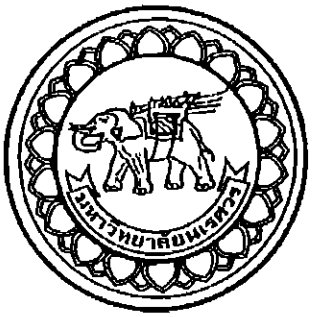


ระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์

Report System for checking dycharge quality by using a computer

น.ส.ศยามล วังธนะรุ่งโรจน์ รหัส 46360129

นายศราวุฒิ ทองจันทร์ รหัส 46380194

ว 50784 77 ค.2

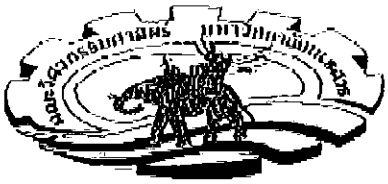
ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 15 ต.ค. 2550
เลขทะเบียน 5000087
เลขเรียกหนังสือ ปร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ศ129ร

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต 2549

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2549



ใบรับรองโครงงานวิศวกรรม

หัวข้อโครงงาน	**ระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์**
ผู้ดำเนินโครงการ	**นางสาวศยามล วังธนะรุ่งโรจน์ รหัส 46360129**
	นายศราวุฒิ ทองจันทร์ รหัส 46380194
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2549

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรม

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น)

.....กรรมการ

(ดร.สมยศ เกียรติวนิชวิไล)

.....กรรมการ

(ดร.สมพร เรืองสินชัยวานิช)

หัวข้อโครงงาน	ระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์
ผู้ดำเนินโครงการ	นางสาวศยามล วังธนะรุ่งโรจน์ รหัส 46360129
	นายศราวุฒิ ทองจันทร์ รหัส 46380194
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2549

.....

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์ พร้อมกับสร้างอุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูล ที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จ พัฒนาโปรแกรมประมวลผล และแสดงผลรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์

จากผลการทดสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์ พบว่า การตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จจำนวน 30 ตัว มีถูกต้องเทียงตรง 100% ในทุกขั้นตอนของการตรวจสอบเมื่อเปรียบเทียบกับการรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จในระบบดั้งเดิม นอกจากนี้ระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นสามารถเก็บข้อมูลและแสดงผลในรูปกราฟความสัมพันธ์ระหว่างกระแสและความเร็วรอบ ซึ่งมีผลทำให้เพิ่มประสิทธิภาพของระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จได้ดีกว่าระบบดั้งเดิม

Project Title Report system for checking dycharge quality by using a computer

Name Miss Sayamon Wangthanarungrot ID. 46360129

Mr. Sarawoot Thongchan ID. 46380194

Project Advisor Assistant Professor Suchart Yammen, Ph.D.

Major Computer Engineering

Department Electrical and Computer Engineering

Academic 2006

.....

ABSTRACT

The purpose of this project is to use a computer for checking dycharge quality, making a data transfer box, developing a program to evaluate the dycharge quality and displaying report system with a computer.

From testing results for investigating 30 samples of dycharges, the system accuracy is perfectly correct in all steps when compared with an old testing system. Furthermore, the report system for checking dycharge quality used by the computer can store and display results in term of the graph between rotor speed of the dycharge and its current. This leads to an efficiency of the report system rather than old system.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลหลายฝ่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น ที่ได้เสียสละเวลาในการให้คำปรึกษา และการตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในรายงานฉบับนี้ และผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม ที่ได้ให้การอุดหนุนในการทำโครงงานนี้ นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณวันชัย จิตตมานนท์กุล กรรมการผู้จัดการและพนักงานของบริษัท พีอีเทคนิค จำกัด ทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลและคำแนะนำในการทำโครงงานนี้เป็นอย่างยิ่ง สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา คณาจารย์ และผู้มีพระคุณกับผู้วิจัยทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนให้ความรู้ ให้คำแนะนำให้คำปรึกษาที่มีคุณค่า แก่คณะผู้วิจัยด้วยดีตลอดมา

นางสาวศยามล วังธนะรุ่งโรจน์
นายศราวุฒิ ทองจันทร์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ข

กิตติกรรมประกาศ.....ค

สารบัญ.....ง

สารบัญตาราง.....ฉ

สารบัญรูป.....ช

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....1

1.3 ขอบข่ายของโครงงาน.....1

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....1

1.5 แผนการดำเนินงาน.....2

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....2

1.7 งบประมาณที่ใช้.....3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี

2.1 การทำงานของไดชาร์จ.....4

2.2 การตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จแบบดั้งเดิม.....6

2.3 การลดอัตราส่วนแรงดันด้วยวงจรแบ่งแรงดัน.....6

2.4 เซ็นเซอร์.....7

2.5 การป้องกันสัญญาณย้อนกลับด้วยไดโอด.....10

2.6 การแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล.....10

2.7 การสื่อสารข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม.....14

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 การออกแบบระบบการรายงานการตรวจวัดคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์

3.1 อุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูล.....21

3.2 โปรแกรมระบบรายงานการทดสอบคุณภาพไดชาร์จ.....24

บทที่ 4 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบคุณภาพไดชาร์จ

4.1 ผลการทดสอบคุณภาพไดชาร์จ.....29

4.2 วิเคราะห์ผลการทดสอบ.....48

บทที่ 5 สรุปผล

5.1 สรุปผล.....49

5.2 ข้อเสนอแนะ.....49

เอกสารอ้างอิง.....50

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก การติดตั้งโปรแกรมระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วย
คอมพิวเตอร์.....52

ภาคผนวก ข การสร้างอุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูล.....54

ภาคผนวก ค วิธีการใช้โปรแกรมระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วย
คอมพิวเตอร์.....59

ประวัติผู้เขียนโครงงาน.....62

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	แผนการดำเนินงานของการทำงานระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์	2
2.1	แสดงการเปรียบเทียบเอดีซีแบบต่างๆ	11
2.2	แสดงข้อมูลสำหรับการกำหนดตำแหน่งและหน้าที่ในการทำงานของขาพอร์ตที่เกี่ยวข้องกับวงจรแปลงสัญญาณแปลงอะนาลอกเป็นดิจิตอล	14
2.3	แสดงคุณสมบัติขาต่างๆ ของพอร์ต	16
4.1	จำนวนและชนิดของไดชาร์จที่นำมาทดสอบคุณภาพ	29
4.2	ผลการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จจากระบบการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จแบบเดิม	30
4.3	ผลการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จจากระบบการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์	31

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	สัญญาณที่ได้จากไดชาร์จ	5
2.2	สัญญาณที่ผ่านวงจรบริดจ์แล้ว	5
2.3	สัญญาณในอุดมคติต้องการเมื่อผ่านเร็กกูเรเตอร์	6
2.4	วงจรแบ่งแรงดัน	7
2.5	แสดงลักษณะภายในของ Optical sensor	7
2.6	การต่อวงจรที่ใช้เซ็นเซอร์แสง	7
2.7	การใช้งานเซ็นเซอร์ TCRT5000	8
2.8	แสดงลักษณะของสัญญาณของ BC549C	8
2.9	แสดงลักษณะของ CB-PSF 200	9
2.10	Functional Block Diagram ของ CB-PSF 200	9
2.11	การต่อไดโอดในการรับสัญญาณโหลด	10
2.12	แสดงกราฟคุณสมบัติของเอดีซีขนาด 3 บิต	11
2.13	แสดงขาต่างๆ ของ MAX232	15
2.14	ช่องพอร์ต DB9	15
2.15	การเรียกคำสั่ง Components	17
2.16	การเลือก Microsoft Comm Control 6.0	18
2.17	การแสดงไอคอน Microsoft Comm Control 6.0	18
3.1	โครงสร้างการทำงานโดยรวมของระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จ	21
3.2	การทำงานของอุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูล	22
3.3	แผนผังการไหลของโปรแกรมในการทำงานของMicrocontroller	24
3.4	แสดงแผนผังการไหลของโปรแกรมระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จ	26
4.1	หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 1	33
4.2	หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 2	33
4.3	หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 3	34
4.4	หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 4	34
4.5	หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 5	35
4.6	หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 6	35
4.7	หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 7	36

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.8	หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 8	36
4.9	หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 9	37
4.10	หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 10	37
4.11	หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 11	38
4.12	หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 12	38
4.13	หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 13	39
4.14	หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 14	39
4.15	หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 15	40
4.16	หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 16	40
4.17	หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 17	41
4.18	หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 18	41
4.19	หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 19	42
4.20	หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 20	42
4.21	หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 21	43
4.22	หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 22	43
4.23	หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 23	44
4.24	หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 24	44
4.25	หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 25	45
4.26	หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 26	45
4.27	หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 27	46
4.28	หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 28	46
4.29	หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 29	47
4.30	หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 30	47

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ทางบริษัท พีอี เทคนิค จำกัด ตั้งอยู่ที่ 26/8 หมู่ 5 ต.อรัญญิก อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000 ซึ่งเป็นบริษัทที่ผลิตสินค้าเกี่ยวกับชิ้นส่วนทางด้านไฟฟ้าของรถยนต์ เพื่อส่งออกทั้งในและต่างประเทศ ได้มีความต้องการที่จะปรับปรุงคุณภาพของการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จที่พัฒนาขึ้นให้ทัดเทียมกับของประเทศคู่แข่ง อาทิเช่น จีน เป็นต้น ในปัจจุบันจะมีพนักงานเป็นผู้เก็บข้อมูลในการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จ ทำให้ในบางครั้งพนักงานอาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการบันทึกข้อมูล ซึ่งส่งผลกระทบต่อความเชื่อถือคุณภาพไดชาร์จต่อลูกค้า ดังนั้นเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวที่เกิดขึ้นนี้ ทางบริษัทฯ จึงมีความต้องการที่จะนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการรายงานผลการตรวจสอบคุณภาพของไดชาร์จในรูปแบบจอคอมพิวเตอร์และเส้นกราฟอย่างง่าย โดยบริษัทฯ คาดหวังว่าระบบรายงานผลการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จที่จะพัฒนาขึ้นมานี้ จะเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ ซึ่งจะนำพาบริษัทฯ สามารถต่อสู้กับคู่แข่งในตลาดการค้าเสรีได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อจัดทำระบบตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จโดยการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์

1.2.2 เพื่อพัฒนาโปรแกรมในการประมวลผลข้อมูลในการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จ

1.2.3 เพื่อจัดทำอุปกรณ์รับข้อมูลเข้าไปประมวลผลและแสดงในรูปแบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จ

1.3 ขอบข่ายของโครงงาน

1.3.1 ออกแบบสร้างและทดสอบระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาวิธีการตรวจสอบคุณภาพและการทำงานของไดชาร์จแบบดั้งเดิม

1.4.2 ศึกษาอุปกรณ์เชื่อมต่อข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์

1.4.3 ศึกษาระบบการติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้ใช้งาน

1.4.4 สร้างอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อระหว่างเครื่องตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จกับเครื่องคอมพิวเตอร์

1.4.5 ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมในการประมวลผลและแสดงข้อมูลในการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จ

1.4.6 ทดสอบการใช้งานทั้งระบบพร้อมกับตรวจสอบแก้ไขข้อผิดพลาด

1.4.7 เก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดสอบระบบพร้อมกับส่งมอบชิ้นงานและจัดทำรูปเล่มรายงาน

1.4.8 จัดฝึกอบรมการใช้งานให้กับพนักงานที่ต้องใช้ระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จ

1.5 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานของการทำงานระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์

กิจกรรม	ระยะเวลาดำเนินงาน			
	ปี พ.ศ.2549		ปี พ.ศ.2550	
	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
1.5.1 ศึกษาวิธีการตรวจสอบคุณภาพและการทำงานของไดชาร์จแบบดั้งเดิม				
1.5.2 ศึกษาอุปกรณ์เชื่อมต่อข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์				
1.5.3 ศึกษาระบบการติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้ใช้งาน				
1.5.4 สร้างอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อระหว่างเครื่องตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จกับเครื่องคอมพิวเตอร์				
1.5.5 ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมในการประมวลผลและแสดงข้อมูลในการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จ				
1.5.6 ทดสอบการใช้งานทั้งระบบพร้อมกับตรวจสอบแก้ไขข้อผิดพลาด				
1.5.7 เก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดสอบระบบพร้อมกับส่งมอบชิ้นงานและจัดทำรูปเล่มรายงาน				
1.5.8 จัดฝึกอบรมการใช้งานให้กับพนักงานที่ต้องใช้ระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จ				

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 เพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จ

1.6.2 พนักงานสามารถใช้ระบบตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จโดยการใช้คอมพิวเตอร์แทน

1.6.3 นำคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลมาใช้ในการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จให้เกิดประโยชน์สูงสุด

1.7 งบประมาณที่ใช้

- ค่าหนังสือ	500	บาท
- ค่าถ่ายเอกสารและจัดทำรูปเล่ม	500	บาท
- ค่าวัสดุสร้างชิ้นงาน	1,000	บาท
รวม	2,000	บาท

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

ในการทำโครงงานระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์ จะต้องศึกษาเครื่องตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จแบบเดิม เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อรับข้อมูลจากเครื่องตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จแบบเดิม และแสดงผลการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จโดยการใช้คอมพิวเตอร์ จึงศึกษาทฤษฎีต่างๆดังนี้

1. การทำงานของไดชาร์จ
2. การตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จแบบดั้งเดิม
3. การลดอัตราส่วนแรงดันด้วยวงจรแบ่งแรงดัน
4. เซ็นเซอร์
5. การป้องกันสัญญาณย้อนกลับด้วยไดโอด
6. การแปลงสัญญาณอานาล็อกเป็นดิจิตอล
7. การสื่อสารข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม

2.1 การทำงานของไดชาร์จ

การทำงานของไดชาร์จอยู่บนพื้นฐานของการทำงานผลิตกระแสไฟฟ้าที่ว่า เมื่อตัวนำเคลื่อนที่ตัดผ่านแรงแม่เหล็กจะเกิดการเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าไหลในตัวนำ ในขณะที่เมื่อตัวนำเคลื่อนที่ขนานกับแรงแม่เหล็ก ก็จะไม่มีกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดขึ้นในตัวนำ ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เหนี่ยวนำจะขึ้นอยู่กับความเข้มของสนามแม่เหล็กและความเร็วที่ตัวนำหมุนตัดผ่าสนามแม่เหล็ก

กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นโดยการเหนี่ยวนำสามารถอธิบายได้ในการใช้แท่งแม่เหล็ก 2 แท่ง เป็นขั้วแม่เหล็กเหนือและใต้ และเส้นลวดตัวนำ ถ้าเส้นลวดตัวนำเคลื่อนที่ลงด้านล่างระหว่างแท่งแม่เหล็ก เส้นลวดตัวนำจะตัดผ่านเส้นแรงแม่เหล็ก แรงเคลื่อนไฟฟ้าจะถูกเหนี่ยวนำขึ้นในเส้นลวดตัวนำ ซึ่งจะเป็นสาเหตุให้มีกระแสไฟฟ้าไหลในลวดตัวนำขึ้นได้ ทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นโดยการเคลื่นตัวนำตัดผ่านสนามแม่เหล็กสามารถหาได้โดยใช้กฎมือซ้าย

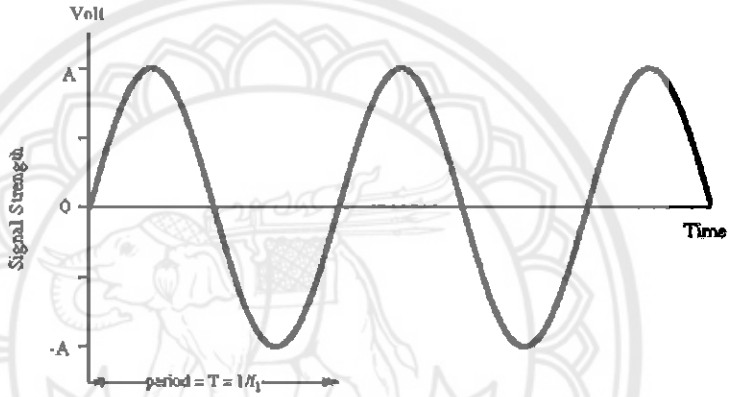
ไดชาร์จในรถยนต์จะใช้แม่เหล็กไฟฟ้าแทนแท่งแม่เหล็ก ซึ่งจะเป็นการเพิ่มความเข้มของเส้นแรงแม่เหล็ก เป็นผลให้จำนวนเส้นแรงแม่เหล็กเพิ่มขึ้นด้วย ในกรณีของไดชาร์จแบบขนาน โครงสร้างจะประกอบด้วย

1.ขดลวดฟิลด์คอยล์ที่พันรอบๆ ขั้วเหล็กซึ่งทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

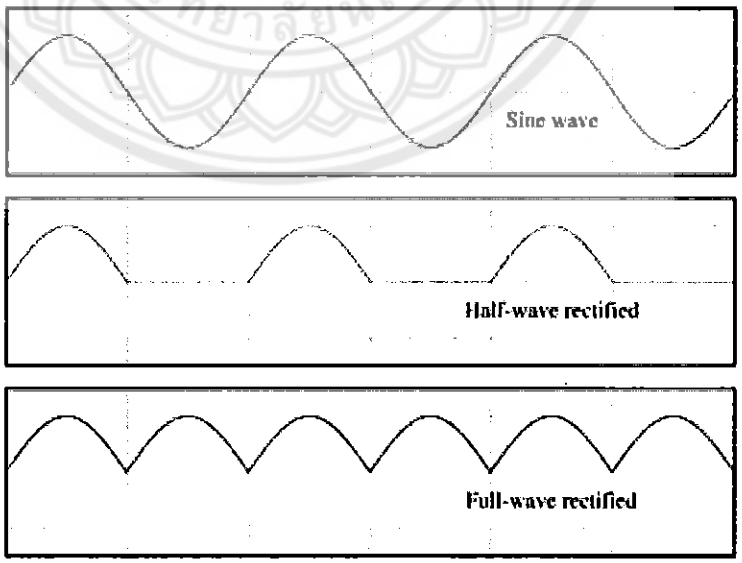
2.ขดลวดอาร์มาเจอร์ขดเดียว

3.คอมมิวเทเลอร์และแปรงถ่าน

เมื่อกระแสไฟฟ้าถูกเหนี่ยวนำขึ้นและเคลื่อนที่ผ่านตัวนำในอาร์มาเจอร์ ถ้าขดลวดฟิลด์คอยล์ถูกต่อขนานกับอาร์มาเจอร์ ไดชาร์จแบบนี้จะเป็นแบบขนาน เมื่อมีการหมุนของขดลวดในขณะที่มีการหมุนของขดลวดก็จะมีกระแสเหนี่ยวนำกิดขึ้น และลักษณะของกระแสจะเป็นกระแสสลับดังแสดงในรูปที่ 2.1 ผ่านวงจรบริดจ์ในเร็กกูเรเตอร์เพื่อให้ได้สัญญาณที่เป็นสัญญาณด้านบวกแบบ Half-wave rectified และนำสัญญาณที่เป็นลบกลับขึ้นมาทำให้ทั้งหมดเป็นสัญญาณ Full-wave rectifiedในรูปที่ 2.2

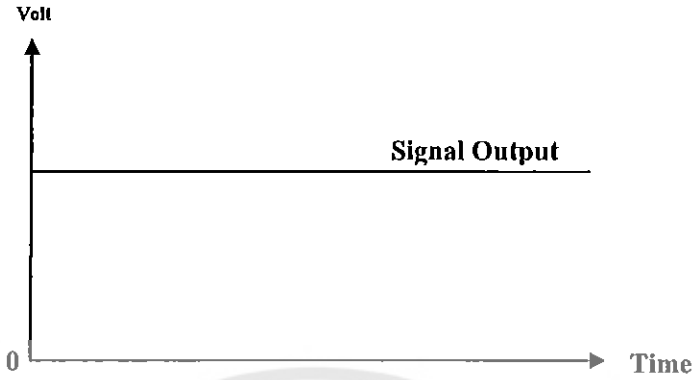


รูปที่ 2.1 สัญญาณที่ได้จากไดชาร์จ



รูปที่2.2 สัญญาณที่ผ่านวงจรบริดจ์แล้ว

เมื่อได้สัญญาณที่เป็น Full-wave rectified แล้วผ่านการทำสัญญาณให้เรียบเป็นกระแสตรงมากที่สุดโดยผ่านเร็กกูเรเตอร์ดังรูปที่ 2.3



รูปที่2.3 สัญญาณในอุดมคติต้องการเมื่อผ่านเร็กกูเรเตอร์

2.2 การตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จแบบดั้งเดิม

การตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จแบบเดิมจะใช้พนักงานเป็นผู้ตรวจสอบโดยจะบันทึกการตรวจสอบลงกระดาษที่เรียกว่า "เช็กชีท" ซึ่งจะมีขั้นตอนการตรวจสอบดังนี้

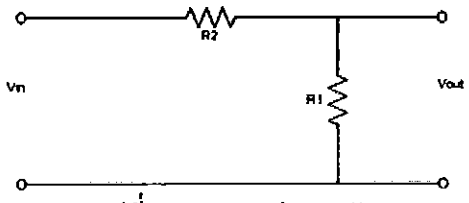
1. ยึดไดชาร์จในแท่นล็อค ใส่สายพาน เสียบปลั๊ก และขั้วบวก
2. เปิดสวิทช์ Select Volt ไปที่ 24 V เปิดสวิทช์ IG ไปที่ 35 A ปกติหลอดไฟ WL จะติด
3. กดสวิทช์ Start เปิดมอเตอร์ ดูมิเตอร์ Volt ต้องอยู่ในช่วง 27.4-29.0 V และหลอดไฟ WL ดับ
4. เปิดสวิทช์ LOAD ไป 35 A ดูมิเตอร์ Amp>30
5. ปิดสวิทช์ LOAD ไปที่ OFF ดูมิเตอร์ Volt ต้องอยู่ในช่วง 27.4-29.0 V
6. กดสวิทช์ OFF มอเตอร์ ปกติหลอดไฟ WL จะติด แล้วจึงปิดสวิทช์ IG ไปที่ OFF
7. ปิดสวิทช์ Volt Select ไปที่ 0 และปลดไดชาร์จลงจากเครื่องทดสอบ

ถ้าการทดสอบในขั้นตอนใดไม่ตรงกับความข้อระบุในขั้นตอน จะต้องนำไดชาร์จตัวที่ทดสอบอยู่นั้นไปตรวจสอบหาข้อผิดพลาดพร้อมแก้ไขและนำกลับมาทดสอบใหม่ตั้งแต่ขั้นตอนแรกอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้ไดชาร์จแต่ละตัวผ่านการทดสอบทุกขั้นตอน

2.3 การลดอัตราส่วนแรงดันด้วยวงจรแบ่งแรงดัน

2.3.1 วงจรแบ่งแรงดัน

เป็นวงจรของตัวต้านทาน R_1 และ R_2 ต่อกันแบบอนุกรมดังแสดงในรูปที่2.4 และวงจรแบ่งแรงดันทำหน้าที่ลดแรงดันโดยมีความสัมพันธ์ดังสมการ (2.1)



รูปที่ 2.4 วงจรแบ่งแรงดัน

สมการความสัมพันธ์ในวงจรแบ่งแรงดัน

$$V_{out} = \frac{R_1}{R_2 + R_1} V_{in} \qquad (2.1)$$

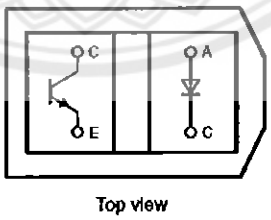
โดยที่ V_{in} เป็นแรงดันอินพุตที่ป้อนให้กับวงจร

V_{out} เป็นแรงดันเอาท์พุตที่ได้หลังจากผ่านวงจร

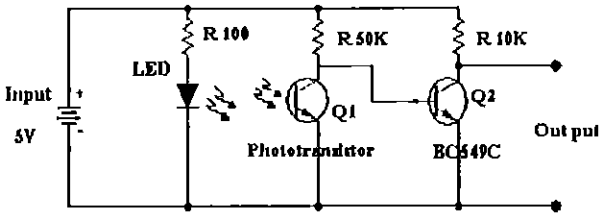
2.4 เซ็นเซอร์

2.4.1 Optical Sensor

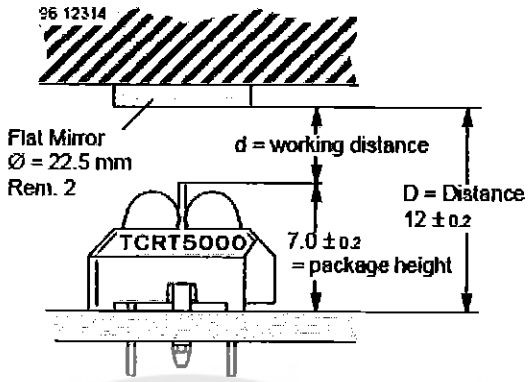
เป็นเซ็นเซอร์แบบใช้แสงในการทำงาน ซึ่งเราจะนำมาใช้ในการวัดอัตราการหมุนของมู่เลย์ของไดชาร์จเพื่อส่งสัญญาณไปใช้ต่อไป โดยภายในเซ็นเซอร์แบ่งเป็นสองส่วนคือไดโอดอินฟาเรดและโฟโตทรานซิสเตอร์แสดงในรูปที่ 2.5 และวงจรการทำงานที่จะใช้ต่อเพื่อให้สามารถทำงานได้นั้นจะเพิ่มทรานซิสเตอร์เข้าหนึ่งตัวในรูปที่2.6 ซึ่งระยะการทำงานของเซ็นเซอร์กำหนดในรูปที่2.7



รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะภายในของ Optical sensor

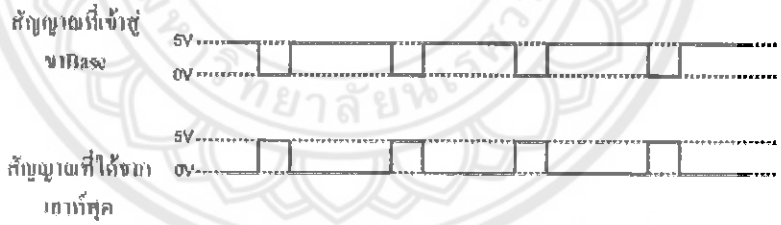


รูปที่2.6 การต่อวงจรที่ใช้เซ็นเซอร์แสง



รูปที่ 2.7 การใช้งานเซ็นเซอร์ TCRT5000

หลักการทำงานของ Sensor TCRT5000 ดังวงจรในดังรูปที่ 2.3 นั้นเป็นการใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ BC549C เข้ามาช่วยในการส่งสัญญาณให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยที่หากไม่มีการส่งสัญญาณมาที่ขา Base ของ BC549C แล้วเอาท์พุตของวงจรที่จะทำการส่งให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีค่า 5 โวลต์แล้วก็จะกลับมาอยู่ที่สถานะเดิมคือ 0 โวลต์แล้วไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะทำการนับสัญญาณที่เป็นสัญญาณขาลงให้เป็นการส่งสัญญาณหนึ่งครั้งดังแสดงได้ดังรูปที่ 2.8



รูปที่2.8 แสดงลักษณะของสัญญาณของ BC549C

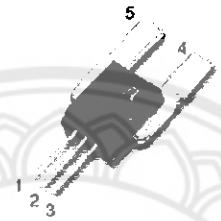
2.4.2 Current Sensor

เนื่องจากค่าของกระแสที่วัดได้จากการทำงานของระบบตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จมีค่าสูงทำให้เราเลือกใช้เซ็นเซอร์ในการวัดค่าของกระแสไฟฟ้า โดยที่เซ็นเซอร์เป็นแบบวัดค่าสนามแม่เหล็กที่ได้จากสายไฟฟ้าที่เราต้องการวัด

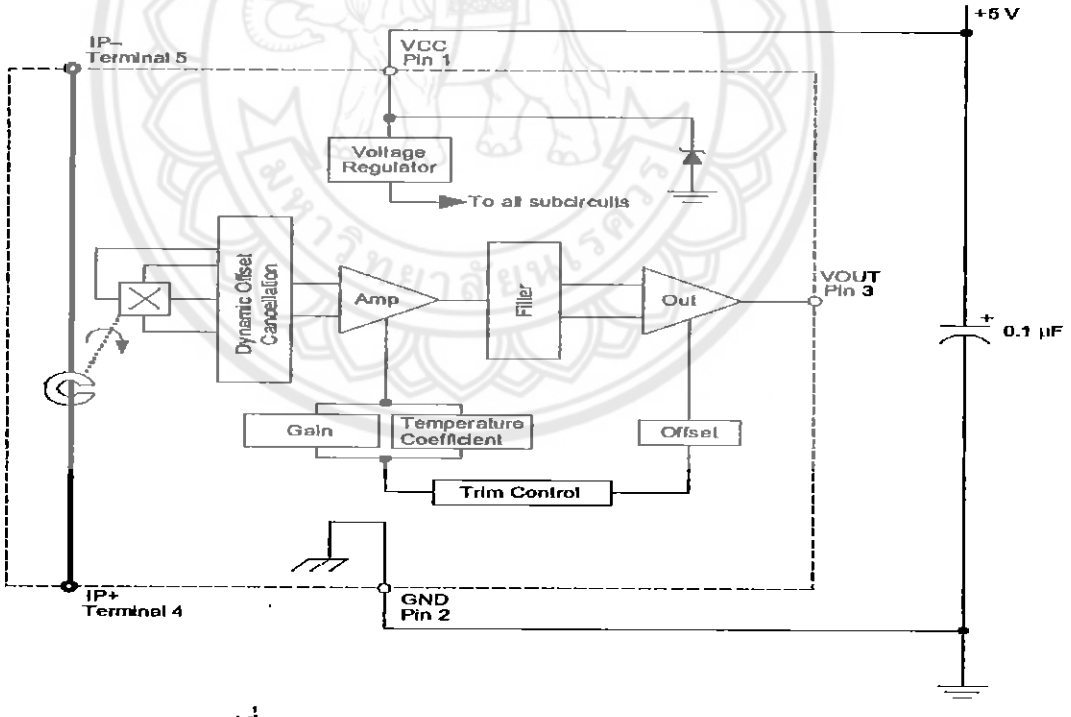
CB-PSF 200 เป็นเซ็นเซอร์ที่สามารถวัดกระแสไฟฟ้าได้ตั้งแต่ -200 แอมแปร์ ถึง 200 แอมแปร์ และมีเอาท์พุตออกมาเป็นช่วงที่ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถนำไปใช้งานได้ทันทีคือในขณะที่กระแสไฟฟ้าเป็น 0 แอมแปร์ จะมีอินพุตเท่ากับ 2.5 โวลต์ เมื่อกระแสไฟฟ้าเป็น 200 แอมแปร์ จะมีค่า

เอาท์พุตเท่ากับ 5 โวลต์ และเมื่อกระแสไฟฟ้าเป็น -200 แอมแปร์เอาท์พุตจะมีค่าเท่ากับ 0 โวลต์ กล่าวได้ว่าเมื่อกระแสไฟฟ้าที่วัดได้เปลี่ยนแปลงไป 1 แอมแปร์ เอาท์พุตจะเปลี่ยนแปลงไป 10 มิลลิแอมแปร์

การทำงานของ CB-PSF 200 นี้เราจะต้องจ่ายไฟเลี้ยง 5 โวลต์ให้กับขาที่ 1ส่วนขาที่ 2 ต่อเข้ากับกราวของวงจรและต่อตัวเก็บประจุขนาด 0.1 ไมโครฟารัด คล่อมระหว่างขาที่ 1 กับขาที่ 2 จากนั้นอินพุตที่ได้จะออกมาทางขาที่ 3 ในการให้อินพุตกับเซ็นเซอร์ตัวนี้จะต่ออนุกรมกับสายที่ต้องการวัดโดยให้ไฟบวกเข้าทางขาที่ 4 และออกมาทางขาที่ 5 แสดงในรูปที่ 2.9 ซึ่งต้องต่อตัวเก็บประจุขนาด 0.1ไมโครฟารัดขนานระหว่างไฟเลี้ยงกับกราวด์ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.9 แสดงลักษณะของ CB-PSF 200

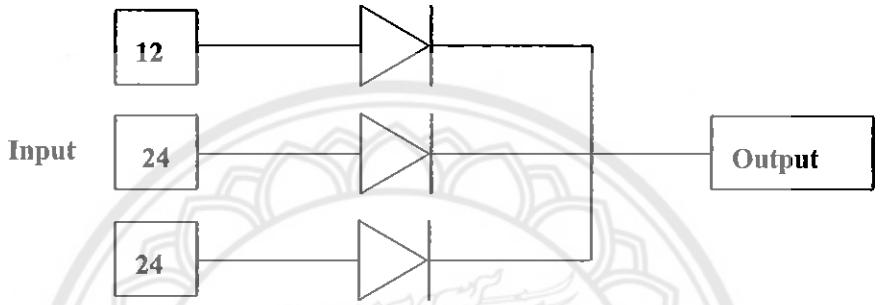


รูปที่2.10 Functional Block Diagram ของ CB-PSF 200

2.5 การป้องกันสัญญาณย้อนกลับด้วยไดโอด

2.5.1 Diode

เนื่องจากการรับสัญญาณโหลดมีขนาดของแรงดันที่ไม่เท่ากันเราจึงใช้ไดโอดเข้ามาช่วยเพราะคุณสมบัติของไดโอดจะยอมให้แรงดันผ่านไปในทิศทางเดียวจึงจะไม่มีผลกระทบต่อวงจรการวัดเดิมซึ่งในการทดสอบการทำงานของโหลดจะทำงานเพียงครั้งละหนึ่งตัวเท่านั้นจึงต่อไดโอดให้มี 3 อินพุตและต่อเอาท์พุตรวมกันให้เป็นเอาท์พุตเดียว แสดงในรูปที่2.11



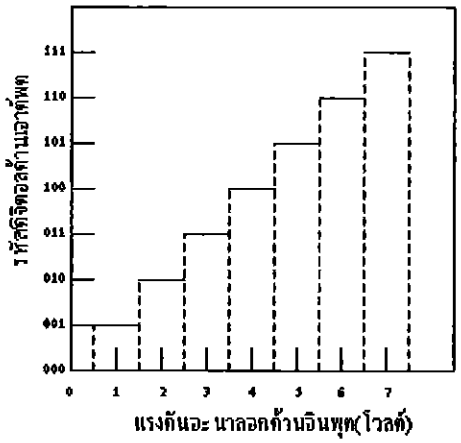
รูปที่2.11 การต่อไดโอดในการรับสัญญาณโหลด

2.6 การแปลงสัญญาณอานาล็อกเป็นดิจิตอล

2.6.1 วงจร ADC

กระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติส่วนใหญ่หากนำมาแปรค่าเป็นสัญญาณทางไฟฟ้ามักเป็นสัญญาณที่อยู่ในรูปของแรงดันหรือกระแส หรืออาจเป็นสัญญาณในลักษณะของค่าความต้านทาน ลักษณะที่ได้จะเป็นสัญญาณอนาลอก ซึ่งไม่สามารถนำไปใช้กับคอมพิวเตอร์โดยตรงได้จึงจำเป็นต้องมีวงจรแปลงสัญญาณอนาลอก เป็นสัญญาณดิจิตอล เราเรียกวงจรที่ทำหน้าที่ดังกล่าวว่า ADC (Analog to Digital Converter)

หลักการเบื้องต้นของวงจรเอดีซี หากนำเอาวงจรเอดีซี ขนาด 3 บิต มาเขียนกราฟคุณสมบัติระหว่างสัญญาณอินพุตกับเอาต์พุต สมมุติว่าแรงดันอินพุต V_i เปลี่ยนค่าจาก 0-7 โวลต์ และได้รับสัญญาณเอาท์พุตที่เป็นสัญญาณดิจิตอลจาก 000-111 ดังแสดงใน รูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 แสดงกราฟคุณสมบัติของเอดีซีขนาด 3 บิต

จาก รูปที่ 2.12 จะเห็นว่าขณะเอาท์พุตเป็น 001 แรงดันอินพุตมีค่าเท่ากับ 1 โวลต์ ซึ่งค่านี้เกิดจากแรงดันค่าเฉลี่ยของ 0.5 โวลต์ กับ 1.5 โวลต์ หรืออาจกล่าวได้ว่าขณะที่เอาท์พุตเป็น 001 แรงดันอินพุตถูกกำหนดให้อยู่ในช่วง 0.5 โวลต์ถึง 1.5 โวลต์ซึ่งมีค่าผิดพลาดเท่ากับครึ่งบิต ดังนั้นหากต้องการให้ค่านี้ผิดพลาดนี้ลดลงจำเป็นต้องเพิ่มจำนวนบิตให้สูงขึ้น

ค่าความละเอียดของเอดีซีหาได้จากการเปลี่ยนแปลงค่าแรงดัน อินพุตซึ่งทำให้สัญญาณดิจิตอลเปลี่ยนค่านัยสำคัญต่ำสุดไป

$$\text{ความละเอียด} = 2^n \qquad ; \text{ถ้า } n \text{ เป็นจำนวนบิตของวงจร}$$

วิธีการเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลนั้นมีมากมายหลายแบบ หากแบ่งตามความเร็วที่ใช้ในการเปลี่ยนสัญญาณมี 3 แบบ ดังคุณสมบัติของแต่ละแบบใน ตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบเอดีซีแบบต่างๆ

แบบ	ความเร็ว	ช่วงเวลาแปลงสัญญาณใน 1 รอบ	การใช้งาน
รวบรวมความเร็ว(integrating)	ช้า	มิลลิวินาที	ดีซีโวลต์มิเตอร์
ประมาณค่าต่อเนื่อง (successive approximation)	เร็ว	ไมโครวินาที	สัญญาณเสียง
แฟลช(flash)	เร็วมาก	นาโนวินาที	สัญญาณภาพ

เอดีซีที่ใช้ทั่วไปมักเป็นแบบสองแบบแรก เนื่องจากมีวงจรค่อนข้างง่ายราคาถูกแต่ก็มีความแม่นยำพอสมควร สามารถนำไปใช้งานทั่วไปได้

ในการแปลงอนาลอกเป็นดิจิตอลที่เราใช้ในครั้งนี้เราจะใช้การแปลงด้วยMicrocontroller ชื่อ PIC16f877 ซึ่งมีโมดูลในการแปลงอนาลอกเป็นดิจิตอลในตัวเองซึ่งเป็นแบบที่2ใน ตารางที่ 2.1 คือแบบประมาณค่าต่อเนื่องหรือ successive approximation โดยมีช่วงเวลาการแปลงใน1รอบเป็นหน่วยไมโครวินาที

PIC16F877 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีโมดูลในการแปลงสัญญาณอานาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลอยู่ในตัวโดยสามารถกำหนดค่าความละเอียดของข้อมูลที่จะทำการแปลงสัญญาณได้ถึง 12 บิต และกำหนดอัตราการสุ่มสัญญาณได้ที่ความละเอียดที่มีหน่วยเป็นไมโครวินาที

คำสั่ง ADCIN เป็นหนึ่งโมดูลที่อยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์คือโมดูแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลซึ่งสำหรับในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F87x มีความละเอียด 10 บิต 5 ช่องอินพุตสำหรับรุ่น 28 ขา และ 8 ช่องอินพุตสำหรับรุ่น 40 ขา โดยขาพอร์ตที่ใช้งานร่วมด้วยคือพอร์ต RA-RA3, RA5 และ RE0-RE2 (เฉพาะในรุ่น 40 ขา) การทำงานเพื่อรองรับอินพุตจำนวนมากจะใช้วิธีการมัลติเพล็กซ์ ซึ่งควบคุมด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์ สำหรับการทำงานของโมดูลแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลใน PIC16F87x เป็นแบบซักเซสซีฟ แอบพร็อกซิเมชั่นใช้อ่านค่าข้อมูลจากวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC

รูปแบบการใช้งาน

ADCIN Channel, Variable

Channel หมายถึง ช่องอินพุตที่ต้องการอ่านค่าข้อมูลจากวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล
Variable หมายถึง ตัวแปรที่ใช้เก็บค่าข้อมูลที่อ่านได้

- เป็นคำสั่งอ่านค่าจากวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC ตามช่องที่ระบุไว้ในพารามิเตอร์ channel และเก็บค่าที่อ่านได้ในตัวแปร variable
- ก่อนใช้งานคำสั่ง ADCIN ต้องกำหนดขาพอร์ตที่ต้องการอ่านค่าให้เป็นอินพุตก่อน โดยติดต่อกับรีจิสเตอร์ ADCON1 หรือ ANSEL เพื่อกำหนดให้ขาที่ต้องการเป็นอินพุตอนาลอก และในบางกรณีจะต้องกำหนดรูปแบบของข้อมูลและการเลือกแหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกาด้วย โดยดูรายละเอียดจาก datasheet ของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC เบอร์ที่มีวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล

• ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC แต่เบอร์มีความละเอียดในการแปลงสัญญาณไม่เท่ากัน ตั้งแต่ 8-12 บิต สำหรับวงจรแปลง 10 และ 12 บิต ต้องใช้รีจิสเตอร์ 8 บิต 2 ตัวในการเก็บค่า ดังนั้นในบิต 7 ของรีจิสเตอร์ ADCON1 จึงใช้กำหนดว่าข้อมูลที่อ่านได้นั้นจะเรียงลำดับจากบิตนัยสำคัญสูงชิดทางซ้ายมือ (ADCON1.7=0) หรือให้บิตนัยสำคัญต่ำสุดอยู่ทางขวามือ (ADCON1.7=1)

• นอกจากนี้ยังสามารถใช้คำสั่ง DEFINE เพื่อกำหนดรูปแบบต่างๆ ได้ดังนี้

DEFINE ADC_BITS 8 = กำหนดจำนวนบิตของผลลัพธ์ 8, 10 หรือ 12 บิต

DEFINE ADC_CLOCK 3 = เลือกสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ ถ้าเท่ากับ 3 เป็นการเลือกใช้สัญญาณนาฬิกาจาก วงจร RC ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์

DEFINE ADC_SAMPLEUS 50 = กำหนดระยะเวลาการสุ่มสัญญาณ หน่วยเป็นไมโครวินาที

รีจิสเตอร์ ADCON1 มีหน้าที่ดังนี้

	บิต7	บิต6	บิต5	บิต4	บิต3	บิต2	บิต1	บิต0
ADCON1	ADFM	-	-	-	PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0
	R/W -0				R/W -0	R/W -0	R/W -0	R/W -0

บิต 7 : ทำหน้าที่แสดงผลของผลลัพธ์

"0" – ผลลัพธ์อยู่ชิดซ้าย หกบิตขวาจะเป็นศูนย์ทั้งหมด ดังนี้ xxxxxxxxxx000000

"1" – ผลลัพธ์อยู่ชิดขวา หกบิตซ้ายจะเป็นศูนย์ทั้งหมด ดังนี้ 000000xxxxxxxxxx

บิต 6-4 ไม่ใช้งาน

บิต3-0 : ใช้กำหนดตำแหน่งและจำนวนของขาพอร์ตที่ต้องการใช้งาน รวมทั้งแหล่งกำเนิดแหล่งกำเนิดแรงดันอ้างอิงด้วย ดังแสดงใน ตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงข้อมูลสำหรับการกำหนดตำแหน่งและหน้าที่ในการทำงานของขาพอร์ตที่เกี่ยวข้องกับวงจรแปลงสัญญาณแปลงอนาลอกเป็นดิจิตอล

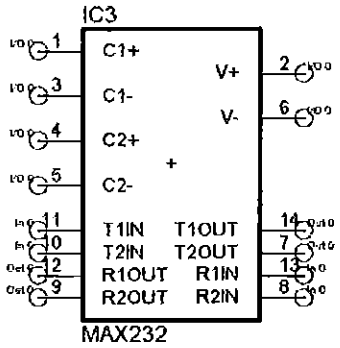
PCFG3:PCFG0	AN7	AN6	AN5	AN4	AN3	AN2	AN1	AN0	V_{REF+}	V_{REF-}	จำนวนช่องสัญญาณอนาลอกอินพุต และจำนวนช่องสัญญาณ A/D
0000	A	A	A	A	A	A	A	A	V_{DD}	V_{SS}	8:0
0001	A	A	A	A	V_{REF+}	A	A	A	AN3	V_{SS}	7:1
0010	D	D	D	A	AN6	A	A	A	V_{DD}	V_{SS}	5:0
0011	D	D	D	A	V_{REF+}	A	A	A	AN3	V_{SS}	4:1
0100	D	D	D	D	AN6	D	A	A	V_{DD}	V_{SS}	3:0
0101	D	D	D	D	V_{REF+}	D	A	A	AN3	V_{SS}	2:1
011x	D	D	D	D	D	D	D	D	-	-	0:0
1000	A	A	A	A	V_{REF+}	V_{REF-}	A	A	AN3	AN2	6:2
1001	D	D	A	A	A	A	A	A	V_{DD}	V_{SS}	6:0
1010	D	D	A	A	V_{REF+}	A	A	A	AN3	V_{SS}	5:1
1011	D	D	A	A	V_{REF+}	V_{REF-}	A	A	AN3	AN2	4:2
1100	D	D	D	A	V_{REF+}	V_{REF-}	A	A	AN3	AN2	3:2
1101	D	D	D	D	V_{REF+}	V_{REF-}	A	A	AN3	AN2	2:2
1110	D	D	D	D	D	D	D	A	V_{DD}	V_{SS}	1:0
1111	D	D	D	D	V_{REF+}	V_{REF-}	D	A	AN3	AN2	1:2

A คืออินพุตอนาลอก, D คือ อินพุตดิจิตอล, V_{REF+} คือ แรงดันอ้างอิงขาบวก, V_{REF-} แรงดันอ้างอิงขาลบ, V_{DD} คือ ไปเลี้ยง, V_{SS}คือกราว ,AN3 คือขาอินพุตอนาลอก 3 ช่อง และ AN2คือขาอินพุตอนาลอกช่อง 2

2.7 การสื่อสารข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม

2.7.1 Max232

MAX232 เป็นไอซีตัวหนึ่งที่ทำหน้าที่ติดต่อกับพอร์ต RS232 โดยจะรับข้อมูลเข้ามาทางอินพุต แล้วส่งให้พอร์ตRS232 ทางเอาต์พุตของตัวไอซีเองและจะรับข้อมูลจากRS232 แล้วส่งออกไปใช้งานอีกด้วย ลักษณะของMAX232แสดงดัง รูปที่ 2.13



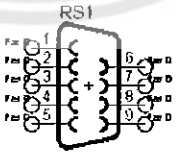
รูปที่ 2.13 แสดงขาต่างๆ ของ MAX232

ในการวัดข้อมูลที่ได้นี้เราจะได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นแรงดันและแรงดันนั้นจะมีค่าความต่างศักย์ที่สูง เราจึงจำเป็นที่จะต้องทำการลดทอนสัญญาณเพื่อให้นำมาใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ในการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลเนื่องจากวงจรอิเล็กทรอนิกส์นั้นสามารถรับแรงดันได้เพียง 5 โวลต์เท่านั้นในโครงงานนี้เราจะใช้วงจรแบ่งแรงดัน (Voltage Divider) เป็นตัวที่จะลดทอนแรงดันที่ได้ให้เป็นไปตามที่เราต้องการ

2.7.2 RS232

ในการที่จะติดต่อกับคอมพิวเตอร์นั้นไม่เพียงแต่ทำการแปลงอนาลอกเป็นดิจิตอลเท่านั้นแต่เราจำเป็นต้องเลือกพอร์ตที่จะทำการเชื่อมต่อด้วยซึ่งมีอยู่หลายแบบ เช่น พอร์ตขนาน, พอร์ตอนุกรม แล้วพอร์ตอนุกรมก็สามารถแบ่งได้หลายแบบ เช่น DB9, DB15, DB25 ในที่นี้เราจำเลือกพอร์ต DB9 ในการติดต่อกับคอมพิวเตอร์ พอร์ตRS232 แบบ DB9 แสดงดังรูปที่ 2.14

ในการสื่อสารข้องมูลผ่านพอร์ตอนุกรมนี้จะมีสายส่งข้อมูลอยู่ 2 เส้นคือขา Txd (Transmitted Data) และ Rxd (Received Data) ขา Txd คือขาที่จะใช้ในการส่งข้อมูลส่วนขา Rxd ทำหน้าที่ในการรับข้อมูล หน้าการทำงานที่ของแต่ละขาของพอร์ต DB9 แสดงในตารางที่2.3



รูปที่ 2.14 ช่องพอร์ต DB9

ตารางที่ 2.3 แสดงคุณสมบัติขาต่างๆ ของพอร์ต

Pin	Signal
1	Data Carrier Detect
2	Received Data
3	Transmitted Data
4	Data Terminal Ready
5	Signal Ground
6	Data Set Ready
7	Request to Send
8	Clear to Send
9	Ring Indicator

2.7.3 พื้นฐานการสื่อสารแบบอนุกรมโดย Visual Basic 6.0

การสื่อสารแบบอนุกรมในเครื่องคอมพิวเตอร์จะมีความเร็วในการสื่อสารช้ากว่าแบบขนาน เพราะว่าการเคลื่อนย้ายข้อมูลแบบอนุกรมนั้นเป็นการส่งข้อมูลครั้งละ 1 บิต แต่พอร์ตขนานสามารถส่งข้อมูลได้ครั้งละหลายๆ บิตพร้อมกัน แต่การส่งข้อมูลแบบอนุกรมนั้นมีข้อดีกว่าการส่งข้อมูลแบบขนาน คือ การสามารถส่งข้อมูลได้ในระยะทางที่ไกลกว่าแบบขนาน อีกทั้งสายสัญญาณที่ใช้ยังน้อยกว่าการส่งข้อมูลแบบขนาน การสื่อสารแบบอนุกรมสามารถแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบดังนี้

1. Simplex สามารถส่งข้อมูลได้อย่างเดียว เป็นการสื่อสารแบบทางเดียว
2. Half-Duplex สามารถส่งข้อมูลไปยังปลายทางและสามารถรับข้อมูลจากปลายทางได้ แต่ไม่สามารถทำการส่งและรับข้อมูลในเวลาเดียวกันได้
3. Full-Duplex สามารถรับและส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน

นอกจากนี้สามารถแบ่งประเภทของการสื่อสารแบบอนุกรมตามลักษณะสัญญาณในการส่งได้อีก 2 แบบคือ

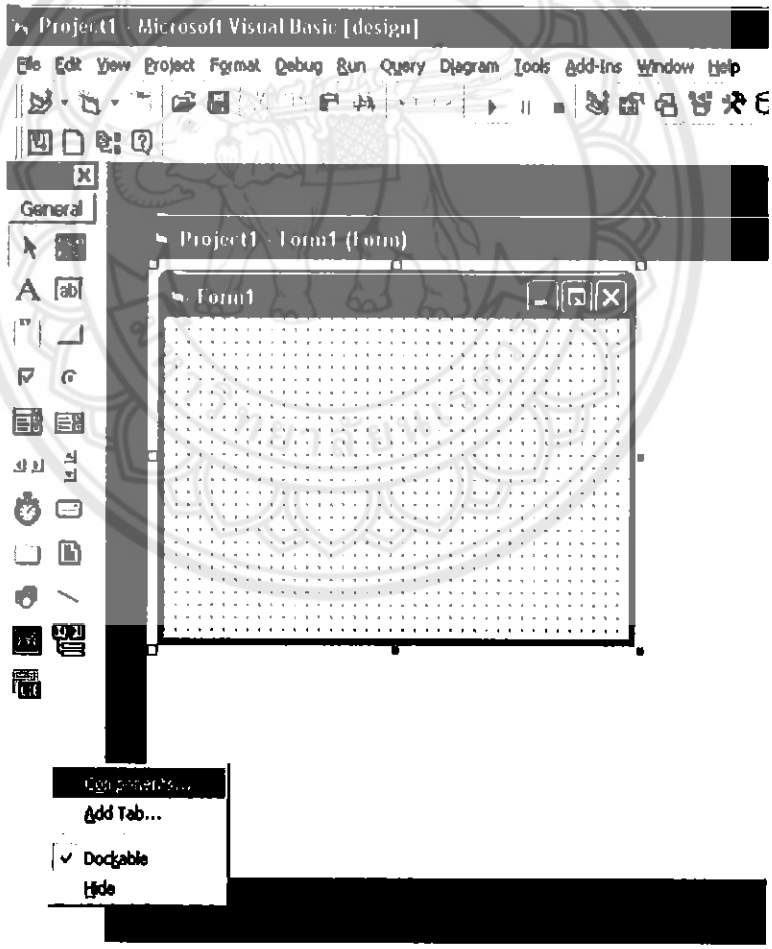
- การสื่อสารแบบซิงโครนัส(Synchronous) สำหรับการสื่อสารแบบซิงโครนัสนี้จะใช้สัญญาณนาฬิกาควบคุมการรับส่งสัญญาณ ซึ่งการสื่อสารแบบซิงโครนัสเหมาะสำหรับการทำงานในระยะใกล้ ข้อมูลที่จะส่งมีไม่มากนัก

- การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส(Asynchronous) สำหรับการสื่อสารแบบอะซิงโครนัสนั้นจะใช้สายข้อมูลเพียงตัวเดียว แต่จะใช้รูปแบบการส่งข้อมูล หรือ Bit Pattern เป็น

ตัวกำหนดว่าส่วนไหนเป็นส่วนเริ่มต้นข้อมูล, ส่วนไหนเป็นข้อมูล, ส่วนไหนจะเป็นส่วนตรวจสอบความถูกต้องข้อมูล และส่วนไหนเป็นส่วนปิดท้ายของข้อมูล โดยต้องกำหนดให้สัญญาณนาฬิกาเท่ากันทั้งภาคส่ง และภาครับ ซึ่งจะมีอุปกรณ์พิเศษที่ชื่อว่า UART หรือ Universal Asynchronous Receiver/Transmitter คอยควบคุมการรับและส่งข้อมูล

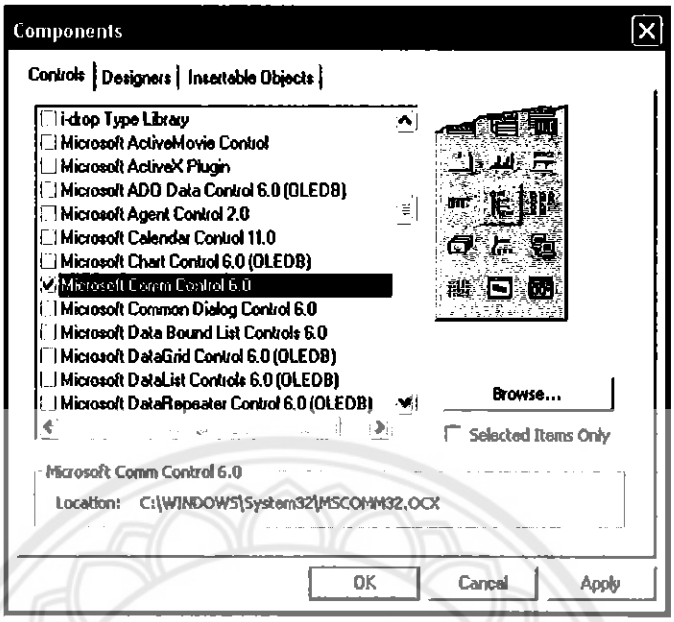
2.7.4 การเขียนโปรแกรมติดต่อกับพอร์ตอนุกรมโดย Visual Basic 6.0

คอนโทรลที่สำคัญในการทำให้ Visual Basic สามารถสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรมได้นั่นก็คือ คอนโทรล MSComm ซึ่งไม่ใช่คอนโทรลมาตรฐาน ดังนั้นถ้าเราต้องการใช้งาน MSComm เราจะต้องทำการเพิ่มคอนโทรลนี้เข้าไปใน ToolBox ซึ่งสามารถกระทำได้โดยคลิกขวาที่ ToolBox แล้วเลือกเมนู Components ดังรูปที่ 2.15



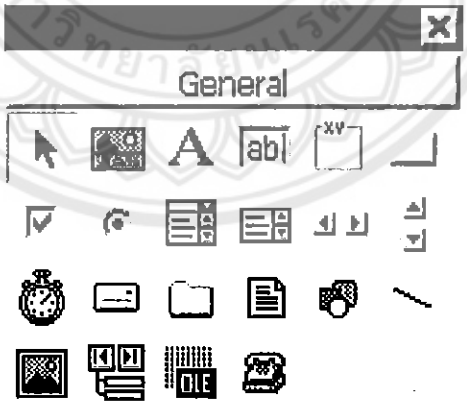
รูปที่ 2.15 การเรียกคำสั่ง Components

จากนั้นจะปรากฏไดอะล็อก Components ขึ้นมา จากนั้นให้คลิกเลือกที่ Microsoft Comm Control 6.0 แล้วคลิกปุ่ม OK ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 การเลือก Microsoft Comm Control 6.0

จากนั้นจะปรากฏภายใน Toolbox จะมีไอคอนรูปโทรศัพท์ ซึ่งเป็นไอคอนของคอนโทรล MSComm ปรากฏขึ้นมาให้เราเลือกใช้งานดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 การแสดงไอคอน Microsoft Comm Control 6.0

2.7.5 พร็อพเพอร์ตี้(Property) ที่สำคัญในการใช้งาน MSComm

- CommPort ใช้ในการกำหนดหมายเลขของพอร์ตอนุกรมที่เราต้องการจะติดต่อ โดยมีรูปแบบของการใช้งานดังนี้

  object.CommPort [= value]

- Setting ใช้ในการกำหนดอัตราบอด (Baud Rate) หรือความเร็วในการส่งข้อมูล มีหน่วยเป็นบิตต่อวินาที, พาริตี้, จำนวนของบิตข้อมูล, จำนวนของบิตปิดท้าย โดยมีรูปแบบของการใช้งานดังนี้

  object.Setting [= value]

- PortOpen ใช้สำหรับเปิดและปิดการใช้งานพอร์ตอนุกรม โดยมีรูปแบบการทำงานดังนี้

  object.PortOpen [= value]

- InBuffersize เป็นการกำหนดขนาดของ Buffer ในการรับข้อมูลเข้ามา โดยมีรูปแบบการทำงานดังนี้

  object.InBuffersize [= value]

- OutBuffersize เป็นการกำหนดขนาดของ Buffer ในการส่งข้อมูลออกไป โดยมีรูปแบบการกำหนดค่าดังนี้

  object.OutBuffersize [= value]

- Inputlen เป็นการกำหนดค่าของข้อมูลที่อ่านจาก Buffer ภาครับ โดยมีรูปแบบการกำหนดค่าดังนี้

  object.Inputlen [= value]

- InputMode เป็นการกำหนดค่าชนิดของข้อมูลที่รับเข้ามา โดยมีรูปแบบการกำหนดค่าดังนี้

  object.InputMode [= value]

  โดยที่เราสามารถเลือกชนิดของข้อมูลได้ 2 ประเภท คือ

  - ComInputModeText ข้อมูลที่รับเข้ามาเป็นข้อความปกติเราสามารถตั้งค่าให้อยู่ในโหมดโดยการกำหนด value ให้เป็น "0"

  - ComInputModeBinary ข้อมูลที่รับเข้ามาเป็นข้อมูลไบนารี่ เราสามารถตั้งค่าให้อยู่ในโหมดโดยการกำหนด value ให้เป็น "1"

- Input ใช้ในการอ่านค่าข้อมูลจากพอร์ตอนุกรม โดยมีรูปแบบการอ่านค่าดังนี้

  object.input

ตัวอย่างเช่น เราอ่านค่าจากบัฟเฟอร์ของพอร์ตอนุกรม แล้วนำมาเก็บไว้ในตัวแปรชื่อว่า Data เราจะเขียนโค้ดดังนี้

```
Data = MSComm1.Input
```

- Output ใช้ในการส่งข้อมูลออกไปจากพอร์ตอนุกรม โดยมีรูปแบบของการเขียนดังนี้

```
object.Output [ = value ]
```

- EOFEnable เป็นการบอกว่าสิ้นสุดของไฟล์ End of File [EOF] โดยมีรูปแบบการใช้งานดังนี้

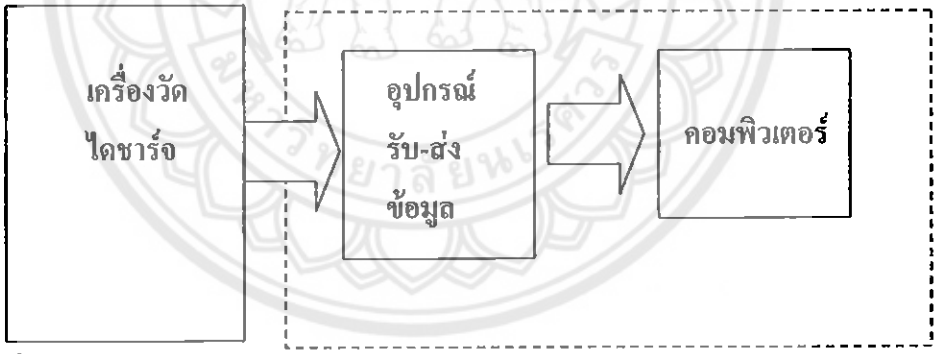
```
object.EOFEnable [ = value ]
```

บทที่ 3
การออกแบบระบบการรายงานการตรวจวัดคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์

เมื่อได้ทำการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องที่จะใช้ในการออกแบบระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์แล้ว จากนี้จะเป็นการออกแบบระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์ซึ่งสามารถแบ่งได้สองส่วนด้วยกันคือส่วนที่เป็นอุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูลและส่วนการแสดงผลติดต่อกับผู้ใช้ ส่วนของอุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูลแบ่งออกเป็น 3ส่วน รายละเอียดของการออกแบบมีดังนี้

3.1 อุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูล

อุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูล ซึ่งมีหน้าที่รับสัญญาณอินพุตต่างๆ ที่มีรูปแบบเป็นสัญญาณอนาลอกแล้วนำมาแปลงสัญญาณให้เป็นสัญญาณดิจิตอลเพื่อส่งให้คอมพิวเตอร์นำไปประมวลผลและแสดงผลลัพธ์ออกมาผ่านทางพอร์ตอนุกรม ซึ่งขั้นตอนการทำงานสามารถแสดงดังรูปที่ 3.1

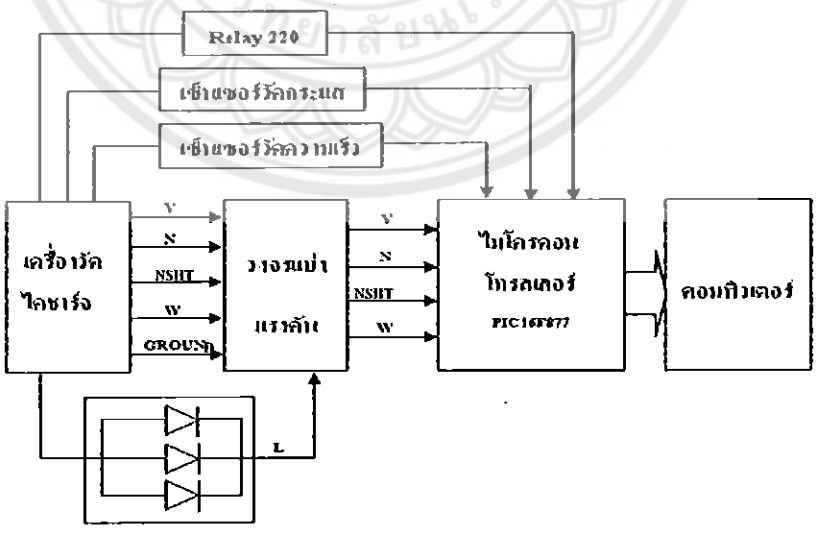


รูปที่ 3.1 โครงสร้างการทำงานโดยรวมของระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จ

ในการทำงานของอุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูลนี้จะทำการรับค่าแรงดันอินพุตที่ได้จากเครื่องวัดไดชาร์จจำนวน 6 อินพุต รวมทั้งกราว 1 อินพุต ความเร็วรอบ 1 อินพุต รวมเป็น 8 อินพุต ซึ่งแรงดันที่เป็นสัญญาณที่ได้จากเซ็นเซอร์วัดความเร็วรอบนั้นจะมีค่าที่ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถนำไปใช้ได้ทันทีจึงไม่มีการนำไปเข้าวงจรแบ่งแรงดัน และสัญญาณ Start ที่ได้จากเครื่องวัดไดชาร์จนั้นเป็นเพียงการใช้สัญญาณการกดปุ่ม Start ของเครื่องวัดไดชาร์จมารีเลย์ทำงานเท่านั้นจึงไม่มีการนำเข้าวงจรแบ่งแรงดันเช่นกัน ดังนั้นสัญญาณที่จะได้จากการวงจรแบ่งแรงดันนี้จะมีเอาท์พุตจำนวน 6 สัญญาณที่จะทำการส่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล

เมื่อมีการนำแรงดันที่ได้ไปเข้าวงจรแบ่งแรงดันแล้วจะมีการส่งค่าแรงดันเข้ามาให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลจำนวน 6 อินพุตและจะมีสัญญาณที่ได้จากการวัดความเร็วรอบและสัญญาณจากรีเลย์อีก 2 สัญญาณ ในการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลนี้จะใช้โมดูลในการแปลงสัญญาณ วัดความเร็วรอบ และรับสัญญาณStart จากรีเลย์ ซึ่งจะใช้การเขียนโปรแกรมในภาษา PIC Basic Pro ให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล และทำการนับค่าที่ได้จากเซ็นเซอร์วัดความเร็วรอบโดยที่สัญญาณที่ได้จากเซ็นเซอร์วักความเร็วรอบจะเป็นสัญญาณ +5โวลต์แล้วส่งให้คอมพิวเตอร์นำไปคำนวณเพื่อใช้งานต่อไป

ลำดับการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์จะเริ่มทำการรับค่าที่อินพุตเข้ามา 6 ค่าแล้วทำการแปลงสัญญาณแล้วส่งให้กับคอมพิวเตอร์ในรูปแบบของตัวเลขฐานสิบที่แปลงมาจากเลขฐานสองที่ได้จากการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลจำนวน 10 บิตที่มีความละเอียดสูงสุด 1024 ค่า แล้วมาเช็คสัญญาณแรงดันที่ได้จากรีเลย์ว่ามีค่าเป็น "0" หรือไม่ ถ้าหากมีสัญญาณจากรีเลย์แล้วสัญญาณที่มีลอจิก "0" หมายความว่ามีการกดปุ่ม Start หากไม่มีการกดปุ่มสตาร์ทก็จะกลับไปรับค่าแรงดันอินพุตเข้ามาเพื่อส่งให้คอมพิวเตอร์ต่อไป แต่ถ้ามีการกดปุ่มสตาร์ทก็จะเริ่มทำการวัดความเร็วรอบโดยการ Count ค่าที่ได้จากเซ็นเซอร์โดยจะนับที่สัญญาณขาลงเป็นลอจิก "1" จะนับเป็นเวลา 1 วินาทีแล้วส่งข้อมูลที่ได้ส่งให้กับคอมพิวเตอร์นำไปคำนวณเมื่อส่งเรียบร้อยแล้วก็จะมาตรวจสอบสัญญาณที่ได้จากสัญญาณโหลดว่ามีค่าที่ 11 โวลต์หรือไม่หากมีค่าถึงก็จะมีการส่งสัญญาณว่ามีการเปิดโหลดแล้วหากไม่มีการเปิดโหลดก็จะกลับไปรับค่าแรงดันเพื่อมาแปลงสัญญาณอีกต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 การทำงานของอุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูล

เนื่องจากมีการแปลงสัญญาณจากอนาลอกเป็นดิจิตอลจึงต้องมีการนำมาแปลงกลับเป็นแรงดันอีกครั้งเพื่อหาว่าแรงดันที่ได้นั้นมีค่าเท่าไร โดยค่าที่ได้นั้นจะมีจำนวน 10 บิตแล้วนำมาส่งให้คอมพิวเตอร์ในรูปแบบของเลขฐานสิบ ตั้งแต่ "0" ถึง "1023" สมการที่ใช้ในการหาค่านั้นจะได้ค่าแรงดันมาแล้วต้องนำผลลัพธ์มาคูณด้วย 7 เพราะมีการแบ่งแรงดันด้วยซึ่งมีค่าต่างกัน 7 เท่า โดยการหาค่าของแรงดันที่ได้แสดงดังสมการ (3.1) และ (3.2)

$$V = V_1 * 7 \qquad (3.1)$$

$$V_1 = (\text{ผลต่างแรงดันอ้างอิง} * \text{ค่าที่ได้})/1024 \qquad (3.2)$$

เมื่อ V คือแรงดันที่รับจริงจากเครื่องวัดไดชาร์จ

V_1 คือแรงดันที่ได้หลังจากการแบ่งแรงดันแล้ว

เช่น

แรงดันอ้างอิงมีค่าเท่ากับ 5.0 โวลต์

ค่าที่อ่านได้เป็น 785

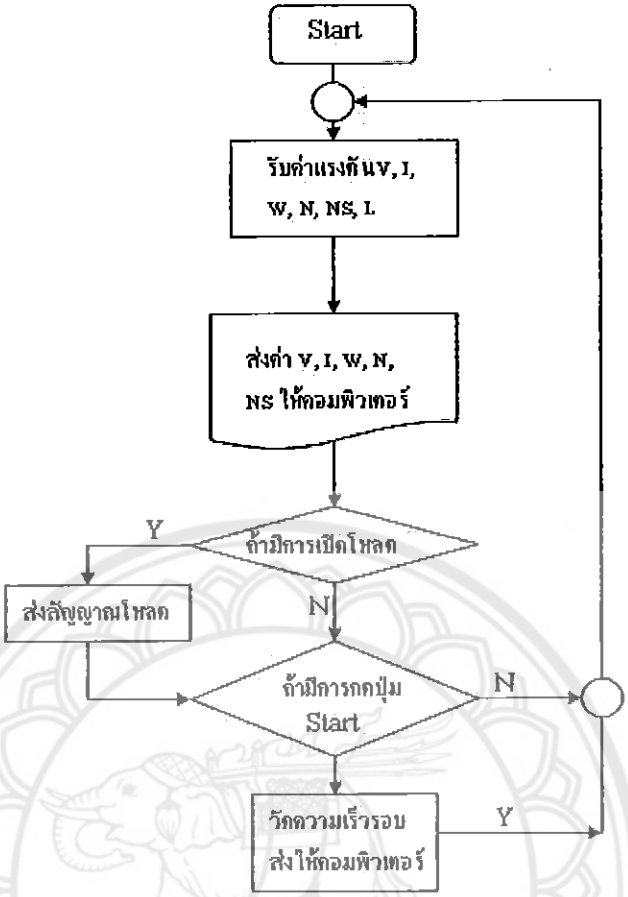
ดังนั้นโวลต์ที่ได้จากเครื่องวัดไดชาร์จคือ

V = ((785*5)/1000)*7

= 3.925*7

= 27.47 V

ในการเขียนโปรแกรมเพื่อทำการบันทึกโปรแกรมไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงาน การแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นดิจิตอลซึ่งสามารถเขียนแผนผังการไหลของข้อมูลได้ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 Flowchart แสดงการทำงานของโปรแกรมใน Microcontroller

3.2 โปรแกรมระบบรายงานการทดสอบคุณภาพไดชาร์จ

ระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จโดยคอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่รายงานผลจากการทดสอบคุณภาพไดชาร์จโดยพนักงาน และรายงานผลออกทางจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งการทดสอบคุณภาพไดชาร์จจะมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ยึดไดชาร์จในแท่นล็อค ใส่สายพาน เสียบปลั๊ก และขั้วบวก
2. เปิดสวิทช์ Select Volt ไปที่ 24 V เปิดสวิทช์ IG ไปที่ 35 A ปกติหลอดไฟ WL จะติด
3. กดสวิทช์ Start เปิดมอเตอร์ ค่า Volt ต้องอยู่ในช่วง 27.4-29.0 โวลต์ และหลอดไฟ WL จะดับ
4. กดสวิทช์ Stop
5. เปิดสวิทช์ LOAD ไป 35 A
6. กดสวิทช์ Start ค่า Amp>30 และพล็อตกราฟระหว่างความเร็วรอบกับกระแส
7. ปิดสวิทช์ LOAD ไปที่ OFF ดูมิเตอร์ Volt ต้องอยู่ในช่วง 27.4-29.0 V
8. กดสวิทช์ OFF มอเตอร์ ปกติหลอดไฟ WL จะติด แล้วจึงปิดสวิทช์ IG ไปที่ OFF

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์

i 7078477 e.2

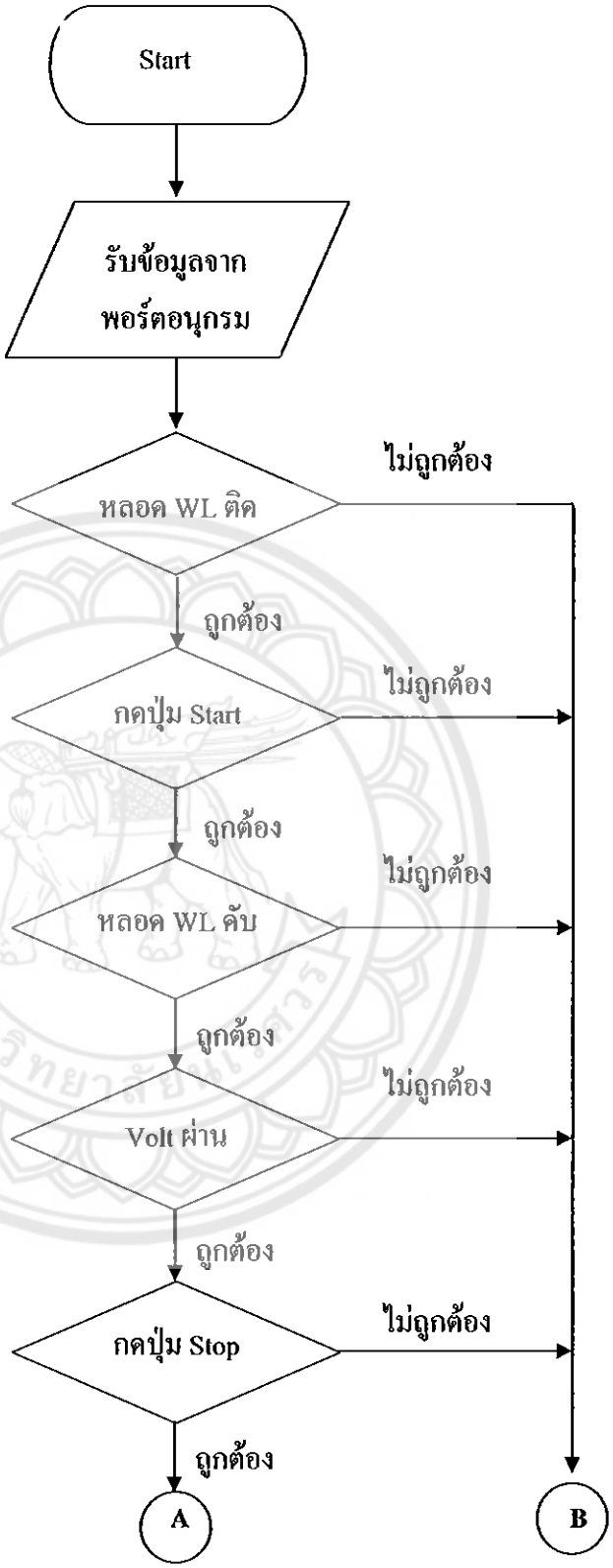
9. ปิดสวิทช์ Volt Select ไปที่ 0 และปลดไดชาร์จลงจากเครื่องทดสอบ

ซึ่งถ้าการทดสอบในขั้นตอนใดมีข้อผิดพลาดจะต้องนำไดชาร์จตัวที่ทดสอบอยู่นั้นไปตรวจสอบหาข้อผิดพลาดและนำกลับมาทดสอบใหม่ตั้งแต่ต้นอีกครั้งหนึ่ง

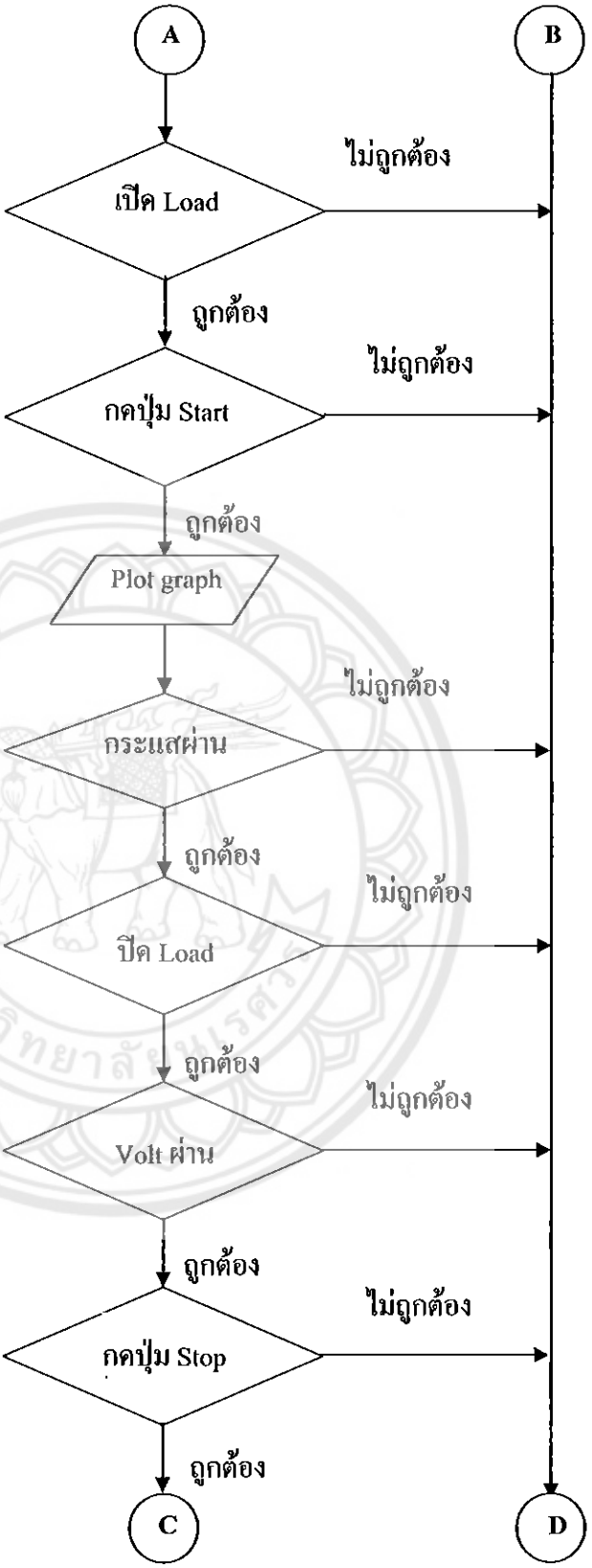
ระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์ที่จัดทำขึ้นนี้เป็นระบบที่แสดงขั้นตอนในการทดสอบและผลการทดสอบในแต่ละขั้นตอนว่าผ่านขั้นตอนใดแล้วบ้าง ซึ่งระบบจะทำงานตามแผนผังการไหลของโปรแกรมดังแสดงในรูปที่ 3.4 โดยที่ระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์จะเพิ่มการรายงานผลในรูปแบบของกราฟระหว่างความเร็วรอบของไดชาร์จและค่าของกระแสที่ไดชาร์จสามารถผลิตได้ (แกน x และแกน y ตามลำดับ) ในขณะที่มี Load เปิดอยู่ตลอดการทดสอบกระแสผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์เพื่อแสดงว่าในแต่ละช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าความเร็วรอบมีการเปลี่ยนแปลงกระแสอย่างไร

5000087

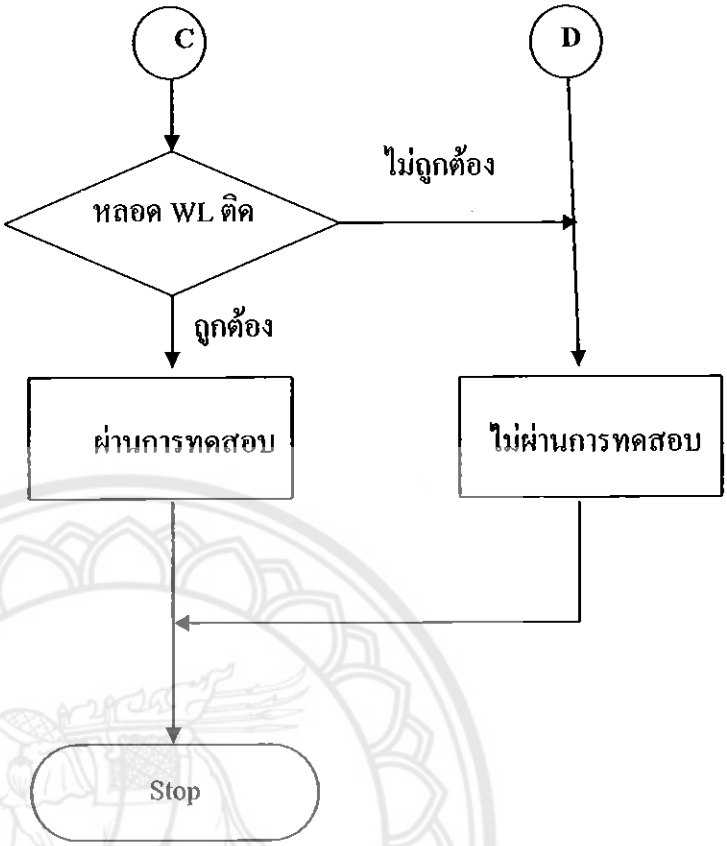
ปร.
ศ1295
2549.



รูปที่ 3.4 แสดงแผนผังการไหลของโปรแกรมระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.4 (ต่อ) แสดงแผนผังการไหลของโปรแกรมระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.4 (ต่อ) แสดงแผนผังการไหลของโปรแกรมระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์

บทที่ 4
ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบคุณภาพไดชาร์จ

ในการทดสอบประสิทธิภาพระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์ที่ได้จัดทำขึ้น จะทดสอบความถูกต้องของระบบในแต่ละขั้นตอน จึงทำการทดสอบทุกขั้นตอนของระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์พร้อมกับเปรียบเทียบผลการทดสอบคุณภาพไดชาร์จแบบดั้งเดิม

ในบทนี้จะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือส่วนของผลการทดสอบและส่วนของการวิเคราะห์ผลการทดสอบคุณภาพไดชาร์จโดยไดชาร์จที่นำมาทดสอบมี 5 ชนิดได้แก่ Fuso Hino Nissan Komatsu และ Rocky ทั้งหมดจำนวน 30 ตัว โดยผลการทดสอบคุณภาพไดชาร์จจะอยู่ในหัวข้อที่ 4.1 และการวิเคราะห์ผลการทดสอบอยู่ในหัวข้อที่ 4.2 ดังนี้

4.1 ผลการทดสอบคุณภาพไดชาร์จ

ผลการทดสอบคุณภาพไดชาร์จจำนวน 30 ตัว แบ่งเป็น Fuso 8 ตัว Hino 11 ตัว Nissan 1 ตัว Komatsu 4 ตัว และRocky 6 ตัว ซึ่งสามารถแยกประเภทได้ตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 จำนวนและชนิดของไดชาร์จที่นำมาทดสอบคุณภาพ

ชนิด	ไดชาร์จที่ผ่านการทดสอบ		ไดชาร์จที่ไม่ผ่านการทดสอบ		รวม
	35 A	55 A	35 A	55 A	
Fuso	4	3	-	1	8
Hino	2	6	2	1	11
Nissan	-	1	-	-	1
Komatsu	4	-	-	-	4
Rocky	5	-	1	-	6
รวม	15	10	3	2	30

จากตารางที่ 4.1 เราจะเห็นว่าไดชาร์จจะมีสถานะที่แตกต่างกันคือผ่านการทดสอบและไม่ผ่านการทดสอบ ซึ่งไดชาร์จที่ผ่านการทดสอบนั้นจะหมายถึงไดชาร์จที่ผ่านการทดสอบทุกขั้นตอนอย่างสมบูรณ์ ดังนั้นการทดสอบประสิทธิภาพของระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์ที่จัดทำขึ้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเปรียบเทียบกับการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จแบบดั้งเดิม เพื่อศึกษาว่าทั้ง 2 แบบได้ผลลัพธ์แตกต่างกันอย่างไร โดยจะแสดงผลการตรวจสอบคุณภาพ

ไดชาร์จแบบดั้งเดิมไว้ในตารางที่4.2 และผลการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์ในตารางที่ 4.3 ซึ่งการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์นั้นจะสามารถแสดงผลการตรวจสอบในรูปแบบของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและกระแสในขณะที่เปิดโหลดคงที่ได้ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.1 ถึงรูปที่ 4.30 ดังนี้

ตารางที่ 4.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จจากระบบการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จแบบเดิม

ไดชาร์จ		สถานะภาพการทดสอบแต่ละขั้นตอน				
ตัวที่	ชนิด	หลอด WL		แรงดันก่อน เปิด Load	กระแสขณะ เปิด Load	แรงดันหลัง ปิด Load
		ติด	ดับ			
1	Fuso 35 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
2	Fuso 35 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
3	Fuso 35 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
4	Fuso 35 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
5	Fuso 55 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
6	Fuso 55 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
7	Fuso 55 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
8	Hino 55 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
9	Hino 55 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
10	Hino 55 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
11	Hino 55 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
12	Hino 55 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
13	Hino 55 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
14	Hino 35 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
15	Hino 35 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
16	Nissan 55 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
17	Komatsu 35 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
18	Komatsu 35 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
19	Komatsu 35 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
20	Komatsu 35 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
21	Rocky 35 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
22	Rocky 35 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน

ตารางที่ 4.2(ต่อ) ผลการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จจากระบบการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จแบบเดิม

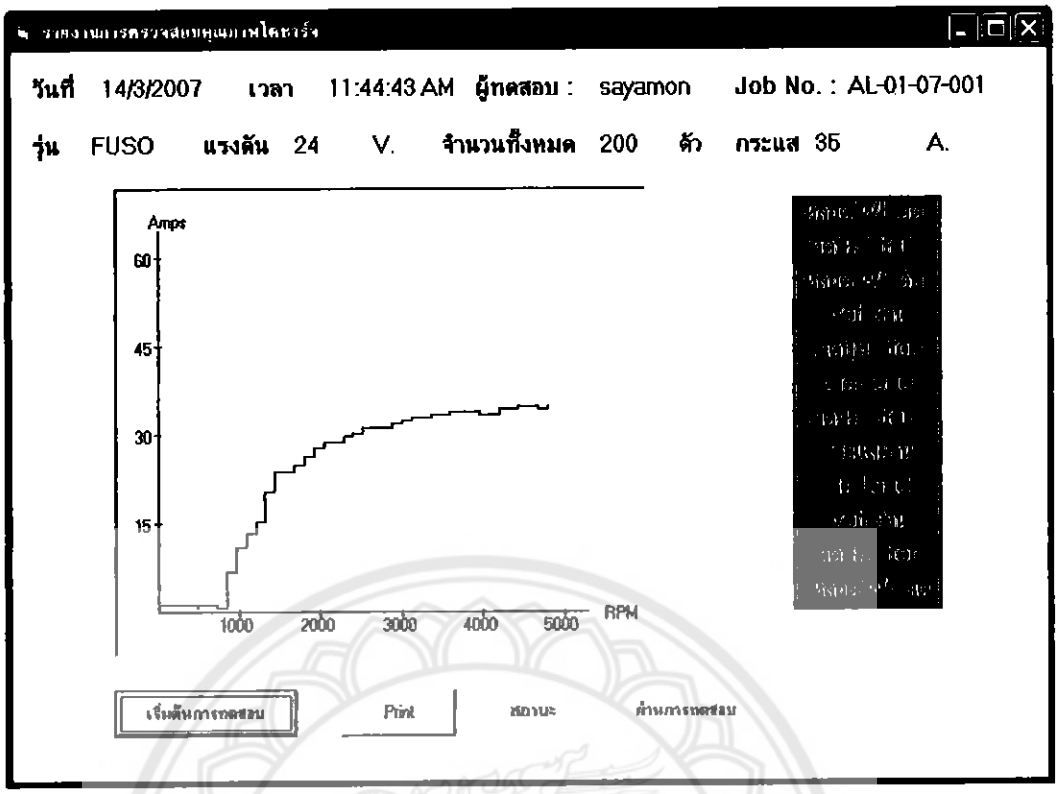
ไดชาร์จ		สถานะภาพการทดสอบแต่ละขั้นตอน				
ตัวที่	ชนิด	หลอด WL		แรงดันก่อน เปิด Load	กระแสขณะ เปิด Load	แรงดันหลัง เปิด Load
		ติด	ดับ			
23	Rocky 35 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
24	Rocky 35 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
25	Rocky 35 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
26	Fuso 55 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
27	Hino 35 A	ผ่าน	ไม่ผ่าน	-	-	-
28	Hino 35 A	ผ่าน	ไม่ผ่าน	-	-	-
29	Hino 55 A	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	-	-
30	Rocky 35 A	ผ่าน	ไม่ผ่าน	-	-	-

ตารางที่ 4.3 ผลการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จจากระบบการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์

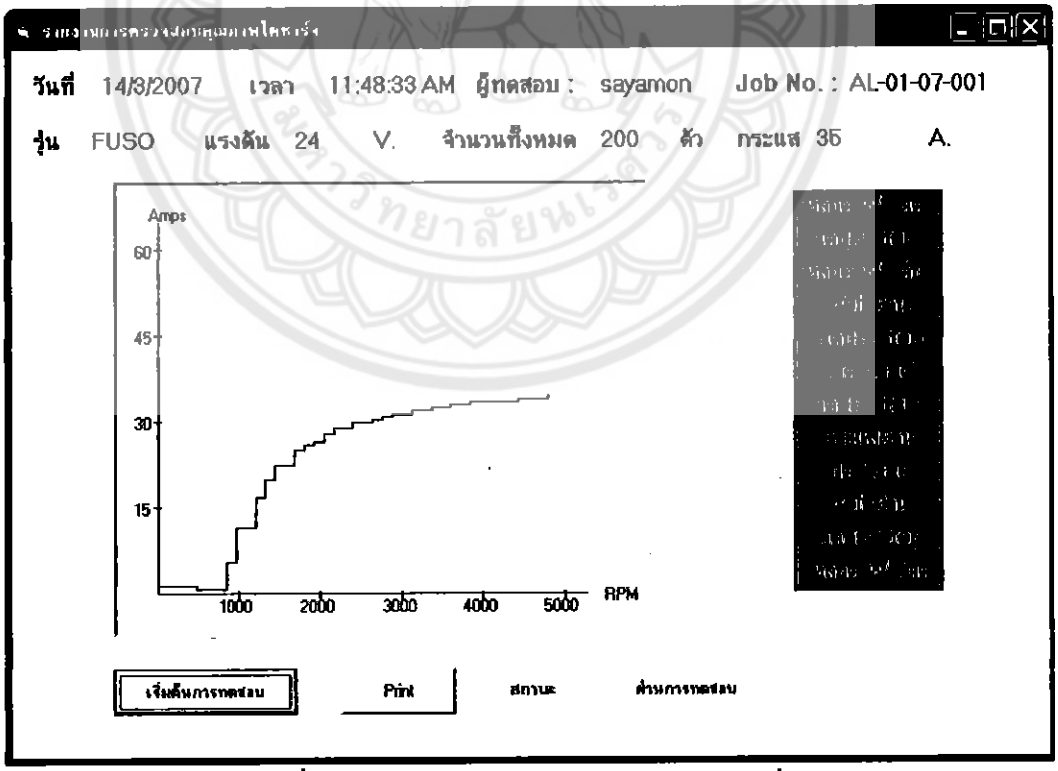
ไดชาร์จ		สถานะภาพการทดสอบแต่ละขั้นตอน				
ตัวที่	ชนิด	หลอด WL		แรงดันก่อน เปิด Load	กระแสขณะ เปิด Load	แรงดันหลัง ปิด Load
		ติด	ดับ			
1	Fuso 35 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
2	Fuso 35 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
3	Fuso 35 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
4	Fuso 35 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
5	Fuso 55 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
6	Fuso 55 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
7	Fuso 55 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
8	Hino 55 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
9	Hino 55 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
10	Hino 55 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
11	Hino 55 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
12	Hino 55 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
13	Hino 55 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน

ตารางที่ 4.3(ต่อ) ผลการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จจากระบบการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์

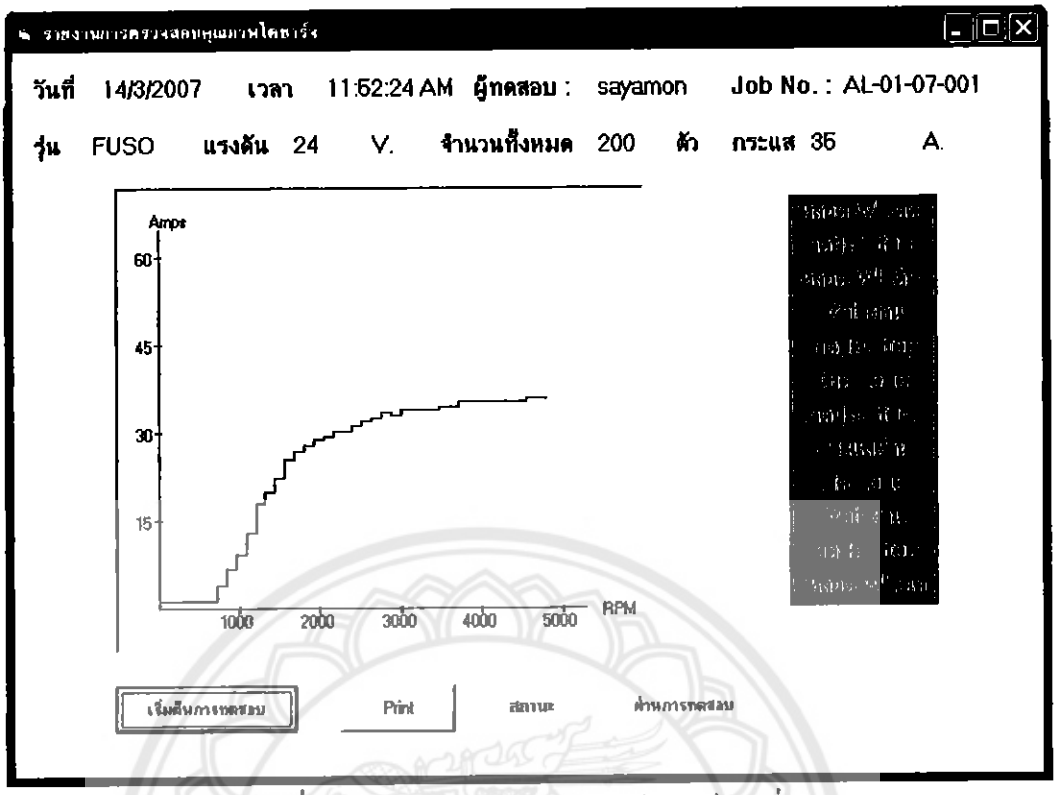
ไดชาร์จ		สถานะภาพการทดสอบแต่ละขั้นตอน				
ตัวที่	ชนิด	หลอด WL		แรงดันก่อน เปิด Load	กระแสขณะ เปิด Load	แรงดันหลัง ปิด Load
		ติด	ดับ			
14	Hino 35 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
15	Hino 35 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
16	Nissan 55 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
17	Komatsu 35 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
18	Komatsu 35 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
19	Komatsu 35 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
20	Komatsu 35 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
21	Rocky 35 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
22	Rocky 35 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
23	Rocky 35 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
24	Rocky 35 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
25	Rocky 35 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
26	Fuso 55 A	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
27	Hino 35 A	ผ่าน	ไม่ผ่าน	-	-	-
28	Hino 35 A	ผ่าน	ไม่ผ่าน	-	-	-
29	Hino 55 A	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	-	-
30	Rocky 35 A	ผ่าน	ไม่ผ่าน	-	-	-



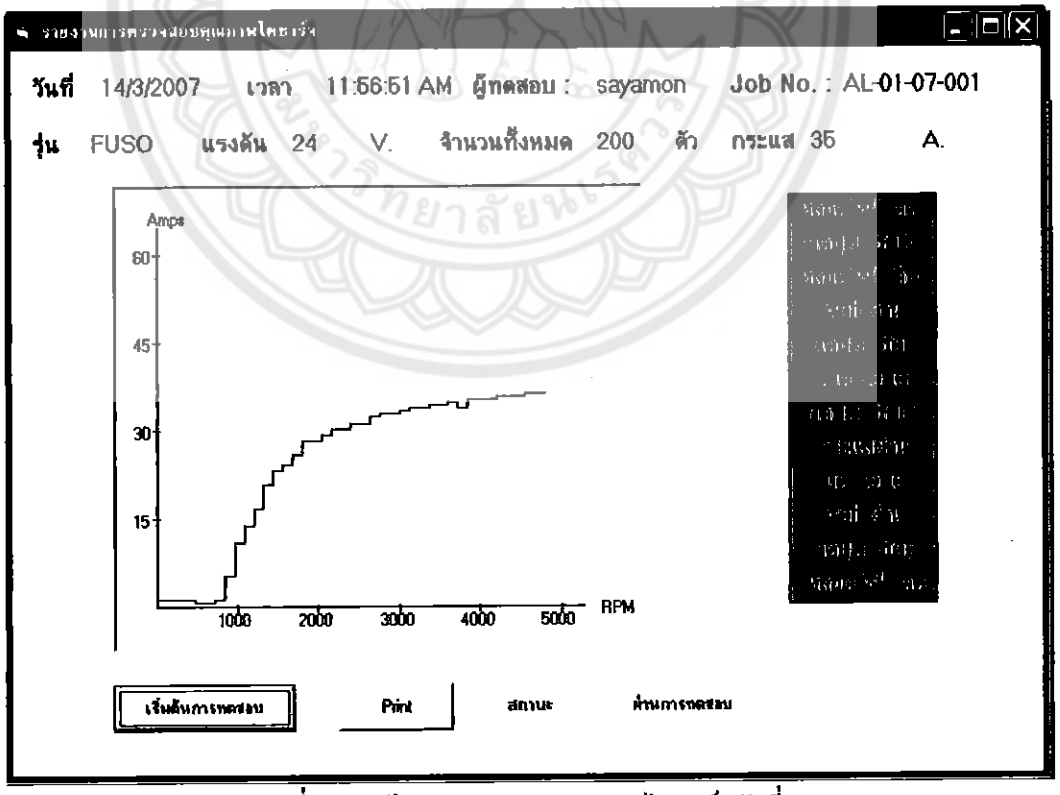
รูปที่ 4.1 หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 1



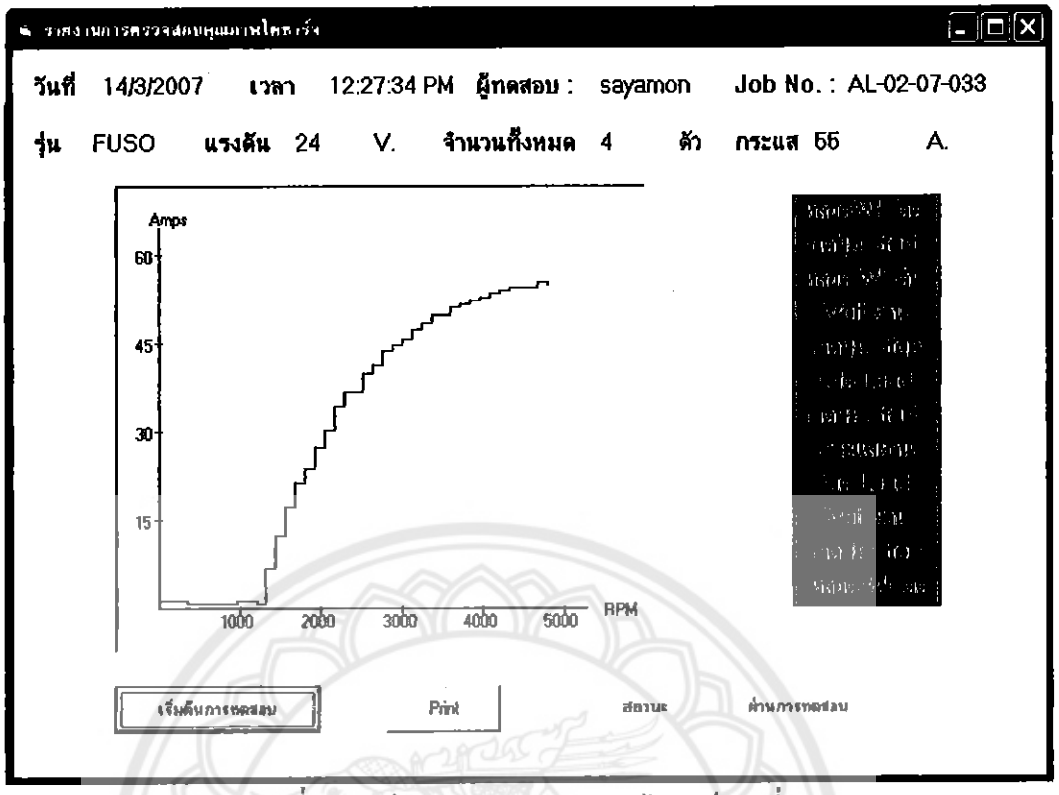
รูปที่ 4.2 หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 2



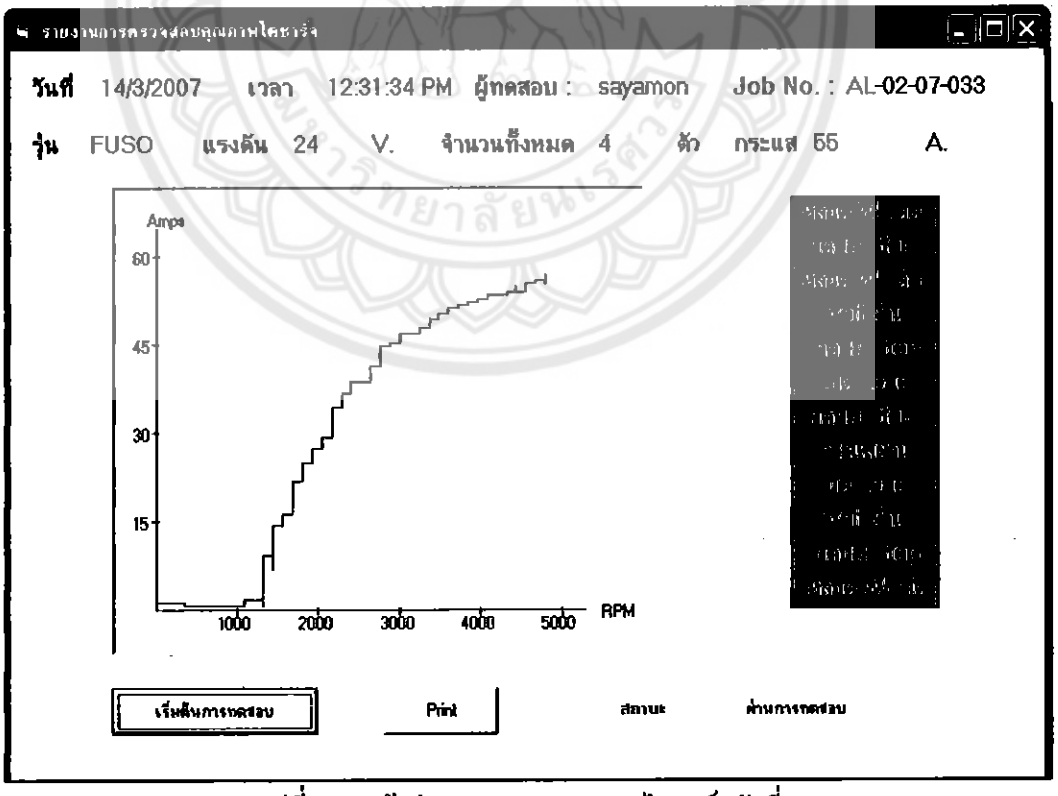
รูปที่ 4.3 หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 3



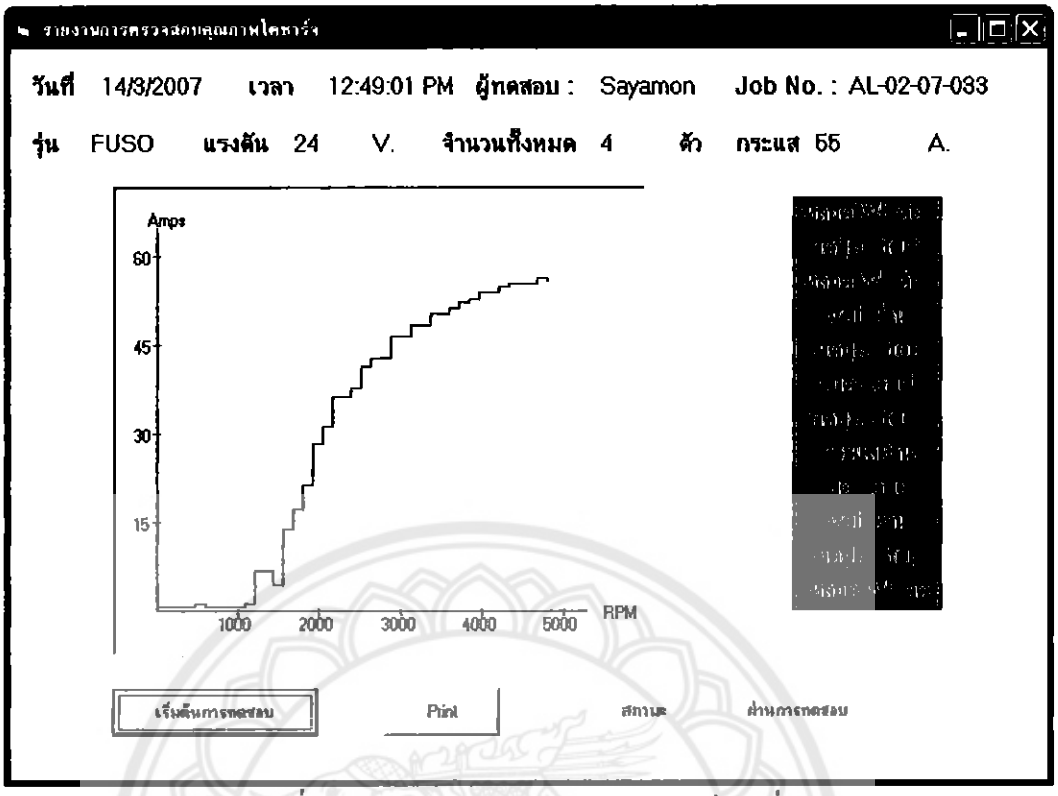
รูปที่ 4.4 หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 4



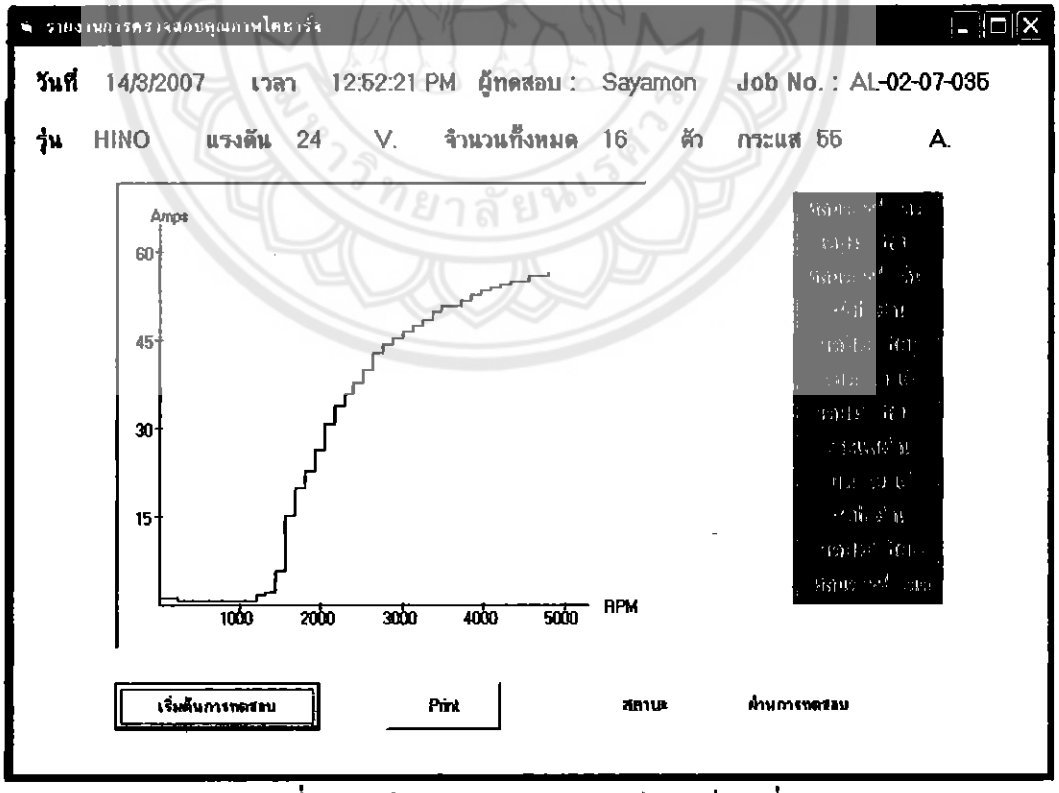
รูปที่ 4.5 หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 5



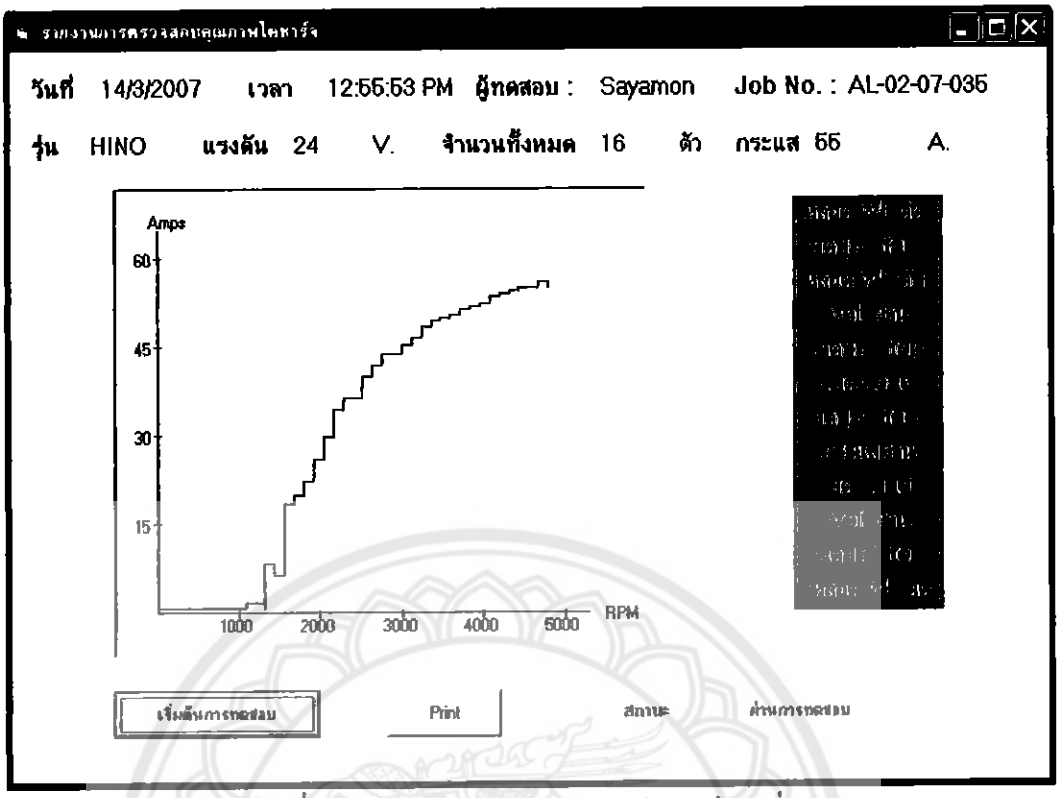
รูปที่ 4.6 หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 6



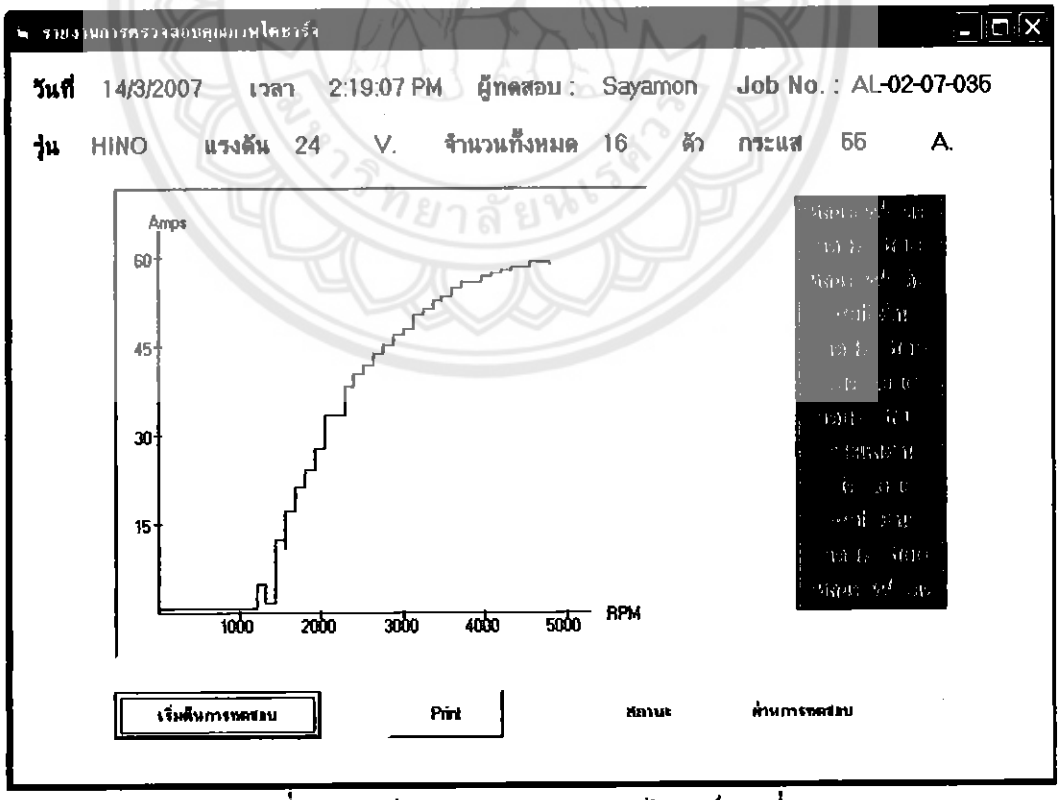
รูปที่ 4.7 หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 7



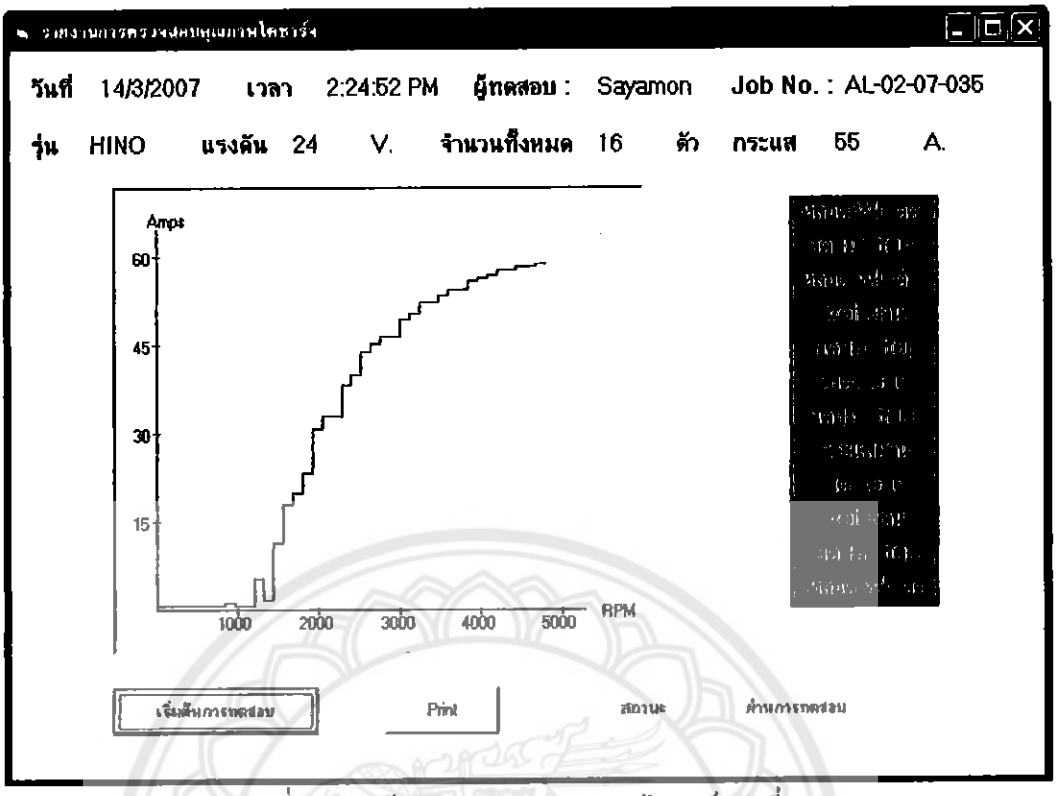
รูปที่ 4.8 หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 8



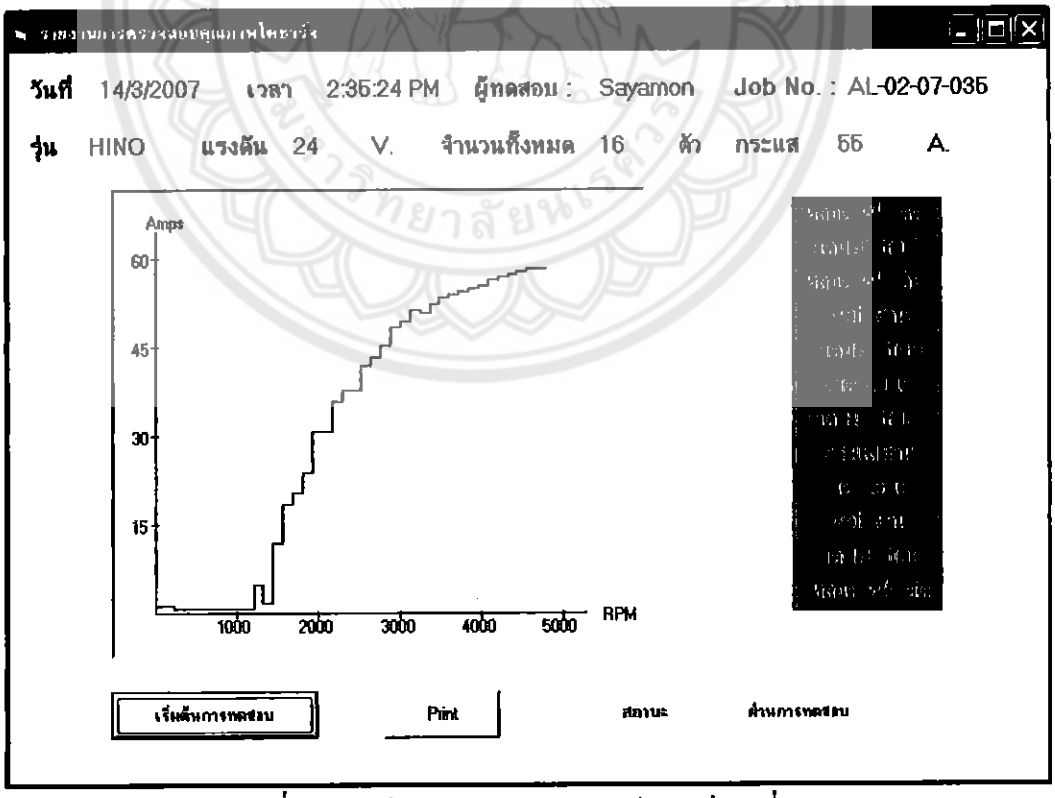
รูปที่ 4.9 หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 9



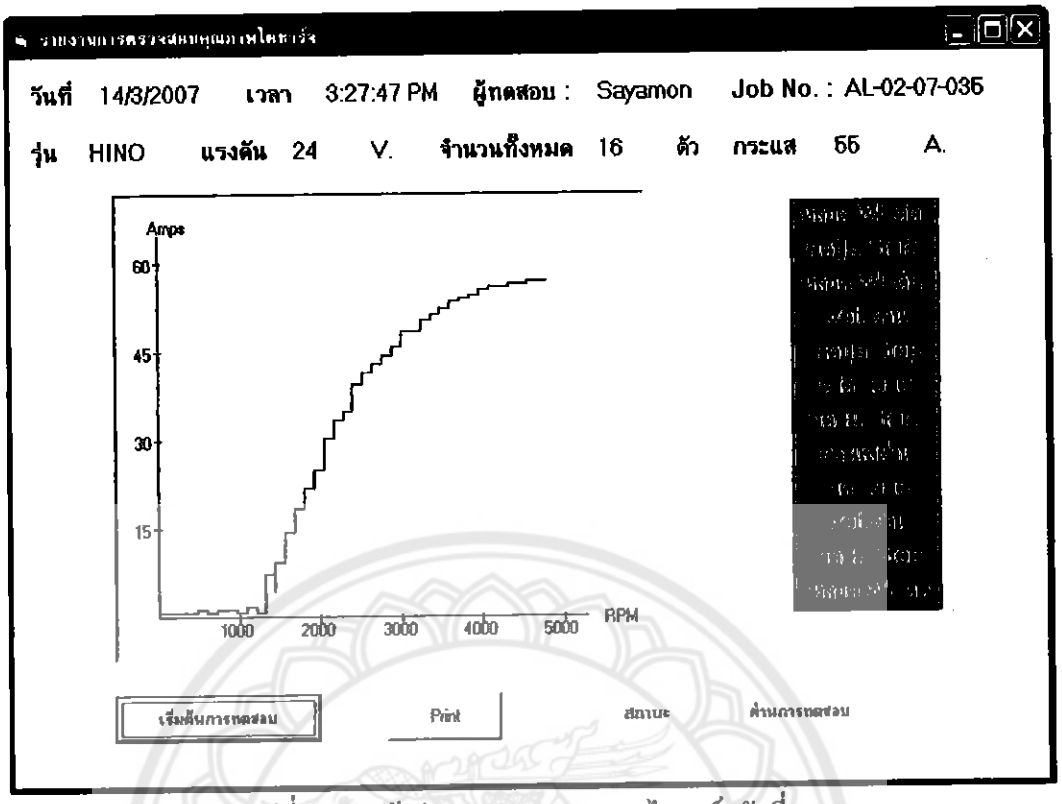
รูปที่ 4.10 หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 10



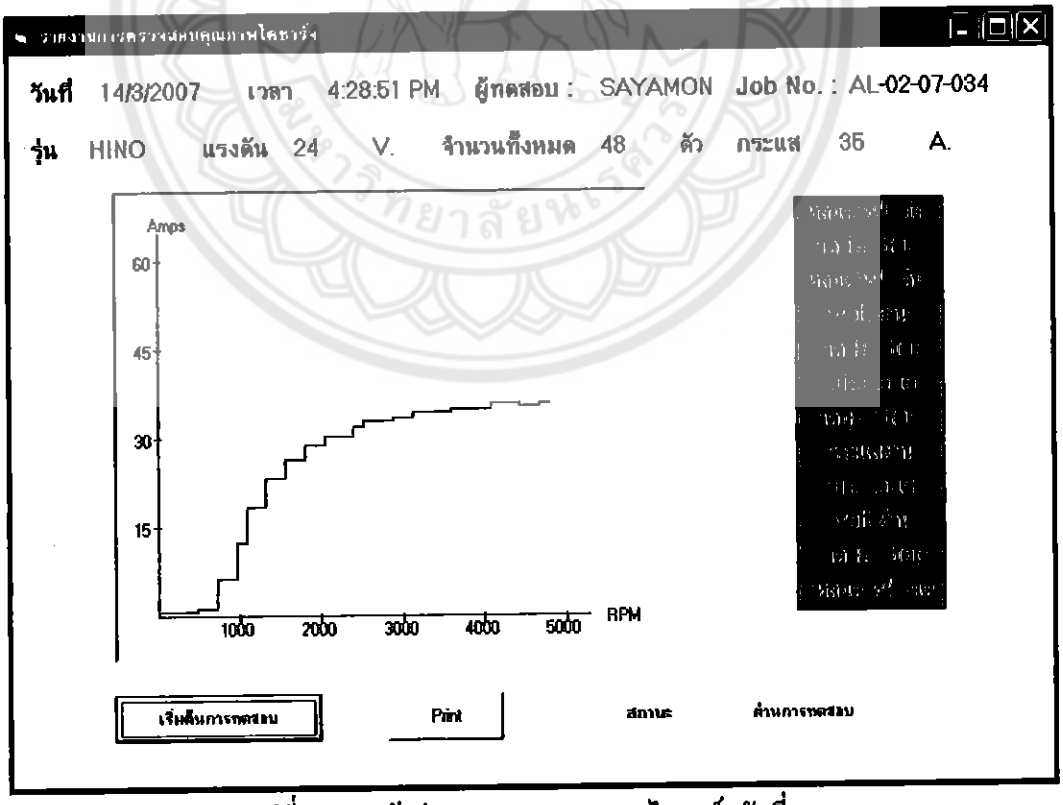
รูปที่ 4.11 หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 11



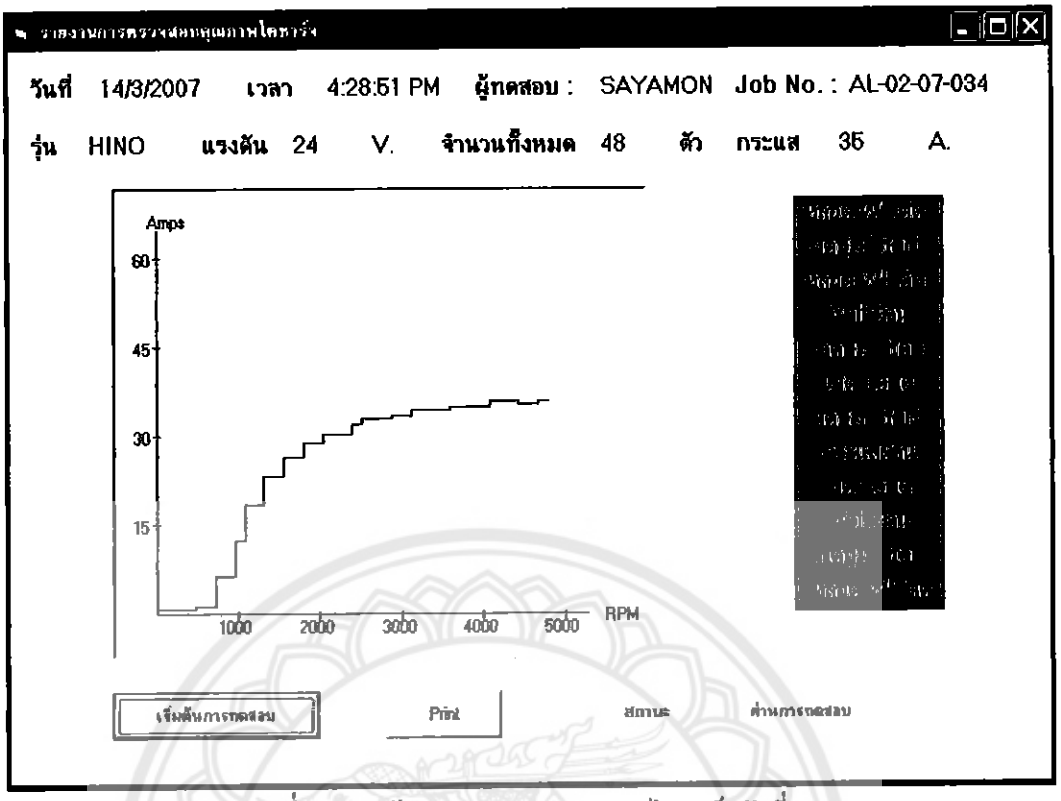
รูปที่ 4.12 หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 12



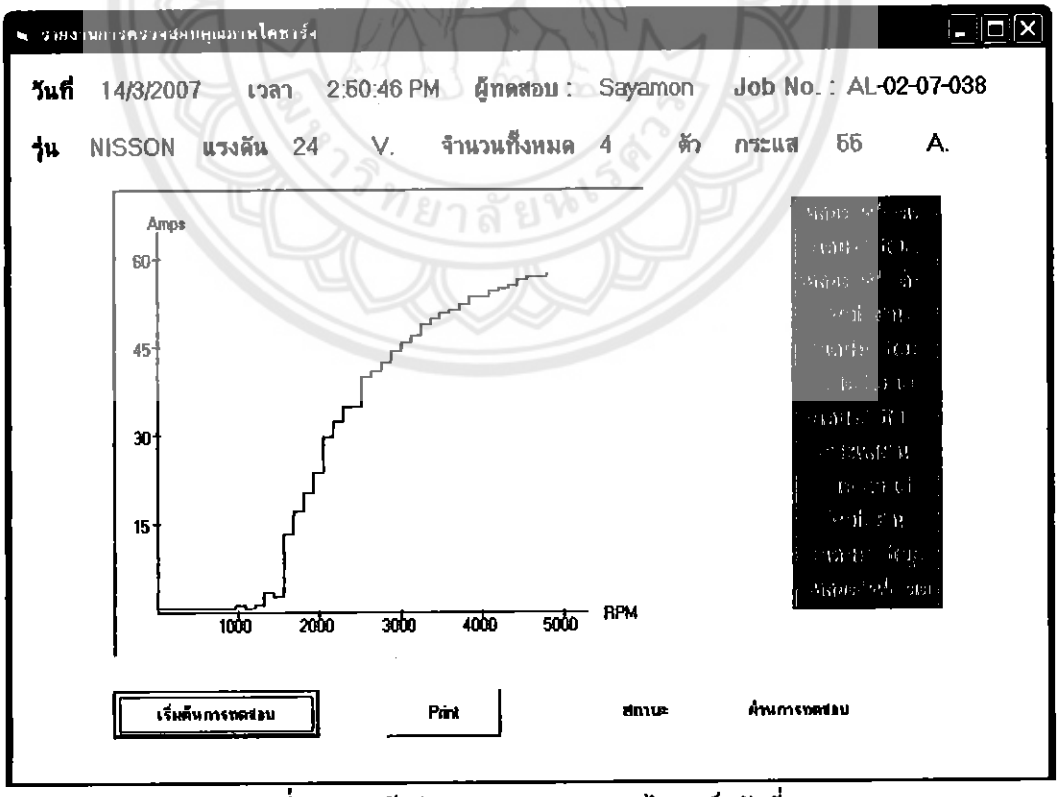
รูปที่ 4.13 หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 13



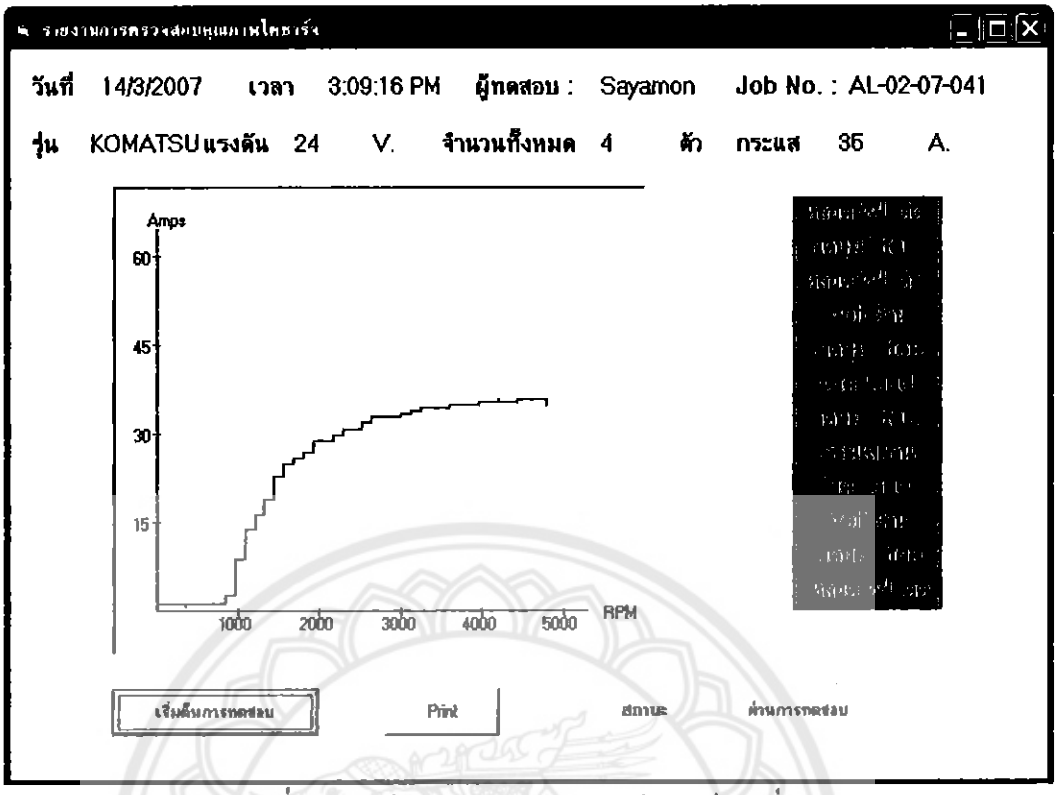
รูปที่ 4.14 หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 14



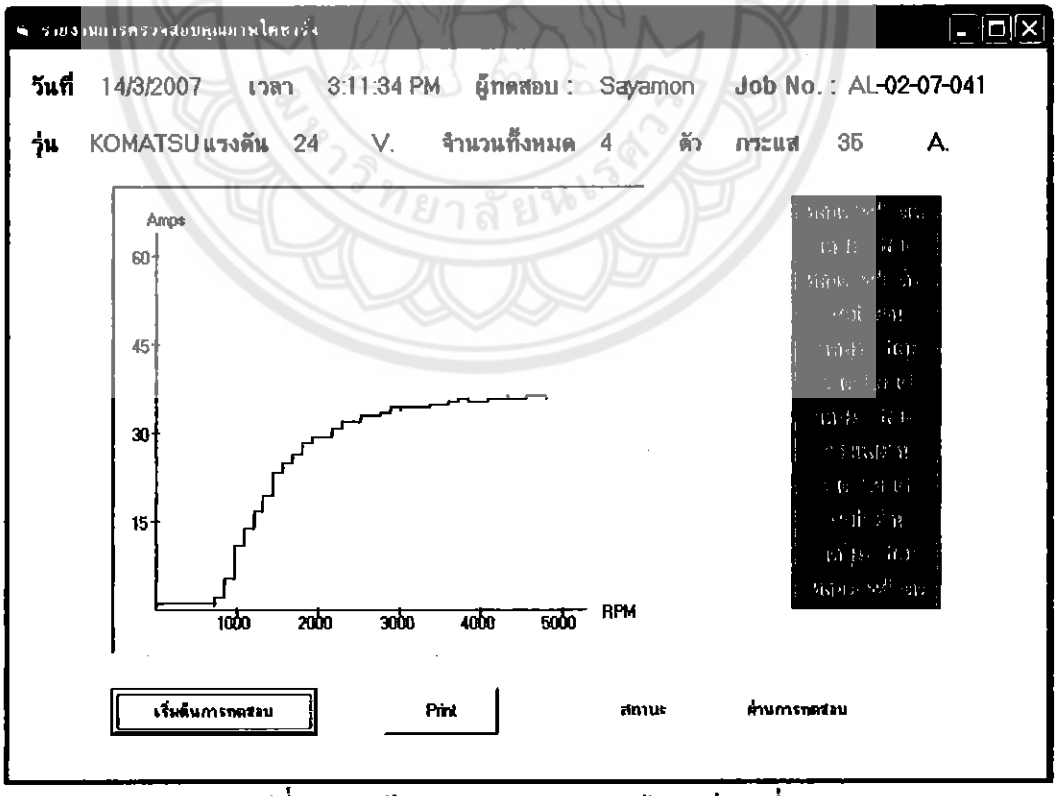
รูปที่ 4.15 หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 15



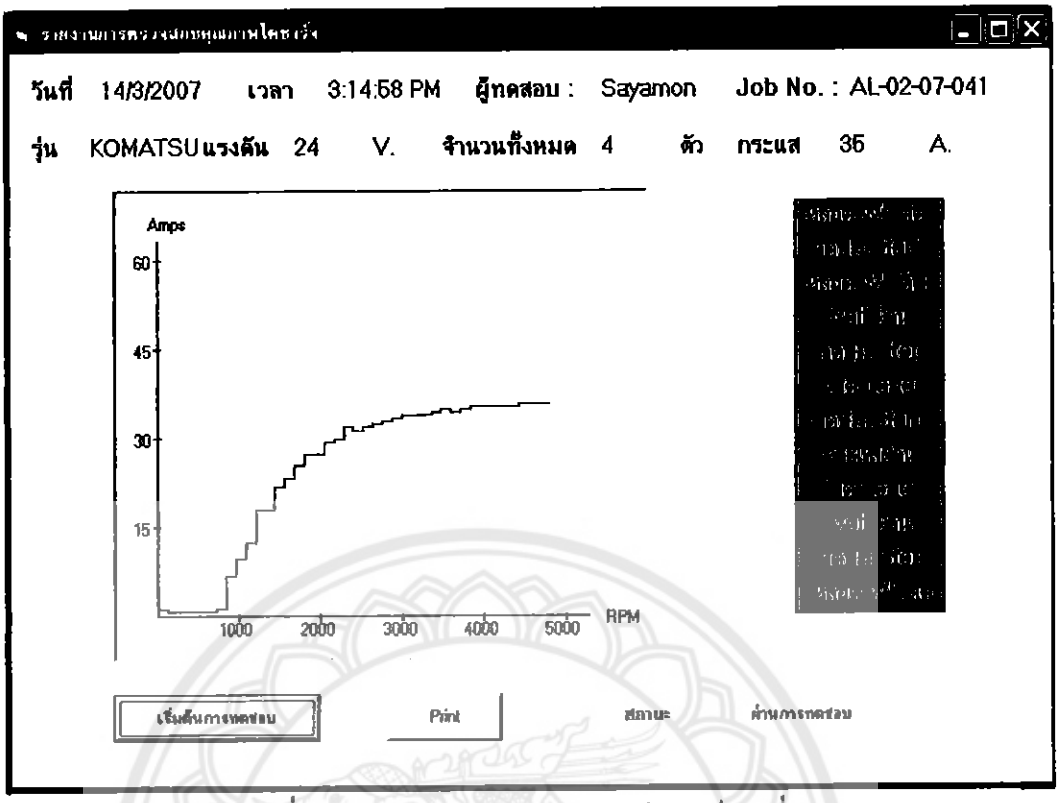
รูปที่ 4.16 หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 16



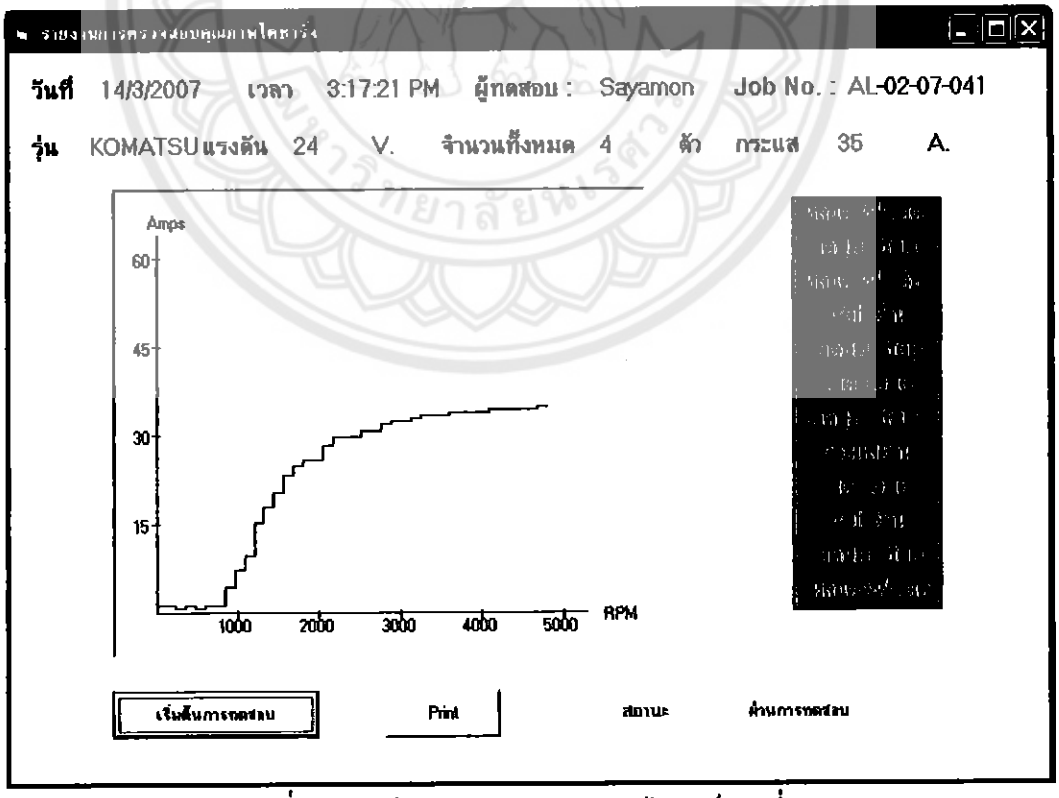
รูปที่ 4.17 หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 17



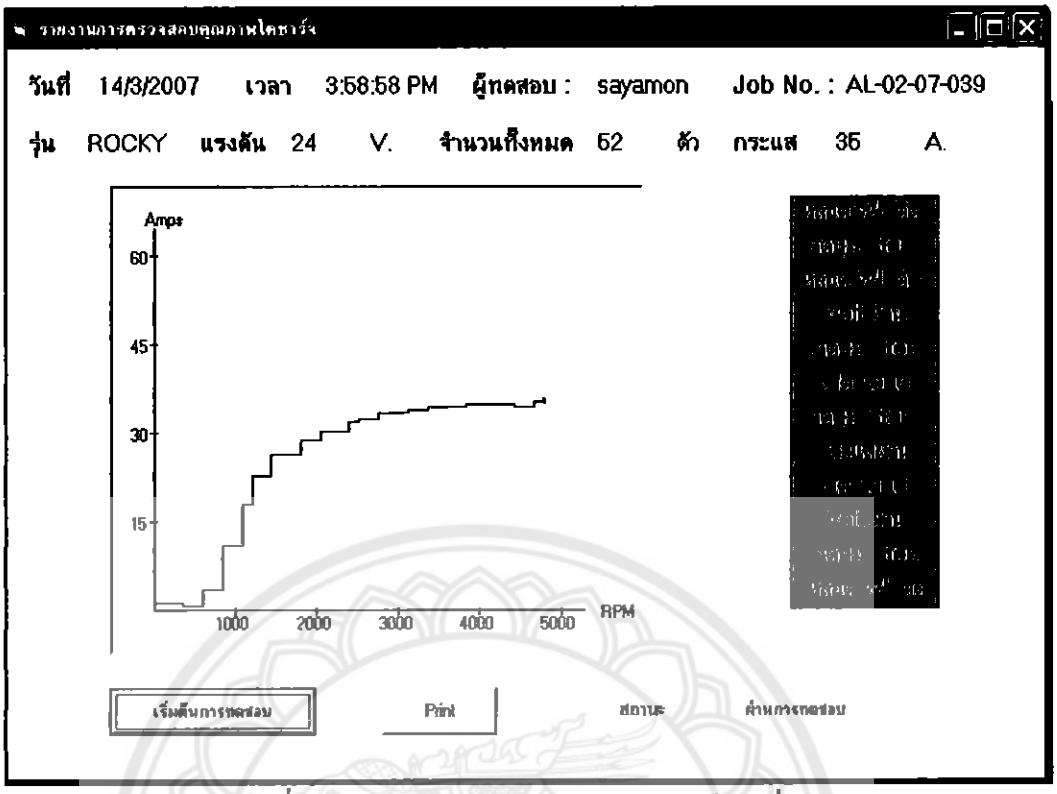
รูปที่ 4.18 หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 18



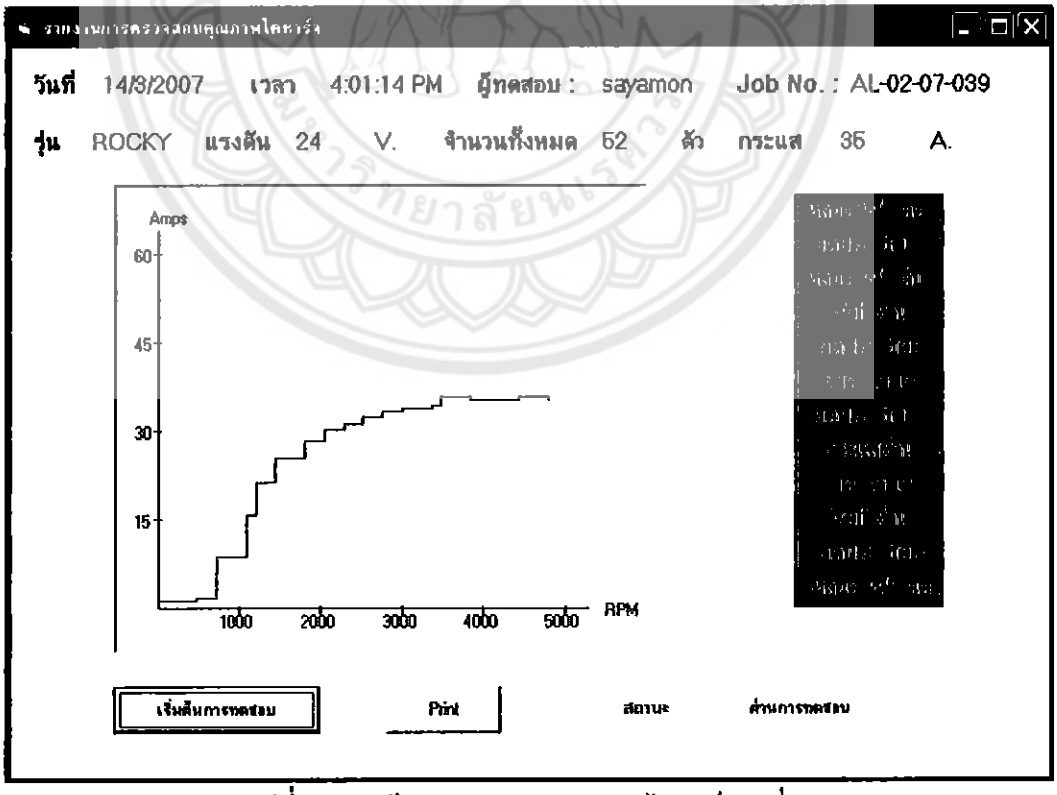
รูปที่ 4.19 หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 19



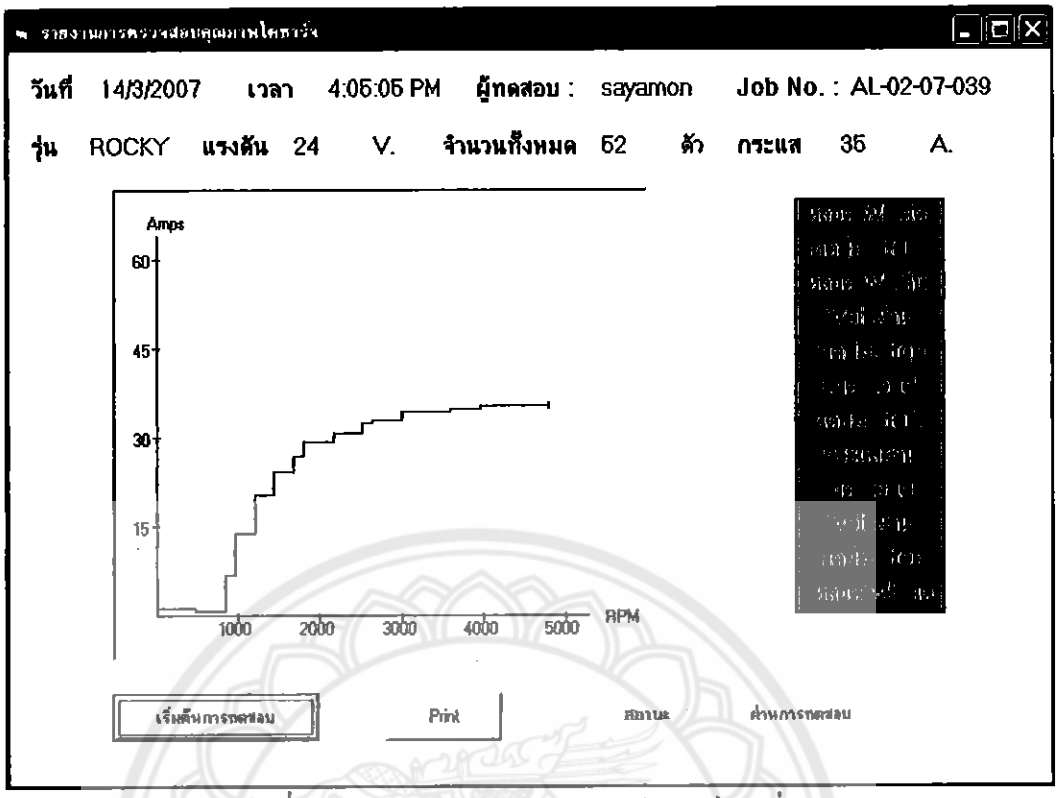
รูปที่ 4.20 หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 20



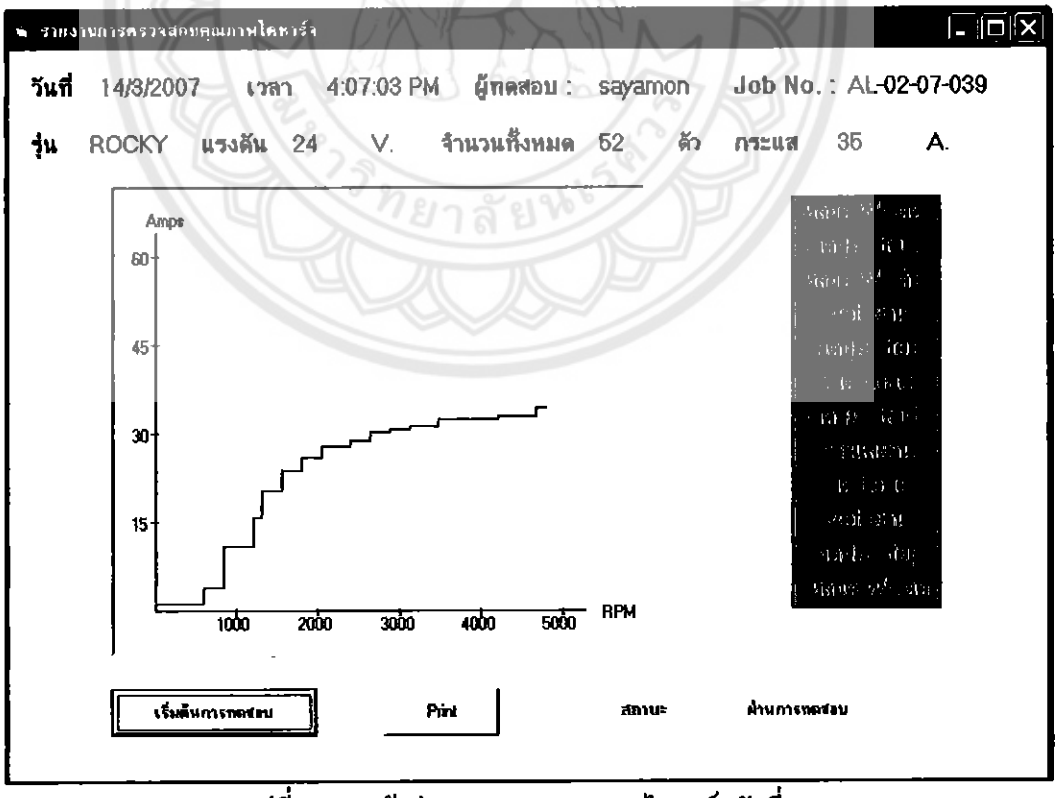
รูปที่ 4.21 หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 21



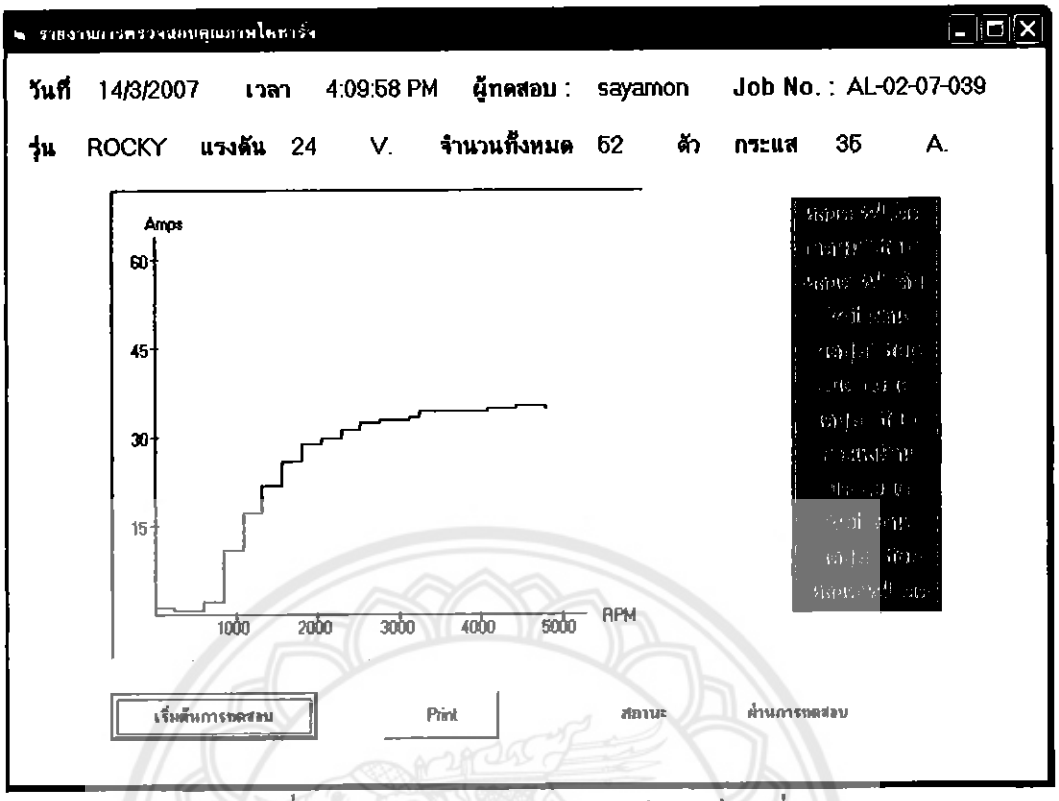
รูปที่ 4.22 หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 22



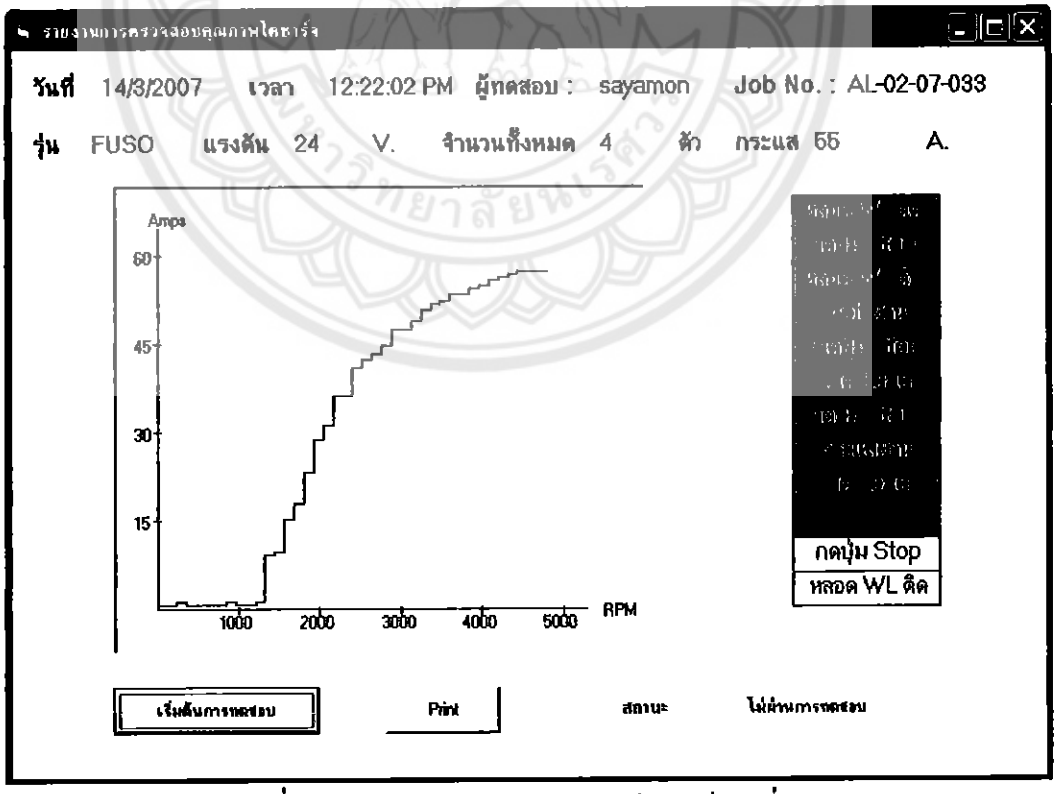
รูปที่ 4.23 หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 23



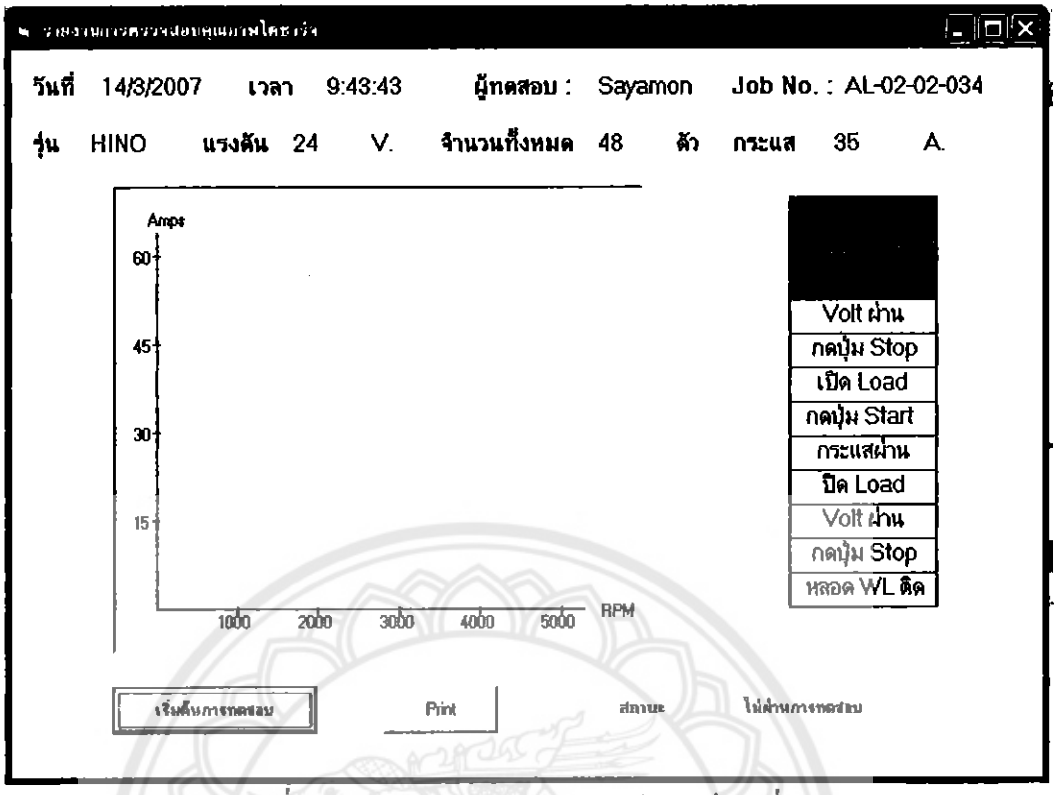
รูปที่ 4.24 หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 24



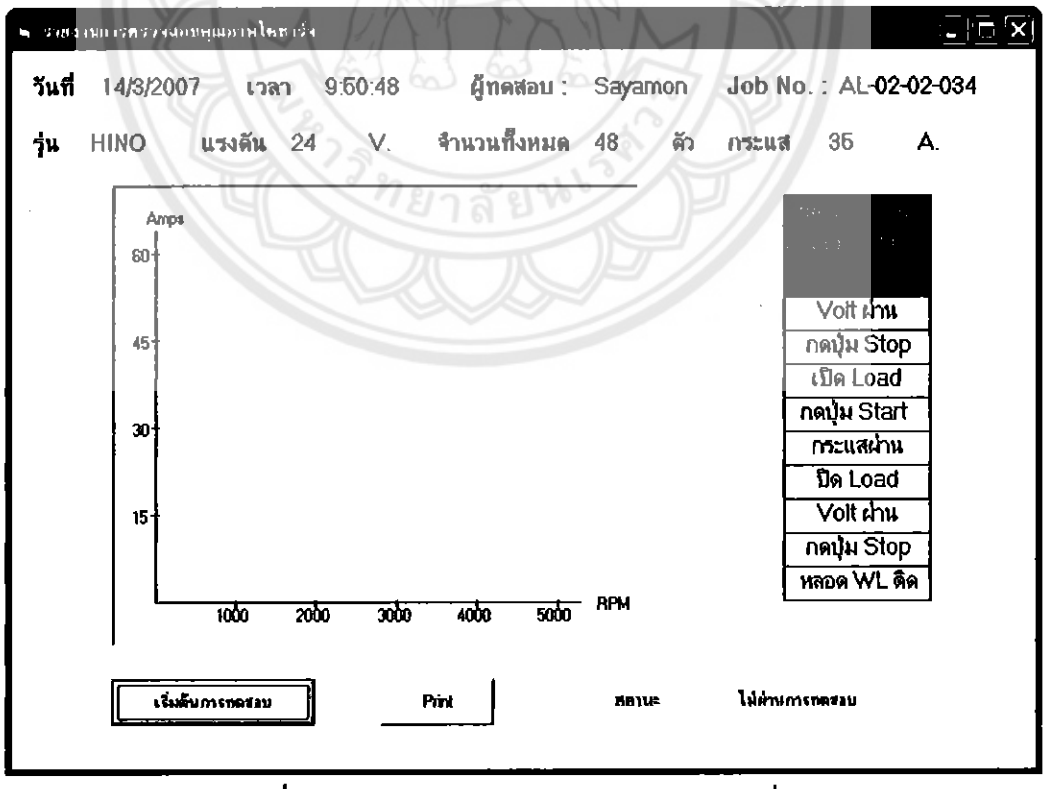
รูปที่ 4.25 หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 25



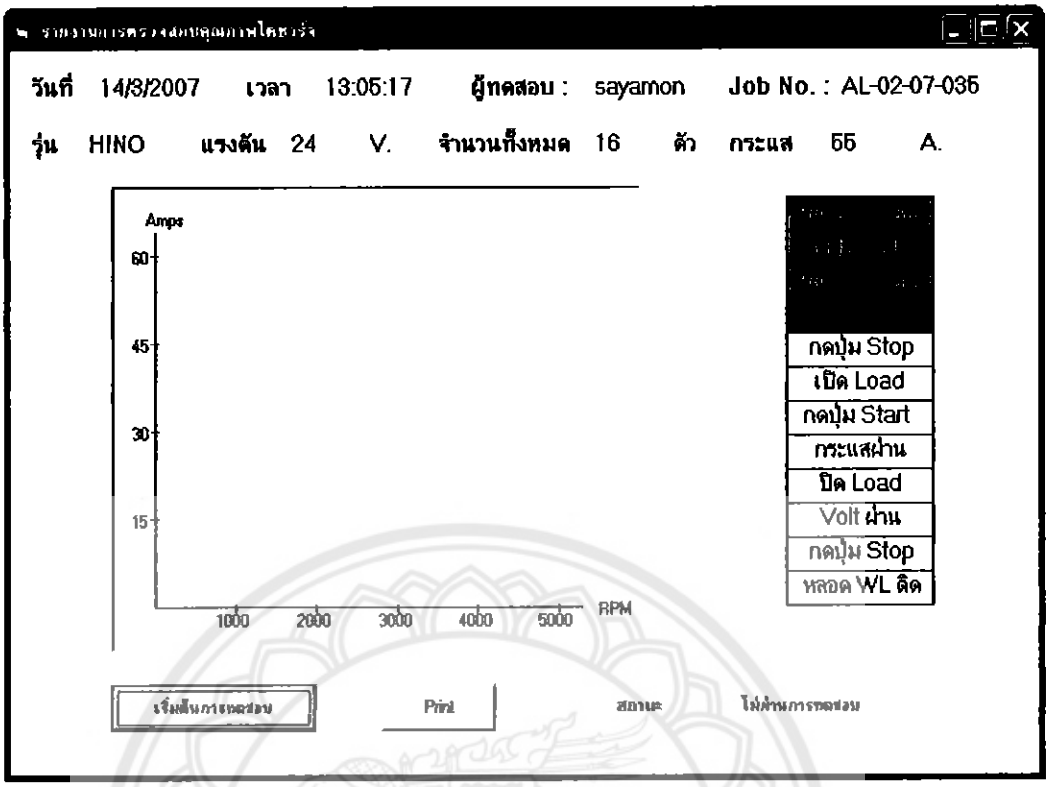
รูปที่ 4.26 หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 26



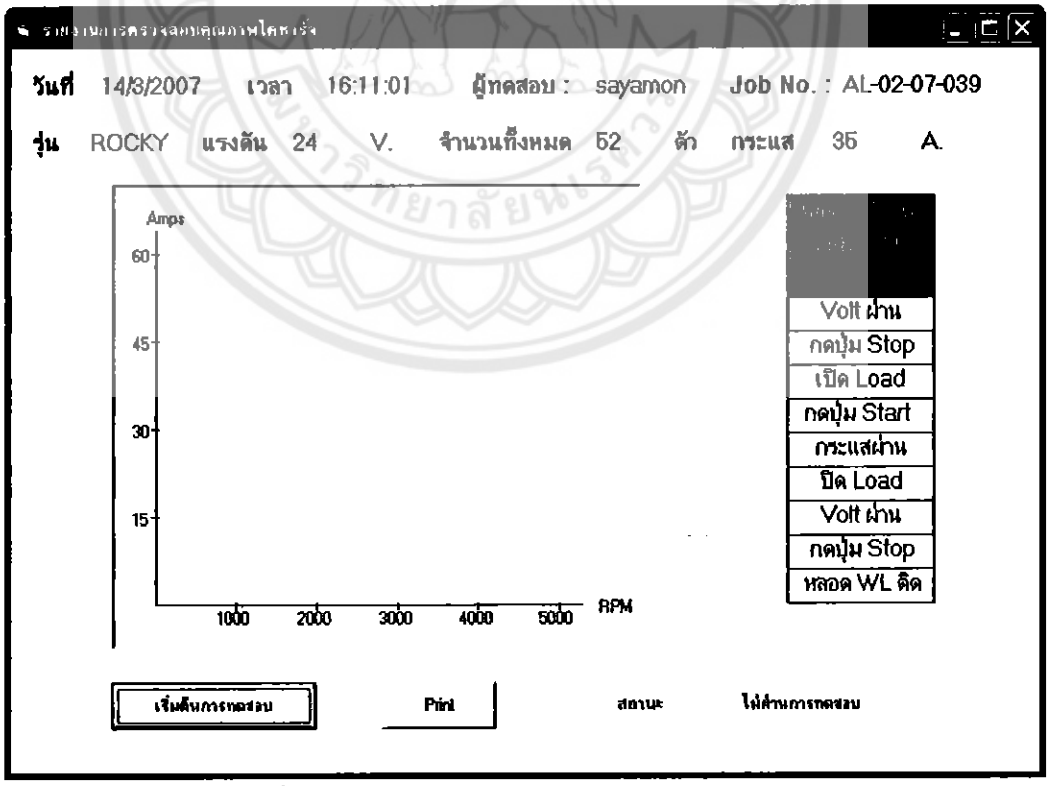
รูปที่ 4.27 หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 27



รูปที่ 4.28 หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 28



รูปที่ 4.29 หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 29



รูปที่ 4.30 หน้าต่างผลการตรวจสอบไดชาร์จตัวที่ 30

4.2 วิเคราะห์ผลการทดสอบ

จากผลการทดสอบระบบการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จแบบดั้งเดิมดังตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบกับระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์ดังตารางที่ 4.3 จะพบว่าทั้ง 2 วิธีให้ผลการตรวจสอบไดชาร์จเหมือนกันทุกขั้นตอน ทั้งได้ชาร์จที่ "ผ่านการทดสอบ" และ "ไม่ผ่านการทดสอบ" โดยที่ระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จที่จัดทำขึ้นสามารถแสดงสถานะไดชาร์จในแต่ละขั้นตอนได้ตรงกับสถานะของการทดสอบแบบดังเดิม

จากรูปที่ 4.1 ถึงรูปที่ 4.30 เป็นผลจากระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะแสดงผลในรูปแบบของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและกระแสขณะที่ Load คงที่ โดยค่าของกระแสจะแปรผันตามความเร็วรอบ กล่าวคือเมื่อค่าความเร็วรอบเพิ่มขึ้นค่าของกระแสก็จะเพิ่มขึ้นด้วยไปเรื่อยๆ จนถึงจุดๆ หนึ่งค่ากระแสจะคงที่ถึงแม้ว่าความเร็วรอบจะเพิ่มขึ้นก็ตาม

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุปผล

จากการพัฒนาระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์ ให้กับบริษัท พีอี เทคนิค จำกัด ซึ่งได้มีการพัฒนาระบบการรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จโดยมีการสร้างอุปกรณ์รับส่งของมูลที่ใช้สำหรับการรายงานผลการทดสอบ และพัฒนาโปรแกรมประมวลผลและแสดงผลการตรวจสอบ ได้ข้อสรุปว่าการทดลองใช้ระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์เปรียบเทียบกับระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จแบบเดิมมีผลทำให้ประสิทธิภาพการรายงานการทดสอบคุณภาพไดชาร์จที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นกว่าระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จแบบเดิม ในแง่ของการแสดงผลการรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยรูปแบบกราฟผ่านทางคอมพิวเตอร์

5.2 ข้อเสนอแนะ

- ระบบรายงานการทดสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์ ควรมีการจัดเก็บข้อมูลการทดสอบในรูปของฐานของมูลไว้ด้วย
- การติดต่อรับ-ส่งข้อมูลอาจจะใช้พอร์ตขนานเพื่อเพิ่มความเร็วในการส่งข้อมูล
- การส่งรับ-ส่งข้อมูลควรใช้ Digital filter เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวน
- ควรมีวิธีการป้องกันการเกิด Overflow ของแรงดันที่ส่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารอ้างอิง

[1] กฤษดา ใจเย็น, ณัฏฐพล วงศ์สุนทรชัย, ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. เรียนรู้และใช้งาน PICBASIC PRO คอมไพเลอร์ เขียนโปรแกรมภาษาเบสิกควบคุมไมโครคอมโทรลเลอร์ PIC. กรุงเทพมหานคร : บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด. 2542

[2] สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร. คู่มือเขียนโปรแกรม Visual Basic 6 ฉบับผู้เริ่มต้น. นนทบุรี : บริษัท ไอดีซี อินโฟ ดิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์ จำกัด. 2548

[3] อภิชาติ ภู่พลับ. เริ่มต้นเขียนโปรแกรมติดต่อและควบคุมฮาร์ดแวร์ด้วย Visual Basic. กรุงเทพมหานคร : บริษัท ด่านสถิทธาการพิมพ์ จำกัด. 2546

[4] อภิชาติ ภู่พลับ. สนุกกับการประยุกต์ใช้ Visual Basic. กรุงเทพมหานคร : บริษัท ด่านสุทธากา รพิมพ์ จำกัด. 2546

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การติดตั้งโปรแกรมระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์

1. เตรียมความพร้อมก่อนติดตั้งโปรแกรมระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์

ก่อนจะเริ่มติดตั้งโปรแกรมระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์ให้กับคอมพิวเตอร์นั้น ควรเริ่มจากการสำรวจความพร้อมของคอมพิวเตอร์ และตรวจสอบสิ่งที่จำเป็นต้องใช้งานก่อน เพื่อให้การติดตั้งและการใช้งานเป็นไปอย่างราบรื่น

ตรวจความพร้อมของคอมพิวเตอร์และฮาร์ดแวร์

สำหรับฮาร์ดแวร์ที่ต้องใช้เพื่อการติดตั้งโปรแกรมระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์นั้นสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบฮาร์ดแวร์ที่ต้องใช้ในการติดตั้งโปรแกรมระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์

รายการ	คำอธิบาย
ซีพียู	ซีพียูตั้งแต่ Pentium 166 MHz ขึ้นไปหรือ AMD K6ขึ้นไป หรือซีพียู Cyrix รุ่นที่มีความเร็ว 120 MHz ขึ้นไป
ฮาร์ดดิสก์ (Hard Disk)	ควรมีเนื้อที่ว่างในฮาร์ดดิสก์สำหรับติดตั้งและองค์ประกอบอื่นๆ ดังนี้ - Standard Edition: 80 MB - Professional Edition: เต็มที่ 80 MB - Enterprise Edition: เต็มที่ 147 MB
แรม(RAM)	แรมที่สามารถใช้งานควรมีตั้งแต่ 32 MB ขึ้นไป
ซีดีรอม(CD-ROM)	ต้องมี โดยเป็นซีดีรอม 2X ขึ้นไป

ตรวจความพร้อมของซอฟท์แวร์

สำหรับซอฟท์แวร์ที่ใช้งานเพื่อการติดตั้งโปรแกรมระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์ ได้แก่

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบซอฟท์แวร์ที่ต้องใช้ในการติดตั้งโปรแกรมระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์

รายการ	คำอธิบาย
ระบบปฏิบัติการ	ต้องเป็นระบบปฏิบัติการตระกูล Windows ของไมโครซอฟท์เท่านั้น ซึ่งรุ่นที่ใช้งาน ได้แก่Windows95/98/Me/4.0Workstation/2000(ทุกรุ่น)/ XP(ทุกรุ่น)
โปรแกรมที่ผู้วิจัยทำขึ้น	เพื่อนำมาใช้ในการติดตั้งโปรแกรมระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์

2. วิธีการติดตั้งโปรแกรมระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์

วิธีการติดตั้งโปรแกรมระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์นั้นสามารถทำได้สะดวกและรวดเร็วเพียงคัดลอกไฟล์ "TestDycharge.exe" มาวางในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องการลงโปรแกรมจากนั้นก็สามารถใช้งานได้เลย

ภาคผนวก ข

การสร้างอุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูล

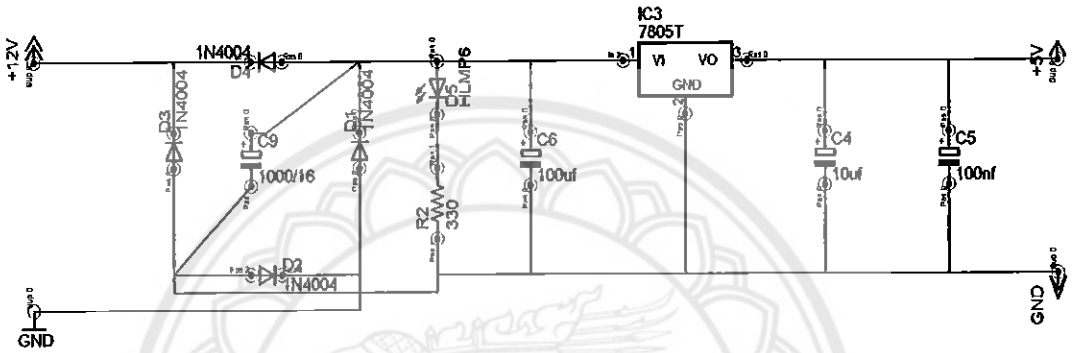
อุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ต่างๆ ที่ใช้ในการสร้างอุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูลมีดังนี้

ตารางที่ 1 อุปกรณ์สำหรับใช้สร้างอุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูล

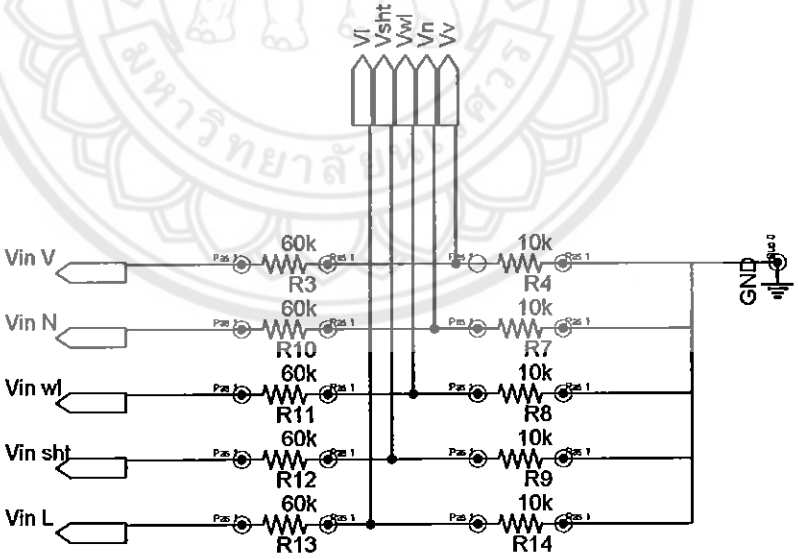
ลำดับที่	ชื่ออ้างอิงในวงจร	รายการ	จำนวนทั้งหมดที่ใช้(ตัว)
1	IC1	MAX232	1
2	IC2	PIC16F877	1
3	IC3	7805	1
4	D1-D4	1N4004	4
5	D5,D9	LED 5 mm.	2
6	D6-D8	P600K	3
7	K1	Relay 6 ขา	1
8	Q1	Crystal 20 MHz.	1
9	C1-C3	10uF/50V	3
10	C4	10uF/25V	1
11	C5	100nF Ceramic	1
12	C6	100uF/25V	1
13	C7-C8	10uF/50V	2
14	C9	1000uF/16V	1
15	J1	Terminal 3 pin	1
16	R1	4.7 K ohm	1
17	R2	330 ohm	1
18	R3,R5,R10-R13	60 K ohm	6
19	R4,R6-R9,R14	10 K ohm	6
20	R15	100 K ohm	1
21	R16	50 K ohm	1
22	R17	10 K ohm	1
23	Q2	TCRT5000	1
24	Q3	BC549C	1

ตารางที่ 1(ต่อ) อุปกรณ์สำหรับใช้สร้างอุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูล

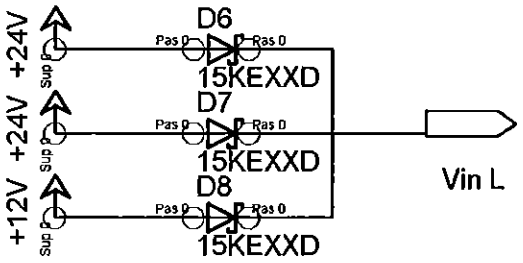
ที่	ชื่ออ้างอิงในวงจร	รายการ	จำนวนทั้งหมดที่ใช้(ตัว)
25	R18	25 K	1
26	C10	0.1 uF	1
27	IC4	ACS754SCB-200	1



รูปที่ 1 วงจรจ่ายไฟในอุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูล

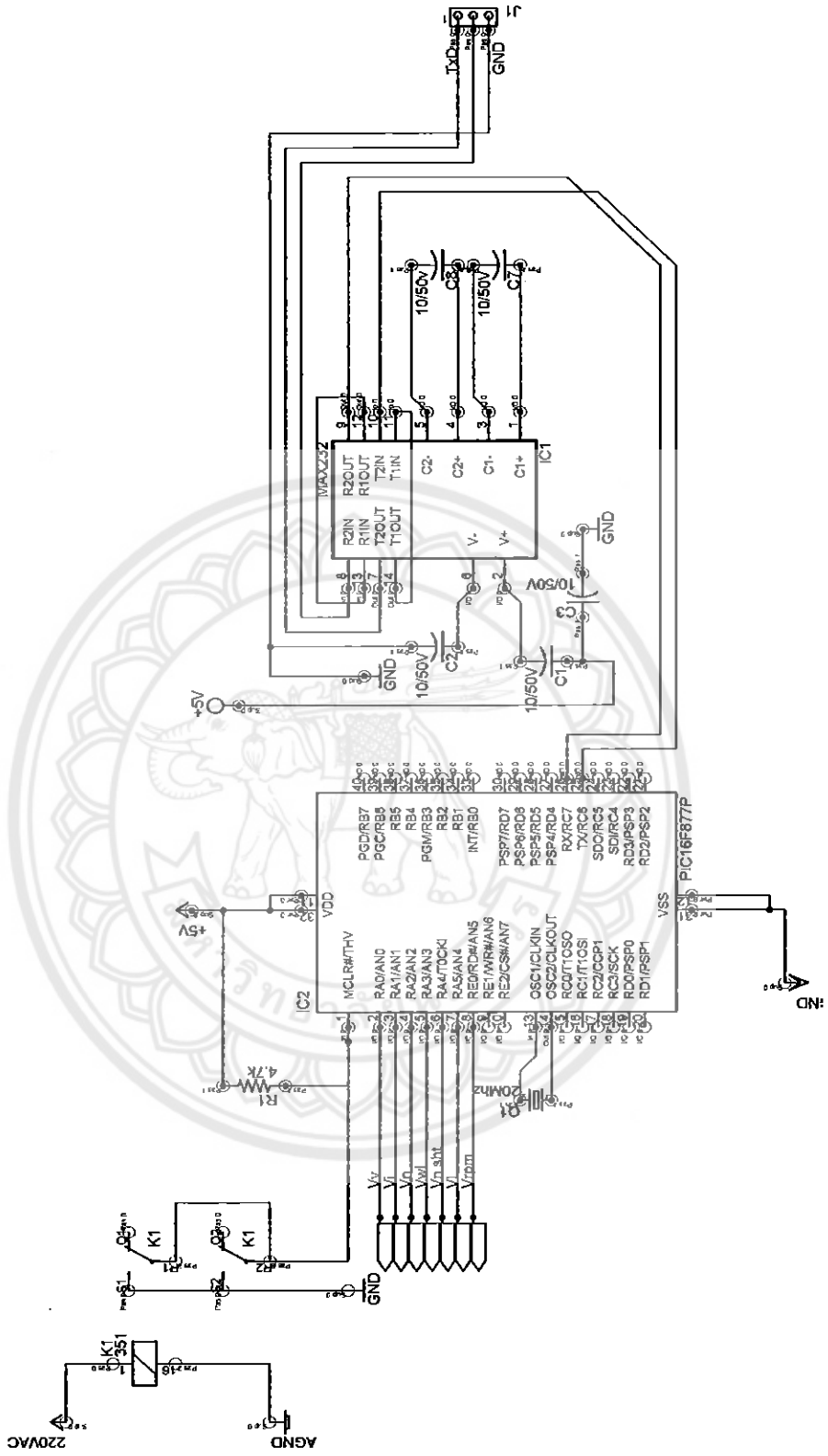


รูปที่ 2 วงจรแบ่งแรงดันในอุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูล

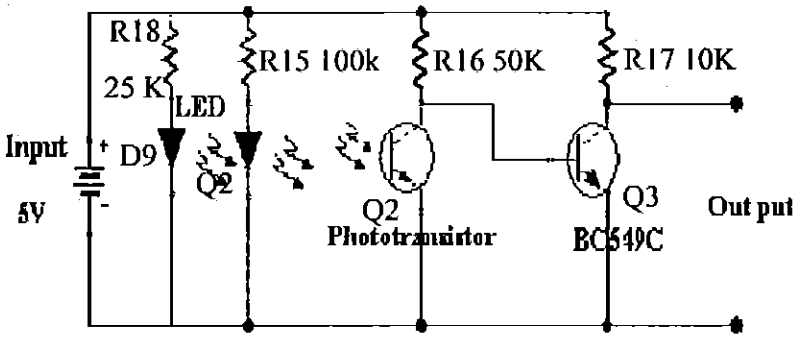


รูปที่ 3 วงจรรับสัญญาณโหลดในอุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูล

มหาวิทยาลัยนเรศวร



รูปที่ 4 แปลงสัญญาณA2D และการต่อพอร์ต RS232 และการรับสัญญาณ Start



รูปที่ 5 วงจรเซ็นเซอร์วัดความเร็วรอบ

ภาคผนวก ค

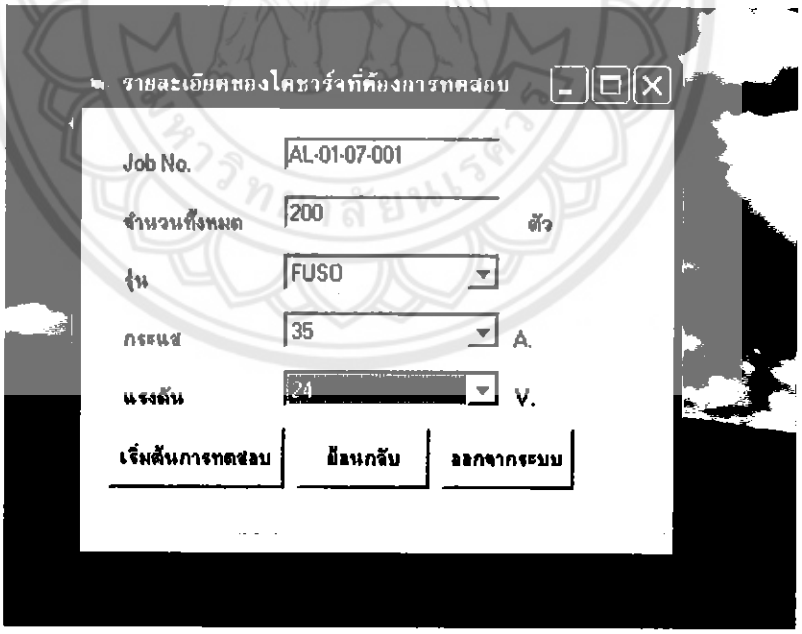
วิธีการใช้โปรแกรมระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์

วิธีการใช้โปรแกรมระบบรายงานการตรวจสอบคุณภาพไดชาร์จด้วยคอมพิวเตอร์นั้นสามารถทำได้ตามขั้นตอนดังนี้

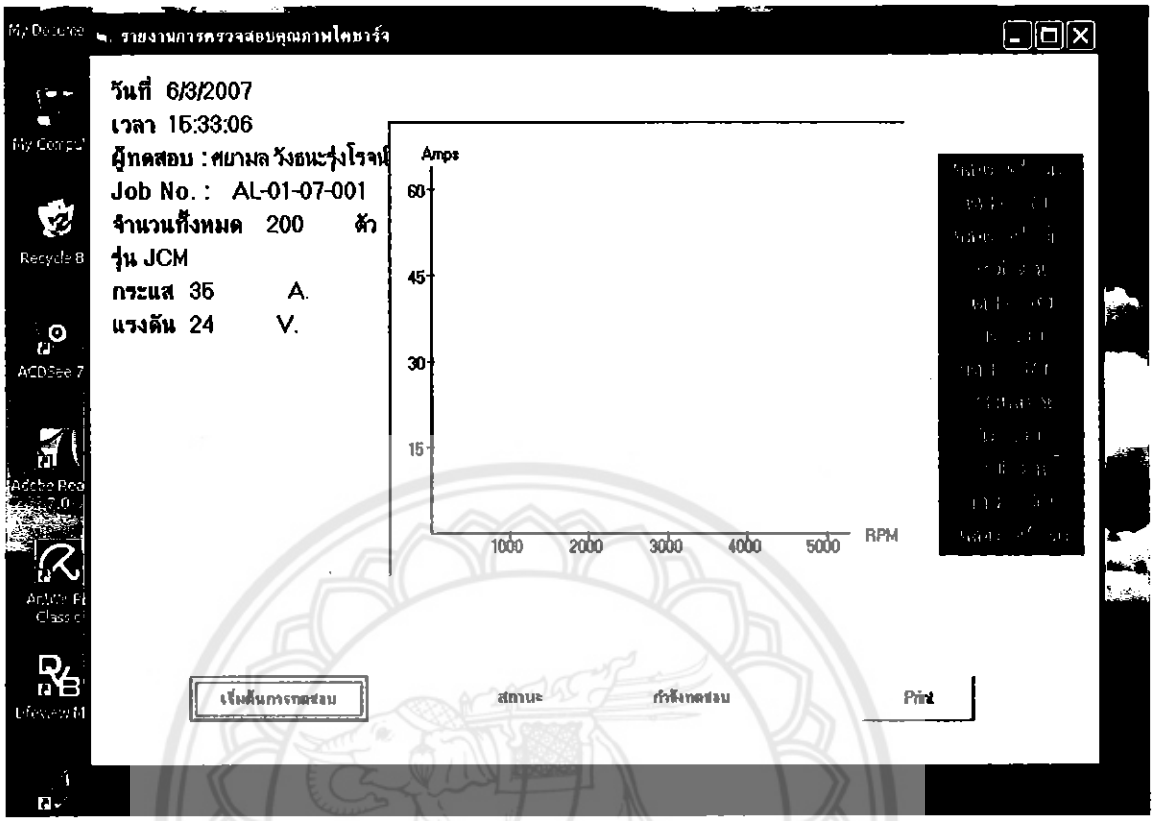
1. ดับเบิลคลิกที่ไอคอน “TestDycharge”

2. ใส่ชื่อผู้ทดสอบ และคลิกที่ปุ่ม "กรอกรายละเอียด"

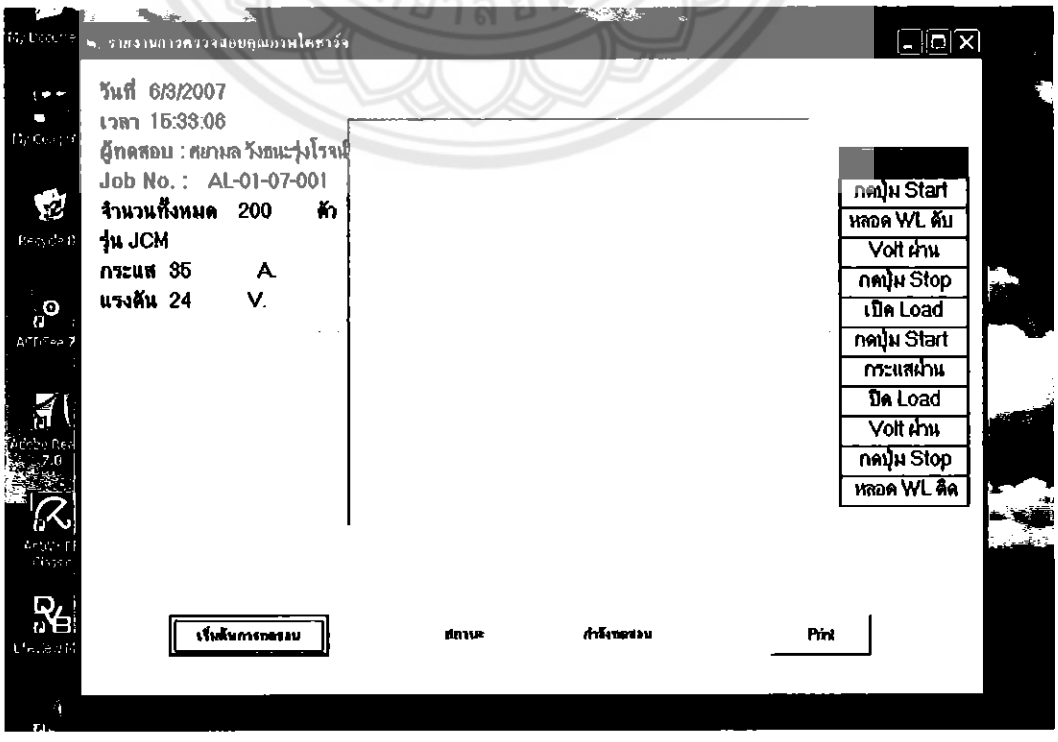
3. กรอกรายละเอียดไดชาร์จที่ต้องการทดสอบ แล้วกดปุ่ม "เริ่มต้นการทดสอบ"



4. กดปุ่ม "เริ่มต้นการทดสอบ"



5. ขั้นตอนใดที่ผ่านการทดสอบจะเป็นพื้นสีเขียว แต่ถ้าขั้นตอนใดอยู่ระหว่างการทดสอบจะเป็นสีแดง ให้ทำตามขั้นตอนไปเรื่อยๆ จะกว่าจะถึงขั้นตอนสุดท้าย โดยสถานะปรากฏคำว่า "ผ่านการทดสอบ"



ประวัติผู้เขียนโครงงาน

ชื่อ น.ส.ศยามล วังธนะรุ่งโรจน์
ภูมิลำเนา 94 ถ.บำรุงราษฎร์ ต.ในเมือง อ.เมือง
จ.กำแพงเพชร 62000

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนกำแพงเพชรพิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: fornaruk@hotmail.com

ชื่อ นายศราวุฒิ ทองจันทร์
ภูมิลำเนา 77/2 หมู่ 6 ต.ห้วยยั้ง อ.พรานกระต่าย
จ.กำแพงเพชร 62110

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: rooms_999@hotmail.com