อง ได้ทำการจำลองออกแบบวงจรต่างๆในโปรแกรม PROTEUS เพื่อให้ทราบการทำงานเบื้องต้นของวงจรได้อย่างถูกต้อง ตามความต้องการและได้ทำการกัดลายปริ้นวงจรที่ได้ออกแบบไว้และลงอุปกรณ์ในวงจรที่ได้ และประกอบชิ้นงานให้เรียบร้อยพร้อมทดลองใช้งานจริง

6. รวบรวมข้อมูลการรวบรวมข้อมูลในการสร้างชุดฝึก ที่ได้เพื่อจะรวมเป็นเล่มเพื่อที่จะสรุปผลส่งและอีกส่วนหนึ่งจะนำไปวิเคราะห์การทำงานของแต่งละวงจร

7. นำข้อมูลมาวิเคราะห์ ทำการทดลองใช้งานจริงพร้อมบันทึกผลที่ได้แล้วนำมามาวิเคราะห์เพื่อสรุปผลการทำงานจากการศึกษาถึงทฤษฎี และ หลักการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ไม่ว่าจะเป็นทฤษฎีและหลักการด้านซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ ซึ่งนำไปสู่การออกแบบและดำเนินการสร้างโปรแกรมระบบกล่าวถึงขั้นตอนการดำเนินงาน ทั้งทางด้านซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์

แผนผังการดำเนินงาน ในการลงมือปฏิบัติงานจะต้องออกแบบทั้งสองส่วนให้สัมพันธ์กัน ซึ่งการออกแบบส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์(Hardware) จะใช้ ไมโครคอนโทรเลอร์ เบอร์ PIC 16F877A เป็นส่วนควบคุมหลัก ที่มีการเชื่อมต่อกับชุดวงจรอื่นๆ อันได้แก่ วงจรถอดรหัส สัญญาณ IR จากตัวส่ง Remote control วงจรเซนเซอร์ IR วงจรSensor Temperatureวงจร ขับรีเลย์ การออกแบบวงจรของ

ระบบ จะเป็นตัวกำหนด โฟว์ซาร์ตคำสั่ง ในส่วนของซอฟต์แวร์ หรือเรียกว่า ชุดโปรแกรมคำสั่ง การรับค่า/ส่งค่าต่างๆ ซึ่งเป็นกระบวนการประมวลผลของ Microcontroller เพื่อการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ตามต้องการ รูปแบบการวางแผนในการทำวิจัยครั้งนี้ จึงต้องมีการออกแบบวงจร ทำการทดลองการทำงานอุปกรณ์ทุกส่วนให้ทำงานสอดคล้องกันเพื่อให้เห็นรูปแบบการดำเนินงานที่ชัดเจน จึงออกแบบแผนงานไว้ดังแผนภาพที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนผังการดำเนินงาน

3.3 แนวทางการออกแบบ

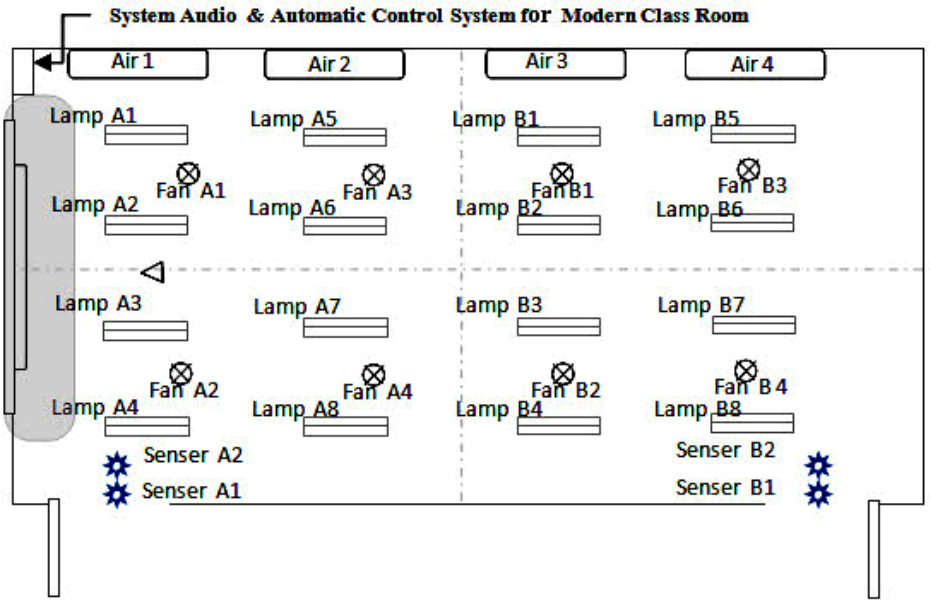
1. การนำเอาอุปกรณ์ประเภทรีเลย์มาใช้เนื่องจากอุปกรณ์ประเภทรีเลย์สามารถใช้แรงดันต่ำควบคุมไฟสูง ง่ายต่อการออกแบบ เช่นไฟเลี้ยงคอย DC 9V ควบคุมการเปิดปิดหลอดไฟ AC 220 V ทนกระแสได้ 10 A

2. วงจรขับรีเลย์ประกอบด้วยไอซี PC817 เป็นตัวกลางในการติดต่อระหว่างชุดขับรีเลย์ เนื่องจากรีเลย์เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภท อานาลอก ที่มีการกินกระแสมากทำให้กระแสใน

ระบบไม่คงที่จะส่งผลโดยตรงกับการทำงานของไมโครคอนโทรเลอร์ เกิดการทำงานผิดพลาดไม่เป็นไปตามชุดคำสั่งที่เขียนลงบนหน่วยความจำของตัวไมโครคอนโทรเลอร์ ในขณะเดียวกัน กระแสจากไมโครคอนโทรเลอร์ ยังไม่เพียงพอที่จะทำให้รีเลย์ทำงานได้จำเป็นต้องมีทรานซิลเตอร์เป็นตัวขับ ดังนั้นในระบบการขับรีเลย์นี้จะเป็นการต่อแหล่งจ่ายแยก กราวด์ เพื่อให้วงจรทำงานได้มีประสิทธิภาพและมีเสถียรภาพมากขึ้น เป็นตัวขับเนื่องจากแรงดันที่ออกจากไมโครคอนโทรเลอร์ไม่สามารถที่จะนำมาขับให้รีเลย์ทำงานได้หากทำการต่อโดยไม่ผ่านตัวขับอาจจะทำให้ไมโครคอนโทรเลอร์เสียหายหรือเกิดกระแสรบกวนในระบบจ่ายไฟเลี้ยงวงจร

3. การใช้วงจรรีโมทอินฟาเรด 5 ช่องสัญญาณ [31] ของ Future kit เนื่องจากมีการควบคุมแบบไร้สายและไอซีตัวมีการเขียนโปรแกรมถอดรหัสสัญญาณข้อมูลปุ่มกดที่ผสมมากับแสงอินฟาเรดด้วยความถี่ 38kHz ซึ่งจะได้ข้อมูลปุ่มกดไปควบคุมรีเลย์เพื่อ สวิทช์เครื่องใช้ไฟฟ้าโดยไม่ต้องเดินไปที่ตัว สวิทช์ ของอุปกรณ์ไฟฟ้าตัวนั้นๆ ทำให้สะดวกสบายในการใช้งานปลอดภัยกับผู้ใช้งาน โดยสามารถควบคุมได้ในระยะรัศมี 15 เมตรมากพอที่จะประยุกต์ใช้กับงานวิจัยนี้ จึงเหมาะที่จะนำมาใช้เพื่อจะควบคุมแบบไร้สาย

4. การใช้ เซนเซอร์แสงอินฟาเรด แบบสะท้อนกลับ จะมีตัวผลิตแสงอินฟาเรด ยิงเป็นลักษณะลำแสงเส้นตรงออกไปในอากาศ เมื่อมีวัตถุมาผ่านบริเวณแสงที่ยิงออกไปนั้นก็จะสะท้อนกลับมาในมุมตามทฤษฎี มุมสะท้อน เท่ากับมุมตกกระทบ [4] แล้วนำตัวรับแสงอินฟาเรดไปวางที่มุมสะท้อนนั้นจะพบว่าแสงเดินทางมาทำให้ตรวจจับวัตถุที่ผ่านจุดนั้น ด้วยคุณสมบัติแสงอินฟาแรด [4] ที่มีความถี่ของแสงสูงกว่าแสงที่ตามนุษย์จะมองเห็นจึงไม่รู้ว่าจุดนั้นมีตัวเซนเซอร์ติดตั้งอยู่ ปกติโดยทั่วไปเซนเซอร์ประเภทนี้จะจับความร้อนสิ่งที่มีชีวิต เช่น คน สัตว์ หรือ วัตถุที่มีความร้อนแฝง จึงเหมาะกับการนำมาตรวจจับการผ่านเข้า-ออกประตูในแสงอินฟาเรดในธรรมชาติก็มีในการที่จะตรวจสอบว่าเป็นแสงที่ผลิตออกมาเพื่อการตรวจจับนั้นจำเป็นต้องใส่คุณลักษณะของแสงที่จะใช้ตรวจจับการผ่านโดยการผสม Data และ ความถี่พาหะ ช่วงความถี่ ประมาณ 36 kHz – 40kHz แล้วส่งแสงอินฟาเรดออกไปในอากาศ เพื่อให้ง่ายต่อการนำ Module Receiver IR ซึ่งจะมีวงจรกรองความถี่พาหะออกจากสัญญาณแสงที่รับเข้ามาจะเหลือเฉพาะ Data ปุ่มกด ทำให้การทำงานของเซนเซอร์ มีความแม่นยำมากขึ้น [28] เมื่อวงจร Module Receiver IR ได้ข้อมูลที่ส่งมา จะแสดงสัญญาณ ทาง Output เป็น 1 ถ้าไม่ใช่ข้อมูล หรือ มีแสง RI ตามธรรมชาติที่แซกสอดที่ Module Receiver IR รับได้ Output เป็น 0 นำสัญญาณที่ได้ส่งเข้าไปประมวลผลที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตามกระบวนการและลำดับขั้นของคำสั่งที่เขียนไว้อย่างเป็นระบบ ดังนั้น ทำงานด้วยระบบดิจิตอล ของระบบควบคุมอัตโนมัติอุปกรณ์ไฟฟ้าในห้องเรียน จึงมีความเที่ยงตรงมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 3.2 แบบจำลองห้องเรียนที่ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในห้อง

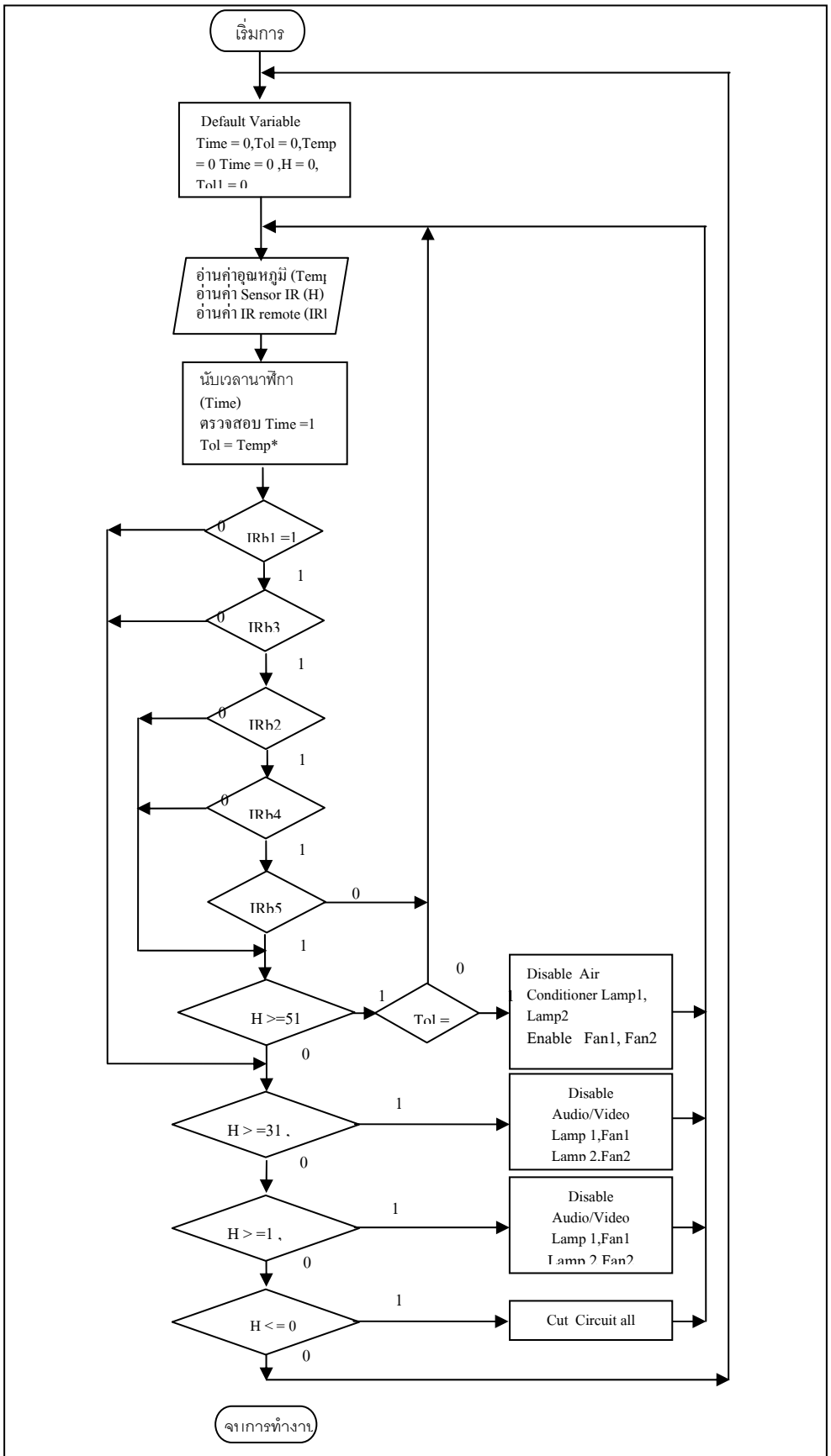
3.4 หลักการทำงานของโปรแกรมควบคุม

การประมวลผลคำสั่งของไมโครคอนโทรเลอร์ เพื่อการควบคุม และการตรวจสอบการทำงานของเซนเซอร์ต่างๆ เช่น NTC ตรวจจับอุณหภูมิ [1] IR ตรวจจับการเข้าออก IR Receiver Remote และการนับเวลา อิงตามเวลาปัจจุบัน เมื่อมีการ Runโปรแกรม จะมีการเคลียร์ค่าของตัวแปรต่าง ที่เป็นค่าเริ่มต้นในการประมวลผล ตามเงื่อนไขที่กำหนด จะเริ่มรับค่าอุปกรณ์เชื่อมต่อทาง Port in put เก็บค่าที่รับมาไว้ที่รีจิสเตอร์ที่กำหนด นับเวลาในหน่วยวินาที โดยเข้าสู่ชุดคำสั่งนับเวลา ตรวจสอบเงื่อนไขเวลา อุณหภูมิ

ตารางที่ 3.2 เงื่อนไขการทำงานของเครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าในห้องเรียน ระบบอัตโนมัติ

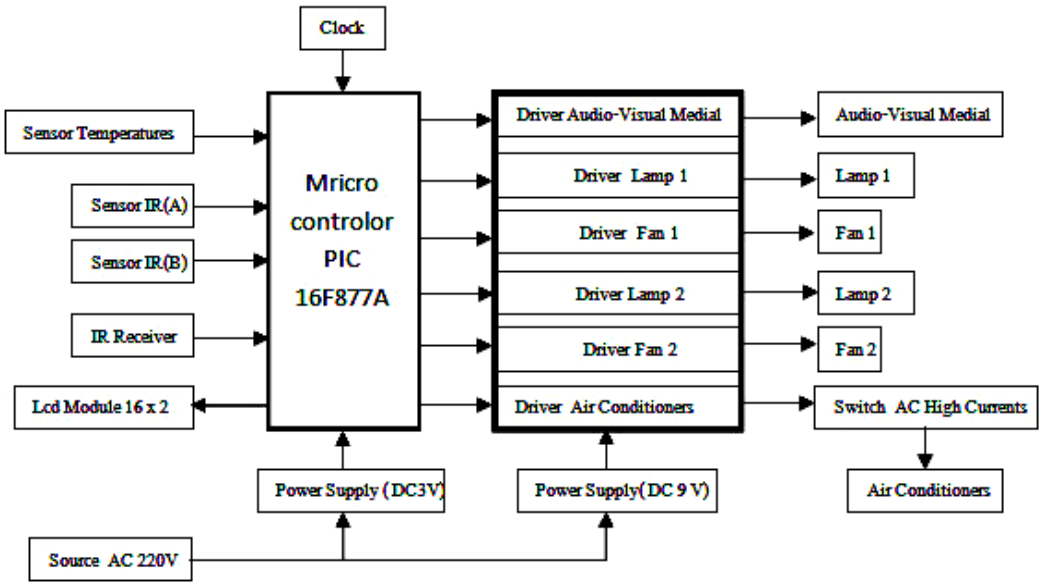
อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งในห้อง	**จำนวนคน ต่อ การจ่ายกระแสไฟฟ้าให้**			
	0	**1- 30**	**31-50**	**51 -ขึ้นไป**
อุปกรณ์สื่อโสต	OFF	ON		
ไฟส่องสว่างชุดที่ 1	OFF	ON		
ไฟส่องสว่างชุดที่ 2	OFF		ON	
พัดลมชุดที่ 1	OFF	ON		OFF
พัดลมชุดที่ 2	OFF		ON	OFF
เครื่องปรับอากาศ	OFF			ON

หมายเหตุ เปิดเครื่องปรับอากาศได้ เมื่อ เวลา 9.00 – 11.30 น. และช่วง 13.00 – 16.30 น. อุณหภูมิ ที่ มากกว่า 25 องศาเซลเซียส ขั้นตอนการประมวลผลของโปรแกรมควบคุม การเขียนโปรแกรมควบคุม จะต้องคำนึงถึงหลักทางด้านฮาร์ดแวร์ด้วยเช่นการรับสัญญาณอะนาลอกจากเซนเซอร์อุณหภูมิ การส่งสัญญาณ ไปขับรีเลย์ เป็นต้น ลำดับขั้นของโปรแกรมประมวลผล ของเครื่องควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าในห้องเรียนระบบอัตโนมัติ มีขั้นตอนการประมวลผลตามลำดับขั้นดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 โฟว์ชาร์ดการประมวลผลของไมโครคอนโทรเลอร์

3.5 การออกแบบวงจร



รูปที่ 3.4 การออกแบบวงจร

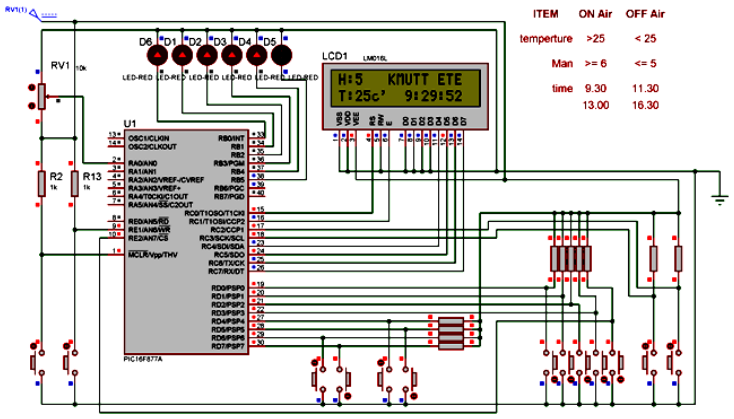
ได้ทำการออกแบบวงจรไมโครคอนโทเลอร์ [8] จำลองวงจรที่ออกแบบในโปรแกรม PROTEUS เพื่อให้ทราบการทำงานเบื้องต้นของวงจรได้อย่างถูกต้องตามต้องการ และได้ทำการกัดลายปริ้นวงจรที่ได้ออกแบบไว้และลงอุปกรณ์ในวงจรที่ได้ และประกอบชิ้นงานให้เรียบร้อยพร้อมทดลองใช้งานจริง

การเชื่อมต่อ LCD ขนาด 2x16 กับ PIC16F877A

หลักการทำงานของโปรแกรม ติดต่อ LCD Module ให้แสดงผลจะต้องส่งคำสั่งโดยใช้ Microcontroller เป็นตัวสั่ง ในที่นี้จะใช้ PIC16F877A โดยหลักการเขียนโปรแกรมเป็น

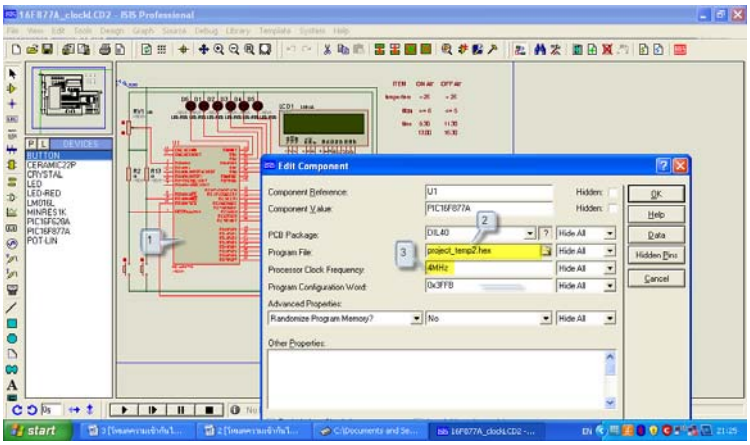
1. เมื่อ Power up เกิดขึ้น ให้โปรแกรมทำการ Initialize port และ timer
2. Initialize LCD ให้อยู่ในโหมด
   - เชื่อมต่อ data แบบ 8 บิต
   - แสดงผล LCD แบบ 2 บรรทัด ตัวหนังสือขนาด 5x7
   - ไม่แสดง cursor พร้อมทั้ง Set cursor ให้อยู่ในตำแหน่งเริ่มต้น
3. หลังจากทำการ Initialize เรียบร้อยแล้ว ให้เขียนตัวหนังสือลงใน Memory ของ LCD เพื่อแสดงผล
4. ทำการวน Loop แบบไม่รู้จบ

การออกแบบโดยการจำลองโดยใช้โปรแกรม



รูปที่ 3.5 การจำลองในสถานะของระบบ นับจำนวนคนได้ 5 คน

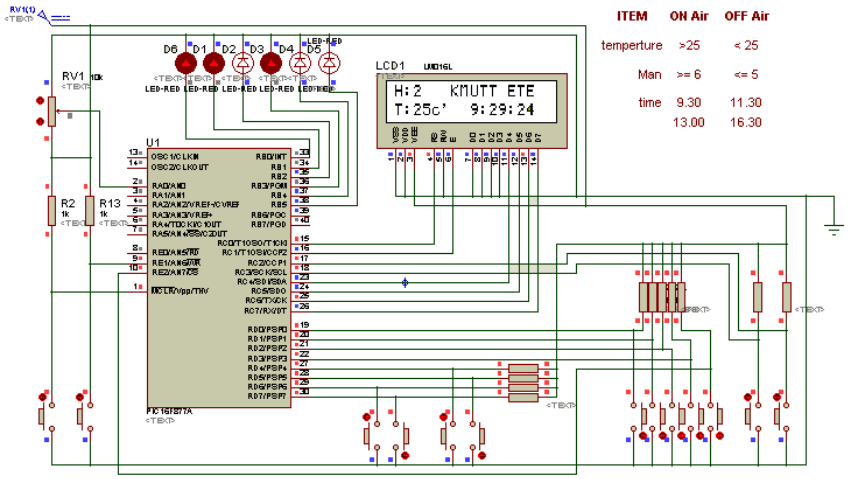
การจำลองการทำงานของวงจรในโปรแกรม PROTEUS โดย Download ชุดคำสั่งไว้ที่หน่วยความจำ Microcontroller ทำการทดสอบ การติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก เช่น สวิทช์ (แทน Sensor) , LCD Module โดยสร้างวงจรด้วยโปรแกรม Proteus จากนั้นทำการเขียนโปรแกรม (Project source code) ด้วยโปรแกรมภาษาเบสิก ด้วยโปรแกรม Microcode Studio Plus แล้วทำการ Compile จะได้โค๊ดรหัสเป็นชุดคำสั่งเลขฐาน 16 หรือ จะได้ไฟล์ .HEX เพื่อใช้เป็นคำสั่งในการ ทำงานใน MCU ต่อไป



รูปที่ 3.6 ทำการจำลองการทำงานวงจร Download ลงที่ตัว MCU

1. โดยการดับเบิลคลิกที่ตัว MCU
2. เปิดหาไฟล์ที่ Compile Code .HEX
3. กำหนด Clock ในช่วง 2 - 4 MHz

4. กดปุ่ม OK
5. กดปุ่ม RUN เป็นการจำลองการทำงานของวงจรภายใต้ชุดคำสั่งควบคุม

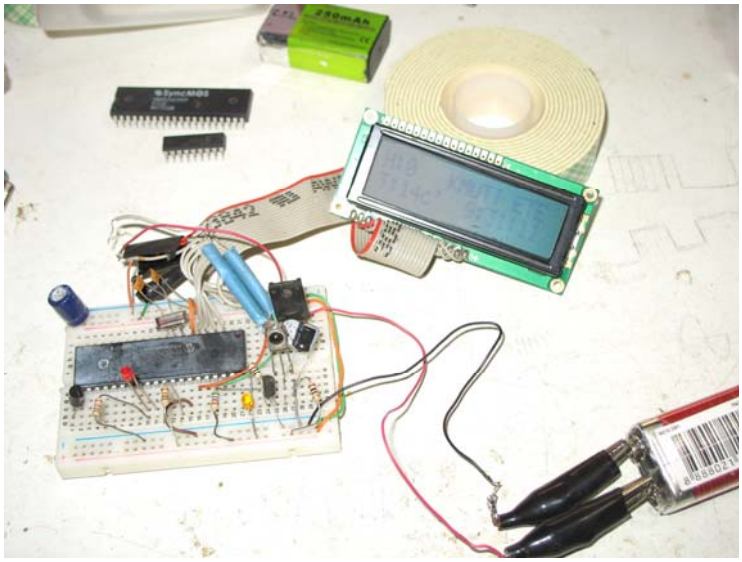


รูปที่ 3.7 LCD แสดงผลตามโปรแกรมควบคุม

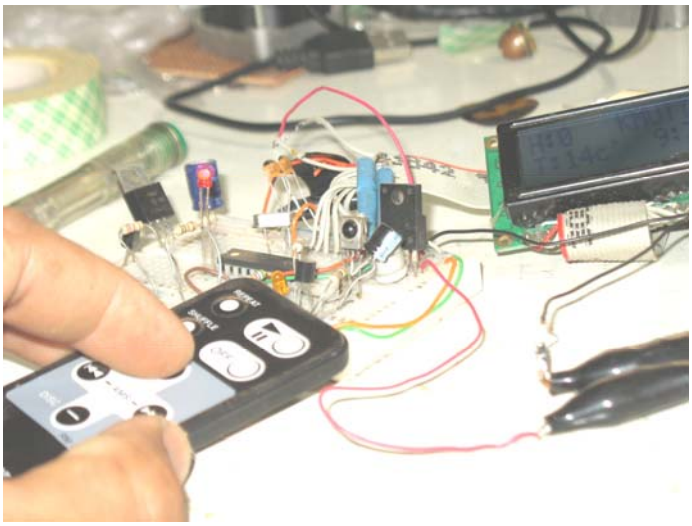
จะเห็นว่า LCD แสดงผลตามโปรแกรมที่เขียนขึ้นเพื่อการควบคุม เมื่อทำการป้อนสัญญาณต่างๆจากสวิทช์ (ที่ทำหน้าที่แทน Sensor , เซนเซอร์อุณหภูมิ และ สัญญาณจากการกด รีโมท)เมื่อการจำลองวงจรทำงานได้ตรงตามต้องการจึงทำการต่อวงจรด้วยอุปกรณ์จริง

3.6 การสร้างเครื่องควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าในห้องเรียนระบบอัตโนมัติ

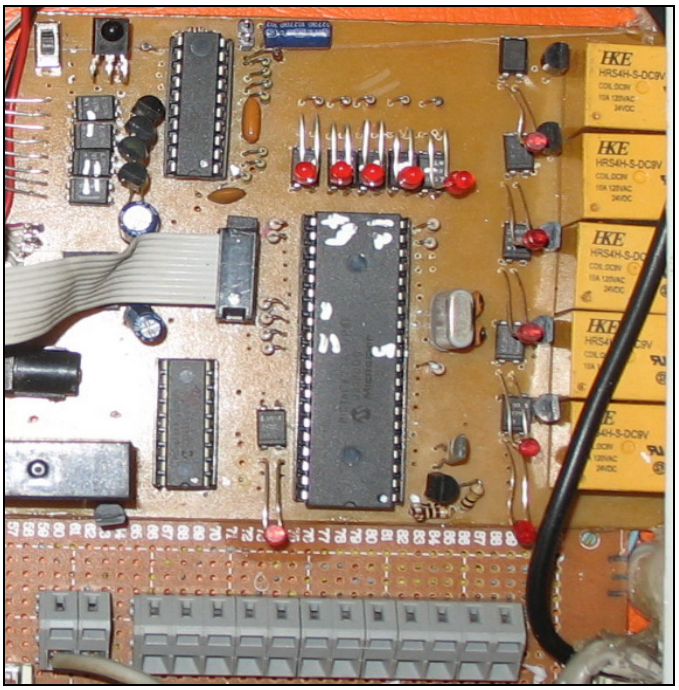
โดยใช้โปรแกรม PROTEUS ทำการจำลองการทำงานก่อนสร้างลายทองแดงบนแผ่น PCB ช่วยลดค่าใช้จ่าย และ เวลา ในการสร้าง เครื่องควบคุมกระแสไฟฟ้าในห้องเรียน ระบบอัตโนมัติ เนื่องจากการออกแบบอาจมีข้อผิด พลาด หรือ การวางตำแหน่งขาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทำให้เกิดลัดวงจรเกิดความเสียหายต่อตัวอุปกรณ์จึงต้องอาศัยความรู้ทางวงจรอิเล็กทรอนิกส์ดิจิตอล [6] การใช้อุปกรณ์ค่าที่เหมาะสมกับระบบที่ออกแบบทำให้วงจรที่ได้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 3.8 ต่อวงจรด้วยอุปกรณ์จริงบนโปโตบอร์ดก่อนลงอุปกรณ์บนแผ่น PCB

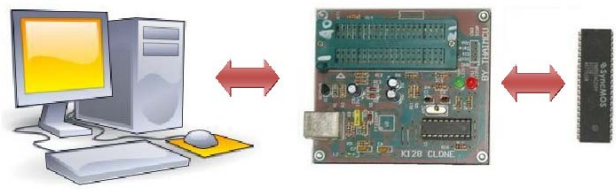


รูปที่ 3.9 ทำการทดสอบการรับสัญญาณอินพุตต่างแล้วแสดงผลทางจอ LCD

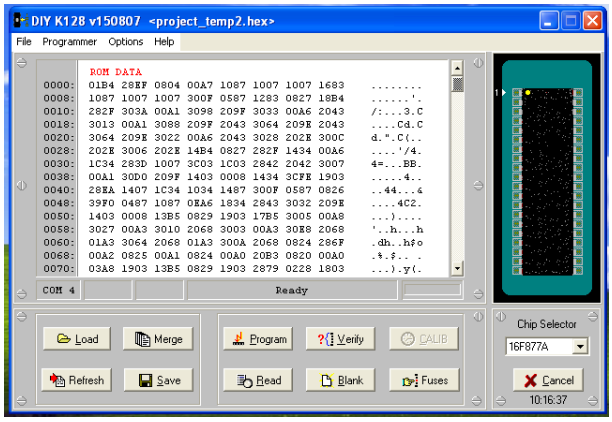


รูปที่ 3.10 ลงอุปกรณ์บนแผ่น PCB ที่ออกแบบลายวงจรแล้ว
อาทิเช่น หลอด LED, LCD Module, Capacitor, Microcontroller
PIC 16F877A

ในการสั่งงานให้ไมโครคอนโทรเลอร์ ทำงานตามที่เราต้องการ จะต้องเขียนโค๊ดคำสั่งแล้ว Download คำสั่งที่เขียนขึ้นมาเนื่องจากภาษาที่ผู้ศึกษาใช้ภาษาระดับกลาง คือ ภาษาเบสิก ตัว Microcontroller ไม่สามารถนำไปประมวลผลต่อได้ ต้องทำการ Compile ชุดโปรแกรมคำสั่งที่เขียนขึ้นมาให้อยู่ในรูปเลขฐาน 16 หรือ เรียกว่า ภาษาระดับต่ำ หรือภาษาเครื่องนั้นเอง โปรแกรมที่ใช้เขียนโค๊ดคำสั่งมีมากมายให้เลือกใช้ ซึ่งแล้วแต่ใครถนัด ซึ่งผู้ศึกษาได้ใช้โปรแกรม Microcode ในการสร้างเครื่องควบคุมกระแสไฟฟ้าในห้องเรียน ระบบอัตโนมัติ

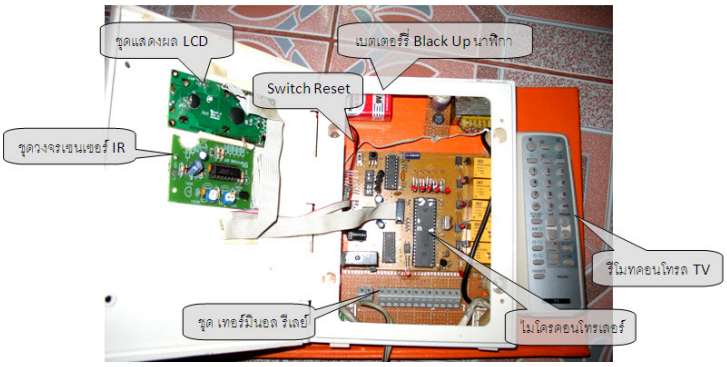


รูปที่ 3.11 การเชื่อมต่อบอร์ด Download File .HEX
รุ่น PIC USB Programger K128 Clone ลงตัว MCU ตระกูล PIC



รูปที่ 3.12 โปรแกรม DIY K128 V.1.5 ใช้สำหรับ Download โปรแกรมที่ผ่านการ Compiler การใช้ โปรแกรม DIY K128 V.1.5 ในการ Download จะต้องเชื่อมต่อชุดบอร์ด Download รุ่น PIC USB Programger K128 Clone

รูปที่ 3.13 ชุดบอร์ด Download รุ่น PIC USB Programger K128 Clone
ที่มา: http://www.thaimcu.com/

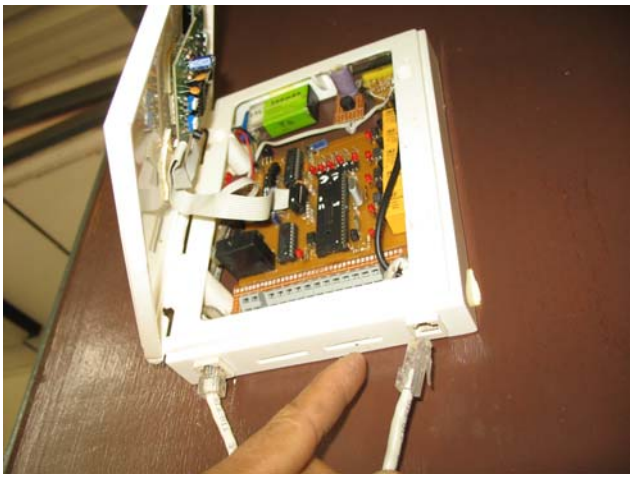


รูปที่ 3.14 เครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าในห้องเรียน ระบบอัตโนมัติ

เป็นวงจรที่ใช้ไมโครคอนโทรเลอร์หลักการเชื่อมต่อภายนอกเป็นการเชื่อมโยงทางแสง (Opto Copper) เพื่อป้องกันไม่ให้อุปกรณ์ภายนอกเสียหายในกรณีที่เกิดการลัดวงจร ประกอบด้วยจะมีผลให้ไมโครคอนโทรเลอร์ทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น และสามารถแยกแรงดันหรือไฟเลี้ยงวงจรออกจากกันได้ทำให้การทำงานในการประมวลผลมีประสิทธิภาพมาก

รูปที่ 3.15 ชุดเซนเซอร์อินฟาเรทตรวจจับการเข้าออก
รูป a.กล่องบรรจุเซนเซอร์อินฟาเรท
รูป b.วัดระยะการตรวจจับของเซนเซอร์ IR ในระยะ 0 - 50 Cm.

ทำการทดลองติดเซนเซอร์ที่ประตูทางเข้าตามจุดเข้าออกเป็นการทดสอบในสถานะการในห้องทดลองก่อนจะนำไปติดตั้งในสถานที่ใช้งานจริง และทำการปรับแต่งเซนเซอร์ให้สามารถตรวจจับการผ่านเข้าออกได้อย่างถูกต้องโดยได้ใช้โปรแกรมช่วยลดการ นับที่ผิดพลาดจากการเดินผ่านเซนเซอร์จุดที่ 1 ยังไม่ผ่านจุดที่ 2 แต่เดินกลับ ทำให้เกิดการนับจำนวนผิดพลาด เช่นคำสั่ง หน่วงเวลา เพิ่มขึ้น และคำสั่งตรวจสอบซ้ำทำให้ได้ค่าที่ถูกต้องยิ่งขึ้น ทำการทดสอบการทำงานแม้ไม่มีแสงสว่าง ก็ยังตรวจจับได้ซึ่งเป็นคุณสมบัติของอินฟาเรทเซนเซอร์โดยที่ผู้เดินผ่านไม่รู้ว่าเราติดตั้งเซนเซอร์ไว้



รูปที่ 3.16 การติดตั้ง เครื่องควบคุมกับหัวต่อ RJ45 เป็นสายสัญญาณ Sensor

เนื่องจากวงจรเซนเซอร์ต้องการไฟเลี้ยงวงจรต่ำเพียง 9 Vdc จึงสามารถประยุกต์ชุด คอนเนคเตอร์ RJ45 ของสาย สัญญาณอินเตอร์เน็ตได้อย่างลงตัวเหมาะสม ทำให้ง่ายต่อการติดตั้งและป้องกันการต่อสลับสายสัญญาณที่จะทำให้เกิดความเสียหายต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์

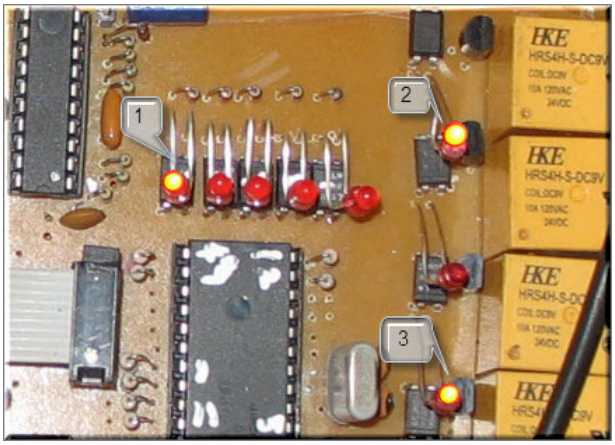
รูปที่ 3.17 เครื่องมือในการเก็บข้อมูลหน่วยการใช้กระแสไฟฟ้าที่ กิโลวัตต์/ชั่วโมงประจำห้อง

ทำการจดอุณหภูมิภายนอกด้วยเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบในแต่ละช่วงวันเวลาที่จดซึ่งจะส่งผลต่อพฤติกรรมการเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ช่วยปรับอุณหภูมิภายในห้อง

รูปที่ 3.18 ห้องเรียนที่ทำการทดสอบการทำงานของเครื่องควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าในห้องเรียน ระบบอัตโนมัติ

ซึ่งห้องที่ใช้เป็นห้องเรียนนักศึกษาพยาบาลศาสตร์ ปีที่ 1 โดยภายในห้องมีอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งดังนี้

1. ชุดเครื่องขยายเสียง
2. คอมพิวเตอร์
3. โปรเจคเตอร์
4. วิชวลไลเซอร์
5. หลอดไฟฟลูออริเซนต์
6. พัดลมโคจร
7. เครื่องปรับอากาศ



รูปที่ 3.19 หลอด LED แสดงสถานการณ์ทำงานของเครื่อง

1. แสดงการรับสัญญาณจากปุ่มกดรีโมท เปิด/ปิดหลอดไฟชุดที่ 1
2. หลอดไฟชุดที่ 1 ทำงาน
3. พัดลมโคจรชุดที่ 1 ทำงาน

จากการทดลองใช้งานจริงพร้อมบันทึกผล การทำงานจากการศึกษาถึงทฤษฎี และ หลักการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ไม่ว่าจะเป็นทฤษฎีและหลักการด้านซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ ซึ่งนำไปสู่การออกแบบและดำเนินการสร้างโปรแกรมระบบกล่าวถึงขั้นตอนการดำเนินงาน ทั้งทางด้านซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์

เมื่อเปิดสวิทช์ ไมโครคอนโทรเลอร์ประมวลผลเริ่มนับเวลาปัจจุบันเพื่อเป็นฐานเวลาปัจจุบันที่จะใช้ในการปิดเปิดเครื่องปรับอากาศ ซึ่งจะต้องใช้เงื่อนไขอยู่ 3 ตัวแปร

1) เปรียบเทียบเวลาตามที่หน่วยงานกำหนด การเปิดเครื่องปรับอากาศ เปิดเวลา 9.30 ถึงเวลา 11.30 น. และ เปิดเวลา 13.00 ถึงเวลา 16.30 น.

2) ค่าการเปลี่ยนแปลงจาก NTC ตัวต้านทานที่เปลี่ยนแปลงค่าตามอุณหภูมิมาเป็นเซนเซอร์

3) จำนวนคนในห้องต้องมากกว่า 51 คน

การใช้รีโมทควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นจะควบคุมได้ตามโปรแกรมเงื่อนไขตรวจสอบได้ตรงกันเท่านั้น หากเงื่อนไขใดเงื่อนหนึ่งเป็นเท็จจะเปิดอุปกรณ์นั้นไม่ได้ หรือในขณะที่อุปกรณ์นั้นทำงานอยู่หากมีตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งเป็นเท็จอุปกรณ์นั้นจะถูกตัดวงจรทันที จากการทดลองระบบที่ติดตั้งอุปกรณ์ประกอบสมบูรณ์สามารถทำงานได้จริงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด