

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน

โครงการนี้จะเป็นการวัดและแสดงผลประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยวิธีการลดความร้อนของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ด้วยการสเปรย์น้ำลงบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยการใช้โปรแกรม MATLAB แสดงผลข้อมูลที่ได้จากการวัดแผงเซลล์แสงอาทิตย์นำข้อมูลที่ได้จากการวัดผลนำไปใช้ในการวิเคราะห์ให้เกิดประโยชน์ด้านต่างๆ ต่อไป ในส่วนของวิธีการดำเนินการจะประกอบไปด้วยแผนการดำเนินงาน หลักการในการออกแบบและการตรวจสอบอย่างละเอียดเพื่อลดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในการดำเนินโครงการและเพื่อข้อมูลที่ถูกต้องที่สุด

3.1 แผนการดำเนินงาน

แผนการดำเนินงานของโครงการประกอบด้วย การ จัดซื้ออุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ติดตั้งระบบลดความร้อนของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ติดตั้งและทดสอบระบบ เก็บข้อมูลและสรุปผล นำเสนอผลการวิจัยต่องานประชุมวิชาการต่างๆ จัดทำรูปเล่มรายงาน

ตารางที่ 3.1 แผนการดำเนินงานของโครงการ

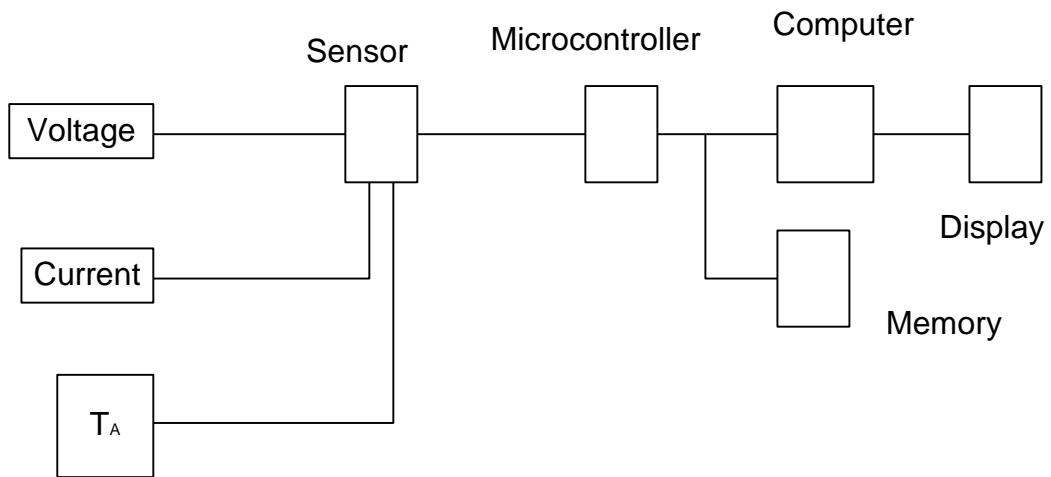
ลำดับ ที่	ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินงาน											
		ตค.	พย.	ธค.	มค.	กพ.	มี.ค.	เม.ษ.	พค.	มิ.ย.	กค.	สค.	กย.
1	จัดซื้ออุปกรณ์และเครื่องมือ ต่างๆ	← →											
2	ติดตั้งระบบลดความร้อนของ แผงเซลล์แสงอาทิตย์		← →										
5	ติดตั้งและทดสอบระบบ		← →										
6	เก็บข้อมูลและสรุปผล			← →									
7	นำเสนอผลการวิจัยต่องาน ประชุมวิชาการต่างๆ							← →					
8	จัดทำรูปเล่มรายงาน									← →			

← → แสดงแผนการดำเนินการ
 ← → แสดงการดำเนินงานจริง

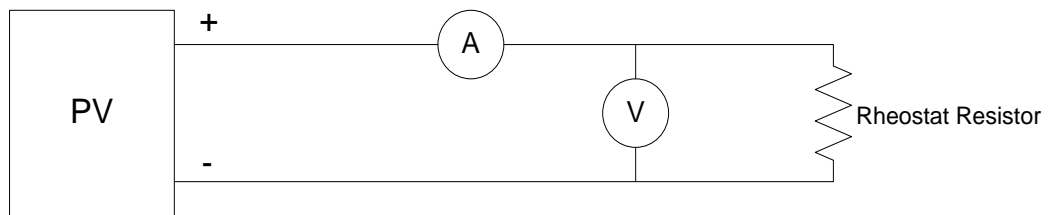
3.2 การออกแบบโครงการ

หลักการออกแบบของโครงการนี้ใช้อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณกระแสไฟฟ้า เมื่อมีสัญญาณแรงดันไฟฟ้า สัญญาณกระแสไฟฟ้าและสัญญาณอุณหภูมิ ส่งไปที่อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณเพื่อเปลี่ยนสัญญาณที่ตรวจจับได้เป็นสัญญาณแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงและส่งต่อไปที่โมดูลแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล หลังจากนั้นผ่านไปยังฟิงชั่นตรวจจับสัญญาณแรงดันเกิน หากพบว่าสัญญาณแรงดันไฟฟ้าที่รับมามีแรงดันพิกัดเกิน จะส่งสัญญาณไปยังอุปกรณ์ตัดสัญญาณเพื่อ

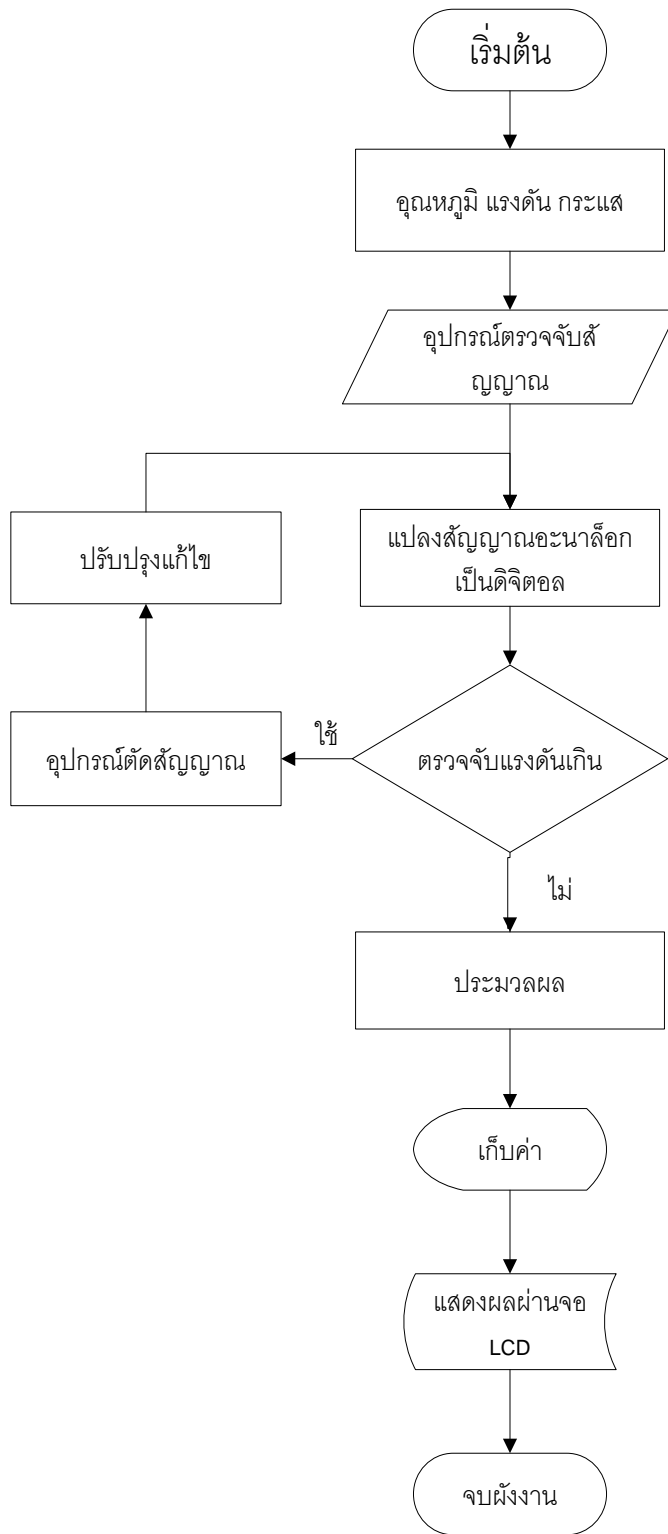
ตัดสัญญาณที่เข้าไปยังโมดูลแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลและรอการปรับปรุงแก้ไข แต่ถ้าฟังก์ชันตรวจจับสัญญาณแรงดันเกินไม่ตรวจพบแรงดันเกิน จะส่งต่อสัญญาณแรงดันไฟฟ้าไปประมวลผลเพื่อส่งเก็บค่าในหน่วยความจำและแสดงผลข้อมูลที่เครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านโปรแกรม MATLAB



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรม

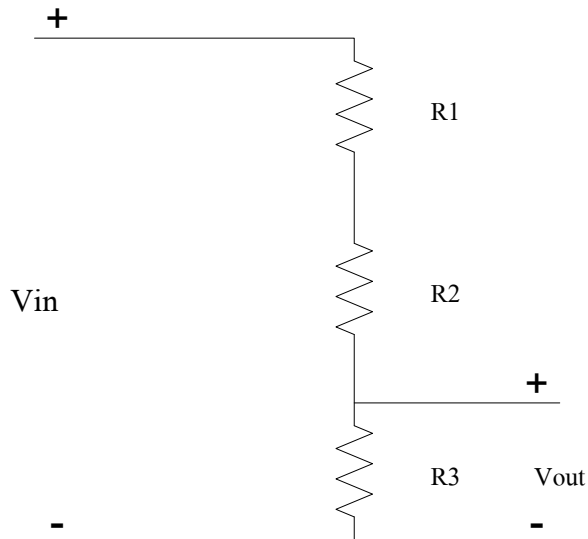


รูปที่ 3.2 วงจรการวัดแผงเซลล์แสงอาทิตย์



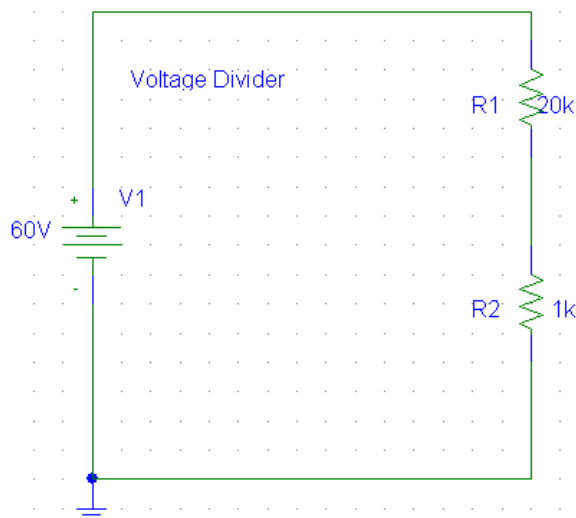
รูปที่ 3.3 แผนผังการออกแบบโดยรวม

3.2.1 การตรวจจับสัญญาณแรงดันไฟฟ้า

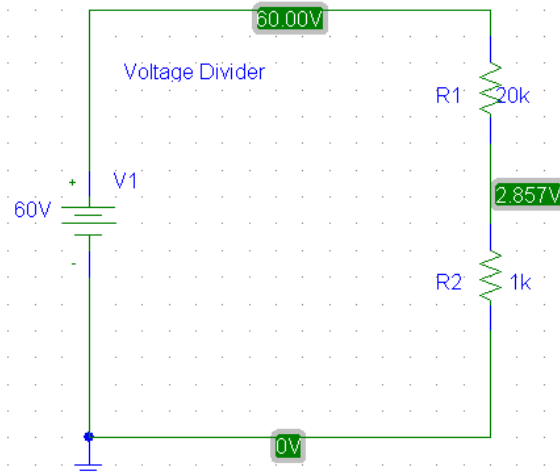


รูปที่ 3.4 วงจรแบ่งแรงดัน หรือ Voltage Divider

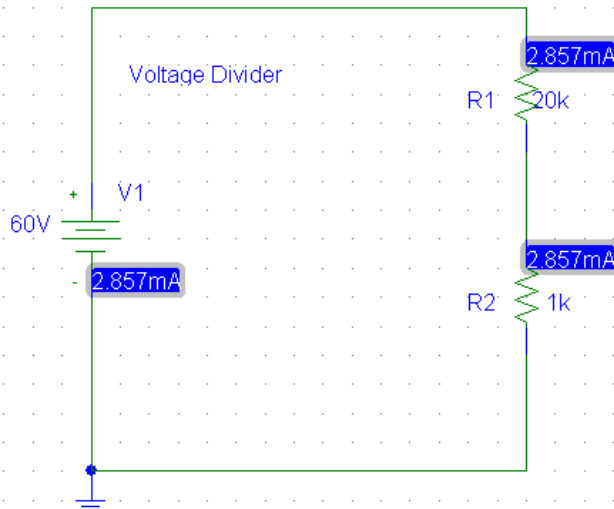
โปรแกรม Pspice for Student 9.1 จำลองการทำงานของวงจรไฟฟ้ากระแสตรงต้องการวัดจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดต่างๆ จากรูปที่ 3.6 กำหนดให้ใช้ตัวต้านทาน 2 ตัว มาทำการจำลองเมื่อแรงดันสูงสุด จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 60V ให้วาดวงจรแบ่งแรงดันที่ได้ทำการออกแบบไว้ โดยกำหนดให้ แรงดัน V_{in} มีค่า 60V คำนวณหาค่าความต้านทาน เพื่อมาต่อให้แรงดันตกคร่อมความต้านทาน R_2 ไม่เกิน 3,3V ซึ่งเป็นแรงดันสูงสุดที่ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถรับค่าได้ โดยไม่ทำให้เสียหาย



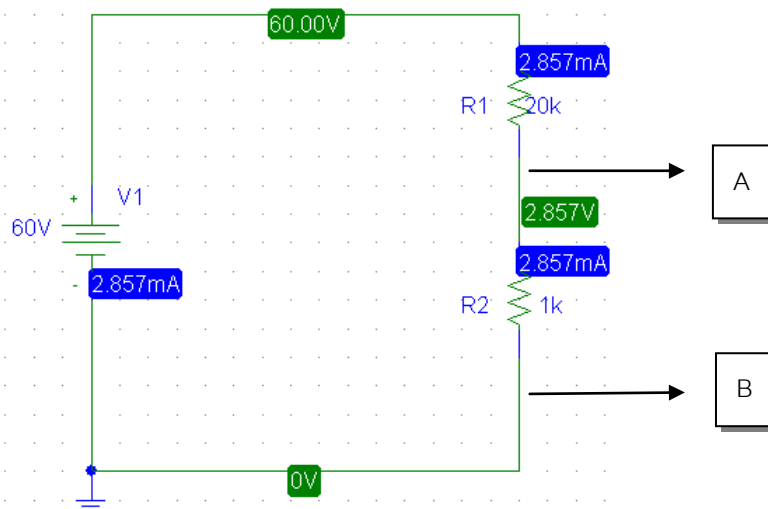
รูปที่ 3.5 แรงดันในตำแหน่งต่างๆของวงจร



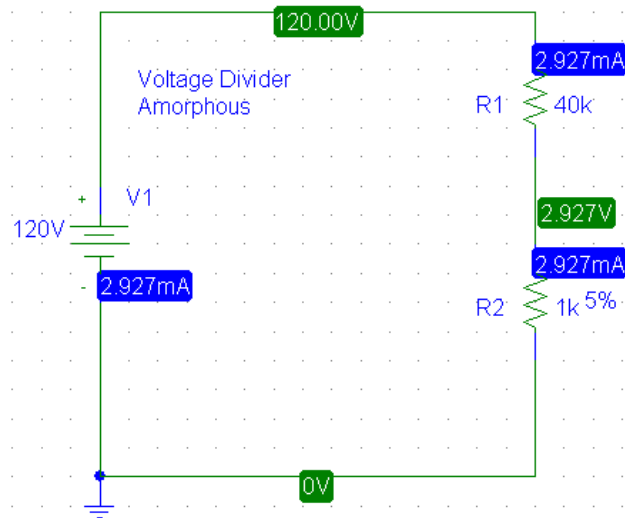
รูปที่ 3.6 แรงดันในตำแหน่งต่างๆของวงจร



รูปที่ 3.7 แรงดันในตำแหน่งต่างๆของวงจร

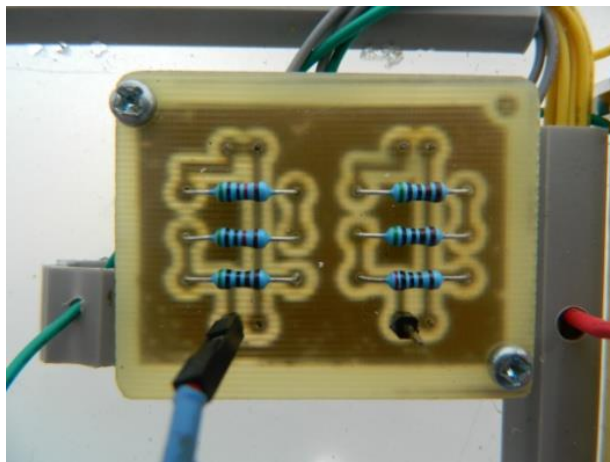


รูปที่ 3.8 กระแสและแรงดันในตำแหน่งต่างๆของวงจร

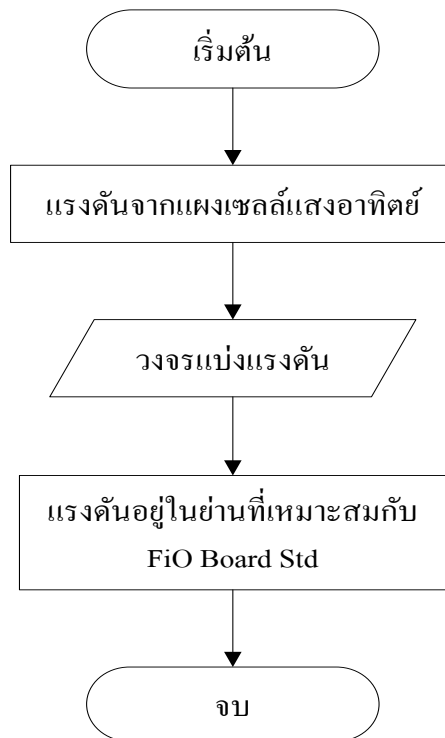


รูปที่ 3.9 กระแสและแรงดันในตำแหน่งต่างๆของวงจร สำหรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Amorphous

การตรวจจับสัญญาณแรงดันไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละชุด จะใช้วงจรแบ่งแรงดัน (Voltage Divider) ทำการลดแรงดันลงมาให้เหมาะสมกับอินพุทของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้ความต้านทานต่ออนุกรมทำหน้าที่ลดระดับแรงดันไฟฟ้าให้ต่ำลง เพื่อให้อยู่ในย่านแรงดันไฟฟ้าที่ไม่ทำให้เกิดความเสียหายต่อโมดูลแปลงสัญญาณอะนาล็อก (Analog) เป็นสัญญาณดิจิทัล (Digital) ภายในตัวอุปกรณ์ FiO Board Std โดยที่การแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลสามารถรับแรงดันได้ 0 - 3.3 โวลต์ ซึ่งแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า จะสามารถรับเข้าสู่ อุปกรณ์ FiO Board Std ได้เลย เนื่องจากเป็นสัญญาณชีกบวกรอยู่แล้ว แต่อย่างไรก็ดีควรต้องมีการแยกสัญญาณที่จะเข้าสู่บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เสียก่อน เพื่อความปลอดภัยของบอร์ด กรณีเมื่อเกิดปัญหากับสัญญาณทางด้านอินพุท จะเป็นการป้องกันเบื้องต้นเพื่อมิให้บอร์ดเสียหาย



รูปที่ 3.10 อุปกรณ์วงจรแบ่งแรงดันที่ติดตั้งใช้งานจริง



รูปที่ 3.11 แผนผังการทำงานของวงจรตรวจสอบสัญญาณแรงดันไฟฟ้า

เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการออกแบบวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า สามารถพิจารณาได้จากสมการวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า ดังสมการที่ 3.1

$$V_{out} = V_{in} \left(\frac{R_3}{R_1 + R_2} \right) \quad (3.1)$$

เมื่อ V_{in} = แรงดันไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Volt)
 V_{out} = แรงดันไฟฟ้าที่รับเข้าสู่อุปกรณ์ FiO Board Std (Volt)
 R_1, R_2 = ค่าความต้านทานที่นำอนุกรม (ohm)

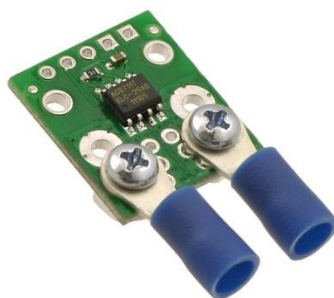
ผลที่ได้จากการคำนวณตามสมการที่ 3.1

เมื่อกำหนด V_{in} = 60 volts
 R_1 = 20 kilo ohms
 R_2 = 1 kilo ohms

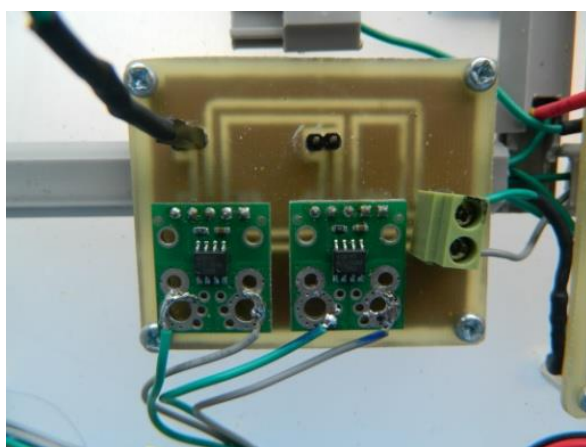
$$V_{out} = 60 \left(\frac{1k}{20k + 1k} \right) = 2.857V$$

3.2.2 การตรวจจับสัญญาณกระแสไฟฟ้า

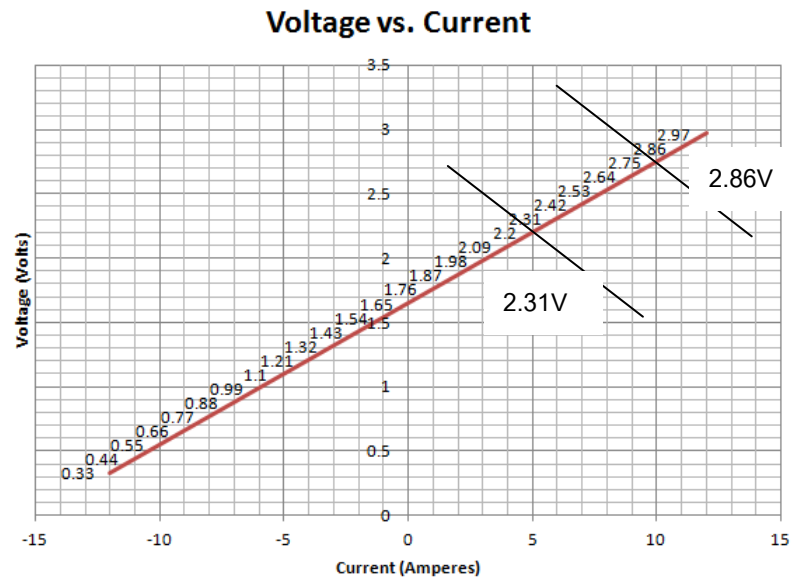
การตรวจจับสัญญาณกระแสไฟฟ้าใช้อุปกรณ์รับรู้ ACS 711 KLCTR-12AB-T เป็นอุปกรณ์รับรู้สัญญาณกระแสไฟฟ้า เมื่อป้อนแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 3.3 โวลต์ ให้กับอุปกรณ์รับรู้กระแสไฟฟ้า ACS 711 KLCTR-12AB-T โดยที่ไม่มีสัญญาณกระแสไหลผ่าน จะทำให้แรงดันไฟฟ้าที่ออกมาเป็นครึ่งหนึ่งของแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงคือ 1.65 โวลต์ ซึ่งแสดงในรูปที่ 3.9 จะเห็นได้ว่าหากมีสัญญาณกระแสไฟฟ้าไหลผ่านอุปกรณ์รับรู้ ACS 711 KLCTR-12AB-T จะทำให้ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของสัญญาณอยู่ระหว่าง 0.33 โวลต์ ถึง 2.97 โวลต์ โดยมีอัตราการเปลี่ยนแปลงอยู่ที่ 1 แอมแปร์ ต่อ 110 มิลลิโวลต์ เนื่องจากการตรวจจับสัญญาณกระแสไฟฟ้าใช้โมดูลแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลในการเก็บค่าอะนาล็อก ทำให้จำเป็นต้องทำตามข้อจำกัดของโมดูลแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลของอุปกรณ์ FiO Board Std คือสัญญาณแรงดันไฟฟ้าจะต้องไม่เกิน 3.3 โวลต์ เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดกับโมดูลแปลงสัญญาณหรือตัวอุปกรณ์ FiO Board Std



รูปที่ 3.12 อุปกรณ์รับรู้ ACS 711 KLCTR-12AB-T



รูปที่ 3.13 อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณกระแสไฟฟ้าที่ติดตั้งใช้งานจริง



รูปที่ 3.14 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับอุณหภูมิของ ACS711KLCTR-12AB-T

เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการออกแบบอุปกรณ์รับรู้สัญญาณกระแสไฟฟ้า สามารถพิจารณาได้จากสมการคำนวณหาแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุทของอุปกรณ์รับรู้สัญญาณกระแสไฟฟ้า ACS 711 KLCTR-12AB-T ดังสมการที่ 3.2

$$V_{out} = \left[\left((0.110 \times I) + 1.65 \right) \right] \times \frac{V_{cc}}{3.3} \quad (3.2)$$

เมื่อ V_{out} = แรงดันไฟฟ้าเอาท์พุทของ ACS 711 KLCTR-12AB-T
 V_{cc} = แรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้กับ ACS 711 KLCTR-12AB-T
 I = กระแสไฟฟ้าที่ต้องการตรวจจับ

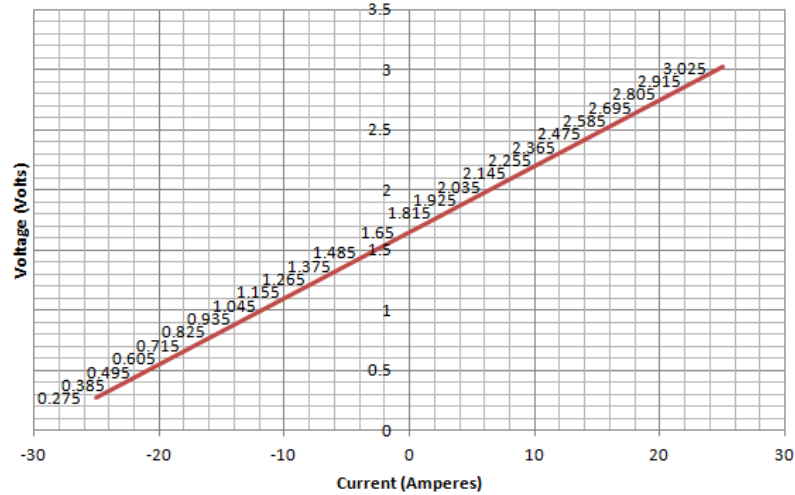
ผลที่ได้จากการคำนวณตามสมการที่ 3.2

เมื่อกำหนด V_{cc} = 3.3 Volt
 I = 12 Amperes

$$V_{out} = \left[\left((0.110 \times 12) + 1.65 \right) \right] \times \frac{3.3}{3.3} = 2.97$$

เนื่องจากโครงงานนี้ได้เลือกใช้อุปกรณ์รับรู้สัญญาณกระแสไฟฟ้าจำนวน 2 ตัวด้วยกัน ซึ่งอุปกรณ์รับรู้สัญญาณกระแสไฟฟ้าอีกตัวคือ ACS 711 KLCTR-25AB-T โดยอุปกรณ์รับรู้สัญญาณกระแสไฟฟ้า (Current Sensor) ACS 711 KLCTR-25AB-T นี้มีหลักการการทำงานเหมือนกันกับ ACS 711 KLCTR-12AB-T แต่สามารถรับรู้สัญญาณกระแสที่พิกัด 25 แอมแปร์และมีอัตราการเปลี่ยนแปลงอยู่ที่ 1 แอมแปร์ ต่อ 55 มิลลิโวลต์ ดังรูปที่ 3.15

Voltage vs. Current



รูปที่ 3.15 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับอุณหภูมิของ ACS711KLCTR-25AB-T

เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการออกแบบอุปกรณ์รับรู้สัญญาณกระแสไฟฟ้า สามารถพิจารณาได้จากสมการคำนวณหาแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุตของอุปกรณ์รับรู้สัญญาณกระแสไฟฟ้า ACS 711 KLCTR-25AB-T ดังสมการที่ 3.3

$$V_{out} = \left((0.055 \times I) + 1.65 \right) \times \frac{V_{cc}}{3.3} \quad (3.3)$$

เมื่อ V_{out} = แรงดันไฟฟ้าเอาต์พุตของ ACS 711 KLCTR-25AB-T
 V_{cc} = แรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้กับ ACS 711 KLCTR-25AB-T
 I = กระแสไฟฟ้าที่ต้องการตรวจจับ

ผลที่ได้จากการคำนวณตามสมการที่ 3.2

เมื่อกำหนด V_{cc} = 3.3 Volt
 I = 25 Amperes

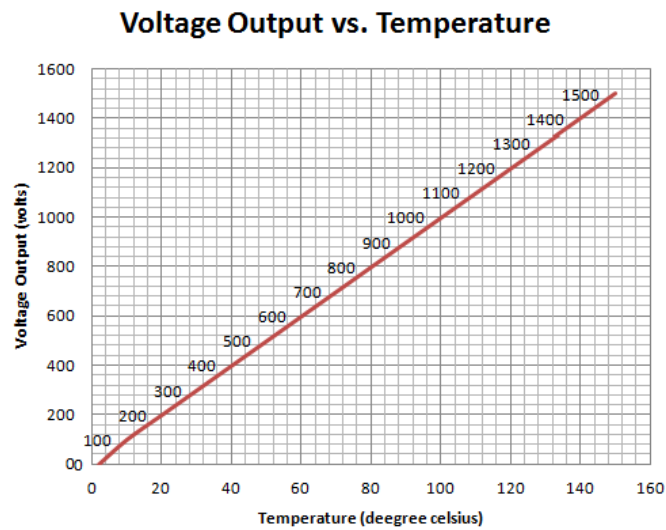
$$V_{out} = \left[\left((0.055 \times 25) + 1.65 \right) \right] \times \frac{3.3}{3.3}$$

$V_{out} = 2.97$ Volt

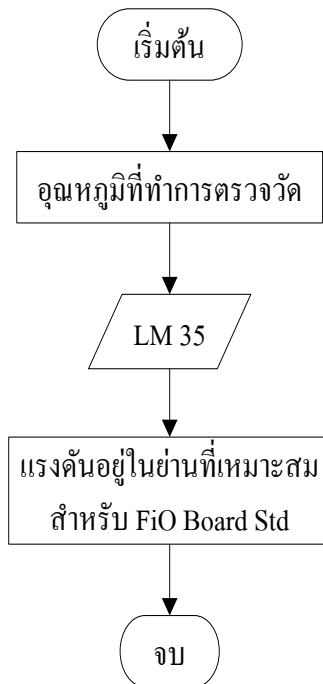
หลักการทำงานของ National LM35 เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 °C เอาต์พุตของ National LM35 จะมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเพิ่มขึ้น 10 mV ดังรูปที่ 3.15 อุปกรณ์รับรู้นี้จะสามารถวัดค่าอุณหภูมิได้ในย่าน 2°C ถึง 150°C



รูปที่ 3.18 อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณอุณหภูมิที่ติดตั้งใช้งานจริง



รูปที่ 3.19 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเทียบกับเวลาในย่าน 2°C ถึง 150°C



รูปที่ 3.20 แผนผังการทำของการตรวจจับสัญญาณอุณหภูมิ

ข. การเลือกใช้งาน Thermocouple Type K

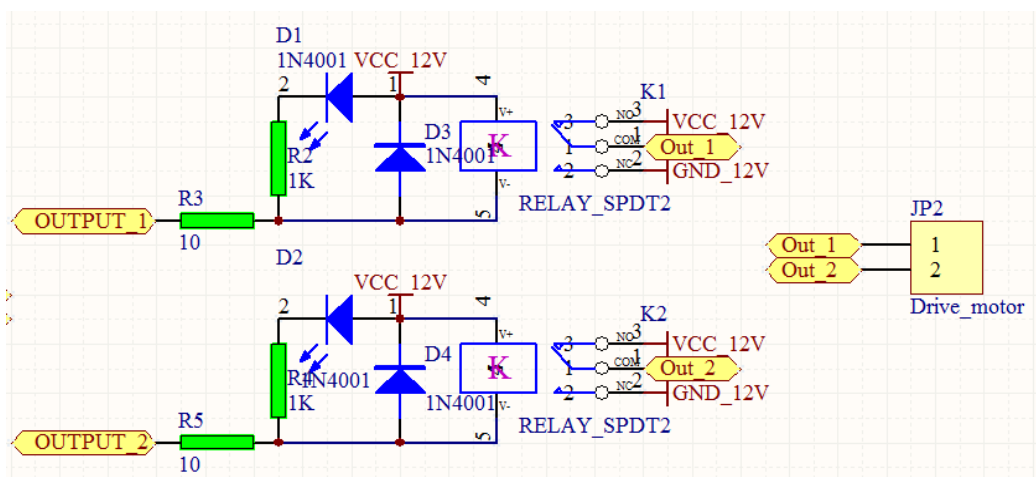
ในการวัดอุณหภูมิภายนอก ด้วย Thermocouple มีข้อดีหลายประการเช่น สามารถติดตั้งในที่กลางแจ้ง หรือ วัดอุณหภูมิสูง 1,370 องศา และเย็นจัดได้มากกว่า -270 องศา อีกทั้งยังมีความทนทานต่อการใช้งานได้อีกด้วย จากตารางข้อมูลด้านการใช้งาน และอุณหภูมิที่เกี่ยวข้องจะนำไปคำนวณหาค่า ความต้านทานอื่นๆที่เหมาะสมในการใช้งานสำหรับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยกำหนดย่านอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการใช้งาน

ตารางที่ 3.2 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของ Thermocouple (Vin milli Volts)

^o C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	^o C
<u>0</u>	0.000	0.039	0.079	0.119	0.158	0.198	0.238	0.277	0.317	0.357	0.397	<u>0</u>
<u>10</u>	0.397	0.437	0.477	0.517	0.557	0.597	0.637	0.677	0.718	0.758	0.798	<u>10</u>
<u>20</u>	0.798	0.838	0.897	0.919	0.960	1.000	1.041	1.081	1.122	1.163	1.203	<u>20</u>
<u>30</u>	1.203	1.244	1.285	1.326	1.366	1.407	1.448	1.489	1.530	1.571	1.612	<u>30</u>
<u>40</u>	1.612	1.653	1.694	1.735	1.776	1.817	1.858	1.899	1.941	1.982	2.023	<u>40</u>
<u>50</u>	2.023	2.064	2.106	2.147	2.188	2.230	2.271	2.312	2.354	2.395	2.436	<u>50</u>
<u>60</u>	2.436	2.478	2.519	2.561	2.602	2.644	2.685	2.727	2.768	2.810	2.851	<u>60</u>
<u>70</u>	2.851	2.893	2.934	2.976	3.017	3.059	3.100	3.142	3.184	3.225	3.267	<u>70</u>
<u>80</u>	3.267	3.308	3.350	3.391	3.433	3.474	3.516	3.557	3.599	3.640	3.682	<u>80</u>

จากข้อมูลดังกล่าว เมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส แรงดันที่วัดได้ที่ปลายสายของ Thermocouple จะมีค่าเท่ากับ 0.039 มิลลิโวลต์ หรือ 39 ไมโครโวลต์ ซึ่งมีค่าน้อยมากทำให้ต้องมีการเพิ่มวงจรเพิ่มแรงดันให้กับสัญญาณดังกล่าวเพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถตรวจจับสัญญาณไฟฟ้าได้ ขณะเดียวกันเมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิสูงสุดของอุณหภูมิแวดล้อม หรือ Ambient Temperature อาจจะมีค่าสูงถึง 60 องศา ทำให้ต้องออกแบบวงจรให้สามารถตรวจจับอุณหภูมิดังกล่าวได้ โดยไม่ทำให้เกิดการเสียหายกับไมโครคอนโทรลเลอร์

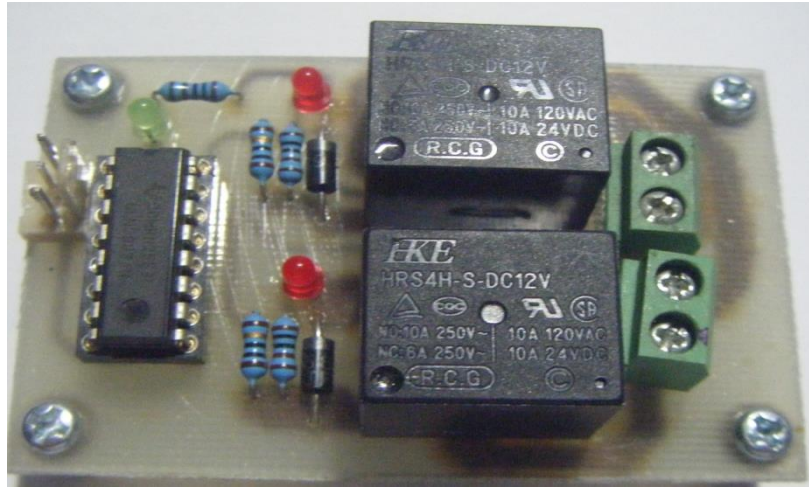
3.2.4 วงจรควบคุมมอเตอร์ใช้สำหรับกรณีมอเตอร์ชนิดน้ำ



รูปที่ 3.21 วงจรควบคุมมอเตอร์

หลักการการทำงานเมื่อมีสัญญาณ out put จากไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่งมาที่ Buffer ULN 2003A สัญญาณ Logic ส่งค่า High ซึ่งมีค่า 3.2 V. และค่า Low มีค่า 0 V เมื่อขา Buffer ขาใดขาหนึ่งรับค่า High จากไมโครคอนโทรลเลอร์ ขานั้นจะทำงาน และส่งค่า Ground เพื่อเชื่อมต่อกับวงจรให้ครบวงจร เพื่อให้ Coil Relay ทำงานซึ่งขึ้นอยู่กับเงื่อนไขของโปรแกรม ซึ่ง Coil Relay จะทำงานเมื่อรับสัญญาณ out put จาก Buffer ULN 2003A ซึ่งจะเป็นขา Ground เพื่อเชื่อมต่อกับ Coil Relay ทำงานกรณีที่ Relay ไม่ทำงาน ขา Com จะต่อกับ NC กรณีทำงานจะเปลี่ยนจาก ขา NC เป็น NO .

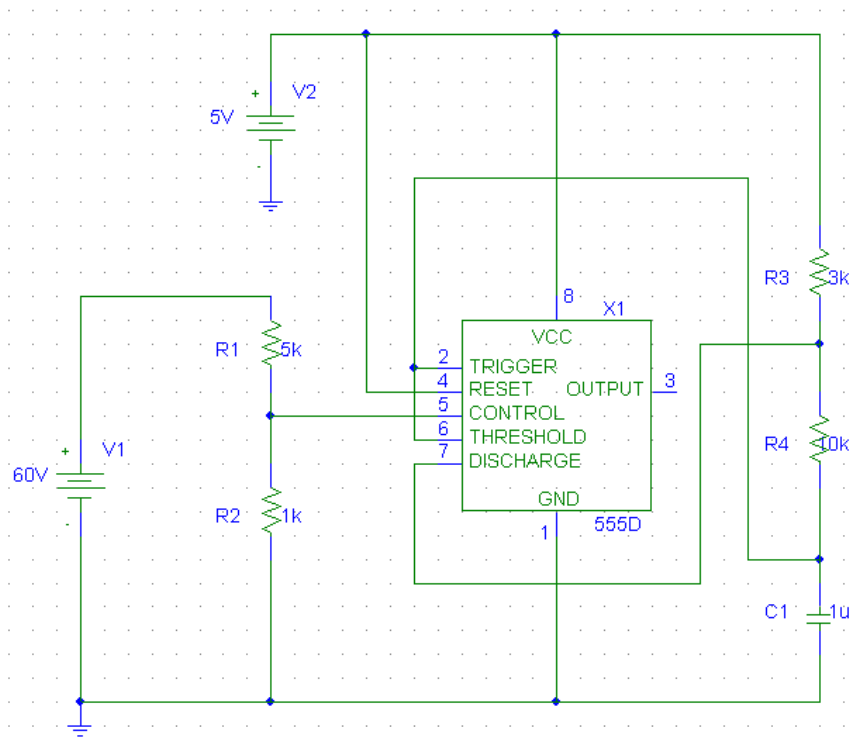
เมื่อ Relay ตัวที่ 1 ทำงานขา com จะถูกต่อกับขา NO ไปเลี้ยง VCC 12V. จะส่งค่าแรงดัน Out put. ไปยังขา Out1. และกรณีที่ Relay ตัวที่ 2 ไม่ทำงาน ขา Relay จะถูกต่อกับ ขา NC ซึ่งเป็นค่า Ground. มายังขา Out2. ซึ่งจะทำให้มอเตอร์หมุนทวนเข็ม และ เมื่อต้องการให้ Motor หมุนกลับทาง Relay ตัวที่ 2 จะรับค่า Ground. จาก Buffer. ULN 2003 A. ซึ่งจะทำให้ Coil Relay ตัวที่ 2 ทำงาน. ขา Relay No จะรับค่าแรงดัน 12V. ไปยังขา Output ไปยัง Out 1. ซึ่งจะทำให้ Motor. หมุนตามเข็ม



รูปที่ 3.22 ชุดบอร์ดควบคุมมอเตอร์

3.2.5 วงจรเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นความถี่

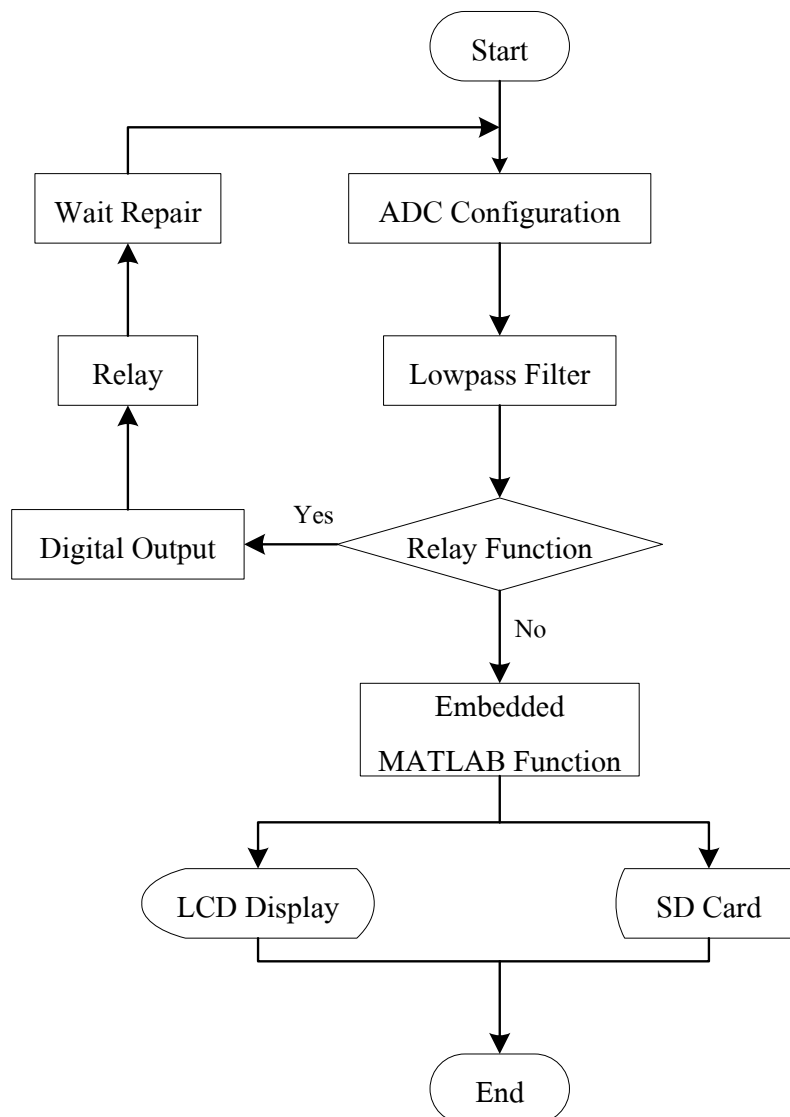
การวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงนั้นเพื่อเป็นการแยกสัญญาณหรือ Isolate สัญญาณ
 โครงการจะใช้เสียก่อนเพื่อความปลอดภัย โดยทำการเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC Voltage)
 ให้เป็นความถี่ ก่อนที่จะทำการคำนวณความถี่ที่วัดได้กลับมาเป็นแรงดันกระแสตรงอีกครั้ง การแปลง
 แรงดันกระแสตรงเป็นความถี่นั้น จะใช้ IC555 ในการแปลงแรงดันกระแสตรง



รูปที่ 3.23 วงจรแปลงแรงดันเป็นความถี่

3.2.6 การออกแบบโปรแกรมการทำงานของอุปกรณ์ FiO Board Std

หลักการการออกแบบโปรแกรมของโครงการนี้ จะต้องคำนึงถึงความสะดวกในการใช้โปรแกรม โดยต้องออกแบบให้สอดคล้องกับลักษณะของงาน ในโครงการนี้ได้ออกแบบโปรแกรมที่ใช้ในการวัด การบันทึกข้อมูลและการแสดงผลของข้อมูลของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยใช้โปรแกรม MATLAB ในการเขียนโปรแกรมและรูปแบบการแสดงผลของข้อมูลต่างๆ ซึ่งลักษณะการทำงานของโปรแกรมสามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 3.21

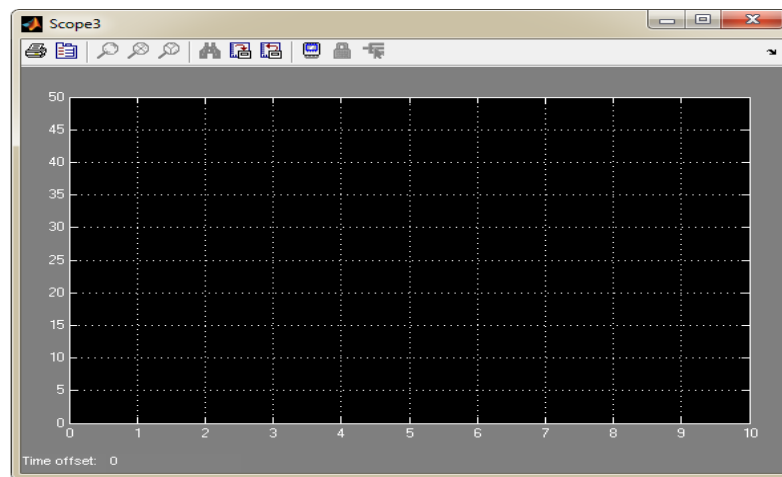


รูปที่ 3.24 แผนผังการทำงานของโปรแกรม

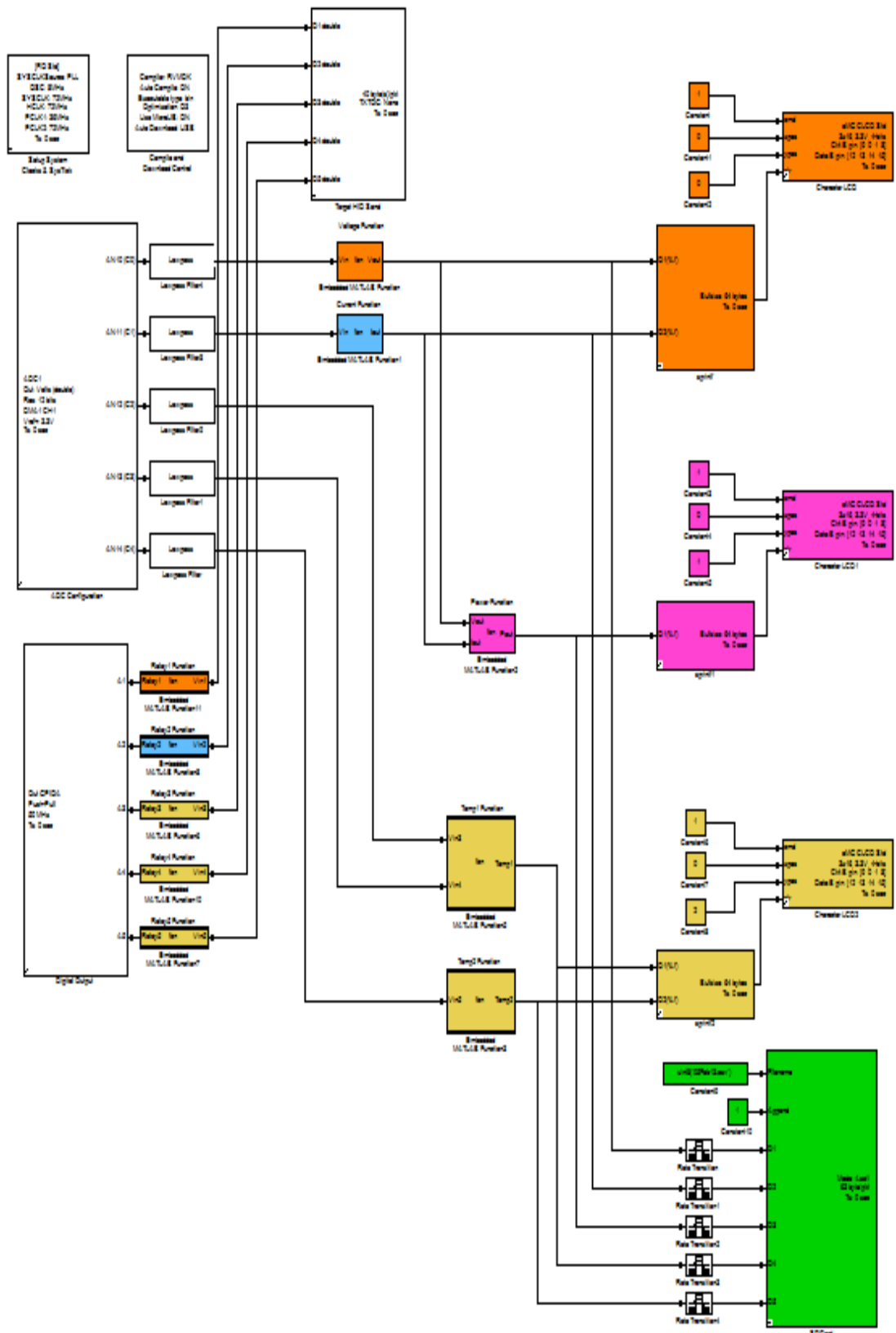
หลักการทำงานของโปรแกรมการทำงานของอุปกรณ์ FiO Board Std โปรแกรมที่ใช้เขียนจะมีลักษณะเป็นกล่องหรือที่เรียกว่า ภาษากราฟฟิค หรือภาษารูปภาพ (Graphical Language) ซึ่งแสดงในรูปที่ 3.18 การทำงานของโปรแกรม เมื่อมีสัญญาณอะนาล็อกเข้ามาที่กล่อง ADC

Configuration เพื่อเปลี่ยนสัญญาณอะนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล หลังจากแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัลแล้ว สัญญาณจะผ่านไปที่กล่อง Lowpass Filter เพื่อกรองสัญญาณความถี่สูง ซึ่งทำให้ค่าสัญญาณที่ออกมาเมื่อผ่านกล่อง Lowpass Filter จะมีค่าเรียบขึ้น การสวิงของสัญญาณน้อยลง หลังจากนั้นสัญญาณจะผ่านไปกล่อง Relay Function เพื่อตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าเกิน หากพบว่าแรงดันไฟฟ้าเกินพิกัดกล่อง Relay Function จะส่งสัญญาณไปที่กล่อง Digital Output เพื่อให้กล่อง Digital Output ส่งสัญญาณไปสั่งให้ Relay ตัดวงจรการทำงานเพื่อรอการปรับปรุงแก้ไข แต่หากกล่อง Relay Function ไม่ตรวจพบแรงดันเกิน สัญญาณจะส่งต่อไปที่กล่อง Embedded MATLAB Function เพื่อประมวลสัญญาณที่เข้ามา แล้วทำการส่งค่าสัญญาณไปยังกล่อง S-print-f เพื่อออกแบบการแสดงผลค่าสัญญาณให้กับกล่อง Character LCD ซึ่งกล่อง Character LCD จะทำหน้าที่ส่งสัญญาณไปแสดงที่จอ LCD นอกจากนี้กล่อง Embedded MATLAB Function จะส่งค่าไปยังกล่อง SD Card เพื่อบันทึกข้อมูลลงใน SD Card ที่ติดตั้งอยู่ภายในอุปกรณ์ FiO Board Std นอกจากนี้ยังมีกล่อง Target HID send ซึ่งจะทำหน้าที่รับที่ผ่านกล่อง Lowpass Filter แล้ว เพื่อส่งไปยังกล่อง Hold HID Receive ซึ่งกล่องนี้จะอยู่ในส่วนของโปรแกรมที่อยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์

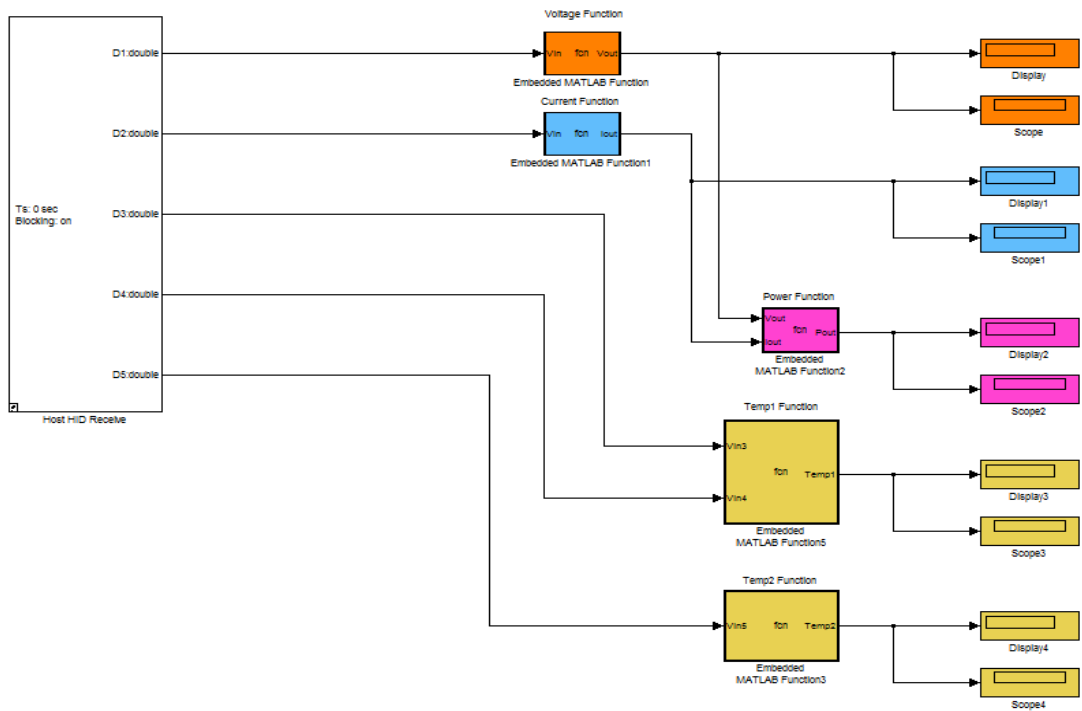
จากหลักการทำงานที่กล่าวมาจะเป็นโปรแกรมที่ทำงานในส่วนของอุปกรณ์ FiO Board Std ส่วนโปรแกรมอีกหนึ่งเป็นส่วนที่จะทำงานในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยมีกล่อง Hold HID Receive เป็นกล่องรับสัญญาณจากกล่อง Target HID send ผ่านมาทางสาย USB เพื่อนำสัญญาณมาประมวลผล และทำการแสดงผลที่เครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านโปรแกรม MATLAB ดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.25 หน้าจอการแสดงผลในเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านโปรแกรม MATLAB



รูปที่ 3.26 โปรแกรมของตัวอุปกรณ์ FIO Board Std

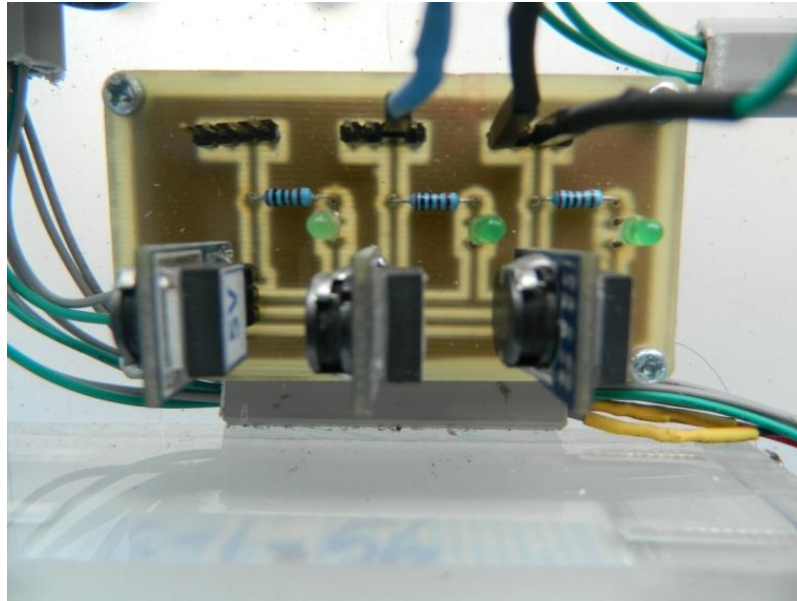


รูปที่ 3.27 โปรแกรมทางด้านเครื่องคอมพิวเตอร์

นอกจากในส่วนการออกแบบโครงงานที่กล่าวมา จะมีส่วนที่เพิ่มเติม อีก 2 ส่วนคือ แบตเตอรี่สำรองพร้อมวงจรชาร์จ ซึ่งจะติดตั้งภายในตัวโครงงาน ดังรูปที่ 3.25 เพื่อความสะดวกในการใช้งาน ชุดทดสอบ และอีกส่วนหนึ่งคือ วงจรรักษาระดับแรงดันไฟฟ้าซึ่งเป็นส่วนที่รับแรงดันไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ เพื่อรักษาระดับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้อุปกรณ์ภายในชุดทดสอบ ดังรูปที่ 3.26



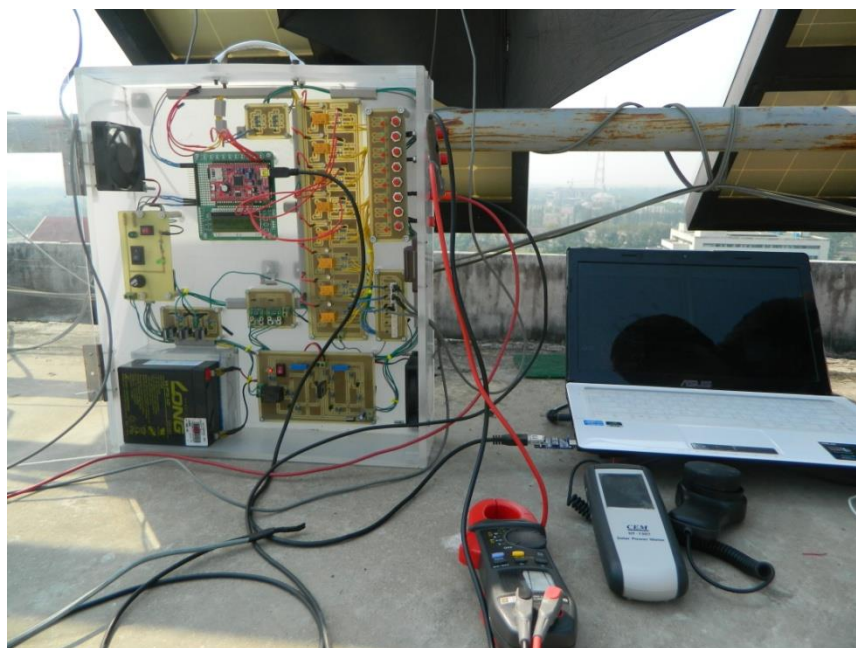
รูปที่ 3.28 แบตเตอรี่สำรองพร้อมวงจรชาร์จ



รูปที่ 3.29 อุปกรณ์รักษาระดับแรงดัน

3.3 วิธีทดสอบ

การทดสอบจะทำการทดสอบกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ SHARP-NU-S5E3E ซึ่งมีขนาดกำลังไฟฟ้าสูงสุด (P_{max}) เท่ากับ 185 Watts แรงดันไฟฟ้าขณะเปิดวงจร (V_{oc}) เท่ากับ 30.2 Volt กระแสไฟฟ้าขณะลัดวงจร (I_{sc}) เท่ากับ 8.54 Amperes



รูปที่ 3.30 การทดสอบชุดทดสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในสภาวะการทำงานกลางแจ้ง



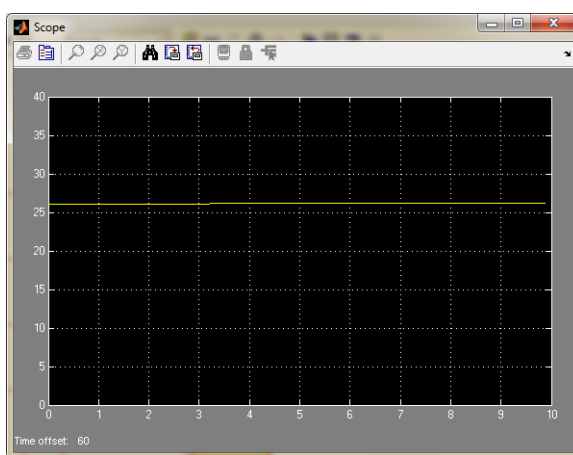
รูปที่ 3.31 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ในการทดสอบ



รูปที่ 3.32 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบกับชุดทดสอบที่สร้างขึ้น

3.3.1 ทดสอบแรงดันไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

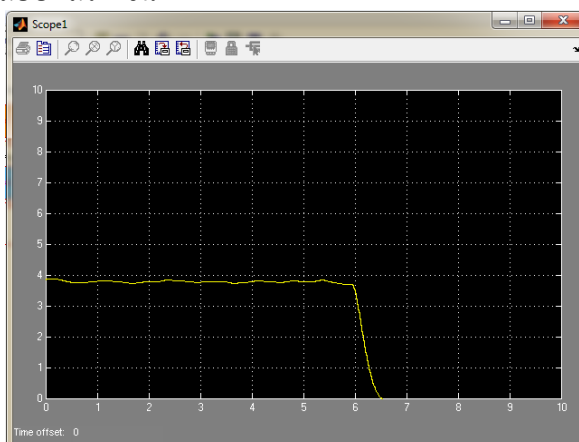
ในการทดสอบแรงดันไฟฟ้า ทดสอบกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ของ SHARP-NU-S5E3E ซึ่งมีขนาดกำลังไฟฟ้าสูงสุด (Pmax) เท่ากับ 185 Watts แรงดันไฟฟ้าขณะเปิดวงจร (V_{oc}) เท่ากับ 30.2 Volt กระแสไฟฟ้าขณะลัดวงจร (I_{sc}) เท่ากับ 8.54 Amperes ในการทดสอบจำเป็นต้องใช้ค่าอ้างอิงสำหรับเปรียบเทียบค่าที่ได้จากชุดทดสอบที่สร้างขึ้นซึ่งแรงดันที่ทดสอบจะใช้ค่าที่ได้จากมัลติมิเตอร์ดิจิทัลเป็นตัวอ้างอิงความถูกต้องและความแม่นยำของชุดทดสอบที่สร้างขึ้น



รูปที่ 3.33 การแสดงค่าแรงดันไฟฟ้าจากเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านโปรแกรม MATLAB

3.3.2 ทดสอบกระแสไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

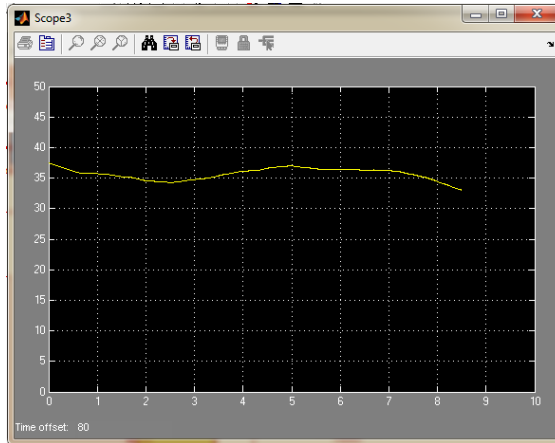
ในการทดสอบกระแสไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จะใช้โพลดความต้านทานปรับค่าได้ที่ใช้ในการทดสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยเฉพาะ ในการทดสอบจำเป็นต้องมีอุปกรณ์อ้างอิงสำหรับเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการชุดทดสอบที่สร้างขึ้น ซึ่งค่ากระแสไฟฟ้าจะใช้คัลลิบแอมป์เป็นอุปกรณ์สำหรับอ้างอิงและเปรียบเทียบค่าที่ได้จากชุดทดสอบที่สร้างขึ้น เพื่อความถูกต้องและความแม่นยำของชุดทดสอบที่สร้างขึ้น



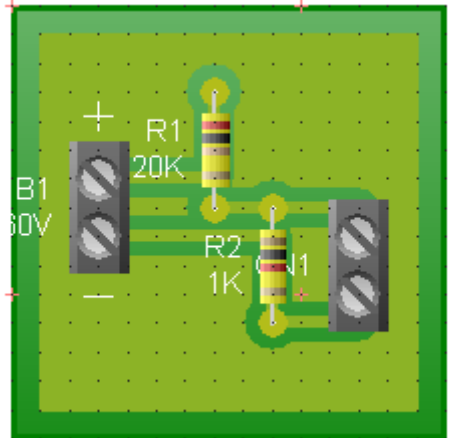
รูปที่ 3.34 การแสดงค่ากระแสไฟฟ้าจากเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านโปรแกรม MATLAB

3.3.3 ทดสอบอณูหภูมิ

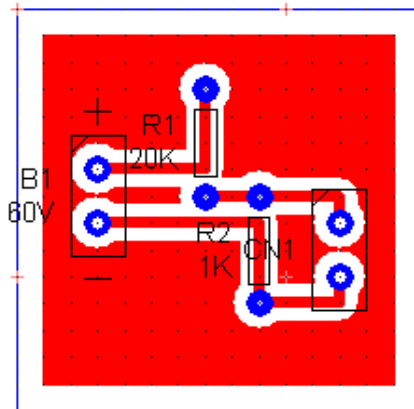
ในการทดสอบอณูหภูมิ จำเป็นต้องต้องมีอุปกรณ์อ้างอิงสำหรับเปรียบเทียบค่าที่ได้จากชุดทดสอบที่สร้างขึ้น ซึ่งค่าอณูหภูมิจะใช้เครื่องวัดอณูหภูมิแบบดิจิตอลเป็นอุปกรณ์สำหรับอ้างอิงและเปรียบเทียบค่าที่ได้จากชุดทดสอบที่สร้างขึ้น เพื่อความถูกต้องและความแม่นยำของชุดทดสอบที่สร้างขึ้น



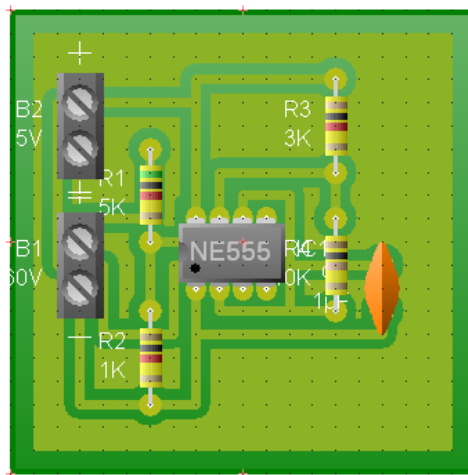
รูปที่ 3.35 การแสดงค่าอณูหภูมิจากเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านโปรแกรม MATLAB



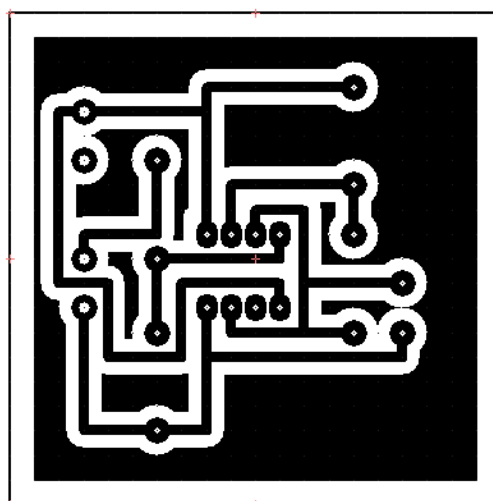
รูปที่ 3.36 บอร์ด Voltage Divider 60V



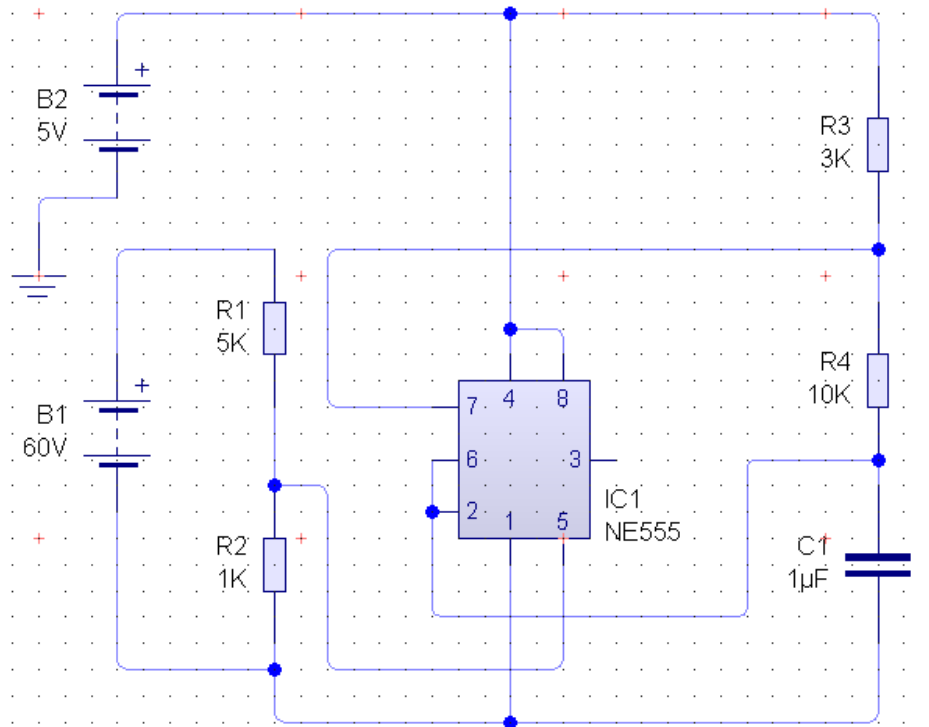
รูปที่ 3.37 บอร์ด Voltage Divider 60V



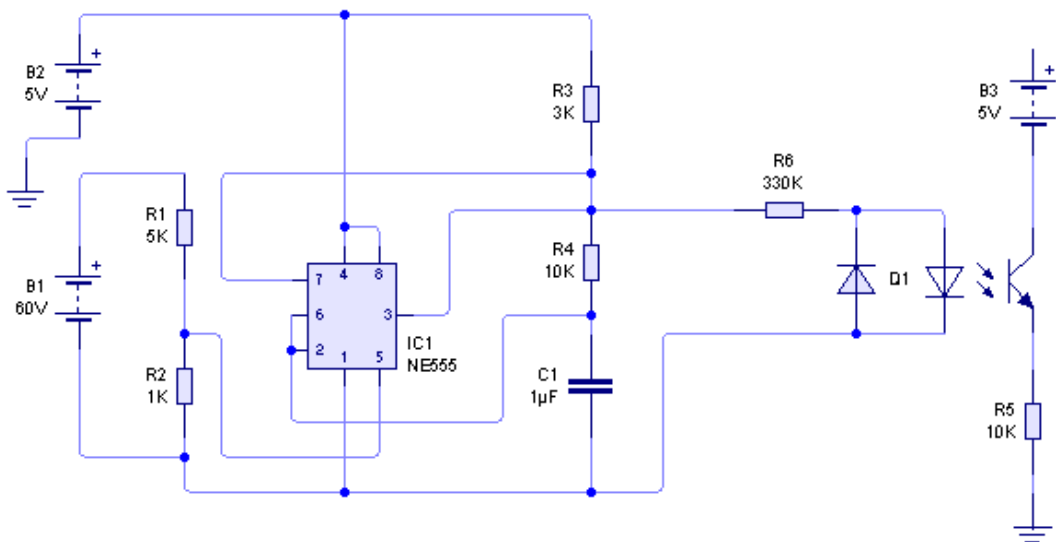
รูปที่ 3.38 บอร์ด แปลงสัญญาณกระแสตรงเป็นความถี่



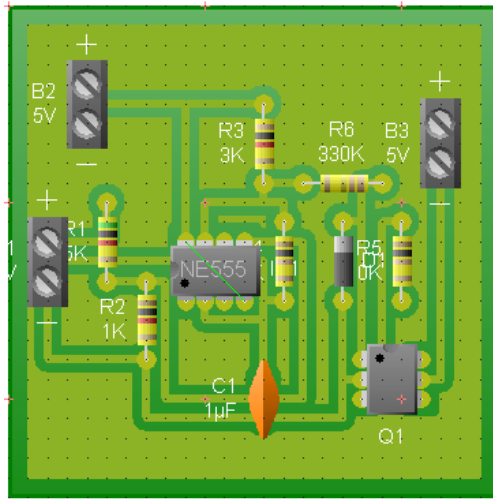
รูปที่ 3.39 บอร์ด แปลงสัญญาณกระแสตรงเป็นความถี่



รูปที่ 3.40 วงจรแปลงสัญญาณกระแสตรงเป็นความถี่



รูปที่ 3.41 วงจรแปลงสัญญาณกระแสตรงเป็นความถี่และวงจร Isolator



รูปที่ 3.42 แผงวงจรแปลงสัญญาณกระแสตรงเป็นความถี่และวงจร Isolator

3.4 สรุป

แผนการดำเนินงานของโครงการประกอบด้วยการศึกษาข้อมูลของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ศึกษาข้อมูลของอุปกรณ์ FiO Board Std ศึกษาข้อมูลโปรแกรม MATLAB และระบบการวัด การแสดงผล การบันทึกผล หลังจากศึกษาข้อมูลอย่างละเอียด จึงทำการออกแบบชุดทดสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ หลักจากการออกแบบจะต้องตรวจสอบความถูกต้องของแบบอีกครั้ง เพื่อป้องกันความผิดพลาด หลังจากนั้นจึงสร้างชุดทดสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยขั้นตอนการสร้างได้แบ่งโครงสร้างของชุดทดสอบออกเป็นอุปกรณ์ย่อย ได้แก่ อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณแรงดันไฟฟ้า อุปกรณ์ตรวจจับกระแสไฟฟ้า อุปกรณ์ตรวจจับอุณหภูมิ และอุปกรณ์ในการประมวลผล รวมถึงการแสดงผลและบันทึกผล หลังจากสร้างอุปกรณ์ย่อยในแต่ละส่วน จึงได้นำอุปกรณ์เหล่านี้ประกอบเป็นชุดทดสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในสภาวะการทำงานกลางแจ้งและทำการตรวจสอบความถูกต้องเพื่อป้องกันความผิดพลาด เมื่อสร้างชุดทดสอบสำเร็จจึงทำการทดสอบความถูกต้องของชุดทดสอบโดยเปรียบเทียบกับเครื่องมือวัด ได้แก่ Voltmeter Ammeter และ Temperature meter เพื่อความถูกต้องของผลจากการใช้งานเครื่องทดสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์