มหาวิทยาลัยศรีปทุม

รายงานการวิจัย

เรื่อง

การอัดประจุฉ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานิส

ชาญชัย ภูริปัญโญ

ภรณี วรรณศิริ

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

งานวิจัยนี้ ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยศรีปทุม

ประจำปีการศึกษา 2540

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือ และสนับสนุนจากคณาจารย์หลายท่านทั้งในทางตรงและทางอ้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ศาสตราจารย์ ฉลอง เกิดพิทักษ์ ที่ปรึกษาโครงการวิจัยนี้ ซึ่งได้ให้คำแนะนำและการอนุเคราะห์ที่มีค่าตลอดระยะเวลาที่ได้ทำงานวิจัยฉบับนี้

ทางคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ อาจารย์รัชนีพร พุคยาภรณ์ พุกกะมาน อธิการบดีมหาวิทยาลัยศรีปทุม ศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ศรีกาฬสินธุ์ ผู้ช่วยนายกสภาการอุดมศึกษาและประธานคณะกรรมการพัฒนางานวิจัย รองศาสตราจารย์ ดร.อุทัย ภิรมย์รื่น รองอธิการบดีอาวุโสมหาวิทยาลัยศรีปทุม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิ่มนวล ศรีจาด รักษาการรองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและรักษาการผู้อำนวยการสำนักวิจัย มหาวิทยาลัยศรีปทุม รวมทั้งอาจารย์ประจำสำนักวิจัยที่ได้กรุณาเอื้อเฟื้อ และติดต่อประสานงานด้วยน้ำใจงดงามยิ่ง คือ อาจารย์นิภาวรรณ พุทธสงกรานต์และนางสาวเนาวนิตย์ บูรณะวิทย์ สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ คุณเกรียงไกร สิงห์วงศ์ ที่ได้ช่วยจัดการในบางส่วนเอกสารของงานวิจัยฉบับนี้

คุณความดีอันจะพึงมีจากงานวิจัยนี้ คณะผู้ทำวิจัยขอน้อมเป็นเครื่องบูชาพระคุณแก่คุณบิดามารดาและพระคุณของครูอาจารย์ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ และขอมอบแด่มหาวิทยาลัยศรีปทุม สถาบันที่เป็นบ่อเกิดแห่งวิชาที่เบิกบานเช่นดอกบัว

คณะผู้จัดทำวิจัย

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันได้มีการใช้ถ่านไฟกันอย่างแพร่หลาย โดยถ่านไฟนี้มีทั้งถ่านไฟที่เป็นแบบปฐมภูมิและทุติยภูมิ ถ่านไฟประเภทแรกเป็นถ่านไฟที่ใช้งานได้เพียงครั้งเดียว ส่วนถ่านไฟประเภทหลังเป็นถ่านไฟที่สามารถอัดประจุใหม่ได้

ถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีสจัดเป็นถ่านไฟแบบปฐมภูมิที่มีประสิทธิภาพสูงเป็นที่นิยมใช้ แต่มีราคาสูงกว่าถ่านไฟปฐมภูมิแบบอื่นๆ อย่างไรก็ตามถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีสนี้เมื่อสิ้นสุดอายุการใช้งานจะถูกกำจัดไปเป็นขยะเหมือนกับถ่านไฟแบบอื่นๆ

จุดประสงค์ของงานวิจัยฉบับนี้ เพื่อหาวิธีการอัดประจุถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีส เพื่อนำถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีสกลับมาใช้งานใหม่ จนกระทั่งไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก การนำกลับมาใช้งานนี้มีข้อจำกัดเมื่อเทียบกับถ่านไฟแบบทุติยภูมิที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดในปัจจุบัน

ข้อมูลที่ทดสอบในงานวิจัยฉบับนี้คือ รูปแบบของสัญญาณการอัดประจุที่เหมาะสมเพื่ออัดประจุถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีสอย่างมีประสิทธิภาพ ช่วงเวลาและภาวะที่เหมาะสมในการอัดประจุ รวมทั้งจำนวนครั้งที่เหมาะสมในการอัดประจุถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีส

ผลการทดสอบที่ได้ปรากฏว่าการใช้วิธีการอัดประจุอย่างเร็วภายใต้การควบคุมของคอมพิวเตอร์สามารถลดเวลาการอัดประจุได้ระหว่าง 5-9 เท่า คือช่วงเวลาในการอัดประจุจะอยู่ในช่วงเวลาประมาณ 1 ถึง 2 ชั่วโมงครึ่ง ระยะเวลาการใช้งานในวงจรทดสอบทั้งหมดประมาณ 13 ชั่วโมงครึ่ง (โดยที่ช่วงเวลาที่ใช้งานเบื้องต้นก่อนที่จะมีการอัดประจุอยู่ที่ประมาณ 4 ชั่วโมงครึ่ง) นอกจากนี้ระดับแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ในการอัดประจุอยู่ที่ประมาณ 1.0 โวลต์ (ซึ่งค่าแรงดันไฟฟ้านี้อยู่ ต่ำกว่าแรงดันไฟฟ้า 1.1 โวลต์ที่ทางผู้ผลิตเครื่องอัดประจุถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีสแบบอื่นๆ)

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

Abstract

Using batteries presently are way of life. The batteries can be classified into "Primary cell" and "Secondary cell". The former is a one-time usage type battery, the latter is a rechargeable one.

Alkaline Manganese battery is being classified as a primary cell battery. The performance of this battery is far better than ordinary primary battery but one main set back is the price. However, the Alkaline Manganese battery is still be eliminated as waste material at the end of its life cycle.

The goal of this research is to find an effective way to reuse the Alkaline Manganese battery by recharging them. The recharging process will continue as long as the process is still effective. There is a limit to the number of times to recharge the Alkaline Manganese battery. This figure is somewhat lower than those of the rechargeable batteries available in the market today.

This research covers the following topics: format of the rechargeable signal which is suitable for the Alkaline Manganese batteries, rechargeable interval and the number of times which is appropriate to recharge the above batteries.

The result of this research indicates that when using the computer to control the rapid charging process, it will reduce the recharging process by at least 5-9 times. The typical recharging time is between 1 to 2(1/2) hours. The typical usage time is approximately 13(1/2) hours (the first usage time before any recharge is at 4(1/2) hours. Beside the above improvement, the initial recharge voltage is at 1.0 volt (this recharge voltage is lower than the 1.1 volts which is recommended by those manufacturers who manufacture the alkaline rechargeable units).

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
	ระเบียบการวิจัย	2
	ขอบเขตการวิจัย	3
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	3
2	ทฤษฎี	4
	ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับถ่านไฟ	4
	การทำงานของถ่านไฟ	5
	โครงสร้างและการทำงานของถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีส	7
3	การอัดประจุถ่านไฟ	10
	การอัดประจุใหม่ของถ่านไฟแบบทุติยภูมิ	10
	การอัดประจุทีละน้อย (Trickle charge)	10
	การอัดประจุใหม่อย่างเร็ว (Fast charge)	10
	การอัดประจุใหม่อย่างเร่งด่วน (Super-fast charge)	11
4	การทดสอบอัดประจุถ่านไฟ (เฉพาะถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีส)	12
	วิธีการอัดประจุที่ใช้ในการวิจัย	12
	ลำดับขั้นตอนการทดสอบ	13
	แนวทางในการทดสอบถ่านไฟ	15
	การอัดประจุทีละน้อย	15
	การอัดประจุอย่างเร็ว	15
5	การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ	16
	ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ	16

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

หน้า

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ 16

6 สรุปงานวิจัยและข้อเสนอแนะ 38

สรุปงานวิจัย 38

ข้อเสนอแนะของงานวิจัย 39

บรรณานุกรม 41

ภาคผนวก 43

ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ 44

ภาคผนวก ข รายละเอียดของโปรแกรมและโปรแกรมที่ใช้ในการทดสอบ 56

ภาคผนวก ค ตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ ตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ 73

ภาคผนวก ง ตัวอย่างผลสรุปการทดสอบ 87

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	ตัวอย่างตารางอัตราการกระแสของเครื่องอัดประจุถ่านไฟอัลคาไลน์.....	12
2	ตัวอย่างข้อมูลเกี่ยวกับถ่านไฟที่ใช้ทดสอบในงานวิจัย.....	18
3	ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-B070799 (อัดประจุทีละน้อย)	20
4	ตัวอย่างสรุปข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-B070799 (อัดประจุทีละน้อย)	21
5	ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-C070799 (อัดประจุทีละน้อย).....	23
6	ตัวอย่างสรุปข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-C070799 (อัดประจุทีละน้อย)	24
7	ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-B071199 (อัดประจุทีละน้อย)	26
8	ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-B071199 (อัดประจุทีละน้อย)	27
9	ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-A081099 (อัดประจุอย่างเร็ว)	29
10	ตัวอย่างสรุปข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-A081099 (อัดประจุอย่างเร็ว)	30
11	ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-B081099 (อัดประจุอย่างเร็ว)	32
12	ตัวอย่างสรุปข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-B081099 (อัดประจุอย่างเร็ว)	33
13	ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Maxell-B081099 (อัดประจุอย่างเร็ว)	35
14	ตัวอย่างสรุปข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Maxell-B081099 (อัดประจุอย่างเร็ว) ...	36
15	ค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าของ DAC กับค่าแรงดันไฟฟ้าจริงที่อ่านได้จากวงจร	55
16	ตัวอย่างแบบทดสอบการอัดประจุถ่านไฟ Alkaline Manganese.....	62
17	ตัวอย่างสรุปแบบทดสอบการอัดประจุถ่านไฟ Alkaline Manganese	63
18	ส่วนหนึ่งของตัวอย่างข้อมูลการอัดประจุแบบทีละน้อยที่อยู่ในรูปแบบของ ASCII.....	77
19	ข้อมูลสรุปเกี่ยวกับถ่านไฟอัลคาไลน์ AIKO ที่ได้ทำการทดสอบการอัดประจุแบบทีละน้อย	78
20	ข้อมูลสรุปเกี่ยวกับถ่านไฟอัลคาไลน์ Duracell ที่ได้ทำการทดสอบการอัดประจุแบบทีละน้อย	80
21	ข้อมูลสรุปเกี่ยวกับถ่านไฟอัลคาไลน์ Energizer ที่ได้ทำการทดสอบการอัดประจุแบบทีละน้อย	83

มหาวิทยาลัยศรีปทุม SRIPATUM UNIVERSITY

ตาราง		หน้า
22	ข้อมูลสรุปเกี่ยวกับถ่านไฟอัลคาไลน์ Sony ที่ได้ทำการทดสอบการอัดประจุแบบทีละน้อย	85
23	ข้อมูลสรุปเกี่ยวกับถ่านไฟอัลคาไลน์ที่ได้ทำการทดสอบการอัดประจุอย่างเร็ว..	86
24	ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Energizer-A240399 (อัดประจุทีละน้อย) ...	89
25	ตัวอย่างสรุปข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Energizer-A240399 (อัดประจุทีละน้อย)	90
26	ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-A180399 (อัดประจุทีละน้อย)	92
27	ตัวอย่างสรุปข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-A180399 (อัดประจุทีละน้อย)	93
28	ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-C080499 (อัดประจุอย่างเร็ว)	95
29	ตัวอย่างสรุปข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-C080499 (อัดประจุอย่างเร็ว)	96
30	ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Panasonic-A081299 (อัดประจุอย่างเร็ว) ..	98
31	ตัวอย่างสรุปข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Panasonic-A081299 (อัดประจุอย่างเร็ว)	99
32	ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-A080899 (อัดประจุอย่างเร็ว)	101
33	ตัวอย่างสรุปข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-A080899 (อัดประจุอย่างเร็ว) ..	102

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1	ตัวอย่างและขนาดของถ่านไฟที่ผลิตกันในปัจจุบัน	5
2	ถ่านไฟแบบพื้นฐานที่มีอาโนด คาโถดและอิเล็คโทรไลท์	6
3	ตัวอย่างการต่อโหลดเข้ากับถ่านไฟ	7
4	ตัวอย่างโครงสร้างภายในของถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีส	8
5	ตัวอย่างรูปแบบสัญญาณไฟที่ใช้ในการอัดประจุให้กับถ่านไฟอัลคาไลน์	9
6	ขั้นตอนการทดสอบถ่านไฟในงานวิจัย	14
7	ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-B070799 (อัดประจุทีละน้อย)	22
8	ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-C070799 (อัดประจุทีละน้อย)	25
9	ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-B071199 (อัดประจุทีละน้อย)	28
10	ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-A081099 (อัดประจุอย่างเร็ว)	31
11	ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-B081099 (อัดประจุอย่างเร็ว)	34
12	ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Maxell-B081099 (อัดประจุอย่างเร็ว)	37
13	วงจร ET-PCDIO ที่ใช้ต่อระหว่าง PC กับวงจรอัด/คายประจุถ่านไฟ	46
14	วงจรที่เพิ่มเติมที่ใช้ในการอัด/คายประจุถ่านไฟ	47
15	วงจรที่เพิ่มเติมที่ใช้ในการอัด/คายประจุถ่านไฟ (อัดประจุอย่างเร็ว).....	48
16	ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Energizer-A240399 (อัดประจุทีละน้อย)	91
17	ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-A180399 (อัดประจุทีละน้อย)	94
18	ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-A080499 (อัดประจุอย่างเร็ว)	97
19	ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Panasonic-A081299 (อัดประจุอย่างเร็ว)	100
20	ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-A080899 (อัดประจุอย่างเร็ว)	103

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันมีการใช้ถ่านไฟกันอย่างแพร่หลายตามตัวเลขที่ได้จากกระทรวงอุตสาหกรรมของประเทศไทยประมาณว่า มีการใช้ถ่านไฟชนิดต่างๆภายในประเทศไทยเป็นจำนวนปีละประมาณ 400 ล้านก้อนต่อปี คือโดยเฉลี่ยคนไทยทุกๆคนจะมีการใช้ถ่านไฟประมาณ 6.6 ก้อนต่อปี ตัวเลขข้างต้นเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ อย่างต่อเนื่อง ซึ่งนอกจากจะทำให้สูญเสียเงินตราต่างประเทศเป็นจำนวนมากทุกปีแล้วภาวะมลพิษอันเกิดจากถ่านไฟที่หมดสภาพการใช้งานข้างต้นยังทวีคูณขึ้นอีก หากไม่มีการดำเนินการที่เหมาะสมจะเป็นปัญหาเรื้อรังสำหรับคนไทยทุกคนได้ในอนาคตอันใกล้นี้ ปัญหานี้ไม่ได้เกิดเฉพาะภายในประเทศไทยแต่เพียงประเทศเดียว แต่เป็นปัญหาของประเทศต่างๆ ทั่วโลกด้วย

การใช้ถ่านไฟชนิดต่างๆ เป็นไปอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน มีการผลิตถ่านไฟชนิดต่างๆเป็นจำนวนมาก ถ่านไฟข้างต้นมีทั้งโครงสร้างทางเคมีที่คล้ายกันหรือมีโครงสร้างทางเคมีที่แตกต่างกันออกไป ประสิทธิภาพของถ่านไฟแต่ละชนิดจะแตกต่างกันออกไปด้วย ถ่านไฟเหล่านี้มีทั้งที่อัดประจุไฟใหม่ได้หลังจากที่มีการใช้งาน และถ่านไฟที่ใช้ได้เพียงครั้งเดียว เนื่องจากราคาของถ่านไฟที่ใช้ได้เพียงครั้งเดียวมีราคาไม่สูงมากนักจึงเป็นที่นิยมใช้ของผู้ใช้เป็นจำนวนมาก ทำให้ส่วนใหญ่ของการผลิตถ่านไฟเป็นการผลิตถ่านไฟแบบใช้งานได้เพียงครั้งเดียว ตัวอย่างของถ่านไฟที่ใช้เพียงครั้งเดียวเช่น ถ่านไฟคาร์บอนสังกะสี ถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีส ฯลฯ

ถ่านไฟชนิด Nickel-Cadmium (Ni-Cd) และ Nickel-Metal Hydride เป็นถ่านไฟที่สามารถนำกลับมาอัดประจุไฟฟ้าใหม่ได้เรื่อยๆ จนกระทั่งถ่านไฟดังกล่าวเสื่อมคุณภาพไปเอง จำนวนการอัดประจุสามารถกระทำได้หลายร้อยครั้งก่อนที่จะมีการเสื่อมสภาพซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ดีเด่นของถ่านไฟประเภทนี้ แต่ถ่านไฟพวกนี้มีราคาสูงกว่าถ่านไฟประเภทอื่น

ถ่านไฟที่เป็นที่นิยมมากในท้องตลาดไม่ใช่ถ่านไฟทั้งสองข้างต้น แต่เป็นถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีส แต่ข้อเสียที่สำคัญของถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีสคือใช้ได้เพียงครั้งเดียวไม่สามารถจะนำกลับมาใช้ได้อีก

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ในช่วงหลายทศศตรรษที่ผ่านมา ได้มีความพยายามที่จะหาวิธีอัดประจุถ่านไฟแบบต่างๆ เช่น อัลคาไลน์แมงกานีส เพื่อนำถ่านไฟดังกล่าวกลับมาใช้งานใหม่ ความพยายามในการอัดประจุประสพความสำเร็จในระดับหนึ่ง โดยที่ในราวปี ค.ศ. 1993 ได้มีการผลิตเครื่องอัดประจุถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีสออกมาจำหน่ายเป็นครั้งแรกในประเทศสหรัฐอเมริกา ด้วยเครื่องดังกล่าวผู้ใช้สามารถที่จะนำถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีสกลับมาใช้งานได้เป็นจำนวน 7-8 ครั้ง สำหรับเวลาเฉลี่ยในการอัดประจุถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีส อยู่ที่ประมาณ 10-12 ชั่วโมง ถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีสที่ถูกอัดประจุใหม่นั้นจะมีประสิทธิภาพลดลงตามลำดับ

ถึงแม้ว่าการอัดประจุข้างต้นยังไม่เป็นที่นิยมมากนัก แต่ก็เป็นจุดเริ่มต้นของความพยายามที่จะนำถ่านไฟอัลคาไลน์กลับมาใช้ใหม่ ซึ่งหากกระทำได้จำนวนถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีสที่หมดสภาพข้างต้นจะลดลง และแนวคิดนี้อาจจะมีผลโดยตรงต่อการผลิตและการใช้งานของถ่านไฟประเภทอื่นๆ ด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 งานวิจัยนี้ทำเพื่อศึกษาวิธีการอัดประจุถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีส ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

1.2.2 เพื่อลดช่วงเวลาที่ใช้ในการอัดประจุถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีส ให้อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถนำไปใช้งานได้และเป็นการอัดประจุที่ปลอดภัยด้วย

1.3. ระเบียบการวิจัย

1.3.1 ศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่มีอยู่เกี่ยวกับโครงสร้างของถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีส

1.3.2 ตรวจสอบการทำงานของ เครื่องอัดประจุถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีสที่มีอยู่ในท้องตลาดเพื่อหาขบวนการที่ใช้กันอยู่

1.3.3 ใช้หลักการทางไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์เพื่อสร้างวงจรที่สามารถเก็บข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบ พร้อมทั้งตรวจสอบขบวนการต่างๆที่เกี่ยวข้องเพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลที่น่าเชื่อถือได้

1.3.4 ทำการทดสอบและสรุปผลด้วยกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีปทุม SRIPATUM UNIVERSITY

1.4 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้เน้นที่การควบคุมคุณสมบัติของสัญญาณที่ใช้ใน การอัดประจุถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีส และใช้วิธีการอัดประจุทีละน้อย (Trickle charge) และการอัดประจุอย่างเร็ว (Fast charge)

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

ผลที่ได้ในทางตรงอีกประการหนึ่งคือ การอัดประจุถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีสเป็นการประหยัดทรัพยากรธรรมชาติที่ต้องสิ้นเปลืองไปในการผลิตถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีส และเป็นการลดหรือกำจัดมลภาวะที่เป็นพิษต่อสภาพแวดล้อมอันเนื่องมาจากการเสื่อมสลายของถ่านไฟข้างต้นเมื่อสิ้นสุดการใช้งานด้วย

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

บทที่ 2
ทฤษฎี

2.1 ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับถ่านไฟ

ถ่านไฟทั่วๆ ไปแบ่งเป็น 2 ประเภท คือถ่านไฟประเภทปฐมภูมิ (Primary cell) และถ่านไฟประเภททุติยภูมิ (Secondary cell) โดยที่

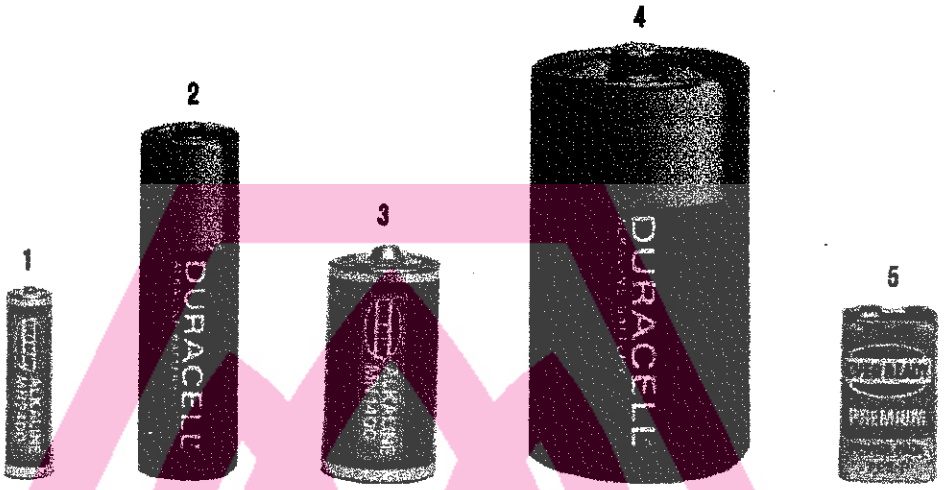
1. ถ่านไฟประเภทปฐมภูมิ เป็นถ่านไฟหลังจากการทำขึ้นก็สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าออกมาได้ทันที เมื่อมีการใช้งานไปแล้วส่วนประกอบบางส่วนจะหมดเปลืองไปโดยไม่กลับมาเป็นสภาพเดิมได้อีก ถ่านไฟพวกนี้ผู้ผลิตแนะนำว่าไม่ควรที่จะนำมาอัดประจุไฟใหม่อีก โดยพิมพ์ข้อความบนตัวถ่านว่าจะเกิดการระเบิดขึ้นได้

2. ถ่านไฟประเภททุติยภูมิ ถ่านไฟประเภทนี้ต้องมีการอัดประจุก่อนที่จะนำมาใช้ได้ เมื่อใช้ไปได้ชั่วระยะเวลาหนึ่ง (หรือเมื่อหมดประจุแล้ว) ถ่านไฟประเภทนี้สามารถนำกลับมาอัดประจุเพื่อใช้งานใหม่ได้อีก จำนวนครั้งที่นำมาอัดประจุใหม่จะขึ้นอยู่กับชนิดของถ่านไฟทุติยภูมินั้นๆ

ถ่านไฟที่ผลิต (ไม่ว่าจะเป็นประเภทปฐมภูมิหรือทุติยภูมิ) มีมากมายหลายชนิดตามแต่ประเภทการใช้งาน ถ่านไฟส่วนใหญ่ที่ผลิตกันอยู่มี 5 ชนิดคือ AAA, AA, C, D และชนิด 9 โวลต์ ภาพประกอบ 1 แสดงถ่านไฟชนิดต่างๆข้างต้น

ความจุของถ่านไฟจะถูกกำหนดค่าในหน่วยของแอมแปร์-ชั่วโมง (Ampere-hours (Ah)) หรือเป็นมิลลิแอมแปร์-ชั่วโมง (milliamp-hours (mAh)) ค่านี้เป็นค่าที่ผู้ผลิตได้กำหนดไว้ให้กับถ่านไฟที่ได้ผลิตขึ้น ยกตัวอย่างเช่น ถ่านไฟชนิดหนึ่งมีขนาดความจุเท่ากับ 2850 มิลลิแอมแปร์-ชั่วโมง เมื่อนำมาใช้งานโดยให้มีการจ่ายกระแสที่ค่าคงที่เท่ากับ 100 มิลลิแอมแปร์ ถ่านไฟดังกล่าวข้างต้นจะใช้ในภาวะที่กำหนดได้ประมาณ 28.5 ชั่วโมง กล่าวคือจำนวนช่วงเวลาที่ใช้งานจะแปรผกผันกับขนาดของกระแสที่จ่ายออกมา คือถ้ามีการจ่ายกระแสไฟฟ้าออกมามากช่วงเวลาที่ใช้งานจะน้อยลง แต่ถ้ามีการจ่ายกระแสไฟฟ้าออกมาน้อยช่วงเวลาที่ใช้งานจะมีมากขึ้นแทน นอกจากนี้ช่วงเวลาการจ่ายกระแสไฟข้างต้นยังขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของโหลด (load) ที่มาต่อด้วย สำหรับโหลดที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นโหลดที่เป็นความต้านทาน

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY



โดยที่ หมายเลข 1 เป็นถ่านไฟขนาด AAA ความสูงประมาณ 44.5 มิลลิเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10.5 มิลลิเมตร

หมายเลข 2 เป็นถ่านไฟขนาด AA ความสูงประมาณ 50 มิลลิเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 14 มิลลิเมตร

หมายเลข 3 เป็นถ่านไฟขนาด C ความสูงประมาณ 49 มิลลิเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 25 มิลลิเมตร

หมายเลข 4 เป็นถ่านไฟขนาด D ความสูงประมาณ 60 มิลลิเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลาง 33.2 มิลลิเมตร

หมายเลข 5 เป็นถ่านไฟที่มีขนาดเท่ากับ 9 โวลต์

ภาพประกอบ 1 ตัวอย่างและขนาดของถ่านไฟที่ผลิตกันในปัจจุบัน

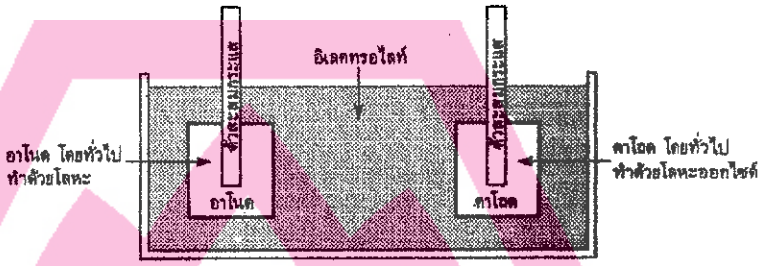
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

สำหรับแรงดันไฟฟ้าต่ำสุดที่ถ่านไฟยังสามารถจ่ายไฟฟ้าอยู่ได้นั้นจะขึ้นกับชนิดของถ่านไฟนั้นๆ ถ่านไฟบางชนิดเริ่มหยุดจ่ายกระแสไฟฟ้าที่แรงดันไฟฟ้าประมาณ 1.1 โวลต์ แต่ถ่านไฟบางชนิดยังสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าที่แรงดันไฟฟ้า 0.8 โวลต์ได้อยู่อีก

2.2 การทำงานของถ่านไฟ

ถ่านไฟฟ้าสร้างขึ้นได้โดยการนำแท่งอิเล็คโทด (electrodes) 2 แท่ง มาจุ่มในสารละลายอิเล็คโทรไลท์ (electrolyte) ดังแสดงในภาพประกอบ 2 แท่งอิเล็คโทดแท่งหนึ่งเรียกว่า อาโนด

(anode) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโลหะ ส่วนอีกแห่งหนึ่งเรียกว่าคาโถด (cathode) ซึ่งส่วนใหญ่ทำจากออกไซด์ (oxide) ของโลหะ โดยอาจจะใช้โลหะประเภทเดียวกันก็ได้



ภาพประกอบ 2 ถ่านไฟแบบพื้นฐานที่มีอาโนด, คาโถดและอิเล็คโทรไลท์

ออกไซด์ของโลหะเกิดจากการรวมตัวกันระหว่างอะตอมของโลหะกับออกซิเจน ((oxygen (O_2)) ส่วนที่เป็นอิเล็คโทรไลท์ทำจากสารต่างๆ ได้หลายชนิด ซึ่งจะเลือกใช้ให้เหมาะกับอิเล็คโทดแต่ละชนิดเท่านั้น ถ่านไฟต่างชนิดกันอาจจะใช้อิเล็คโทดต่างกัน ทำให้ใช้สารอิเล็คโทรไลท์ต่างกันด้วย แต่ไม่ว่าจะเป็นสารอิเล็คโทรไลท์แบบใดก็ตามก็เป็นสารตัวนำไฟฟ้าที่ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้

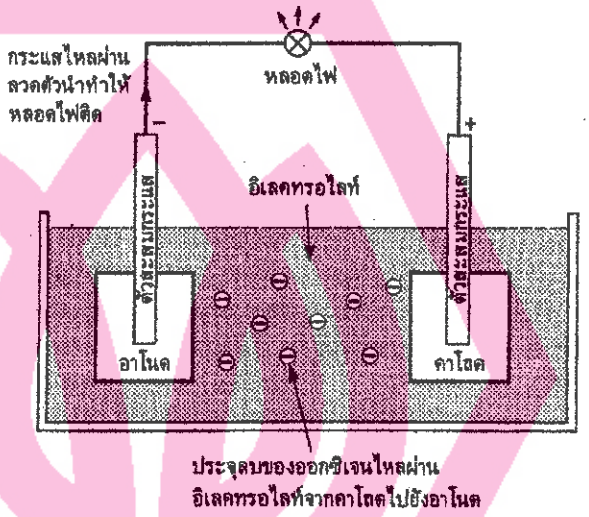
โลหะที่เป็นอาโนด ถูกเลือกให้มีความสามารถในการรวมตัวกับออกซิเจนได้ดีกว่าโลหะที่เป็น คาโถด ถ้านำเอาอาโนดและคาโถดมาวางไว้ด้วยกัน อาโนดจะดึงเอาออกซิเจนออกจากออกไซด์ของโลหะ ทำให้คาโถดกลายเป็นโลหะ ในกรณีนี้อาโนดเกิดภาวะที่เรียกว่าออกซิไดท์ (oxidised) ส่วนคาโถดเกิดภาวะที่ถูกรีดิวส์ (reduced)

อิเล็คโทรไลท์เป็นสารเคมีเฉพาะ ที่ยอมให้มีการแลกเปลี่ยนของออกซิเจนระหว่างอาโนดกับคาโถดเกิดขึ้น ทำให้แท่งอาโนดและคาโถดอยู่ห่างกันได้ ในกรณีนี้สารอิเล็คโทรไลท์จะเป็นตัวนำอนุภาคของออกซิเจน (ซึ่งมีประจุลบ) ซึ่งเกิดที่คาโถดให้เคลื่อนที่ข้ามไปที่อาโนด ดังนั้นคาโถดถูกรีดิวส์และอาโนดจะถูกออกซิไดท์ แต่ทั้งนี้ต้องมีสิ่งที่เรียกว่าโหลดมาต่อด้วย

ในภาพประกอบ 3 อิเลคตรอน (electron) ซึ่งได้จากการปล่อยของออกซิเจนเพื่อไปรวมตัวกับอาโนดจะเคลื่อนที่เข้าไปในวงจรผ่านหลอดไฟฟ้า (ทำให้หลอดไฟสว่าง) และกลับสู่คาโถดซึ่งสามารถประจุอนุภาคของออกซิเจนได้ดีกว่า การไหลของอิเลคตรอนทำให้เกิด

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

การไหลของกระแสไฟฟ้าขึ้นในวงจรที่ต่ออยู่จนกระทั่งคาโถด ไม่มีอนุภาคของออกซิเจนเหลืออยู่หรือจนกระทั่งอาโนดถูกออกซิไดซ์หมด



ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างการต่อโหลดเข้ากับถ่านไฟ

2.3 โครงสร้างและการทำงานของถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีส

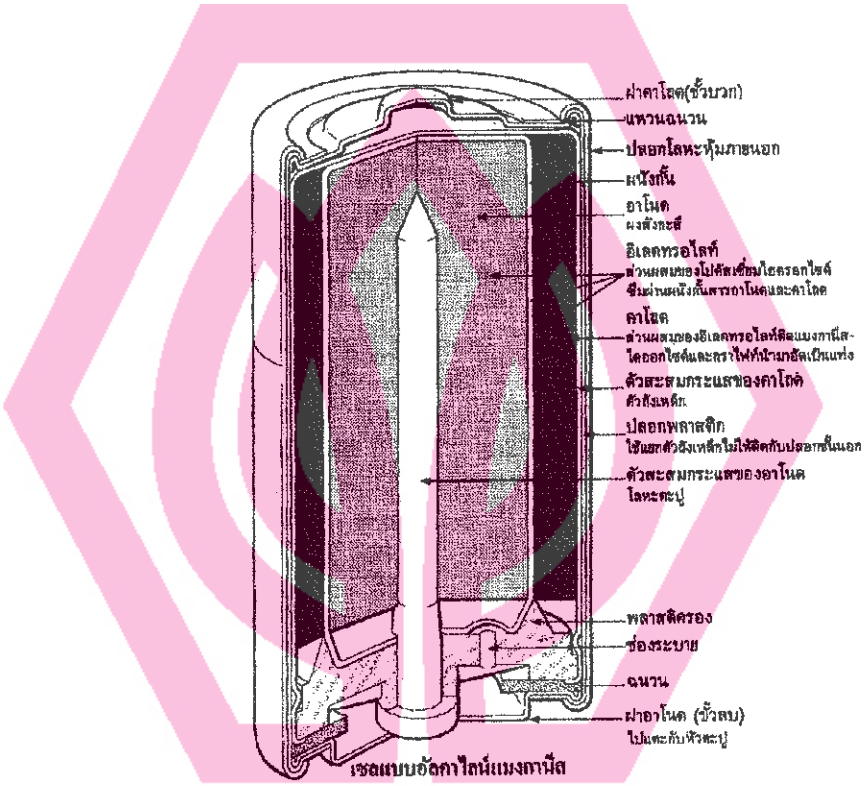
ตัวอย่างสารที่ใช้ทำขั้วอาโนดและคาโถดใช้สังกะสี (Zinc (Zn)) และสารแมงกานีสไดออกไซด์(Manganese dioxide (MnO_2)) ตามลำดับ โดยที่ขั้วอาโนดประกอบด้วยผงสังกะสีซึ่งทำให้เพิ่มพื้นที่ผิวที่ใช้งานให้มากขึ้น ผงสังกะสีนี้จะรวมกับสารอิเล็คโทรไลท์รวมกันอยู่ในลักษณะของเหลวข้นๆ

สารแมงกานีสไดออกไซด์ที่ทำหน้าที่เป็นขั้วคาโถดของถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีสทำมาจากสารบริสุทธิ์ที่เรียกว่าสารอิเล็กโทรไลท์แมงกานีสไดออกไซด์ (electrolyte manganese dioxide) สารนี้ถูกสร้างขึ้นเพื่อให้จุออกซิเจนได้มากขึ้น

สารอิเล็คโทรไลท์ที่ใช้เป็นอัลคาไลน์ (สารที่ใช้นี้มีส่วนผสมของโปรตัสเซียมไฮดรอกไซด์ (potassium hydroxide)) เป็นสารมีค่าความนำไฟฟ้าสูงมาก

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

โครงสร้างข้างต้นทำให้ถ่านไฟชนิดนี้เหมาะสำหรับงานหนักที่ต้องการกระแสสูง เป็นถ่านไฟที่มีคุณภาพสูง มีค่าความต้านทานภายในที่ต่ำ และมีค่าความจุพลังงานมาก ภาพประกอบ 4 เป็นภาพที่แสดงตัวอย่างโครงสร้างภายในของถ่านไฟแบบอัลคาไลน์แมงกานีส



ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างโครงสร้างภายในของถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีส

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ส่วนที่เป็นขั้วอาโนดของถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีสเป็นส่วนที่อยู่ภายใน (ลักษณะเป็นแท่งโลหะอยู่ส่วนใจกลางของถ่านไฟ) ส่วนที่เป็นขั้วคาโธดจะเป็นส่วนที่หุ้มอยู่ภายนอก ตัวถังที่ใช้บรรจุทำจากเหล็ก (เพื่อไม่ให้ส่วนของตัวถังเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการผลิตพลังงานไฟฟ้าออกมาใช้งานจนทำให้มีการผุพังของตัวถังถ่านไฟเมื่อมีการใช้ไปนานๆ) ตัวถังเหล็กนี้เพิ่มความแข็งแรงและป้องกันการรั่วไหลของส่วนผสมภายในถ่านไฟ

แท่งโลหะปลายแหลมที่อยู่ตรงกลาง (ของถ่านไฟในภาพประกอบ 4) ทำหน้าที่เป็นตัวสะสมประจุจะต่อโดยตรงกับขั้วอาโนดของถ่านไฟ แรงเคลื่อนไฟฟ้าภายในถ่านไฟอัลคาไลน์

แมงกานีสนี้ใช้โลหะและออกไซด์ของโลหะชนิดเดียวกันมาทำเป็นขั้วอาโนดและคาโถด ทำให้ค่าแรงดันไฟฟ้าปกติของถ่านไฟชนิดนี้เท่ากับ 1.5 โวลต์

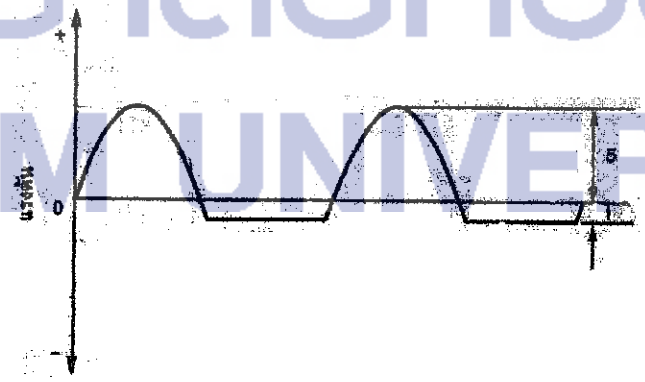
สำหรับปฏิกิริยาทางเคมีของถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีสซึ่งเป็นถ่านไฟแบบปฐมภูมินั้นเป็นปฏิกิริยาทางเคมีชนิดที่ย้อนกลับไม่ได้ ดังตัวอย่างของปฏิกิริยาการรวมตัวทางเคมีของถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีส

$$2Zn + 3MnO_2 + H_2O \text{ ----> } Mn_3O_4 + 2ZnO$$

จากสมการข้างต้นจะพบว่าอ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีสจะมีแต่การคายประจุออกเท่านั้น

ในอดีตได้มีความพยายามที่จะอัดประจุให้กับถ่านไฟอัลคาไลน์ที่ใช้แล้วใหม่ หนึ่งในจำนวนนั้นคือนาย อาร์ ฮาลโลว์ ซึ่งได้ทำการค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับการอัดประจุให้กับถ่านไฟเป็นเวลาประมาณ 40 ปีพบว่าหากมีการป้อนสัญญาณที่เป็นรูปคลื่น sine wave (หรือคลื่นที่เป็น square wave) ที่มีอัตราส่วนในการอัดประจุและคายประจุในอัตราส่วน 5:1 ดังในภาพประกอบ 5 ให้กับถ่านไฟจะมีผลทำให้สามารถนำถ่านไฟกลับมาใช้งานได้ระยะหนึ่ง

นาย อาร์ ฮาลโลว์ ได้พิมพ์เอกสารเผยแพร่การค้นพบในหนังสือ "wireless world" ในปี ค.ศ. 1955 งานของท่านได้เป็นที่วิพากย์วิจารณ์กันอย่างแพร่หลายและเป็นแรงดลใจให้มีผู้ค้นคว้าในด้านนี้ต่อเนื่องกันจนถึงทุกวันนี้



ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างรูปแบบสัญญาณไฟที่ใช้ในการอัดประจุให้กับถ่านไฟอัลคาไลน์

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

บทที่ 3
การอัดประจุถ่านไฟ

3.1 การอัดประจุใหม่ของถ่านไฟแบบทุติยภูมิ

การอัดประจุใหม่ของถ่านไฟทุติยภูมิที่กระทำอยู่ในปัจจุบันทำอยู่ 3 วิธี คือ

3.1.1 การอัดประจุทีละน้อย (Trickle charge)

การอัดประจุแบบนี้เป็นการอัดประจุแบบทีละเล็กทีละน้อย โดยการควบคุมขนาดของกระแสไฟที่ใช้ในการอัดประจุใหม่ให้กับถ่านไฟให้อยู่ที่อัตราคงที่ที่ค่า C/10 (คือที่ 10% ของความจุ (Capacity (C) ของถ่านไฟ)) ไปเรื่อยๆ ทำให้ถ่านไฟที่หมดประจุอย่างสมบูรณ์สามารถอัดประจุเสร็จสิ้นภายในช่วงเวลาประมาณ 12-14 ชั่วโมง การอัดประจุทีละน้อยด้วยอัตราขนาดนี้ทำให้สามารถอัดประจุทิ้งไว้ค้างคืนได้

ข้อดีอีกข้อหนึ่งของการประจุถ่านไฟด้วยอัตราแบบนี้คือ เมื่อถ่านไฟถูกอัดประจุจนเต็มก็ไม่จำเป็นที่จะต้องนำเอาถ่านไฟออกจากเครื่องอัดประจุถ่านไฟ (battery recharger) เนื่องจากการอัดประจุต่อไปก็ไม่ได้ทำให้เกิดความเสียหายให้กับถ่านไฟ ทั้งนี้เพราะออกซิเจนที่เกิดขึ้นทั้งหมดที่ขั้วบวกจะรวมตัวกับขั้วลบ การอัดประจุถ่านไฟด้วยวิธีนี้เป็นวิธีเดียวที่สามารถจะอัดประจุได้โดยไม่มีข้อจำกัด ทำให้ไม่เกิดความเสียหายกับถ่านไฟ ยกตัวอย่างเช่น ถ่านไฟที่มีขนาดความจุ 500 มิลลิแอมป์-ชั่วโมง การอัดประจุด้วยอัตรา C/10 เท่ากับ 10% ของความจุทำให้กระแสที่ใช้ในการอัดประจุมีค่าเท่ากับ 50 มิลลิแอมป์

3.1.2 การอัดประจุใหม่อย่างเร็ว (Fast charge)

การอัดประจุแบบนี้เป็นการอัดประจุด้วยอัตราที่สูงกว่าการอัดประจุในแบบแรก อัตราที่ใช้ในการอัดประจุอยู่ระหว่าง C/5 (20% ของความจุ) ถึง C/3 (33% ของความจุ) มีการตัดประจุเมื่อถ่านไฟได้รับการประจุจนเต็มที่แล้ว ทำให้ต้องมีวงจรตรวจจับแรงดันของถ่านไฟในขณะที่มีอัดประจุอยู่ตลอดเวลา เมื่อแรงดันไฟฟ้าของถ่านไฟถึงขีดกำหนดที่ได้ตั้งเอาไว้ วงจรนี้จะตัดกระแสที่ใช้ในการอัดประจุใหม่ออกเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับถ่านไฟที่ถูกอัดประจุอยู่

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ในกรณีที่ไม่สามารถตัดกระแสไฟได้ทัน ออกซิเจนที่เกิดขึ้นไม่มีเวลาพอที่จะไปรวมตัวกับขั้วลบ ทำให้ความดันภายในถ่านไฟเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว ความดันที่เพิ่มขึ้นทำให้ส่วนหนึ่งของออกซิเจนและสารประกอบที่อยู่ภายในถ่านไฟถูกระบาย (หรือซึมออกจากถ่านไฟ) ออกทางรูระบายที่ถูกออกแบบไว้บนถ่านไฟ เป็นการสูญเสียอย่างถาวรทำให้ถ่านไฟที่เกิดภาวะข้างต้นมีประสิทธิภาพลดลง

3.1.3 การอัดประจุใหม่อย่างเร่งด่วน (Super-fast charge)

การอัดประจุแบบนี้เป็นการอัดประจุที่ใช้อัตราการอัดประจุที่ 4C (4 เท่าของความจุ) หรือมากกว่า ถึงแม้ว่าช่วงระยะเวลาในการอัดประจุแบบนี้จะสั้นมากประมาณ 2 ถึง 3 นาที แต่การอัดประจุที่ทำต้องการความปลอดภัยที่สูงมาก ทั้งนี้เพื่อป้องกันการรั่วหรือระเบิดของถ่านไฟในกรณีที่มีการอัดประจุมากเกินไป

การอัดประจุประเภทนี้มีหลายวิธีแต่วิธีที่นิยมมากแบบหนึ่งคือการบังคับให้มีการคายประจุออกจากถ่านไฟจนถึงระดับแรงดันไฟฟ้าที่ต้องการแล้วจึงจะทำการอัดประจุใหม่โดยการกำหนดระยะเวลาและขนาดของกระแสที่ใช้ในการอัดประจุ

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

บทที่ 4
การทดสอบอัดประจุถ่านไฟ

4. การอัดประจุของถ่านไฟปฐมภูมิ (เฉพาะถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีส)

4.1 วิธีการอัดประจุที่ใช้ในการวิจัย

ในช่วงทศศตรรษที่กำลังจะผ่านไปนี้มีการนำเอาถ่านไฟอัลคาไลน์มาอัดประจุเพื่อนำกลับมาใช้งานใหม่ หลักการที่นำมาใช้ในการอัดประจุเป็นการอัดประจุแบบทีละน้อย (แบบเดียวกับการอัดประจุทีละน้อยแบบทุติยภูมิ)

ตาราง 1 เป็นตัวอย่างอัตราการอัดประจุใหม่ที่ได้กระทำอยู่ (คัดจากส่วนหนึ่งของตารางอัตรากระแสของเครื่องอัดประจุใหม่ถ่านในหนังสือ "โครงงาน hobby electronics ฉบับที่ 6" เลขที่ 5128406 ของบริษัทซีเอ็ด)

ตาราง 1 ตัวอย่างตารางอัตรากระแสของเครื่องอัดประจุถ่านไฟอัลคาไลน์

ชนิดของแบตเตอรี่	ความจุกระแส	กระแสอัดประจุ	กระแสคายประจุ
9V	1000 mAh	25 mA	3 mA
AAA	180 mAh	68 mA	16 mA
AA	500 mAh	115 mA	28 mA
C & D	1.2 Ah	315 mA	60 mA

รูปแบบของสัญญาณที่ใช้อัดประจุถ่านไฟข้างต้นเป็นสัญญาณแบบไซน์ (sine) ที่ได้จากสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับที่ทางการไฟฟ้าจ่ายให้ตามบ้านเรือน โดยที่ระดับแรงดันไฟฟ้าได้ถูกปรับให้มีขนาดน้อยลงเพื่อให้เหมาะสมกับการอัดประจุถ่านแต่ละชนิดข้างต้น

การอัดประจุถ่านใหม่ในงานวิจัยฉบับนี้จะใช้วิธีการอัดประจุแบบ

1. การอัดประจุทีละน้อยและ
2. การอัดประจุอย่างเร็ว

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

โดยใช้สัญญาณพัลส์ (pulse) ที่สร้างขึ้นจากเครื่องคอมพิวเตอร์ (แทนสัญญาณไซน์) เป็นสัญญาณที่ใช้ในการอัดประจุ สัญญาณที่สร้างขึ้นนี้สามารถปรับแต่ง duty cycle และความถี่ของพัลส์ในการอัดประจุถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีส

ตลอดเวลาการทดสอบจะมีการบันทึกแรงดันไฟฟ้าตรงขั้วบวกของถ่านไฟ นอกจากนี้ยังมีการตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่อ่านได้ข้างต้นตลอดเวลาเพื่อไม่ให้เกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ซึ่งอาจจะเกิดความเสียหายได้) สำหรับอัตราในการบันทึกข้อมูลนั้นถูกกำหนดได้ในตอนที่มีการกำหนดข้อมูลที่ใช้ในการควบคุมการทดสอบสำหรับถ่านไฟที่ต้องการ ในบางการทดสอบมีการควบคุมระดับแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ในการอัดประจุถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีสด้วย

รายละเอียดเกี่ยวกับ hardware ที่ใช้อยู่ในภาคผนวก ก รายละเอียดการโปรแกรมและการทำงานของโปรแกรมอยู่ในภาคผนวก ข ส่วนตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากการทดสอบอยู่ในภาคผนวก ค ตัวอย่างผลสรุปการทดสอบอยู่ในภาคผนวก ง

4.2 ลำดับขั้นตอนการทดสอบ

ขบวนการอัดประจุถ่านไฟในการวิจัย (ภาพประกอบ 6) มีขั้นตอนดังนี้:

4.2.1 กำหนดรหัสให้กับตัวอย่างที่นำมาทดสอบ

4.2.2 เริ่มโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้รองรับการทดสอบบนเครื่อง PC

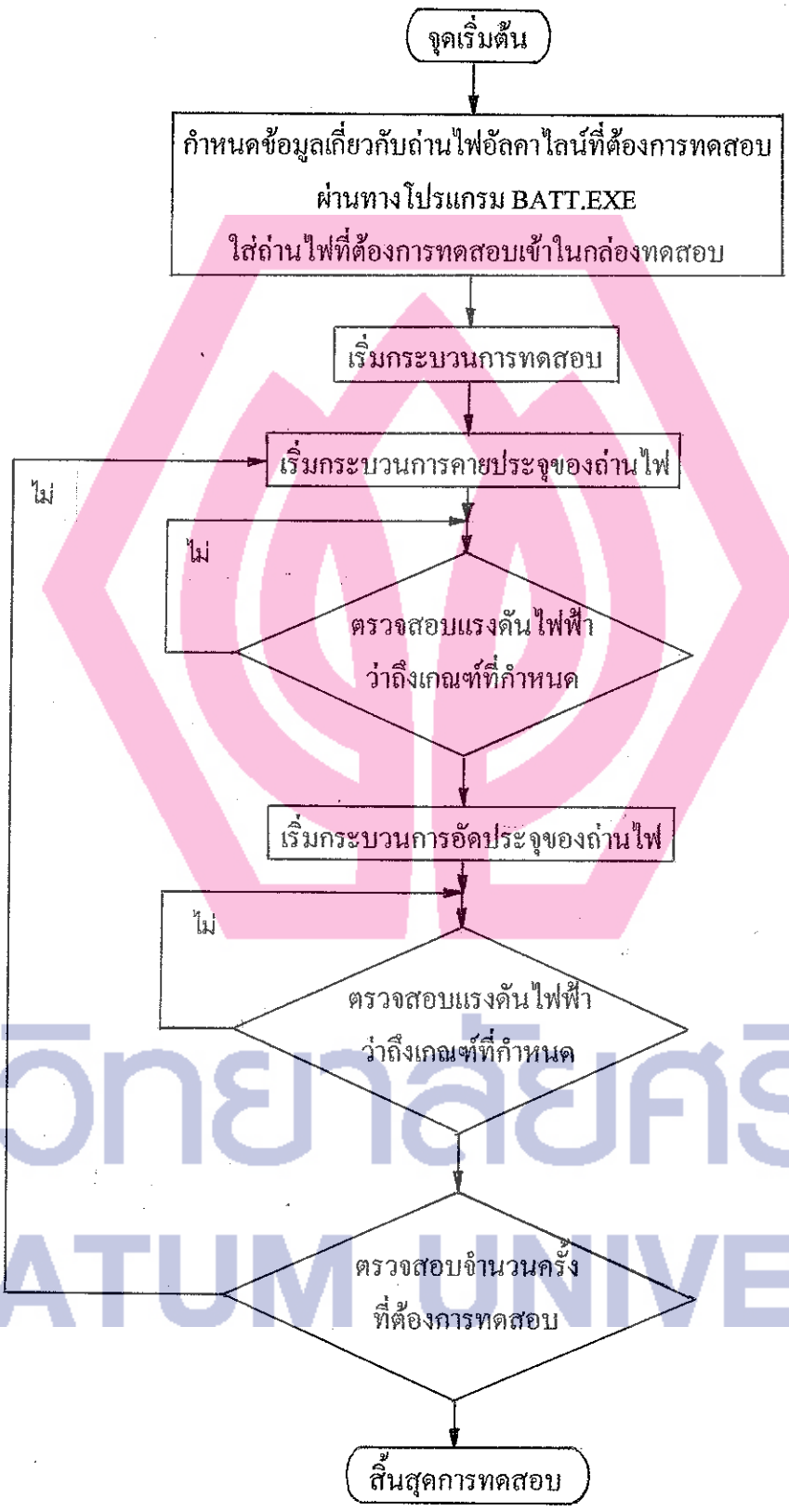
4.2.3 เลือกให้มีการกำหนดข้อมูลที่ใช้ควบคุมการทดสอบสำหรับถ่านไฟที่ต้องการทดสอบ

4.2.4 ใส่ถ่านไฟในข้อ 4.21 ในกล่องรับถ่านไฟบนวงจร PC-DIO

4.2.5 เริ่มการทดสอบ

4.2.6 เริ่มกระบวนการคายประจุถ่านไฟจนกระทั่งแรงดันไฟฟ้าที่อ่านได้ถึงค่าที่ได้กำหนดเอาไว้ เป็นการสิ้นสุดกระบวนการคายประจุ ตลอดการคายประจุจะมีการบันทึกแรงดันไฟฟ้าตรงขั้วของถ่านไฟที่ทดสอบตามอัตราที่ได้กำหนดไว้ ช่วงเวลาที่มีการคายประจุตัวไดโอดที่มีสีเหลือง (LED ตัวที่ 2 (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ก)) จะติดสว่างตลอดเวลา

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY



ภาพประกอบ 6 ขั้นตอนการทดสอบถ่านไฟในงานวิจัย

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

4.2.7 เริ่มกระบวนการอัดประจุ ใช้ข้อมูลที่กำหนดในการสร้างพัลส์ที่ใช้ในการอัดประจุ ทำการอัดประจุไปเรื่อยๆ จนกระทั่งแรงดันไฟฟ้าที่อ่านได้มีค่าถึงค่าที่ได้กำหนดเอาไว้ซึ่งเป็นการสิ้นสุดกระบวนการอัดประจุ ตลอดการอัดประจุจะมีการบันทึกแรงดันไฟฟ้าตรงขั้วของถ่านไฟที่ทดสอบตามอัตราที่ได้กำหนดไว้ ช่วงเวลาที่มีการอัดประจุตัวไดโอดสีแดงจะติดสว่างตลอดเวลา

4.2.8 ขบวนการอัดประจุและการคายประจุ จะเกิดขึ้นตามจำนวนครั้งที่ได้กำหนดไว้เมื่อสิ้นสุดการทดสอบ ตัวไดโอดสีเขียวจะติดสว่างตลอดเวลา

4.3 แนวทางในการทดสอบถ่านไฟ

งานวิจัยนี้ได้ทำการวิจัย 2 แบบกับถ่านไฟชนิดต่างๆ (Duracell, Energizer, Panasonic, AIKO และ Maxell) โดยที่การวิจัยในแต่ละแบบมีหลักการดังนี้:

4.3.1 การอัดประจุที่ละน้อย

การอัดประจุแบบนี้เป็นแบบที่เครื่องอัดประจุถ่านไฟอัลคาไลน์ใช้กันอยู่ งานวิจัยนี้ได้เปลี่ยนแปลงวิธีการอัดประจุข้างต้นโดยสร้างวงจรที่สามารถปรับแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้กับกับถ่านไฟโดยที่ในการทดสอบแต่ละครั้งจะมี

4.3.1.1 ในขณะที่มีการอัดประจุ แรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้กับถ่านไฟจะถูกเพิ่มขึ้นทีละน้อยจนกระทั่งถึงแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดจึงจะสิ้นสุดการอัดประจุนั้นๆ

4.3.1.2 ในการทดสอบแต่ละครั้งจะกำหนดค่า duty cycle (คือเลือกค่าตั้งแต่ 10% จนถึง 90%) ให้กับสัญญาณที่ใช้อัดประจุให้กับถ่านไฟ

4.3.1.3 ทำการทดสอบในภาวะข้างต้นกับถ่านไฟจำนวน 2 ก้อนเป็นอย่างน้อย

4.3.2 การอัดประจุอย่างเร็ว

การอัดประจุแบบนี้ เป็นการอัดประจุที่ไม่มีการแปรเปลี่ยนค่าแรงดันไฟฟ้าในขณะที่มีการอัดประจุอย่างในข้อ 4.3.1 โดยที่การอัดประจุยังใช้สัญญาณพัลส์ตามเดิม (แต่ยังไม่มีการปรับแต่งค่าของ duty cycle ของพัลส์ข้างต้น) ข้อที่แตกต่างกันคือปริมาณของกระแสที่ใช้ในการอัดประจุและแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ในการอัดประจุจะสูงกว่าค่าที่ใช้ในข้อ 4.3.1

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

บทที่ 5
การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ

5.1 ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ

การทดสอบในแต่ละครั้งจะได้ไฟล์ที่มีข้อมูลที่มีขนาดแตกต่างกันออกไป โดยที่ในกรณีของการอัดประจุแบบทีละน้อยจะได้ไฟล์ที่มีขนาดประมาณ 450,000 ไบต์ สำหรับในกรณีของการอัดประจุอย่างเร็วจะได้ไฟล์ที่มีขนาดประมาณ 60,000 จนถึง 100,000 ไบต์

ส่วนช่วงเวลาที่ใช้ในการทดสอบ จะมีการแปรเปลี่ยนมากสำหรับในการอัดประจุแบบทีละน้อย ซึ่งจะใช้เวลาตั้งแต่ 1 วันจนถึง 7 วัน (แต่ค่าเฉลี่ยประมาณ 3 วัน) แต่สำหรับการอัดประจุอย่างเร็วจะใช้เวลาประมาณ 26 ชั่วโมงในการทดสอบแต่ละครั้ง

ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบถูกเก็บอยู่ในแผ่น diskettes ที่แนบมากับงานวิจัยฉบับนี้

หมายเหตุ: โดยปกติการทดสอบแต่ละครั้ง จะมีการคายและอัดประจุถ่านไฟอัลคาไลน์ประมาณ 7 ถึง 8 ครั้ง

5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ

ข้อมูลต่างๆที่ได้จากการทดสอบได้ถูกนำมาสรุปในตาราง 2 ที่แนบมาด้วย ข้อมูลที่มีอยู่ในตารางได้จากการทดสอบตัวอย่างประมาณ 130 ตัวอย่าง โดยถ่านไฟที่นำมาทดสอบเป็น

1. Duracell (ทำใน USA)
2. Energizer (ทำใน Singapore)
3. AIKO (ทำในประเทศไทย)
4. Panasonic (ทำใน Japan)
5. Maxell (ทำใน Japan)

ตารางการทดสอบจะเป็นการทดสอบ 2 แบบคือ การบังคับให้มีการคายประจุแต่เพียงอย่างเดียวและการคาย/อัดประจุ

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ในการอัดประจุแบบทีละน้อย ข้อมูลที่ได้แสดงว่าวิธีที่ใช้ในการอัดประจุไม่ได้ผลเท่าที่ควร การใช้งานที่ได้ไม่คุ้มค่ากับเวลาที่ต้องสูญเสียไปในการอัดประจุใหม่ ให้ดูตารางและรูปกราฟ ตัวอย่างข้อมูลในตาราง 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 ส่วนรูปกราฟในภาพประกอบ 7, 8 และ 9

สำหรับการอัดประจุอย่างเร็ว ข้อมูลที่ได้แสดงว่าการอัดประจุใหม่ให้กับถ่านไฟอัลคาไลน์สามารถกระทำได้ในระดับหนึ่ง คือข้อมูลที่ได้แสดงว่าการอัดประจุแบบนี้สามารถนำเอาถ่านอัลคาไลน์กลับมาใช้งานใหม่อีกประมาณ 200% (เวลาเฉลี่ยของการใช้งานของถ่านไฟอัลคาไลน์จากการทดสอบคือประมาณ 4 ชั่วโมง แต่สามารถยืดอายุการใช้งานทั้งหมดให้เป็น 12 ชั่วโมงได้) และช่วงเวลาที่ใช้ในการอัดประจุอยู่ในช่วงที่น่าจะยอมรับได้ (คือเวลาที่ใช้ในการอัดประจุอยู่ระหว่าง 1 ชั่วโมง 20 นาที จนถึง 2 ชั่วโมง 50 นาที) ซึ่งเมื่อเทียบกับเวลาที่ใช้ในการอัดประจุถ่านไฟอัลคาไลน์ที่ใช้กันอยู่ (ประมาณ10 ถึง 12 ชั่วโมง) การอัดประจุอย่างเร็วจะใช้เวลาน้อยกว่า 5 ถึง 9 เท่าตัว ให้ดูรูปตารางและรูปกราฟ ตัวอย่างข้อมูลในตาราง 9, 10, 11, 12, 13 และ 14 ส่วนรูปกราฟในภาพประกอบ 9, 10, 11 และ 12

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ตาราง 2 ตัวอย่างข้อมูลเกี่ยวกับถ่านไฟที่ใช้ทดสอบในงานวิจัย

Name	Manufacturer	recharge at	no. recycle	duty cycle
A300299.spu	AIKO	1000mV	0	-
A300499.spu	AIKO	1000mV	0	-
B130599.spu	AIKO	1000mV	7	50%
E165099.spu	AIKO	1110mV	7	50%
I140599.spu	AIKO	1120mV	0	-
I060599.spu	Duracell	1000mV	0	-
A250599.spu	Duracell	1000mV	7	40%
A160599.spu	Duracell	1000mV	7	50%
A200599.spu	Duracell	1000mV	7	60%
A220599.spu	Duracell	1000mV	7	70%
A230599.spu	Duracell	1000mV	7	70%
B150599.spu	Duracell	1050mV	0	-
K160599.spu	Duracell	1050mV	7	50%
A080599.spu	Duracell	1090mV	0	-
C150599.spu	Duracell	1090mV	0	-
A140599.spu	Energizer	1050mV	0	-
K070599.spu	Energizer	1050mV	7	50%
K160599.spu	Energizer	1050mV	7	50%
A040499.spu	Energizer	1100mV	7	50%
L070599.spu	Energizer	1100mV	7	50%
A070599.spu	Energizer	1110mV	7	50%

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ตาราง 2 ตัวอย่างข้อมูลเกี่ยวกับถ่านไฟที่ใช้ทดสอบในงานวิจัย (ต่อ)

Name	Manufacturer	recharge at	no. recycle	duty cycle
D070599.spu	Energizer	1120mV	7	50%
D140599.spu	Energizer	1125mV	0	-
C220599.spu	Sony	1000mV	7	50%
A210499.spu	Sony	1140mV	7	50%
A081099.spu	Duracell	1000mV	8	30%
B081099.spu	Duracell	1000mV	8	30%
C080499.spu	Duracell	1000mV	8	30%
C080599.spu	Duracell	1000mV	8	30%
A080999.spu	Panasonic	1000mV	8	30%
A081299.spu	Panasonic	1000mV	8	30%
B081399.spu	Panasonic	1000mV	8	30%
A081399.spu	Maxell	1000mV	8	30%
B081299.spu	Maxell	1000mV	8	30%

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ตาราง 3 ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-B070799 (อัดประจุทีละน้อย)

Set parameter for battery recharge/discharge

Serial number:	B070799	
Manufacturer:	DURACELL	
Manufacturing country:	CHINA	
Manufacturing date:	01/01/1998	
Battery size:	AA	
Recharge parameters		
Recharge voltage (minimum):	1000	mV
Recharge voltage (maximum):	1500	mV
Recharge base voltage:	1000	mV
Recharge duty cycle on:	50	%
Recharge step count:	500	counts
Recharge frequency:	100	hertz
Recharge sampling frequency:	10	hertz
Typical minimum voltage:	1000	mV
Typical maximum voltage:	1500	mV
Discharge parameters		
Discharge current:	-	milliampere
Discharge sampling frequency:	1	hertz
Discharge voltage (minimum):	1000	mV
Discharge voltage (maximum):	1500	mV
No of recharge:	7	times

Janjai Bhuripanyo ___/___/_____

Poranee Wannasiri ___/___/_____

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ตาราง 4 ตัวอย่างสรุปข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-B070799 (อัดประจุทีละน้อย)

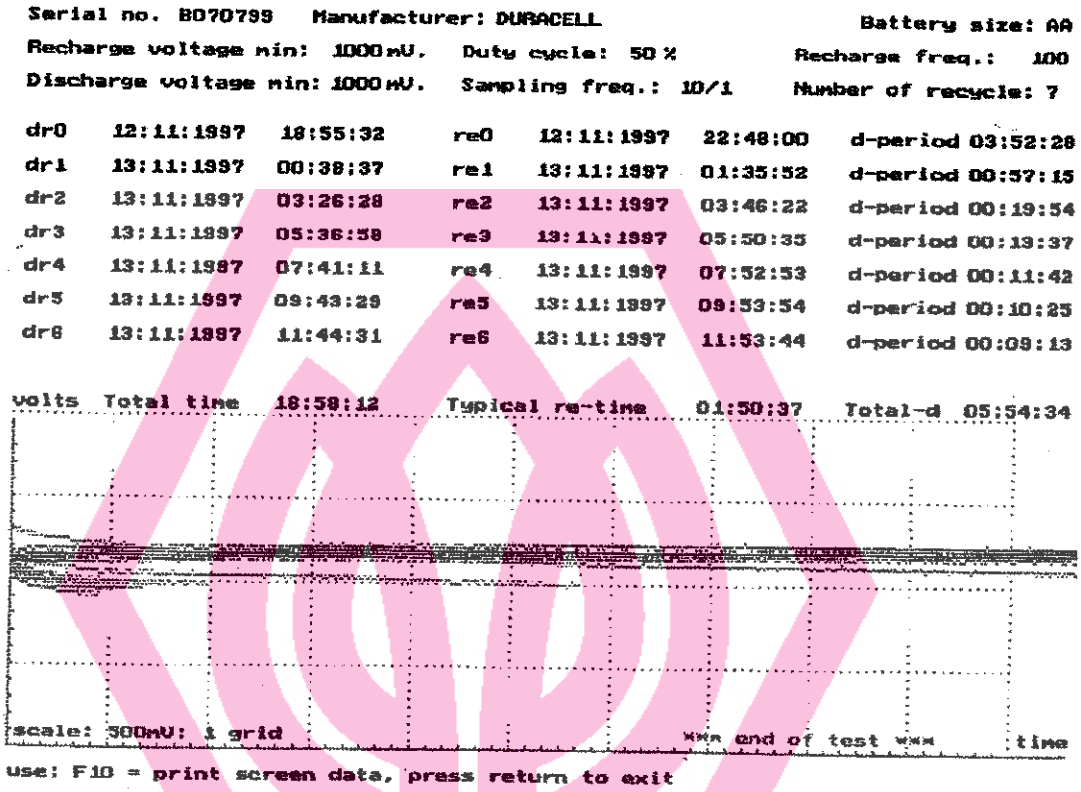
Summary of test data B070799

	Date	Time	Period	
Discharge 1 starts :	12:11:1997	18:55:32	Duration:	03:52:28
Recharge 1 starts :	12:11:1997	22:48:00	Duration:	01:50:37
Discharge 2 starts :	13:11:1997	00:38:37	Duration:	00:57:15
Recharge 2 starts :	13:11:1997	01:35:52	Duration:	01:50:36
Discharge 3 starts :	13:11:1997	03:26:28	Duration:	00:19:54
Recharge 3 starts :	13:11:1997	03:46:22	Duration:	01:50:36
Discharge 4 starts :	13:11:1997	05:36:58	Duration:	00:13:37
Recharge 4 starts :	13:11:1997	05:50:35	Duration:	01:50:36
Discharge 5 starts :	13:11:1997	07:41:11	Duration:	00:11:42
Recharge 5 starts :	13:11:1997	07:52:53	Duration:	01:50:36
Discharge 6 starts :	13:11:1997	09:43:29	Duration:	00:10:25
Recharge 6 starts :	13:11:1997	09:53:54	Duration:	01:50:37
Discharge 7 starts :	13:11:1997	11:44:31	Duration:	00:09:13
Recharge 7 starts :	13:11:1997	11:53:44	Duration:	: :

Maximum Recharge Time: 01:50:37

Total Discharge Time: 05:54:34

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY



หมายเหตุ: เส้นกราฟในภาพประกอบ 7 เป็นเส้นกราฟที่แสดงการอัดประจุและการคายประจุ เส้นกราฟที่บอกถึงการอัดประจุจะเริ่มต้นที่แรงดันไฟฟ้าที่ 1000 มิลลิโวลต์ และค่านี้จะค่อยๆเพิ่มขึ้นเรื่อยจนถึงแรงดันไฟฟ้าที่ 1500 มิลลิโวลต์ (ซึ่งกราฟที่เกิดจากการอัดประจุจะใช้เวลานานกว่าที่แสดงในกราฟข้างต้น) ส่วนของกราฟที่มีขนาดสั้นกว่าที่อยู่ตอนใต้ของกลุ่มกราฟของการอัดประจุข้างต้นจะเป็นกราฟที่แสดงการคายประจุ จากข้อมูลที่ได้จะเห็นว่าค่าที่อยู่ต่อจาก d-period แสดงช่วงเวลาที่ใช้ในการคายประจุจากถ่านไฟ อัตราการคายประจุลดลงอย่างรวดเร็วมาก (เริ่มต้นที่ 03:52:28 และต่ำสุดที่ 00:09:13) รวมเวลาที่ได้จากการคายประจุของถ่านไฟเท่ากับ 05:54:34 ชั่วโมง แต่การคายประจุครั้งแรกมีค่าเท่ากับ 03:52:28 ชั่วโมง ทำให้ส่วนของการคายประจุในครั้งต่อๆ ไปรวมกันมีค่าเพียง 02:02:06 ชั่วโมง แต่ต้องใช้เวลาในการอัดประจุในแต่ละครั้งประมาณ 01:50:37 ชั่วโมงเป็นจำนวน 7 ครั้ง

ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-B070799 (อัดประจุทีละน้อย)

มหาวิทยาลัยศรีปทุม SRIPATUM UNIVERSITY

ตาราง 5 ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-C070799 (อัดประจุทีละน้อย)

Set parameter for battery recharge/discharge

Serial number:	C070799	
Manufacturer:	DURACELL	
Manufacturing country:	CHINA	
Manufacturing date:	01/01/1998	
Battery size:	AA	
Recharge parameters		
Recharge voltage (minimum):	1100	mV
Recharge voltage (maximum):	1500	mV
Recharge base voltage:	1100	mV
Recharge duty cycle on:	50	%
Recharge step count:	500	counts
Recharge frequency:	100	hertz
Recharge sampling frequency:	10	hertz
Typical minimum voltage:	1100	mV
Typical maximum voltage:	1500	mV
Discharge parameters		
Discharge current:	-	milliampere
Discharge sampling frequency:	1	hertz
Discharge voltage (minimum):	1100	mV
Discharge voltage (maximum):	1500	mV
No of recharge:	7	times

Janjai Bhuripanyo

___/___/_____

Poranee Wannasiri

___/___/_____

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ตาราง 6 ตัวอย่างสรุปข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-C070799 (อัดประจุทีละน้อย)

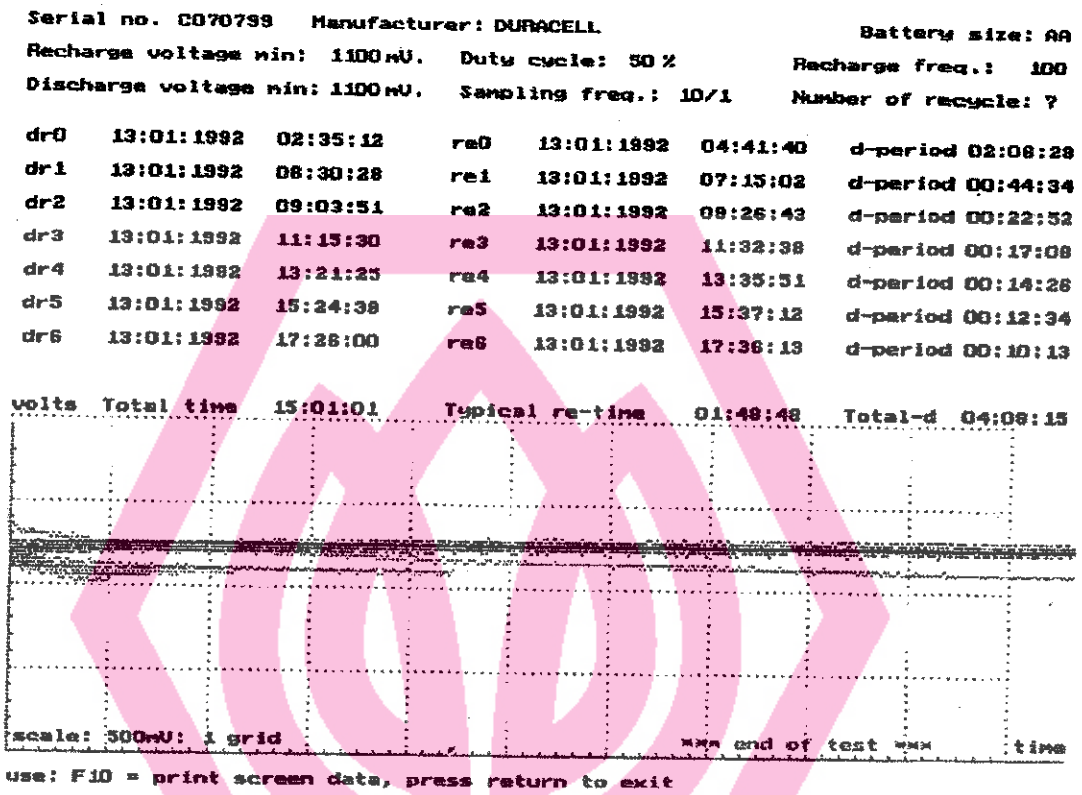
Summary of test data C070799

	Date	Time	Period	
Discharge 1 starts :	13:01:1992	02:35:12	Duration:	02:06:28
Recharge 1 starts :	13:01:1992	04:41:40	Duration:	01:48:48
Discharge 2 starts :	13:01:1992	06:30:28	Duration:	00:44:34
Recharge 2 starts :	13:01:1992	07:15:02	Duration:	01:48:49
Discharge 3 starts :	13:01:1992	09:03:51	Duration:	00:22:52
Recharge 3 starts :	13:01:1992	09:26:43	Duration:	01:48:47
Discharge 4 starts :	13:01:1992	11:15:30	Duration:	00:17:08
Recharge 4 starts :	13:01:1992	11:32:38	Duration:	01:48:47
Discharge 5 starts :	13:01:1992	13:21:25	Duration:	00:14:26
Recharge 5 starts :	13:01:1992	13:35:51	Duration:	01:48:47
Discharge 6 starts :	13:01:1992	15:24:38	Duration:	00:12:34
Recharge 6 starts :	13:01:1992	15:37:12	Duration:	01:48:48
Discharge 7 starts :	13:01:1992	17:26:00	Duration:	00:10:13
Recharge 7 starts :	13:01:1992	17:36:13	Duration:	: :

Maximum Recharge Time: 01:48:48

Total Discharge Time: 04:08:15

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY



หมายเหตุ: เส้นกราฟในภาพประกอบ 8 เป็นเส้นกราฟที่แสดงการอัดประจุและการคายประจุ เส้นกราฟที่บอกถึงการอัดประจุจะเริ่มต้นที่แรงดันไฟฟ้าที่ 1100 มิลลิโวลต์ และค่านี้จะค่อยๆเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนถึงแรงดันไฟฟ้าที่ 1500 มิลลิโวลต์ (ซึ่งกราฟที่เกิดจากการอัดประจุจะใช้เวลานานกว่าที่แสดงในกราฟข้างต้น) ส่วนของกราฟที่มีขนาดสั้นกว่าที่อยู่ตอนใต้ของกลุ่มกราฟของการอัดประจุข้างต้นจะเป็นกราฟที่แสดงการคายประจุ จากข้อมูลที่ได้จะเห็นว่าค่าที่อยู่ต่อจาก d-period แสดงช่วงเวลาที่ใช้ในการคายประจุจากถ่านไฟ อัตราการคายประจุลดลงอย่างรวดเร็วมาก (เริ่มต้นที่ 02:06:28 และต่ำสุดที่ 00:10:13) รวมเวลาที่ได้จากการคายประจุของถ่านไฟเท่ากับ 04:08:15 ชั่วโมง แต่การคายประจุครั้งแรกมีค่าเท่ากับ 02:06:28 ชั่วโมง ทำให้ส่วนของการคายประจุในครั้งต่อๆ ไปรวมกันมีค่าเพียง 02:01:47 ชั่วโมง แต่ต้องใช้เวลาในการอัดประจุในแต่ละครั้งประมาณ 01:48:48 ชั่วโมงเป็นจำนวน 7 ครั้ง

ภาพประกอบ 8 ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-C070799 (อัดประจุทีละน้อย)

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATHUM UNIVERSITY

ตาราง 7 ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Sony-B071199 (อัดประจุทีละน้อย)

Set parameter for battery recharge/discharge

Serial number:	B071199	
Manufacturer:	Sony	
Manufacturing country:	Thailand	
Manufacturing date:	01/01/1998	
Battery size:	AA	
Recharge parameters		
Recharge voltage (minimum):	1100	mV
Recharge voltage (maximum):	1500	mV
Recharge base voltage:	1100	mV
Recharge duty cycle on:	90	%
Recharge step count:	500	counts
Recharge frequency:	50	hertz
Recharge sampling frequency:	10	hertz
Typical minimum voltage:	1100	mV
Typical maximum voltage:	1500	mV
Discharge parameters		
Discharge current:	-	milliampere
Discharge sampling frequency:	10	hertz
Discharge voltage (minimum):	1100	mV
Discharge voltage (maximum):	1500	mV
No of recharge:	7	times

Janjai Bhuripanyo

____/____/_____

Poranee Wannasiri

____/____/_____

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ตาราง 8 ตัวอย่างสรุปข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Sony-B071199 (อัดประจุทีละน้อย)

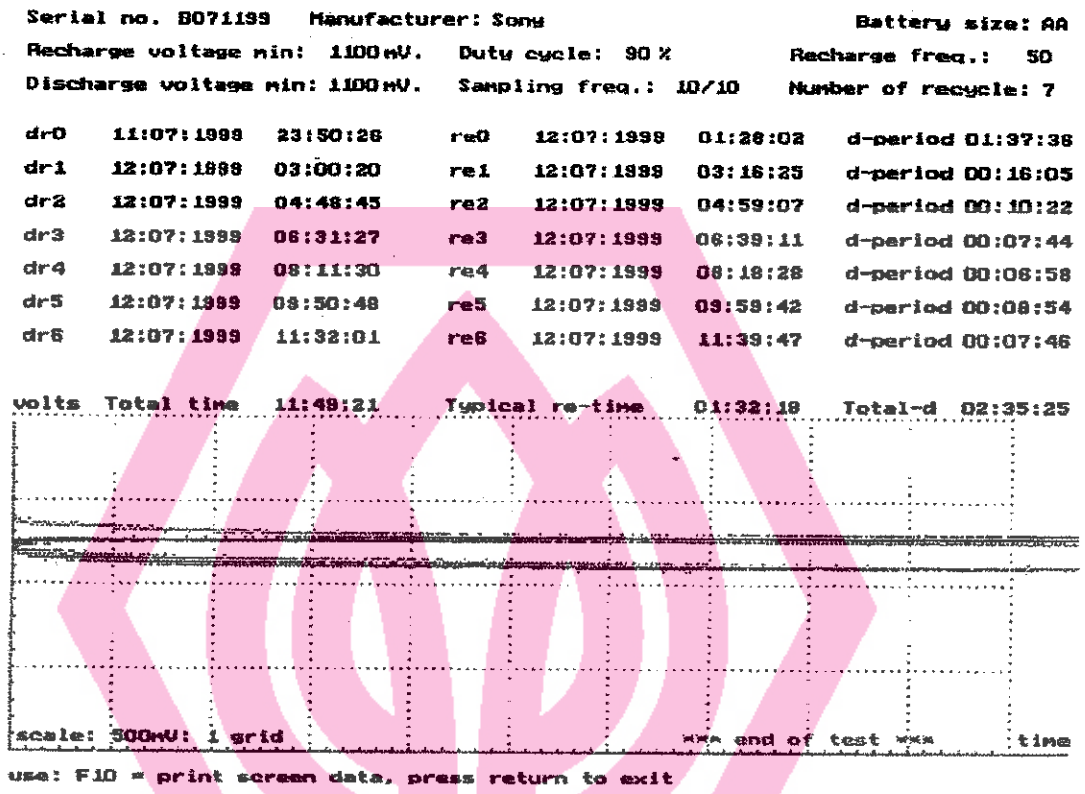
Summary of test data B071199

	Date	Time	Period
Discharge 1 starts :	11:07:1999	23:50:26	Duration: 01:37:36
Recharge 1 starts :	12:07:1999	01:28:02	Duration: 01:32:18
Discharge 2 starts :	12:07:1999	03:00:20	Duration: 00:16:05
Recharge 2 starts :	12:07:1999	03:16:25	Duration: 01:32:20
Discharge 3 starts :	12:07:1999	04:48:45	Duration: 00:10:22
Recharge 3 starts :	12:07:1999	04:59:07	Duration: 01:32:20
Discharge 4 starts :	12:07:1999	06:31:27	Duration: 00:07:44
Recharge 4 starts :	12:07:1999	06:39:11	Duration: 01:32:19
Discharge 5 starts :	12:07:1999	08:11:30	Duration: 00:06:58
Recharge 5 starts :	12:07:1999	08:18:28	Duration: 01:32:20
Discharge 6 starts :	12:07:1999	09:50:48	Duration: 00:08:54
Recharge 6 starts :	12:07:1999	09:59:42	Duration: 01:32:19
Discharge 7 starts :	12:07:1999	11:32:01	Duration: 00:07:46
Recharge 7 starts :	12:07:1999	11:39:47	Duration: : :

Maximum Recharge Time: 01:32:18

Total Discharge Time: 02:35:25

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY



หมายเหตุ: เส้นกราฟในภาพประกอบ 9 เป็นเส้นกราฟที่แสดงการอัดประจุและการคายประจุ เส้นกราฟที่บอกถึงการอัดประจุจะเริ่มต้นที่แรงดันไฟฟ้าที่ 1100 มิลลิโวลต์ และค่านี้จะค่อยๆเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนถึงแรงดันไฟฟ้าที่ 1500 มิลลิโวลต์ (ซึ่งกราฟที่เกิดจากการอัดประจุจะใช้เวลานานกว่าที่แสดงในกราฟข้างต้น) ส่วนของกราฟที่มีขนาดสั้นกว่าที่อยู่ตอนใต้ของกลุ่มกราฟของการอัดประจุข้างต้นจะเป็นกราฟที่แสดงการคายประจุ จากข้อมูลที่ได้จะเห็นว่าค่าที่อยู่ต่อจาก d-period แสดงช่วงเวลาที่ใช้ในการคายประจุจากถ่านไฟ อัตราการคายประจุลดลงอย่างรวดเร็วมาก (เริ่มต้นที่ 01:37:36 และต่ำสุดที่ 00:07:48) รวมเวลาที่ได้จากการคายประจุของถ่านไฟเท่ากับ 02:35:25 ชั่วโมง แต่การคายประจุครั้งแรกมีค่าเท่ากับ 01:37:36 ชั่วโมง ทำให้ส่วนของการคายประจุในครั้งต่อๆ ไปรวมกันมีค่าเพียง 00:57:49 ชั่วโมง แต่ต้องใช้เวลาในการอัดประจุในแต่ละครั้งประมาณ 01:32:18 ชั่วโมงเป็นจำนวน 7 ครั้ง

ภาพประกอบ 9 ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Sony-B071199 (อัดประจุทีละน้อย)

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATHUM UNIVERSITY

ตาราง 9 ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-A081099 (อัดประจุอย่างเร็ว)

Set parameter for battery recharge/discharge

Serial number:	A081099	
Manufacturer:	Duracell	
Manufacturing country:	CHINA	
Manufacturing date:	01/03/1998	
Battery size:	AA	
Recharge parameters		
Recharge voltage (minimum):	1000	mV
Recharge voltage (maximum):	1500	mV
Recharge base voltage:	1000	mV
Recharge duty cycle on:	35	%
Recharge step count:	500	counts
Recharge frequency:	40	hertz
Recharge sampling frequency:	1	hertz
Typical minimum voltage:	1000	mV
Typical maximum voltage:	1500	mV
Discharge parameters		
Discharge current:	-	milliampere
Discharge sampling frequency:	1	hertz
Discharge voltage (minimum):	1000	mV
Discharge voltage (maximum):	1500	mV
No of recharge:	8	times

Janjai Bhuripanyo

___/___/_____

Poranee Wannasiri

___/___/_____

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ตาราง 10 ตัวอย่างสรุปข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-A081099 (อัดประจุอย่างเร็ว)

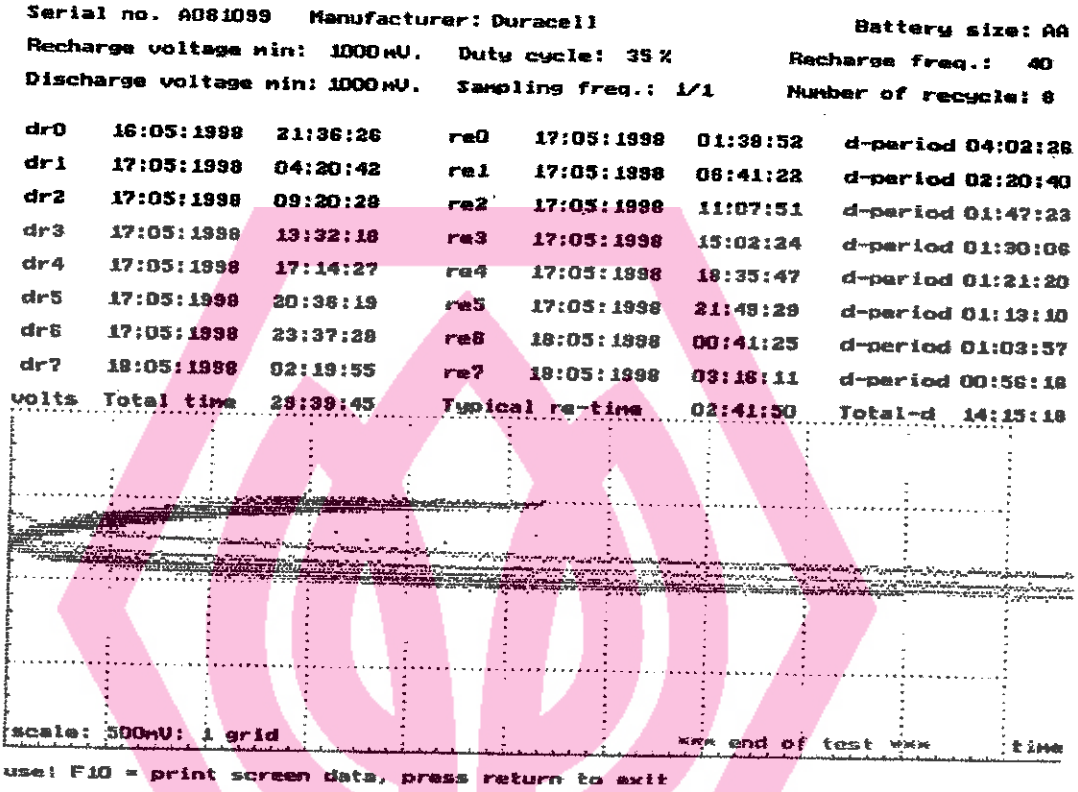
Summary of test data A081099

	Date	Time	Period	
Discharge 1 starts :	16:05:1998	21:36:26	Duration:	04:02:26
Recharge 1 starts :	17:05:1998	01:38:52	Duration:	02:41:50
Discharge 2 starts :	17:05:1998	04:20:42	Duration:	02:20:40
Recharge 2 starts :	17:05:1998	06:41:22	Duration:	02:39:06
Discharge 3 starts :	17:05:1998	09:20:28	Duration:	01:47:23
Recharge 3 starts :	17:05:1998	11:07:51	Duration:	02:24:27
Discharge 4 starts :	17:05:1998	13:32:18	Duration:	01:30:06
Recharge 4 starts :	17:05:1998	15:02:24	Duration:	02:12:03
Discharge 5 starts :	17:05:1998	17:14:27	Duration:	01:21:20
Recharge 5 starts :	17:05:1998	18:35:47	Duration:	02:00:32
Discharge 6 starts :	17:05:1998	20:36:19	Duration:	01:13:10
Recharge 6 starts :	17:05:1998	21:49:29	Duration:	01:47:59
Discharge 7 starts :	17:05:1998	23:37:28	Duration:	01:03:57
Recharge 7 starts :	18:05:1998	00:41:25	Duration:	01:38:30
Discharge 8 starts :	18:05:1998	02:19:55	Duration:	00:56:16
Recharge 8 starts :	18:05:1998	03:16:11	Duration:	: :

Typical Recharge Time: 02:41:50

Total Discharge Time: 14:15:18

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY



หมายเหตุ: เส้นกราฟในภาพประกอบ 10 เป็นเส้นกราฟที่แสดงการอัดประจุและการคายประจุ เส้นกราฟที่บอกถึงการอัดประจุจะเริ่มต้นที่แรงดันไฟฟ้าที่ 1000 มิลลิโวลต์ และค่านี้จะค่อยๆเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนถึงแรงดันไฟฟ้าที่ 1500 มิลลิโวลต์จึงจะเริ่มขบวนการคายประจุใหม่ (อัตราส่วนในการสุ่มข้อมูลของการคายประจุและการอัดประจุไม่เท่ากัน ให้ดูค่าตัวเลขประกอบการพิจารณากราฟ) ส่วนของกราฟที่มีขนาดสั้นกว่าที่อยู่ตอนใต้ของกลุ่มกราฟของการอัดประจุข้างต้นจะเป็นกราฟที่แสดงการคายประจุ จากข้อมูลที่ได้จะเห็นว่าค่าที่อยู่ต่อจาก d-period แสดงช่วงเวลาที่ใช้ในการคายประจุจากถ่านไฟ ค่าของอัตราการคายประจุลดลงแต่เปลี่ยนแปลงไม่มาก (เริ่มต้นที่ 04:02:26 และต่ำสุดที่ 00:56:18) รวมเวลาที่ได้จากการคายประจุของถ่านไฟเท่ากับ 14:15:18 ชั่วโมง แต่การคายประจุครั้งแรกมีค่าเท่ากับ 04:02:26 ชั่วโมง ทำให้ส่วนของการคายประจุในครั้งต่อๆ ไปรวมกันมีค่าเท่ากับ 10:12:52 ชั่วโมง ส่วนเวลาที่ใช้ในการอัดประจุในแต่ละครั้งจะลดลงเรื่อยๆ (จาก 02:41:50 -> 01:38:30) จำนวน 8 ครั้ง คาดว่าจะสามารถใช้ต่อไปได้อีก ทั้งนี้เพราะการคายประจุสุดท้ายยังอยู่ที่ 00:56:16 ชั่วโมง

ภาพประกอบ 10 ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-A081099 (อัดประจุอย่างเร็ว)

มหาวิทยาลัยศรีปทุม SRIPATUM UNIVERSITY

ตาราง 11 ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-B081099 (อัตประจุอย่างเร็ว)

Set parameter for battery recharge/discharge

Serial number:	B081099	
Manufacturer:	Duracell	
Manufacturing country:	China	
Manufacturing date:	01/03/1998	
Battery size:	AA	
Recharge parameters		
Recharge voltage (minimum):	1000	mV
Recharge voltage (maximum):	1500	mV
Recharge base voltage:	1000	mV
Recharge duty cycle on:	35	%
Recharge step count:	500	counts
Recharge frequency:	40	hertz
Recharge sampling frequency:	1	hertz
Typical minimum voltage:	1000	mV
Typical maximum voltage:	1500	mV
Discharge parameters		
Discharge current:	-	milliampere
Discharge sampling frequency:	1	hertz
Discharge voltage (minimum):	1000	mV
Discharge voltage (maximum):	1500	mV
No of recharge:	8	times

Janjai Bhuripanyo

___/___/_____

Poranee Wannasiri

___/___/_____

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ตาราง 12 ตัวอย่างสรุปข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-B081099 (อัดประจุอย่างเร็ว)

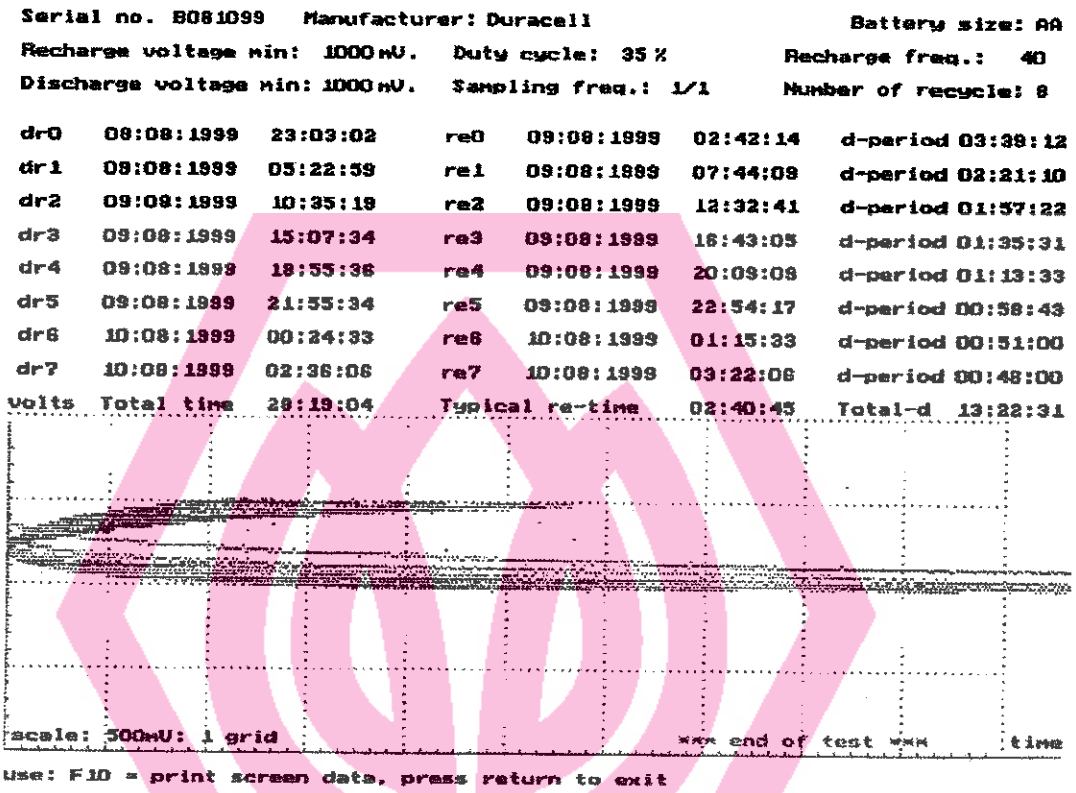
Summary of test data B081099

	Date	Time	Period	
Discharge 1 starts :	08:08:1999	23:03:02	Duration:	03:39:12
Recharge 1 starts :	09:08:1999	02:42:14	Duration:	02:40:45
Discharge 2 starts :	09:08:1999	05:22:59	Duration:	02:21:10
Recharge 2 starts :	09:08:1999	07:44:09	Duration:	02:51:10
Discharge 3 starts :	09:08:1999	10:35:19	Duration:	01:57:22
Recharge 3 starts :	09:08:1999	12:32:41	Duration:	02:34:53
Discharge 4 starts :	09:08:1999	15:07:34	Duration:	01:35:31
Recharge 4 starts :	09:08:1999	16:43:05	Duration:	02:12:31
Discharge 5 starts :	09:08:1999	18:55:36	Duration:	01:13:33
Recharge 5 starts :	09:08:1999	20:09:09	Duration:	01:46:25
Discharge 6 starts :	09:08:1999	21:55:34	Duration:	00:58:43
Recharge 6 starts :	09:08:1999	22:54:17	Duration:	01:30:16
Discharge 7 starts :	10:08:1999	00:24:33	Duration:	00:51:00
Recharge 7 starts :	10:08:1999	01:15:33	Duration:	01:20:33
Discharge 8 starts :	10:08:1999	02:36:06	Duration:	00:46:00
Recharge 8 starts :	10:08:1999	03:22:06	Duration:	: :

Maximum Recharge Time: 02:40:45

Total Discharge Time: 13:22:31

มหาวิทยาลัยศรีปทุม SRIPATUM UNIVERSITY



หมายเหตุ: เส้นกราฟในภาพประกอบ 11 เป็นเส้นกราฟที่แสดงการอัดประจุและการคายประจุ เส้นกราฟที่บอกถึงการอัดประจุจะเริ่มต้นที่แรงดันไฟฟ้าที่ 1000 มิลลิโวลต์ และค่านี้จะค่อยๆเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนถึงแรงดันไฟฟ้าที่ 1500 มิลลิโวลต์จึงจะเริ่มขบวนการคายประจุใหม่ (อัตราส่วนในการสุ่มข้อมูลของการคายประจุและการอัดประจุไม่เท่ากัน ให้ดูค่าตัวเลขประกอบการพิจารณากราฟ) ส่วนของกราฟที่มีขนาดสั้นกว่าที่อยู่ตอนใต้ของกลุ่มกราฟของการอัดประจุข้างต้นจะเป็นกราฟที่แสดงการคายประจุ จากข้อมูลที่ได้จะเห็นว่าค่าที่อยู่ต่อจาก d-period แสดงช่วงเวลาที่ใช้ในการคายประจุจากถ่านไฟ ค่าของอัตราการคายประจุลดลงแต่เปลี่ยนแปลงไม่มาก (เริ่มต้นที่ 03:39:12 และต่ำสุดที่ 00:46:00) รวมเวลาที่ได้จากการคายประจุของถ่านไฟเท่ากับ 13:22:31 ชั่วโมง แต่การคายประจุครั้งแรกมีค่าเท่ากับ 03:39:12 ชั่วโมง ทำให้ส่วนของการคายประจุในครั้งต่อๆ ไปรวมกันมีค่าเท่ากับ 09:43:19 ชั่วโมง ส่วนเวลาที่ใช้ในการอัดประจุในแต่ละครั้งจะลดลงเรื่อยๆ (จาก 02:40:45 -> 01:20:33) จำนวน 8 ครั้ง คาดว่าจะสามารถใช้ต่อไปได้อีก ทั้งนี้เพราะการคายประจุสุดท้ายยังอยู่ที่ 00:46:00 ชั่วโมง

ภาพประกอบ 11 ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-B081099 (อัดประจุอย่างเร็ว)

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ตาราง 13 ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Maxell-B081299 (อัดประจุอย่างเร็ว)

Set parameter for battery recharge/discharge

Serial number:	A081299	
Manufacturer:	Panasonic	
Manufacturing country:	Japan	
Manufacturing date:	01/08/1998	
Battery size:	AA	
Recharge parameters		
Recharge voltage (minimum):	1000	mV
Recharge voltage (maximum):	1500	mV
Recharge base voltage:	1000	mV
Recharge duty cycle on:	25	%
Recharge step count:	500	counts
Recharge frequency:	12	hertz
Recharge sampling frequency:	1	hertz
Typical minimum voltage:	1000	mV
Typical maximum voltage:	1500	mV
Discharge parameters		
Discharge current:	-	milliampere
Discharge sampling frequency:	1	hertz
Discharge voltage (minimum):	1000	mV
Discharge voltage (maximum):	1500	mV
No of recharge:	8	times

Janjai Bhuripanyo ___/___/_____

Poranee Wannasiri ___/___/_____

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ตาราง 14 ตัวอย่างสรุปข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Maxell-B081299 (อัดประจุอย่างเร็ว)

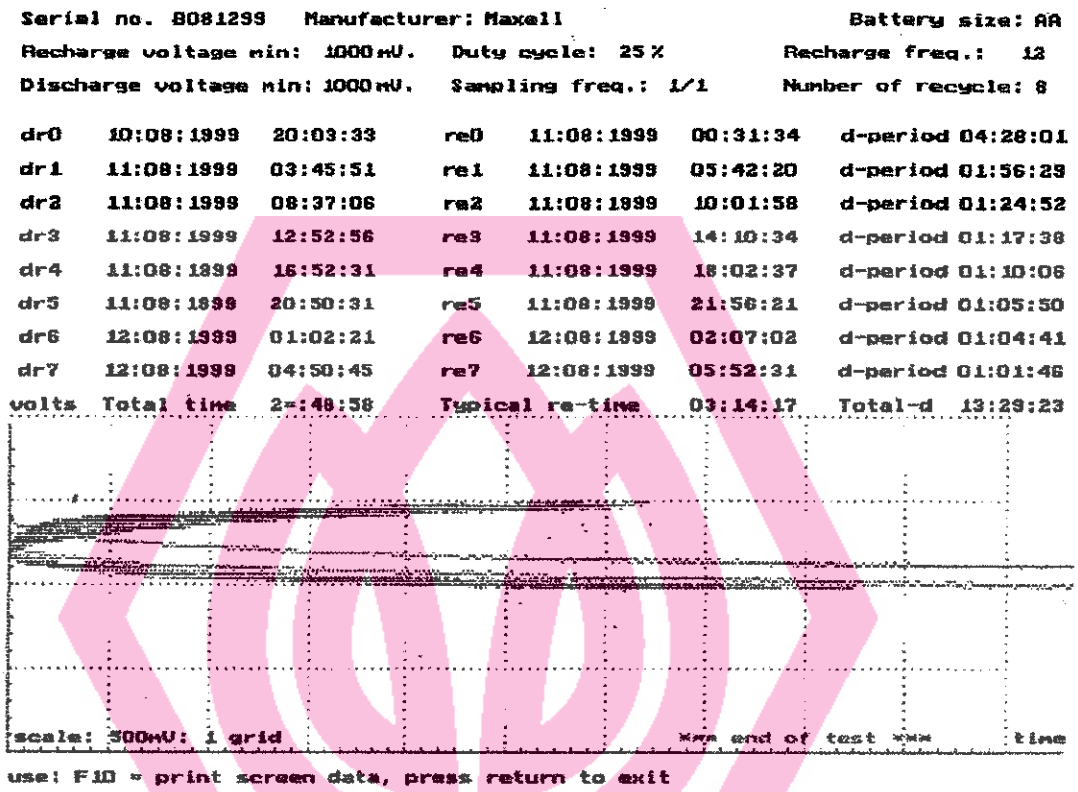
Summary of test data A081299

	Date	Time	Period	
Discharge 1 starts :	11:08:1999	15:20:24	Duration:	04:58:30
Recharge 1 starts :	11:08:1999	20:18:54	Duration:	02:26:50
Discharge 2 starts :	11:08:1999	22:45:44	Duration:	01:28:22
Recharge 2 starts :	12:08:1999	00:14:06	Duration:	02:01:13
Discharge 3 starts :	12:08:1999	02:15:19	Duration:	01:05:14
Recharge 3 starts :	12:08:1999	03:20:33	Duration:	01:42:05
Discharge 4 starts :	12:08:1999	05:02:38	Duration:	00:53:44
Recharge 4 starts :	12:08:1999	05:56:22	Duration:	01:25:48
Discharge 5 starts :	12:08:1999	07:22:10	Duration:	00:45:13
Recharge 5 starts :	12:08:1999	08:07:23	Duration:	01:14:40
Discharge 6 starts :	12:08:1999	09:22:03	Duration:	00:39:54
Recharge 6 starts :	12:08:1999	10:01:57	Duration:	01:06:45
Discharge 7 starts :	12:08:1999	11:08:42	Duration:	00:37:03
Recharge 7 starts :	12:08:1999	11:45:45	Duration:	01:01:44
Discharge 8 starts :	12:08:1999	12:47:29	Duration:	00:34:34
Recharge 8 starts :	12:08:1999	13:22:03	Duration:	: :

Maximum Recharge Time: 02:26:50

Total Discharge Time: 11:02:34

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY



หมายเหตุ: เส้นกราฟในภาพประกอบ 12 เป็นเส้นกราฟที่แสดงการอัดประจุและการคายประจุ เส้นกราฟที่บอกถึงการอัดประจุจะเริ่มต้นที่แรงดันไฟฟ้าที่ 1000 มิลลิโวลต์ และค่านี้จะค่อยๆเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนถึงแรงดันไฟฟ้าที่ 1500 มิลลิโวลต์จึงจะเริ่มขบวนการคายประจุใหม่ (อัตราส่วนในการสุ่มข้อมูลของการคายประจุและการอัดประจุไม่เท่ากัน ให้ดูค่าตัวเลขประกอบการพิจารณากราฟ) ส่วนของกราฟที่มีขนาดสั้นกว่าที่อยู่ตอนใต้ของกลุ่มกราฟของการอัดประจุข้างต้นจะเป็นกราฟที่แสดงการคายประจุ จากข้อมูลที่ได้จะเห็นว่าค่าที่อยู่ต่อจาก d-period แสดงช่วงเวลาที่ใช้ในการคายประจุจากถ่านไฟ ค่าของอัตราการคายประจุลดลงแต่เปลี่ยนแปลงไม่มาก (เริ่มต้นที่ 04:28:01 และต่ำสุดที่ 01:01:46) รวมเวลาที่ได้จากการคายประจุของถ่านไฟเท่ากับ 13:29:23 ชั่วโมง แต่การคายประจุครั้งแรกมีค่าเท่ากับ 04:28:01 ชั่วโมง ทำให้ส่วนของการคายประจุในครั้งต่อๆ ไปรวมกันมีค่าเท่ากับ 09:01:22 ชั่วโมง ส่วนเวลาที่ใช้ในการอัดประจุในแต่ละครั้งจะลดลงเรื่อยๆ (จาก 02:26:50 -> 01:01:44) จำนวน 8 ครั้ง คาดว่าจะสามารถใช้ต่อไปได้อีก ทั้งนี้เพราะการคายประจุสุดท้ายยังอยู่ที่ 00:34:34 ชั่วโมง

ภาพประกอบ 12 ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Maxell-B081299 (อัดประจุอย่างเร็ว)

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

บทที่ 6
สรุปงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปงานวิจัย

ผลที่ได้จากการวิจัยนี้สนับสนุนแนวความคิดของการนำเอา ถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีสมาอัดประจุทีละน้อยเพื่อนำมาใช้งานใหม่ว่าสามารถกระทำได้ ถึงแม้ว่าประสิทธิภาพ (จำนวนครั้งที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่) ที่ได้จะไม่เทียบเท่ากับการอัดประจุใหม่ของถ่านไฟแบบทุติยภูมิก็ตาม

งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการอัดประจุอย่างเร็วของถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีสก็สามารถกระทำได้เช่นกันและประสิทธิภาพที่ได้สามารถทำได้ในระดับเดียวกันกับการอัดประจุแบบทีละน้อยอย่างที่มีใช้กันในท้องตลาดในปัจจุบัน แต่ช่วงเวลาที่ใช้ในการอัดประจุน้อยลงกว่าเดิมประมาณ 5 ถึง 9 เท่า (คือช่วงเวลาในการอัดประจุจะอยู่ในช่วงเวลาประมาณ 1 ถึง 2 ชั่วโมงครึ่ง ระยะเวลาการใช้งานทั้งหมดประมาณ 13 ชั่วโมงครึ่ง (โดยที่ช่วงเวลาที่ใช้งานเบื้องต้นก่อนที่จะมีการอัดประจุอยู่ที่ประมาณ 4 ชั่วโมงครึ่ง) นอกจากนี้ระดับแรงดันไฟฟ้าเริ่มต้นที่ใช้ในการอัดประจุอยู่ที่ประมาณ 1.0 โวลต์ (ซึ่งเป็นค่าแรงดันไฟฟ้านี้อยู่ต่ำกว่า แรงดันไฟฟ้า 1.1 โวลต์ที่ทางผู้ผลิตเครื่องอัดประจุอัลคาไลน์แมงกานีสแบบอื่นๆ) ซึ่งน่าจะเป็นเหตุผลที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งที่น่าจะผลักดันให้การนำเอาถ่านไฟอัลคาไลน์กลับมาใช้ใหม่มีมากขึ้น

ถึงแม้ว่าการวิจัยนี้มีแนวโน้มว่าการนำเอาถ่านไฟมาอัดประจุใหม่สามารถกระทำได้ แต่ควรพิจารณาผลดีผลเสียต่างๆ ประกอบด้วย ซึ่งผลดีเห็นได้อย่างชัดเจนคืออาจจะนำถ่านไฟข้างต้นมา recycle ใหม่ได้ เป็นการประหยัดทรัพยากรธรรมชาติที่ต้องนำมาใช้ในการผลิตถ่านไฟ เป็นการลดมลพิษที่เกิดจากถ่านไฟที่หมดอายุการใช้งานเนื่องจากมีการใช้ถ่านไฟน้อยลง แต่สิ่งที่ควรจะระวังคือพลังงานที่นำมาใช้ในการ recycle ถ่านไฟข้างต้นจะต้องถูกใช้อย่างมีประสิทธิภาพและเท่าที่จะเป็นจริงๆ ไม่ใช่เป็นการใช้พลังงานที่เพิ่มมากขึ้นเพียงเพื่อจะนำมา recycle ถ่านไฟเท่านั้น ต้องคำนึงถึงต้นทุนต่างๆ ที่ใช้ประกอบมาเป็นเครื่องตัดสินด้วยว่าควรจะใช้พลังงานไฟฟ้าที่มีอยู่เพื่อมา recycle ถ่านไฟหรือควรจะนำพลังงานไฟฟ้าข้างต้นมาใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ แทน

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

6.2 ข้อเสนอแนะของงานวิจัย

เพื่อให้งานวิจัยฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ควรทำการปรับปรุงงานวิจัยนี้ดังนี้

6.2.1 เพิ่มตัวอย่างการทดสอบให้มีจำนวนมากขึ้น เพื่อหาข้อผิดพลาดต่างๆ ที่อาจจะละเลยไปในระหว่างที่ทำการทดสอบในงานวิจัยนี้ ทั้งนี้เพราะการทดสอบของแต่ละตัวอย่างใช้เวลานาน (25+ ชั่วโมงจนถึง 6 วันในบางครั้ง) เกินกว่าที่จะทำการตรวจสอบได้อย่างใกล้ชิดอย่างในงานวิจัยแบบอื่นๆ

ข้อมูลที่ควรเก็บเพิ่มเติมควรเป็น

1. อุณหภูมิของถ่านไฟในขณะที่มีการทดสอบ เพื่อตรวจสอบหาภาวะการเพิ่มอย่างผิดปกติของอุณหภูมิของถ่านไฟในขณะที่มีการทดสอบ
2. ทดสอบเพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีการรั่วไหลของออกซิเจน หรือสารประกอบต่างๆ ที่มีอยู่ภายในถ่านไฟ

6.2.2 การทดสอบส่วนใหญ่ไม่ได้กระทำในห้องทดสอบที่มีการควบคุมอุณหภูมิ (แต่เป็นห้องทดสอบที่ปิด ไม่มีการถ่ายเทของอากาศ และอุณหภูมิในห้องจะสูงกว่าปกติโดยเฉพาะในเวลากลางวัน) ควรทำการทดสอบในห้องที่มีการควบคุมอุณหภูมิเพื่อหาผลข้างเคียงที่อาจจะเกิดขึ้นกับถ่านไฟในขณะที่มีการอัดประจุ

6.2.3 การทดสอบนี้เป็นการทดสอบที่มองถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีส ในรูปของ black box คือไม่ได้มีการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงในเชิงเคมีของสารประกอบเป็นถ่านไฟข้างต้น ทำให้ไม่สามารถตอบได้ว่าการทดสอบมีผลต่อโครงสร้างภายในของถ่านไฟในรูปใดบ้าง หากสามารถตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในขณะที่มีการทดสอบจะทำให้งานวิจัยข้างต้นสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

การทดสอบนี้ได้เก็บตัวอย่างของถ่านที่ได้ทำการทดสอบเอาไว้แล้ว การที่จะทำการทดสอบทางเคมีสามารถกระทำได้ หากมีผู้เชี่ยวชาญและมีทุนสนับสนุนที่เหมาะสมด้วย โดยที่การทดสอบควรจะทำไปถึงผลที่จะเกิดกับมลภาวะแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากถ่านไฟที่ถูกนำมา recycle แล้ว เพื่อให้แน่ใจว่าถ่านไฟที่ถูกกำจัดจะมีผลเสียต่อมลภาวะให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้

6.2.4 ทำการทดสอบถ่านไฟขนาดอื่นๆ เช่น ขนาด AAA, C, D และขนาด 9 โวลต์ เพื่อทำให้การวิจัยที่ได้เป็นการวิจัยที่ครบวงจรสามารถทำไปใช้งานได้จริงๆ

6.2.5 งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการอัดประจุอย่างเร็วบนถ่านอัลคาไลน์แมงกานีสสามารถกระทำได้ ขั้นตอนต่อไปคืองานวิจัยเพื่อทดสอบว่าการอัดประจุถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีสอย่างเร่งด่วนก็สามารถกระทำได้เช่นกัน ซึ่งด้วยขบวนการและเครื่องมือที่มีอยู่สามารถกระทำได้หากได้รับการสนับสนุนอย่างที่เป็นอยู่ต่อไปอีกระยะหนึ่ง

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

กฤษดา ใจเย็น, ไกรวุฒิ เลิศประเสริฐสุด, พรรณี ชะนิด และเศกสิทธิ์ คำชมภู. "เครื่องชุบชีวิตถ่านคาร์บอน-สังกะสี," ฮอบบี้อิเล็กทรอนิกส์. 52: 28-33; กันยายน 2538

สว่าง ประกายรุ้งทอง. "แบตเตอรี่ขอแนะนำตัวเองครับ," เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ ฉบับพิเศษ. 2538 บริษัทซีเอ็ด

ปิยวัฒน์ พัฒนาไพบูลย์ และนิอร ดิษฐ์บุญเชิญ. "เครื่อง ชาร์จถ่านอัตโนมัติ," โครงงานวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาไฟฟ้า มหาวิทยาลัยศรีปทุม 2539

อรรณนพ พีรชาติ. "เครื่อง ชาร์จถ่านครอบจักรวาล" ฮอบบี้อิเล็กทรอนิกส์. 6: 85-90: 2538 2538 บริษัทซีเอ็ด

Madhu Siddalingaiah, ID:909598324.Eg. "AA alkaline battery discharge curve<909974251.Eg.q.html>" <http://www.madsci.org/>

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ภาคผนวก ก
เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

เครื่องทดสอบเพื่ออัดประจุถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีส เครื่องทดสอบที่ใช้ประกอบด้วยส่วนต่างๆดังต่อไปนี้:

1. เครื่อง PC compatible รุ่น 386 หรือมากกว่า
2. มีหน่วยความจำอย่างน้อย 4 Mb. RAM
3. มี floppy drive ขนาด 1.44 MB เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูล
4. ET-PCDIO interface card ที่ได้มีการเพิ่มวงจรอัด/คายประจุถ่านไฟ Alkaline
5. ส่วนประกอบเพิ่มเติมเพื่อรองรับการอัด/คายประจุถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีส (หรือถ่านไฟชนิดอื่นๆ) โดยอัตโนมัติ

ภาพประกอบ 13 แสดงตัวอย่างวงจร ET-PCDIO interface card ส่วนภาพประกอบ 14 และ 15 (อัดประจุอย่างเร็ว) แสดงวงจรที่ต่อเพิ่มเติมจาก ET-PCDIO interface card ที่มีอยู่ในภาพประกอบ 13 ET-PCDIO interface card เป็น card ที่สามารถเสียบเข้าใน ISA slot บนเครื่อง PC ใน card นี้มีวงจรต่างๆต่อไปนี้:

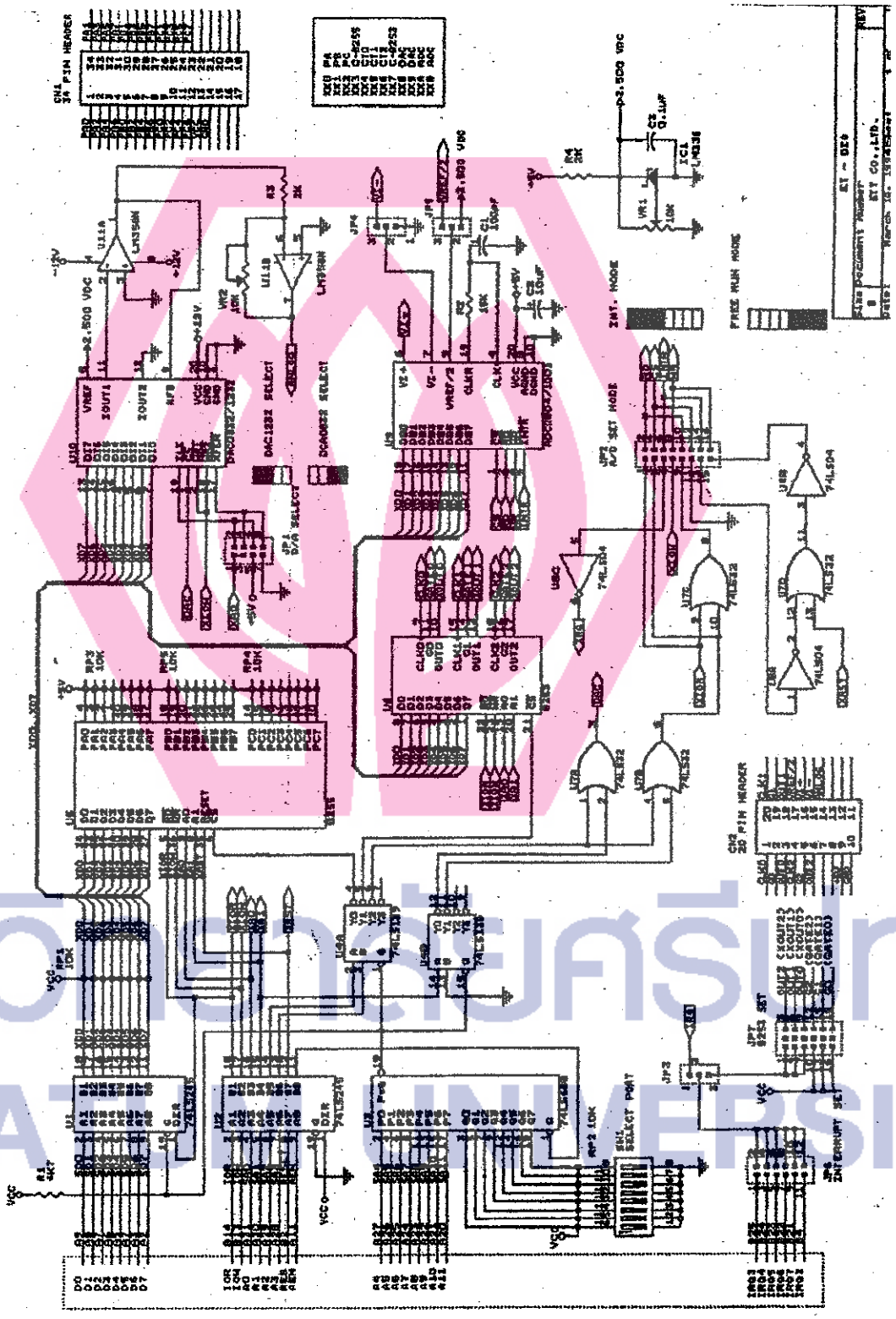
1. วงจร I/O แบบขนานที่ใช้ 8255
2. วงจร I/O ที่เป็น counter timer ที่ใช้ 8253
3. วงจร I/O ที่เป็น analog to digital converter (ADC) ที่ใช้ ADC0804
4. วงจร I/O ที่เป็น digital to analog converter (DAC) ที่ใช้ DAC0832

โดยที่หน้าที่ของวงจรที่ใช้งานข้างต้นมีดังนี้:

1. วงจร I/O แบบขนานที่ใช้ 8255 วงจร 8255 มีทั้งหมด 4 แอดเดรส และแอดเดรสที่กำหนดไว้ใช้งานบนเครื่อง PC อยู่ที่แอดเดรส 300H <-> 303H โดยที่
   1.1 แอดเดรส 300H เป็นพอร์ต-A
   1.2 แอดเดรส 301H เป็นพอร์ต-B
   1.3 แอดเดรส 302H เป็นพอร์ต-C
   1.4 แอดเดรส 303H เป็น control-พอร์ต

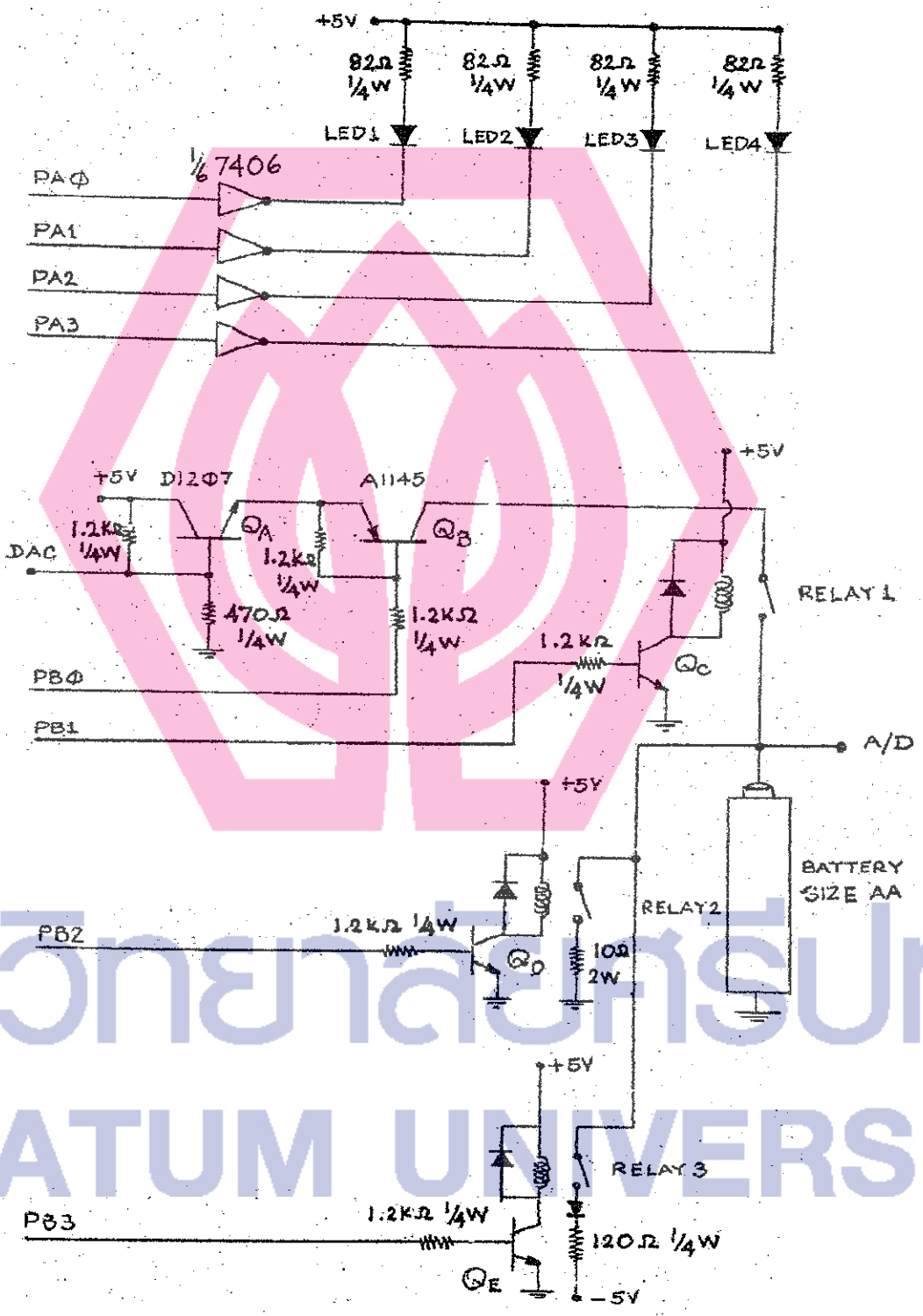
ในขณะที่มีการป้อนพลังงานให้กับวงจร 8255 ขาสัญญาณของพอร์ต-A, B และ C จะถูกกำหนดให้เป็นขาสัญญาณขาเข้า และเนื่องจากทุกขาสัญญาณมี pull-up รีซิสเตอร์ต่ออยู่ ทำให้ทุกขาสัญญาณอยู่ที่ลอจิก 1 ต่อไปนี้เป็นคำอธิบายเกี่ยวกับพอร์ตแต่ละพอร์ต

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY



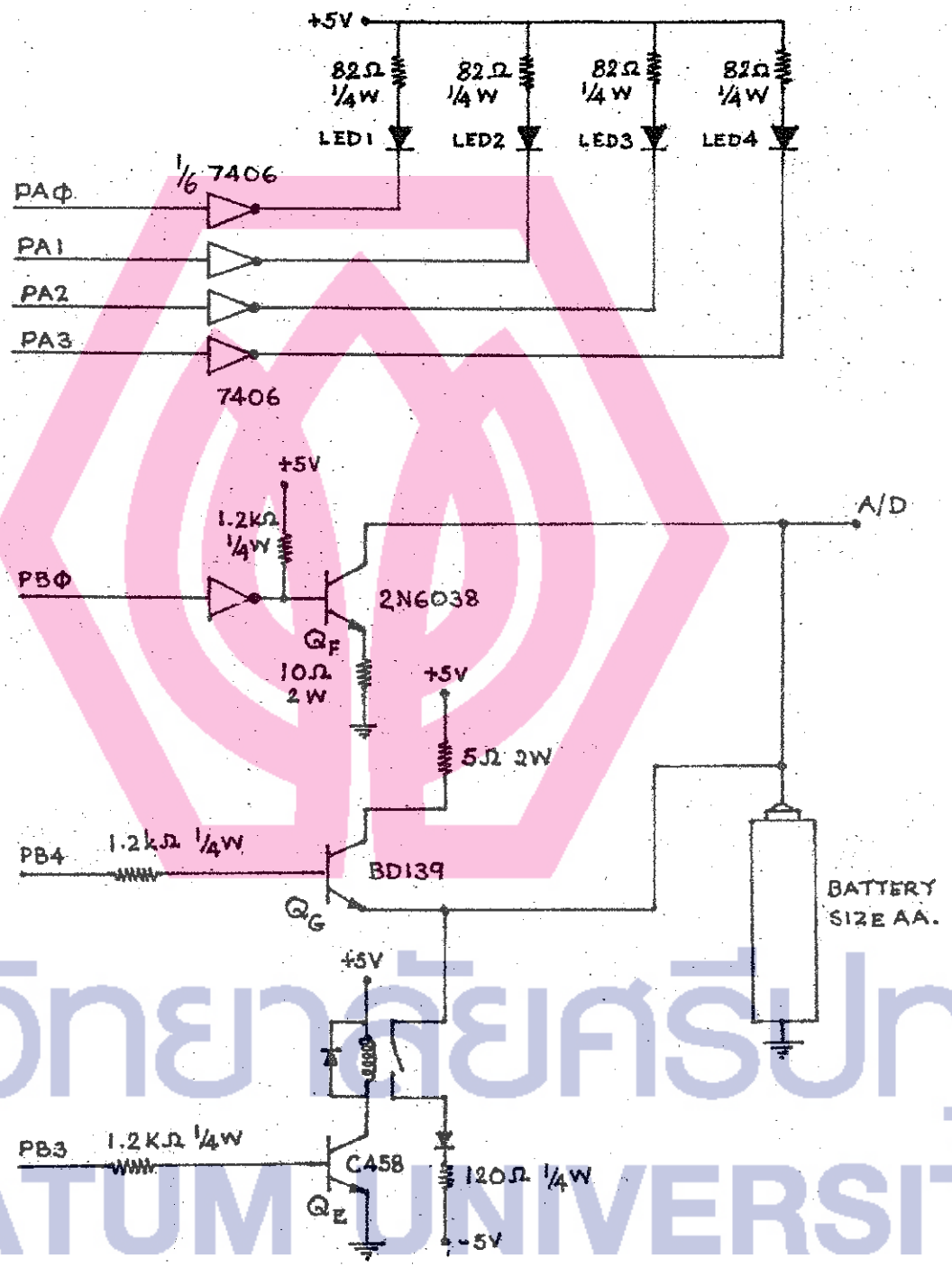
ภาพประกอบ 13 วงจร ET-PCDIO ที่ใช้ในต่อระหว่าง PC กับวงจรอัด/คายประจุถ่านไฟ

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY



ภาพประกอบ 14 วงจรที่เพิ่มเติมที่ใช้ในการอัด/คายประจุถ่านไฟ

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY



ภาพประกอบ 15 วงจรที่เพิ่มเติมที่ใช้ในการอัด/คายประจุถ่านไฟ (อัดประจุอย่างเร็ว)

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

สัญญาณขาออก (ซึ่งทำได้โดยการกำหนดค่า 80H ให้กับ control-พอร์ตที่แอดเดรส 303H) การกำหนดให้เป็นขาสัญญาณขาออกข้างต้นทำให้ค่าที่ขาสัญญาณทุกขาสัญญาณของพอร์ต-A, B และ C อยู่ที่ลอจิก 0 การมีค่าลอจิก 0 บนพอร์ตข้างต้นทำให้ต้องมีการออกแบบวงจรเพื่อป้องกันโอกาสที่จะมีการลัดวงจรเกิดขึ้น และยังต้องมีวงจรรองรับภาวะต่างๆ ที่เกิดขึ้นด้วย รายละเอียดของการป้องกันนี้จะถูกอธิบายในส่วนที่เกี่ยวข้อง

แอดเดรส 300H เป็นแอดเดรสของพอร์ต-A สำหรับพอร์ตนี้ถูกกำหนดให้ทำหน้าที่บอกภาวะของการอัดหรือคายประจุของถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีส การบอกภาวะทำได้โดยการกำหนดให้ทุกบิต (PA0<->PA7) ของพอร์ต-A มีหน้าที่เป็นขาสัญญาณขาออก (output) มีเพียง 4 ขาสัญญาณ (PA3-PA0) ที่ทำหน้าที่ควบคุม LED 4 ตัวที่บอกภาวะของการอัดหรือคายประจุของถ่านไฟ ทั้งนี้มีการกำหนดบิต 4 บิตที่ใช้งานข้างต้นดังนี้:

- เส้นสัญญาณ PA0 ของ 8255 ทำหน้าที่ควบคุม LED สีแดง (Light Emitting Diode) ตัวที่ 1 เมื่อ LED ตัวนี้มืด (เส้นสัญญาณมีค่าเป็นลอจิก 0) แสดงว่าไม่มีการกำหนดให้มีการคายประจุของถ่านไฟในขณะนั้น ถ้า LED ตัวนี้สว่างเป็นสีแดง (เส้นสัญญาณมีค่าเป็นลอจิก 1) แสดงว่ากำลังอยู่ในระหว่างการบังคับให้มีการคายประจุของถ่านไฟ

การคายประจุในส่วนนี้ ไม่ใช่การคายประจุในช่วงที่มีการอัดประจุไฟฟ้าด้วยแรงดันไฟฟ้า 1.5 โวลต์ (ขนาดของกระแสที่ไหลในช่วงดังกล่าวมีค่าประมาณ 115 มิลลิแอมป์) หรือช่วงมีการคายประจุที่แรงดันไฟฟ้า -0.2 โวลต์ (กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านประมาณ 20 มิลลิแอมป์ต่อชั่วโมง) การคายประจุนี้เป็นการคายประจุเพื่อให้แรงดันไฟฟ้าที่ตกคล่อมถ่านไฟให้มีค่าแรงดันไฟฟ้าที่ประมาณ 1.1 โวลต์ก่อนหน้าที่จะมีการอัดประจุให้กับถ่านไฟในรอบต่อไป การคายประจุนี้จะกำหนดให้มีการคายประจุที่อัตรา 500 มิลลิแอมป์ต่อชั่วโมงจนกระทั่งแรงดันไฟฟ้าที่ตกคล่อมถ่านไฟเหลือประมาณ 1.1 โวลต์ ซึ่งในภาวะดังกล่าวเป็นภาวะที่พร้อมที่จะเริ่มการอัดประจุครั้งใหม่ต่อไป

- เส้นสัญญาณ PA1 ของ 8255 ทำหน้าที่ควบคุม LED สีเหลือง เป็น LED ตัวที่ 2 เมื่อ LED ตัวนี้มืด (เส้นสัญญาณมีค่าเป็นลอจิก 0) แสดงว่าไม่มีการอัดประจุให้กับถ่านไฟในขณะนั้น ถ้า LED ตัวนี้สว่างเป็นสีเหลือง (เส้นสัญญาณมีค่าเป็นลอจิก 1) แสดงว่า

มหาวิทยาลัยศรีปทุม SRIPATUM UNIVERSITY

กำลังอยู่ในระหว่างการอัดประจุให้กับถ่านไฟ แรงดันไฟฟ้าที่ใช้ในการอัดประจุให้กับถ่านไฟยังคงเป็นแรงดันไฟฟ้าที่มีขนาด 1.5 โวลต์แต่มีขนาดของกระแสไฟฟ้าที่ 115 มิลลิแอมป์แทน

- เส้นสัญญาณ PA2 ของ 8255 ทำหน้าที่ควบคุม LED สีเขียว เป็น LED ตัวที่ 3 เมื่อมีค่าเป็นลอจิก 0 และมีการทำงานของ LED ตัวที่ 1 และตัวที่ 2 แสดงว่ากำลังมีการอัดหรือคายประจุไฟฟ้าให้กับถ่านไฟอยู่ แต่ถ้าเส้นสัญญาณที่ทำหน้าที่คุม LED ตัวนี้มีค่าเป็นลอจิก 1 (คือแสง LED เป็นสีเขียว) แสดงว่าการอัดหรือคายประจุไฟฟ้าให้กับถ่านไฟได้สิ้นสุดลงแล้ว

- เส้นสัญญาณ PA3 ของ 8255 ทำหน้าที่ควบคุม LED สีชมพู เป็น LED ตัวที่ 4 จะมีภาวะที่ส่องแสงสว่างหากไม่สามารถอัดประจุใหม่ให้กับถ่านไฟที่ทดสอบได้ ในกรณีที่สามารถอัดประจุใหม่ได้ LED ตัวนี้จะมืดแต่ LED ตัวที่ 3 จะส่องแสงสว่างแทน

- เส้นสัญญาณ PA4<->PA7 ไม่มีการใช้งาน

หมายเหตุ: เมื่อมีการ power-up ตัว LED ทั้ง 4 ตัวจะส่งแสงสว่าง ทั้งนี้เนื่องจากหลังจากภาวะ power-up ขาสัญญาณของพอร์ต-A จะทำหน้าที่เป็นขาสัญญาณขาเข้าที่มีค่าที่เป็นลอจิก 1 ซึ่งทำให้ค่าสัญญาณขาออกของ 7406 อยู่ที่ลอจิก 0 ภาวะ sink กระแสจะเกิดขึ้นที่ขาออกของ 7406 ตัว LED ทุกตัวที่ต่อกับขาออกของ 7406 จะสว่างขึ้น แต่เมื่อมีการกำหนดให้ขาสัญญาณของพอร์ต-A ทำหน้าที่เป็นขาสัญญาณขาออก ขาสัญญาณเหล่านี้จะมีค่าเป็นลอจิก 0 ทำให้ภาวะการ sink กระแสสิ้นสุดลง เมื่อไม่มีภาวะการ sink กระแสของ 7406 แสงสว่างบน LED จะหมดไปด้วย

แอดเดรส 301H เป็นแอดเดรสของพอร์ต-B สำหรับพอร์ตนี้ถูกกำหนดให้ทำหน้าที่ควบคุมวงจรที่ใช้ในการอัดหรือคายประจุไฟฟ้าให้กับถ่านไฟที่กำลังทดสอบอยู่ โปรแกรมที่เขียนกำหนดให้ทุกบิต (PB0<->PB7) ของพอร์ต-B ทำหน้าที่เป็นขาสัญญาณขาออก (output) แต่มีเพียง 5 ขาสัญญาณ (PB4<->PB0) ที่ทำหน้าที่ควบคุมการอัดหรือคายประจุของถ่านไฟ โดยที่การกำหนดบิตทั้ง 5 บิตที่ใช้งานข้างต้นดังนี้:

- เส้นสัญญาณ PB0 ของ 8255 ทำหน้าที่ยอมหรือไม่ยอมให้มีการ

มหาวิทยาลัยศรีปทุม SRIPATUM UNIVERSITY

ทำงานของทรานซิสเตอร์ Q_B (A1145) ในภาพประกอบ 13 โดยที่เมื่อค่าของ PB0-บิตมีค่าเป็นลอจิก 0 จะมีการยอมให้ผ่านค่าที่กำหนดที่ DAC0832 ไปยังวงจรที่เหลือของวงจรที่อัดหรือคายประจุของถ่านไฟ แต่ถ้าค่าของ PB0-บิตมีค่าเป็นลอจิก 1 จะไม่มีการทำงานของทรานซิสเตอร์ Q_B ข้างต้น แรงดันไฟฟ้าที่สร้างจาก DAC ผ่านไปถึงถ่านไฟ เป็นการอัดประจุไฟฟ้าให้กับถ่านไฟ ค่าของกระแสที่ไหลเพื่ออัดประจุให้กับถ่านไฟมีค่าประมาณ 115 มิลลิแอมป์ต่อชั่วโมง

- เส้นสัญญาณ PB1 ของ 8255 ทำหน้าที่กำหนดให้มีหรือไม่มีการคายประจุให้กับถ่านไฟที่กำลังทดสอบ การคายประจุนี้เป็นการคายประจุให้กับถ่านไฟ (เหมือนกับการนำถ่านไฟมาใช้งานนั่นเอง) อัตราการคายประจุอยู่ที่ 500 มิลลิแอมป์ต่อชั่วโมง เมื่อค่าของ PB1-บิตมีค่าเป็นลอจิก 0 (ทรานซิสเตอร์ 2N6038 ตัวที่ 1 จะไม่มีการทำงาน (คืออยู่ในภาวะ OFF)) จะไม่มีการคายประจุให้กับถ่านไฟ แต่ถ้าค่าของ PB1-บิตมีค่าเป็นลอจิก 1 (ทรานซิสเตอร์ 2N6038 ตัวที่ 1 จะทำงาน (คืออยู่ในภาวะ ON)) จะยอมให้มีการคายประจุให้กับถ่านไฟ ระหว่างที่มีการคายประจุจะมีการบันทึกและตรวจสอบค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากถ่านไฟเพื่อหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าประมาณ 1.1 โวลต์ เพื่อหยุดการอัดประจุของถ่านไฟข้างต้น

- เส้นสัญญาณ PB2 ของ 8255 ทำหน้าที่ควบคุมการคายประจุที่แรงดันไฟฟ้าที่ค่า -0.2 โวลต์ การคายประจุที่ค่าแรงดันไฟฟ้าข้างต้นเป็นการ relax ถ่านไฟในขณะที่มีการอัดประจุให้กับถ่านไฟ เมื่อ PB2-บิตมีค่าเป็นลอจิก 1 (ทรานซิสเตอร์ 2N6038 ตัวที่ 2 จะทำงาน (คืออยู่ในภาวะ ON)) จะยอมให้การ relax ถ่านไฟเนื่องจากรีเลย์ตัวที่ 3 มีการทำงาน แต่ถ้า PB2-บิตมีค่าเป็นลอจิก 0 (ทรานซิส เตอร์ 2N6038 ตัวที่ 2 จะไม่ทำงาน (คืออยู่ในภาวะ OFF)) จะไม่มีการ relax ถ่านไฟข้างต้น ค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในช่วงที่มีการ relax ข้างต้นมีค่าประมาณ 28 มิลลิแอมป์ต่อชั่วโมง

หมายเหตุ: เอกสารประกอบ 2, 3 และ 4 ที่ค้นได้เกี่ยวกับการอัดประจุต่างก็แนะนำให้มีการ relax ถ่านไฟในขณะที่มีการอัดประจุให้กับถ่านไฟ โดยที่ค่าแรงดันไฟฟ้า relax ข้างต้นมีประมาณ -0.2 โวลต์

- เส้นสัญญาณ PB3 ของ 8255 ถูกใช้เพื่อป้องกันไม่ให้มีโอกาสในการลัดวงจรอันเนื่องมาจากการต่อถ่านไฟเข้ากับวงจรที่รองรับแรงดันไฟฟ้าในภาวะ relax ซึ่งมีค่าที่

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

แรงดันไฟฟ้า -0.2 โวลต์ เมื่อค่าของขาสัญญาณ PB3 มีค่าเป็นลอจิก 1 จะทำให้มีการทำงานของ relay ตัวที่ 1 ซึ่งเป็นภาวะ default ที่เกิดขึ้นหลังจากที่มีการ power-up ทำให้ไม่มีโอกาสที่มีถ่านไฟจะมีการลัดวงจรเข้ากับแรงดันไฟฟ้า -0.2 โวลต์ เมื่อมีการกำหนดให้พอร์ต-A, B และ C ทำงานเป็นขาสัญญาณขาออก ภาวะบนขาสัญญาณ PB3 จะเป็นลอจิก 0 ทำให้มีการต่อถ่านไฟเข้ากับวงจรที่รองรับการ relax ของถ่านไฟ แต่เนื่องจากในขณะเดียวกันค่าของขาสัญญาณ PB2 จะมีค่าเป็นลอจิก 0 ไปด้วย ซึ่งทำให้ทรานซิสเตอร์ 2N6038 ตัวที่ 2 อยู่ในภาวะ OFF ซึ่งได้ป้องกันไม่ให้ถ่านไฟต่อเข้ากับวงจรที่รองรับการ relax ของถ่านไฟในขณะที่มีการอัดหรือคายประจุของถ่านไฟ

- เส้นสัญญาณ PB4 ของ 8255 ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของทรานซิสเตอร์ BD139 เมื่อมีการทำงานของทรานซิสเตอร์ตัวนี้จะมีการป้อนพัลส์ที่มีคุณสมบัติตามที่กำหนดให้กับถ่านไฟที่ถูกทดสอบ ในกรณีที่ขาสัญญาณ PB4 อยู่ที่ลอจิก 0 จะไม่มีการทำงานของทรานซิสเตอร์ BD139 ตัวนี้

หมายเหตุ: บิตนี้ทำงานในกรณีที่มีการทดสอบการอัดประจุถ่านไฟอย่างเร็ว ซึ่งจะต้องมีการยกเลิกการทำงานของวงจร DAC ออกก่อน

- เส้นสัญญาณ PB5<->PB7 ไม่มีการใช้งาน

หมายเหตุ: เป็นหน้าที่ของผู้เขียนโปรแกรมที่จะควบคุมการทำงานของขาสัญญาณ PB0<->PB4 ไม่ให้เกิดการลัดวงจรที่มีอยู่เข้าหากัน ทั้งนี้เพราะการลัดวงจรอาจจะทำให้เกิดการเสียหายกับวงจรที่มีอยู่ได้

แอดเดรส 302H เป็นแอดเดรสของพอร์ต-C ไม่มีการใช้งานของพอร์ต-C แต่ถูกกำหนดให้ทำหน้าที่เป็นขาสัญญาณขาออกจากโปรแกรม

แอดเดรส 303H เป็นแอดเดรสของ control-พอร์ตของ 8255 การกำหนดค่าของ 080H ทำให้พอร์ต-A พอร์ต-B และพอร์ต-C ทำหน้าที่เป็นขาสัญญาณขาออกทั้งหมด หลังจากที่มีการกำหนดให้เป็นขาสัญญาณขาออก ค่าบนขาสัญญาณต่างๆของพอร์ต-A, B และ C จะมีค่าเป็นลอจิก 0 ทั้งหมด

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATHUM UNIVERSITY

วงจร I/O ที่เป็น counter timer ที่ใช้ 8253 อยู่ที่แอดเดรส 304H<->307H แต่ยังไม่มีการใช้งานของวงจรในส่วนนี้

วงจร I/O ที่เป็น analog to digital converter (ADC) ที่ใช้ ADC0804 อยู่ที่แอดเดรส 30AH<->30BH เป็นวงจร ADC ที่มีขนาดความแม่นยำเท่ากับ 8 บิต โดยมีข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้เท่ากับ 1 LSB-บิต วงจร ADC นี้ใช้ในการบันทึกและตรวจสอบค่าในกรณีต่อไปนี้:

- ในขณะที่มีการอัดประจุให้กับถ่านไฟ การบันทึกทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาสิ่งที่เกิดขึ้นในระหว่างที่มีการอัดประจุให้กับถ่านไฟนั้นๆ การตรวจสอบเพื่อหาว่าการอัดประจุให้ถ่านไฟนั้นๆ ได้เสร็จสิ้นหรือไม่ คือเมื่อสิ้นสุดการอัดประจุค่าของถ่านไฟจะอยู่ที่ค่าแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 1.5 โวลต์หรือมากกว่า

- ในขณะที่มีการคายประจุเพื่อ relax ถ่านไฟ เป็นการบันทึกเพื่อศึกษาสิ่งที่เกิดขึ้นในขณะที่มีการคายประจุเพื่อ relax ถ่านไฟ

- ในขณะที่มีการคายประจุเพื่อ simulate การใช้งานของถ่านไฟแทนการใช้งานในภาวะปกติ การบันทึกทำขึ้นเพื่อเก็บข้อมูลเพื่อศึกษาสิ่งที่เกิดขึ้นในขณะที่มีการคายประจุจากถ่านไฟ ส่วนการตรวจสอบเป็นการตรวจสอบค่าแรงดันไฟฟ้าที่มีขนาดเท่ากับ 1.1 โวลต์หรือน้อยกว่า ทั้งนี้เพราะจากการทดสอบก่อนหน้านี้พบว่าการอัดประจุเพื่อนำถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีสกลับมาใช้งานใหม่นั้นจะกระทำได้ต่อเมื่อแรงดันไฟฟ้าของถ่านไฟนั้นมีค่ามากกว่า 1.1 โวลต์ หากมีค่าต่ำกว่านี้มักจะนำกลับมาใช้งานอีกไม่ได้

วงจร I/O ที่เป็น digital to analog converter (DAC) ที่ใช้ DAC0832 อยู่ที่แอดเดรส 308H<->309H เป็น DAC ที่มีขนาดเท่ากับ 8-บิต วงจรนี้ถูกกำหนดให้มีค่า resolution ที่ 0.02 โวลต์ มีจำนวน step ทั้งหมด 256 steps

วงจรนี้ถูกใช้เพื่อควบคุมแรงดันไฟฟ้าที่อัดประจุให้กับถ่านไฟ เนื่องจาก DAC นี้มีกระแสไฟฟ้าไม่พอเพียงกับการอัดประจุให้กับถ่านไฟที่ต้องการกระแสไฟฟ้าประมาณ 115

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

มิลลิแอมป์ จึงต้องมีวงจรเพื่อชดเชยขนาดของกระแสไฟฟ้าที่ยังขาดอยู่ ทรานซิสเตอร์ Q_A และ Q_B เป็นส่วนของวงจรที่จ่ายกระแสที่ต้องการให้กับถ่านไฟข้างต้น

นอกจากค่ากระแสข้างต้นแล้ว วงจร DAC ยังสามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่นอกเหนือจากแรงดันไฟฟ้า 1.5 โวลต์อีกด้วย ทำให้สามารถที่จะทดสอบการอัดประจุแบบเร็วเพื่อร่นระยะเวลาในการอัดประจุของถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีส หรือถ่านไฟชนิดอื่นๆ ได้อีกด้วย ตาราง 15 แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่ป้อนให้กับ DAC กับค่าแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้กับถ่านไฟในขณะที่มีการอัดประจุให้กับถ่านไฟ

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ตาราง 15 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าของ DAC กับค่าแรงดันไฟฟ้าจริงที่อ่านได้จากวงจร

แรงดัน DAC	แรงดันที่ถ่าน	แรงดัน DAC	แรงดันที่ถ่าน	แรงดัน DAC	แรงดันที่ถ่าน
00H-40H	0V	5CH	1.15V	78H	1.66V
41H	0V	5DH	1.17V	79H	1.68V
42H	0V	5EH	1.18V	7AH	1.70V
43H	0V	5FH	1.20V	7BH	1.72V
44H	0V	60H	1.22V	7CH	1.74V
45H	0V	61H	1.24V	7DH	1.76V
46H	0V	62H	1.26V	7EH	1.78V
47H	0V	63H	1.28V	7FH	1.79V
48H	0V	64H	1.30V	80H	1.81V
49H	0.11V	65H	1.32V	81H	1.83V
4AH	0.16V	66H	1.34V	82H	1.85V
4BH	0.23V	67H	1.35V	83H	1.87V
4CH	0.33V	68H	1.37V	84H	1.89V
4DH	0.46V	69H	1.39V	85H	1.91V
4EH	0.61V	6AH	1.41V	86H	1.92V
4FH	0.77V	6BH	1.43V	87H	1.94V
50H	0.87V	6CH	1.45V	88H	1.96V
51H	0.91V	6DH	1.46V	89H	1.98V
52H	0.94V	6EH	1.48V	8AH	2.00V
53H	0.97V	6FH	1.50V	8BH	2.02V
54H	0.99V	70H	1.52V	8CH	2.03V
55H	1.01V	71H	1.54V	8DH	2.05V
56H	1.03V	72H	1.56V	8EH	2.07V
57H	1.05V	73H	1.57V	8FH	2.09V
58H	1.07V	74H	1.59V	90H	2.10V
59H	1.09V	75H	1.61V	91H	2.12V
5AH	1.11V	76H	1.63V	92H	2.14V
5BH	1.13V	77H	1.65V	93H-FFH	>2.16V

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ภาคผนวก ข
รายละเอียดของโปรแกรมและ
โปรแกรมที่ใช้ในการทดสอบ

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

1. โปรแกรม

โปรแกรมที่ใช้ในการทดสอบเป็นโปรแกรมภาษา C ที่เขียนโดยใช้ Turbo C version 3.0 ของบริษัท Borland International Inc. โปรแกรมเขียนให้กับ DOS เท่านั้น สำหรับตัวโปรแกรมประกอบด้วยไฟล์ต่างๆต่อไปนี้:

- battery.cpp โปรแกรมที่ทดสอบถ่านไฟ
- battery0.cpp ส่วนประกอบของโปรแกรม
- battery1.cpp ส่วนประกอบของโปรแกรม
- battery2.cpp ส่วนประกอบของโปรแกรม
- battery.h include file สำหรับโปรแกรม
- head.dat supporting file ที่เป็น text สำหรับ โปรแกรม
- data.dat supporting file ที่เป็น text สำหรับ โปรแกรม
- batt.prj project file สำหรับ Turbo C
- batt.dsk project file สำหรับ Turbo C

โปรแกรมข้างต้นและ graphic files ต่างๆ อยู่ในแผ่น diskette ที่มีชื่อ "source codes/exe" ที่แนบอยู่ในงานวิจัยฉบับนี้

2. การคำนวณโปรแกรม

การคำนวณโปรแกรมเพื่อทดสอบถ่านไฟต้องคำนวณจาก DOS's prompt โดยพิมพ์คำสั่งต่อไปนี้

C:>batt<>

เมื่อให้โปรแกรมทำงานจะปรากฏส่วนที่เรียกว่า Main menu บนจอภาพ โปรแกรมในส่วนนี้มีเพื่อให้ผู้ทดสอบได้เลือกว่าต้องการให้โปรแกรมทำงานในหัวข้อใด โดยหัวข้อที่สามารถเลือกได้มีดังต่อไปนี้

- 0 - Exit from program
- 1 - Select sample

มหาวิทยาลัยศรีปทุม SRIPATUM UNIVERSITY

- 2 - Set recharge/discharge parameters
- 3 - Run test on sample
- 4 - Run only discharge cycle test
- 5 - Print result of the test
- 6 - Plot result of the test
- 7 - Convert to ASCII file
- 8 - Set monitor on screen
- 9 - No monitor on screen

2.1 Exit from program

เป็นการออกจากโปรแกรม recharge/discharge ถ่านไฟ (เมื่อผู้ทดสอบเลือก "0" จาก main menu) จะเป็นการสิ้นสุดการทดสอบและกลับคืนสู่ DOS's prompt

2.2 Select sample

เป็นการค้นฐานข้อมูลที่มีอยู่เกี่ยวกับแบตเตอร์รี่ที่ได้ทำการทดสอบ (เมื่อผู้ทดสอบเลือก "1" จาก main menu) เป็นหน้าที่ของผู้ทดสอบที่จะต้องเลือกตัวอย่างทดสอบจากฐานข้อมูลที่ปรากฏบนจอภาพ ซึ่งตัวอย่างที่เลือกจะเป็นข้อมูลที่เป็น serial number ข้อมูลนี้จะต้องป้อนให้กับการเลือกในข้อ 5, 6 และ 7 ที่มีอยู่ใน main menu ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างจอภาพเมื่อผู้ทดสอบเลือกเพื่อค้นหาข้อมูลในส่วนนี้

Summary of test samples:

Name	Manufacturer	Recharge v.	discharge/recycle
A300299.spu	AIKO	1000mV	0
A300499.spu	AIKO	1000mV	0 (*)
B130599.spu	AIKO	1000mV	7 (**)
F300499.spu	AIKO	1050mV	0
H140599.spu	AIKO	1070mV	0
	.		
	.		
A160499.spu	AIKO	1150mV	7

มหาวิทยาลัยศรีปทุม SRIPATUM UNIVERSITY

หมายเหตุ: (*) `เป็นการทดสอบเพื่อคายประจุ แต่เพียงอย่างเดียว

(**) เป็นการทดสอบเพื่อหาข้อมูลที่ได้จากการ recycle 7 ครั้ง

2.3 Set recharge/discharge parameters

เป็นการกำหนดข้อมูลในการอัดประจุถ่านไฟใหม่หรือคายประจุจากถ่านไฟ (เมื่อผู้ทดสอบเลือก "2" จาก main menu) ข้อมูลเหล่านี้โปรแกรมจะนำไปใช้กำหนดสัญญาณ ภาวะในการทดสอบถ่านไฟ รวมทั้งข้อมูลต่างๆ ที่ใช้ในการบันทึกการทดสอบถ่านไฟด้วย ตัวอย่างของข้อมูลเช่น รหัสของถ่านที่ใช้ในการทดสอบ ผู้ผลิต ถ่านไฟ ประเทศผู้ผลิต วันที่ผลิตถ่านไฟ ขนาดของถ่านไฟ ฯลฯ

หมายเหตุ: หากมีการกำหนดให้ "No of recycle" มีค่าเป็น 0 จะเป็นการบังคับให้มีการคายประจุอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งถึงแรงดันไฟฟ้าที่ได้กำหนดเอาไว้ในค่าของ "Discharge voltage minimum"

2.4 Run test on sample

เป็นการทดสอบถ่านไฟด้วยการอัด/คายประจุของถ่านไฟ (เมื่อผู้ทดสอบเลือก "3" จาก main menu) ส่วนลำดับขั้นตอนของการคำนวณของโปรแกรมจะเริ่มต้นด้วยการคายประจุของถ่านไฟก่อน จากนั้นต่อการอัดประจุของถ่านไฟเป็นอย่างนี้ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งไม่สามารถอัดประจุของถ่านไฟนั้นๆ ได้อีก ตลอดเวลาการทดสอบไม่ว่าจะเป็นช่วงของการอัดประจุหรือการคายประจุของถ่านไฟจะมีการบันทึกข้อมูลเป็นช่วงๆ ตลอดเวลา ข้อมูลที่บันทึกนี้จะถูกนำมาวิเคราะห์ในข้อ 2.6 และ 2.7

หมายเหตุ: การเก็บตัวอย่างข้างต้นสามารถเก็บได้เพียง 64,000 ตัวอย่างในช่วงของการอัดหรือการคายประจุในแต่ละช่วง เป็นหน้าที่ของผู้ทดสอบที่จะกำหนดไม่ให้มีการเก็บข้อมูลก่อนหน้าที่จะหมดช่วงการอัดหรือการคายประจุ เพราะจะทำให้ไม่มีการเก็บข้อมูลในตอนท้ายๆ ของการทดสอบในแต่ละช่วง ทั้งนี้เพราะโปรแกรมจะเริ่มการอัดหรือคายประจุต่อไปเลย ทำให้การอัดหรือคายประจุในช่วงนั้นๆ ไม่มี การอัดหรือการคายประจุอย่างเต็มที่อย่างที่ควรจะเป็น

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ถ้าถ่านไฟที่ทดสอบมี แรงดันไฟฟ้าแรกเริ่มที่ต่ำกว่าค่าของแรงดันไฟฟ้าที่ระดับต่ำที่ต้องหยุดการอัดประจุถ่านไฟใหม่ ขบวนการอัดประจุหรือคายประจุข้างต้นจะสิ้นสุดลงพร้อมกับมีข้อความ (พร้อมกับเสียง beep จากเครื่องคอมพิวเตอร์)

"recharge done.....bad battery....."

"press any key to continue....."

ซึ่งในกรณีนี้แสดงว่า battery ที่นำมาทดสอบไม่สามารถอัดประจุได้ใหม่อีก ต้องเปลี่ยนตัวอย่างทดสอบใหม่ และเมื่อผู้ใช้มีการกดปุ่มใดปุ่มหนึ่งโปรแกรมจะกลับไปเริ่มต้นใหม่ที่ main menu

ถ้าถ่านไฟที่ทดสอบสามารถผ่านการทดสอบตามข้อกำหนดที่ผู้ทดสอบได้ตั้งเอาไว้ และการทดสอบได้สิ้นสุดลงตามปกติ จะมีข้อความต่อไปนี้บนจอภาพ (4 วินาทีโดยประมาณ)

"recharge done.....good battery....."

จากนั้นจะมีเสียง beep จากคอมพิวเตอร์ก่อนที่จะกลับไปยัง main menu

ในกรณีที่ผู้ทดสอบไม่ได้ป้อนข้อมูลให้กับจอภาพของ set parameter และผู้ทดสอบเลือกให้มีการทดสอบถ่านไฟข้างต้นจะมีข้อความต่อไปนี้ (พร้อมกับเสียง beep จากเครื่องคอมพิวเตอร์)

"set parameter is required....."

"press any key to continue....."

ซึ่งในกรณีนี้ผู้ทดสอบจะต้องทำการป้อนข้อมูลให้กับจอภาพ set parameter ก่อนที่จะทำการทดสอบใหม่ได้

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

2.5 Run only discharge cycle test

เมื่อผู้ทดสอบกดปุ่มที่เป็นเลข "4" จาก main menu ผู้ทดสอบจะเลือกการทดสอบที่เหมือนกับการทดสอบในข้อ 2.4 (Run test on sample) คือในช่วงที่มีการคายประจุจะคงเดิมหมด เพียงแต่ในช่วงการอัดประจุจะไม่มีการป้อนสัญญาณที่ใช้ในการอัดประจุแต่อย่างใด นอกจากจะรอจนกระทั่งหมดช่วงเวลาที่ต้องใช้ในการอัดประจุเท่านั้น จากนั้นจะเริ่มขบวนการคายประจุต่อไป จุดประสงค์เพื่อหาข้อมูลที่จะนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้ในหัวข้อ 2.4 เพื่อดูว่ามีข้อที่แตกต่างกันหรือไม่

2.6 Print result of the test

เป็นการรายงานผลที่ได้จากการ recharge/discharge ถ่านไฟ (เมื่อผู้ทดสอบ เลือก "3" จาก main menu) ตัวอย่างของรายงานอยู่ในตาราง 16 และ 17 ทั้งนี้การพิมพ์ข้อมูลผู้ทดสอบสามารถที่จะเลือกให้พิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์เลยหรือจะให้เก็บไว้ในไฟล์ก็ได้

สำหรับการเก็บข้อมูลไว้ในไฟล์ ข้อมูลที่โปรแกรมสร้างขึ้นจะถูกเก็บไว้ในไฟล์ชื่อ "print.dat" โดยที่ข้อมูลชุดใหม่จะถูกเก็บไว้ในตอนท้ายสุดไฟล์ข้างต้น (คือไม่มีการลบข้อมูลเดิมที่มีอยู่ออก แต่จะนำข้อมูลที่สร้างขึ้นมาใหม่มาต่อท้ายข้อมูลเดิมที่มีอยู่) ในขณะที่มีการเก็บข้อมูลไว้ในไฟล์จะไม่มีการพิมพ์ข้อมูลใดๆ บนจอภาพ

ตัวอย่างแบบทดสอบการอัดประจุถ่านไฟอัลคาไลน์แมงกานีสอยู่ในตาราง 16 และ 17

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ตาราง 16 ตัวอย่างแบบทดสอบการอัดประจุถ่านไฟ Alkaline Manganese

Set parameter for battery recharge/discharge

Serial number:	A180399	
Manufacturer:	Duracell	
Manufacturing country:	USA	
Manufacturing date:	01/01/1998	
Battery size	AA	
Charge parameter		
Recharge voltage (minimum):	1200	mV
Recharge voltage (maximum)	1500	mV
Recharge base voltage	1200	mV
Recharge duty cycle on	50	%
Recharge step count	500	times
Recharge frequency	100	hertz
Recharge sampling frequency	10	hertz
Typical minimum voltage	1200	mV
Typical maximum voltage	1500	mV
Discharge parameters		
Discharge current		milliampere
Discharge sampling frequency	1	hertz
Discharge voltage (minimum)	1200	mV
Discharge voltage (Maximum)	1500	mV
No. of recharge	7	times

....

(Mr. Janjai Bhuripanyo) (Mrs. Poranee Wannasiri)

...../...../..... ...../...../.....

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ตาราง 17 ตัวอย่างสรุปแบบทดสอบการอัดประจุถ่านไฟ Alkaline Manganese

Summary of test data A180399

	Date	Time	Period	
Discharge 1 starts:	18:03:1999	09:47:45	Duration:	00:30:32
Recharge 1 starts:	18:03:1999	10:18:17	Duration:	01:48:07
Discharge 2 starts:	18:03:1999	12:06:24	Duration:	00:11:20
Recharge 2 starts:	18:03:1999	12:17:44	Duration:	01:48:07
Discharge 3 starts:	18:03:1999	14:05:51	Duration:	00:09:54
Recharge 3 starts:	18:03:1999	14:15:45	Duration:	01:48:07
Discharge 4 starts:	18:03:1999	16:03:52	Duration:	00:09:15
Recharge 4 starts:	18:03:1999	16:13:07	Duration:	01:48:07
Discharge 5 starts:	18:03:1999	18:01:14	Duration:	00:08:57
Recharge 5 starts:	18:03:1999	18:10:11	Duration:	01:48:07
Discharge 6 starts:	18:03:1999	19:58:18	Duration:	00:08:55
Recharge 6 starts:	18:03:1999	20:07:13	Duration:	01:48:09
Discharge 7 starts:	18:03:1999	21:55:22	Duration:	00:08:48
Recharge 7 starts:	18:03:1999	22:04:10	Duration:	

Typical Recharge Time: 01:48:07

Total Discharge Time: 01:27:41

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

2.7 Plot result of the test

เนื่องจากข้อมูลที่ได้มีเป็นจำนวนมาก (ประมาณ 450,000 ไบต์ต่อการทดสอบแบบอัดประจุทีละน้อยหากมีการ recycle จำนวน 7 ครั้ง) การวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นยังใช้เวลานานมากด้วย การใช้โปรแกรมในส่วนนี้จะสามารถร่นระยะเวลาข้างต้นได้ ข้อมูลที่แสดงมี 3 ส่วน

- ส่วนที่ 1 เป็นการแสดงข้อมูลเฉพาะเกี่ยวกับถ่านไฟที่ได้ทำการทดสอบ (เฉพาะ 1 ก้อน) ข้อมูลที่แสดงคือ

1. ชื่อข้อมูลเฉพาะถ่านไฟ (เช่น A120399, A210399 ฯลฯ)
2. แรงดันไฟฟ้าเริ่มต้นที่ใช้ในการอัดประจุไฟฟ้า (Recharge voltage minimum)
3. แรงดันไฟฟ้าต่ำสุดที่ใช้ในการคายประจุ (Recharge voltage minimum)
4. ความถี่ในการอัดประจุไฟฟ้า (Recharge frequency)
5. คาบของสัญญาณที่ใช้ในการอัดประจุไฟฟ้า (Duty cycle)
6. ความถี่ของการสุ่มค่าในการอัดและคายประจุไฟฟ้า (Recharge sampling frequency และ Discharge sampling frequency)
7. จำนวนครั้งที่ทำการอัด/คายประจุ (Number of cycles)

- ส่วนที่ 2 เป็นการแสดงข้อมูลที่เป็นช่วงเวลาที่เริ่มต้นของ การอัดและการคายประจุของถ่านไฟรวมทั้งช่วงเวลาที่แสดงช่วงเวลาที่สามารถคายประจุหลังจากที่มีการอัดประจุแต่ละครั้งเช่น

dr0 18:03:99 09:47:45	re0 18:03:99 10:18:17	Typical-d 00:30:32
dr1 18:03:99 12:06:24	re1 18:03:99 12:17:44	Typical-d 00:11:20
dr2 18:03:99 14:05:51	re2 18:03:99 14:15:45	Typical-d 00:09:54
dr3 18:03:99 16:03:52	re3 18:03:99 16:13:07	Typical-d 00:09:15
dr4 18:03:99 18:01:14	re4 18:03:99 18:10:11	Typical-d 00:08:57
dr5 18:03:99 19:58:18	re5 18:03:99 20:07:13	Typical-d 00:08:55
dr6 18:03:99 21:55:22	re6 18:03:99 22:04:10	Typical-d 00:08:48

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

- ส่วนที่ 3 เป็นการนำเอาข้อมูลในช่วงที่คายประจุและอัดประจุถ่านไฟมา plot เป็นกราฟที่แกนในแนวตั้งเป็นแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ในการอัดประจุมีหน่วยเป็น "มิลลิโวลต์" แกนในแนวนอนเป็นแกนของเวลา

หมายเหตุ: มีการปรับ scale ของค่าในแนวแกนตั้ง และค่าในแนวแกนนอนให้ถูกต้องกับความเป็นจริง ทั้งนี้เพื่อให้ข้อมูลที่แสดงบนกราฟที่ได้มีความถูกต้องอย่างที่ควรจะเป็น

ขนาดของข้อมูลที่เก็บทำให้ต้องมีการปรับเพื่อให้สามารถที่จะนำมา plot บนจอภาพได้ โดยที่ข้อมูลแต่ละจุดที่การ plot บนจอภาพในส่วนที่ 3 นี้เป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่เรียงต่อกัน จำนวน 10 ชุด ค่าเฉลี่ยที่ได้ถูกนำไป plot เป็น 1 จุดบนจอภาพ เป็นอย่างนี้ไปเรื่อยๆ จนหมดข้อมูลในช่วงของการอัดและคายประจุของถ่านไฟ โดยที่จำนวนชุดข้อมูลในการ plot จุดแต่ละจุดสามารถที่จะปรับแต่ได้ตามที่ต้องการ

เมื่อเลือกให้มีการ plot ข้อมูลบนจอภาพ ผู้ทดสอบจะกำหนดชื่อของไฟล์ที่เก็บข้อมูลและช่วงแรงดันไฟฟ้าขั้นต่ำที่ผู้ทดสอบต้องการที่จะให้โปรแกรม plot บนจอภาพ

2.8 Convert to ASCII file

เนื่องจากต้องมีการย้ายข้อมูลที่ได้ไปวาดกราฟบน Microsoft Excel ทำให้ต้องมีการย้ายข้อมูลที่ได้เข้าไปเก็บไว้ในช่องตารางใน Microsoft Excel และข้อมูลข้างต้นต้องเป็นตัวอักษร ASCII ด้วย การเลือกให้มีการคำนวณในส่วนนี้จะทำให้มีการเปลี่ยนข้อมูลที่เป็นเลขฐาน 2 ทีละ 1 ไบต์ให้เป็นตัวเลข ASCII ขนาด 4 หลัก อย่างนี้ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งมีการเปลี่ยนข้อมูลทั้งหมดเป็นตัวเลขที่เป็น ASCII

ในการทำงานข้างต้นจะมีการสร้างไฟล์ใหม่ที่ใช้ชื่อเดียวกันกับ serial number ของถ่านไฟนั้นๆ เพียงแต่ส่วนที่เป็น file extension จะเป็น ".ASC" แทน ข้อมูลในไฟล์ที่ได้จะอยู่ในรูปแบบที่ Microsoft Excel จะรองรับได้

เมื่อเลือกให้มีการเปลี่ยนข้อมูล binary ที่มีในไฟล์ *.spu ให้เป็นข้อมูลที่เป็น ASCII ในไฟล์ *.asc นั้น ผู้ทดสอบสามารถที่จะกำหนดชื่อของไฟล์ที่เก็บข้อมูล หรือจะเลือกไฟล์ที่เพิ่งเก็บข้อมูลเสร็จก็ได้ ในกรณีแรกให้ใส่ชื่อที่ต้องการ ส่วนในกรณีหลังให้กดปุ่ม Enter แทน

มหาวิทยาลัยศรีปทุม SRIPATUM UNIVERSITY

2.9 Set monitor on screen

หากมีการเลือกหัวข้อนี้ ผลที่ได้คือในระหว่างที่มีการอัดหรือคายประจุจะมีการแสดงค่าที่ได้จากวงจร feedback บนจอภาพของเครื่อง PC โดยค่าที่ได้เป็นตัวเลข 4 หลักที่อยู่ในหน่วยที่เป็นมิลลิโวลต์

2.10 No monitor on screen

หากมีการเลือกหัวข้อนี้ จะมีการยกเลิกการทำงานในหัวข้อ 2.9

3. การกำหนดข้อมูลสำหรับถ่านไฟที่ใช้ในการทดสอบ

ในการทดสอบมีการกำหนด มีการกำหนดค่าต่างๆที่ใช้ในการทดสอบ ค่าที่กำหนดจะขึ้นอยู่กับการทดสอบว่าเป็นการอัดประจุใหม่หรือการคายประจุของถ่าน รายระเอียดของข้อมูลข้างต้นมีดังต่อไปนี้:

3.1 รหัสของถ่าน (serial number) ที่ใช้ในการทดสอบ รหัสนี้เป็นตัวอักษรและตัวเลขที่รวมกันมีขนาด 7 ไบต์ ใช้เพื่อแยกการทดสอบถ่านไฟที่ใช้ในการทดสอบรูปแบบของรหัสนี้อยู่ในข้อ 2 ของภาคผนวกนี้

หมายเหตุ: การเก็บข้อมูลในระหว่างการทดสอบจะเก็บในชื่อไฟล์ที่เป็นรหัสของถ่านข้างต้นโดยมี file extension เป็น “SPU” ยกตัวอย่างเช่น รหัสของถ่านไฟเป็น “A040499” ชื่อไฟล์ที่จะเก็บข้อมูลจะเป็น “A040499.SPU”

3.2 ผู้ผลิตถ่านไฟ (Manufacturer) เป็นชื่อของบริษัทผู้ผลิตถ่านไฟที่จะนำมาทดสอบ ผู้ทดสอบสามารถใส่ข้อความได้เป็นจำนวนทั้งสิ้น 25 ไบต์

3.3 ประเทศผู้ผลิต (Manufacturing country) เป็นชื่อของประเทศผู้ผลิตถ่านไฟที่จะนำมาทดสอบ ผู้ทดสอบสามารถใส่ข้อความได้เป็นจำนวนทั้งสิ้น 20 ไบต์

3.4 วันที่ผลิตถ่านไฟ (Manufacturing date) เป็นวันที่ผลิตถ่านไฟที่จำนำมาทดสอบ รูปแบบที่ใช้เป็นรูปแบบมาตรฐานที่ใช้กันทั่วไปแต่มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยใน

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ส่วนของปี (แทนที่จะเป็น 2 หลักจะเป็น 4 หลักแทน) คืออยู่ในรูปแบบต่อไปนี้ dd/mm/yyyy ข้อมูลในส่วนนี้มีขนาด 10 ไบต์

3.5 ขนาดของถ่านไฟ (Battery size) เป็นขนาดของถ่านไฟที่ใช้ในการทดสอบคือ เป็นขนาด AA, AAA, C, D จำนวนตัวอักษรที่ผู้ทดสอบสามารถใส่ได้คือ 4 ไบต์

3.6 แรงดันไฟฟ้าระดับต่ำของการอัดประจุถ่านไฟใหม่ (Battery voltage (minimum)) มีหน่วยเป็นมิลลิโวลต์ คือระดับแรงดันไฟฟ้าต่ำสุดที่ใช้ในการอัดประจุถ่านไฟใหม่ จำนวนตัวเลขที่ใส่ได้คือ 4 ไบต์

3.7 แรงดันไฟฟ้าระดับสูงของการอัดประจุถ่านไฟใหม่ (Battery voltage (maximum)) มีหน่วยเป็นมิลลิโวลต์ คือระดับแรงดันไฟสูงสุดที่ใช้ในการอัดประจุถ่านไฟใหม่ จำนวนตัวเลขที่ใส่ได้คือ 4 ไบต์

3.8 แรงดันไฟฟ้าระดับฐานของการอัดประจุถ่านไฟใหม่ (Recharge base voltage) มีหน่วยเป็นมิลลิโวลต์ คือระดับแรงดันไฟฟ้าพื้นฐานที่ใช้ในการอัดประจุถ่านไฟใหม่ จำนวนตัวเลขที่ใส่ได้คือ 4 ไบต์

3.9 ช่วงสัญญาณไฟฟ้าที่เป็นระดับต่ำ (Recharge duty cycle on) มีหน่วยเป็น % คือช่วงแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าเป็นลอจิก 0 เมื่อเทียบกับผลรวมของช่วงแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าเป็นลอจิก 1 กับช่วงแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าเป็นลอจิก 0 แล้วคูณผลลัพธ์ที่ได้ด้วยค่า 100 ค่าตัวเลขที่ใช้จะมีขนาดของข้อมูลเท่ากับ 3 ไบต์

3.10 ช่วงสัญญาณไฟฟ้าที่เป็นระดับสูง (Recharge duty cycle off) มีหน่วยเป็น % คือช่วงแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าเป็นลอจิก 1 เมื่อเทียบกับผลรวมของช่วงแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าเป็นลอจิก 1 กับช่วงแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าเป็นลอจิก 0 แล้วคูณผลลัพธ์ที่ได้ด้วยค่า 100 ค่าตัวเลขที่ใช้จะมีขนาดของข้อมูลเท่ากับ 3 ไบต์

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATHUM UNIVERSITY

3.11 ความถี่ของการ recharge ถ่านไฟ (Recharge frequency) มีหน่วยเป็นเฮิรตซ์ (Hertz) คือความถี่ของสัญญาณที่ใช้ในการอัดประจุถ่านไฟใหม่ ขนาดของตัวเลขที่ใช้คือ 5 ไบต์ (หรือเป็นตัวเลข 5 หลัก)

3.12 ความถี่ของการสุ่มข้อมูลในช่วงการอัดประจุถ่านไฟใหม่ (Sample frequency) มีหน่วยเป็นเฮิรตซ์ คือความถี่ของการสุ่มข้อมูลของถ่านไฟ การสุ่มข้อมูลมักจะมีค่า น้อยกว่าค่าของความถี่ของการ recharge ถ่านไฟ ขนาดของตัวเลขคือ 5 ไบต์ (เหลือเป็นตัวเลข 5 หลัก)

3.13 แรงดันไฟฟ้าที่ระดับสูงที่หยุดการอัดประจุถ่านไฟใหม่ (Typical maximum voltage) มีหน่วยเป็นมิลลิโวลต์ คือค่าแรงดันไฟฟ้าค่านี้จะเป็นค่าเดียวกับค่าของแรงดันไฟฟ้าที่ถูกตีตราบนตัวถ่านไฟ ซึ่งค่านี้มักจะมีค่าอยู่ระหว่างค่า 1250 มิลลิโวลต์และ 1500 มิลลิโวลต์ แล้วแต่ประเภทของถ่านไฟนั้นๆ จำนวนตัวเลขที่ใส่ได้คือ 4 ไบต์

3.14 แรงดันไฟฟ้าที่ระดับต่ำที่ต้องหยุดการอัดประจุถ่านไฟใหม่ (Typical minimum voltage) มีหน่วยเป็นมิลลิโวลต์ คือค่าแรงดันไฟฟ้าค่านี้จะเป็นค่าของแรงดันไฟฟ้าที่ควรจะให้มีการยกเลิกการอัดประจุถ่านไฟใหม่ ค่าแรงดันไฟฟ้าค่านี้ควรจะมีค่าเกินกว่าค่าของ 1100 มิลลิโวลต์ จำนวนตัวเลขที่ใส่ได้คือ 4 ไบต์

3.15 ขนาดของกระแสไฟฟ้าที่คายประจุจากถ่านไฟ (Discharge current) มีหน่วยเป็นมิลลิแอมป์ การคายประจุของกระแสไฟฟ้าจากถ่านไฟในงานวิจัยนี้จะจำกัดขอบเขตการคายประจุให้เป็นการคายประจุที่มีการจำกัดกระแสให้มีค่าคงที่ตลอดระยะเวลา ที่มีการทดสอบ หน่วยของกระแสไฟฟ้าที่จะใช้ในการคายประจุข้างต้นเป็นมิลลิแอมป์จำนวนไบต์ที่ใช้งานเท่ากับ 5 ไบต์

3.16 การสุ่มข้อมูลในระหว่างการคายประจุของถ่านไฟ (Discharge sampling frequency) จำนวนข้อมูลมีขนาดเท่ากับ 5 ไบต์

3.17 แรงดันไฟฟ้าช่วงต่ำที่ให้หยุดการคายประจุของถ่านไฟ (Discharge voltage (minimum)) มีหน่วยเป็นมิลลิโวลต์ คือค่าแรงดันไฟฟ้าค่านี้จะเป็นค่าของแรงดันไฟฟ้าที่ควร

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

จะให้มีการยกเลิกการคายประจุของถ่านไฟ ค่าแรงดันไฟฟ้าค่านี้ควรจะมีค่าเกินกว่าค่าของ 1100 มิลลิโวลต์ จำนวนตัวเลขที่ใส่ได้คือ 4 ไบต์

3.18 ช่วงแรงดันไฟฟ้าสูงสุด ที่ใช้ในการคายประจุของถ่านไฟ (Discharge voltage (maximum)) มีหน่วยเป็นมิลลิโวลต์ ขนาดของข้อมูลเท่ากับ 4 ไบต์ ในขณะนี้ยังไม่มีการใช้โปรแกรมรองรับข้อมูลในส่วนนี้

3.19 จำนวนครั้งสูงสุดที่มีการ recycle (Number of recharge) มีหน่วยเป็นจำนวนครั้ง เพื่อกำหนดจำนวนการ recycle ของแต่ละถ่านไฟ ขนาดของข้อมูลที่ใช้กับการ recycle มีขนาดเท่ากับ 4 ไบต์

separator ของแต่ละ field ข้างต้นคือตัวอักษร "NULL" ลำดับของค่าต่างๆ จะเป็นไปตามลำดับข้างต้น field ไหนที่ไม่ใช้งานต้องกำหนดค่า 0 แทนให้ครบจำนวนไบต์ที่กำหนด

ลักษณะของการคายประจุถ่านไฟ ว่าการคายประจุจะเป็นแบบปกติคือค่อยๆมีการใช้กระแสไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง หรือการคายประจุของถ่านเป็นช่วงๆ รวมทั้งระดับการคายประจุของถ่านไฟด้วย ในการทดสอบนี้จะใช้การคายประจุ แบบปกติอย่างต่อเนื่องเท่านั้น

ทุกๆ ครั้งที่มีการอัดประจุหรือคายประจุถ่านไฟจะมีการบันทึกข้อมูลที่แสดงว่าเป็นการอัดประจุ (rex) หรือการคายประจุ (dex) โดยที่ตัวอักษร x เป็นตัวเลขบอกจำนวนครั้งที่ทดสอบนั้นๆ

นอกจากนี้แล้วยังมีการเก็บข้อมูลที่เป็นวันเดือนปี (date) และชั่วโมงนาทีและวินาที (time) สำหรับการอัดประจุหรือคายประจุ นั้นๆ ด้วย

4. ไฟล์ที่ใช้งาน

ในระหว่างการทดสอบจะมีการเก็บข้อมูลต่างๆ ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ การเก็บเป็นแบบอัตโนมัติตามโปรแกรมที่เขียนไว้ ข้อมูลที่ได้ในระหว่างการทดสอบจะอยู่ในไฟล์ “xxxxxxx.spu” ที่โปรแกรมสร้างขึ้น รายระเอียดของไฟล์ข้างต้นมีดังต่อไปนี้:

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ไฟล์ xxxxxxx.spu ไฟล์นี้มีเพื่อกำหนดค่าต่างๆที่ใช้ในการอัดประจุ และการคายประจุถ่านไฟ แบ่งเป็นส่วนดังนี้:

4.1 ส่วนที่เป็น header data

4.1.1 รหัสของถ่าน (serial number) ที่ใช้ในการทดสอบ มีขนาดเท่ากับ 7 ไบต์

4.1.2 ผู้ผลิตถ่านไฟ (Manufacturer) จำนวน 25 ไบต์ เป็นตัวเลขหรือตัวอักษรก็ได้

4.1.3 ประเทศผู้ผลิต (Manufacturing country) จำนวน 20 ไบต์ เป็นตัวเลขหรือตัวอักษรก็ได้

4.1.4. วันที่ผลิตถ่านไฟ (Manufacturing date) จำนวน 10 ไบต์ เป็นตัวเลขหรือตัวอักษร

4.1.5 ขนาดของถ่านไฟ (Battery size) จำนวน 4 ไบต์

4.1.6 แรงดันไฟฟ้าระดับต่ำของการ recharge ถ่านไฟ (Recharge voltage (minimum)) จำนวน 3 ไบต์ มีหน่วยเป็นมิลลิโวลต์

4.1.7 แรงดันไฟฟ้าระดับสูงของการ recharge ถ่านไฟ (Recharge voltage (maximum)) จำนวน 3 ไบต์ มีหน่วยเป็นมิลลิโวลต์

4.1.8 แรงดันไฟฟ้าระดับฐานของการ recharge ถ่านไฟ (Recharge base voltage) จำนวน 3 ไบต์ มีหน่วยเป็นมิลลิโวลต์

4.1.9 ช่วงสัญญาณไฟฟ้าที่เป็นลอจิก 1 (Recharge duty cycle on) ค่านี้มีหน่วยเป็น % ขนาดของข้อมูลเท่ากับ 3 ไบต์

4.1.10 ค่านับในการอัดประจุของถ่านไฟ (Recharge step count) มีขนาด 3 ไบต์ เก็บค่าเป็นตัวเลข

4.1.11 ความถี่ของการ recharge ถ่านไฟ (Recharge frequency) มีหน่วยเป็นเฮิรตซ์ จำนวน 5 ไบต์ เป็นตัวเลข

4.1.12 ความถี่ของการสุ่มข้อมูลในช่วงการ recharge ถ่านไฟ (Recharge sampling frequency) จำนวนข้อมูลมีขนาดเท่ากับ 5 ไบต์ ข้อมูลเป็นตัวเลข

4.1.13 แรงดันไฟฟ้าที่ระดับต่ำที่ต้องหยุดการอัดประจุถ่านไฟใหม่ (Typical minimum voltage) ขนาด 4 ไบต์ เป็นตัวเลข หน่วยเป็นมิลลิโวลต์

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

4.1.14 แรงดันไฟฟ้าที่ระดับสูงที่หยุดการอัดประจุถ่านไฟใหม่ (Typical maximum voltage) ขนาด 4 ไบต์ เป็นตัวเลข หน่วยเป็นมิลลิโวลต์

4.1.15 ขนาดของกระแสไฟฟ้าที่ discharge จากถ่านไฟ (Discharge current) มีหน่วยเป็นมิลลิแอมป์ ขนาดของข้อมูลเท่ากับ 5 ไบต์

4.1.16 การสุ่มข้อมูลในระหว่างการคายประจุของถ่านไฟ (Discharge sampling frequency) จำนวนข้อมูลมีขนาดเท่ากับ 5 ไบต์

4.1.17 แรงดันไฟฟ้าช่วงต่ำที่ให้หยุดการ discharge (Discharge voltage (minimum)) มีหน่วยเป็นมิลลิโวลต์ มีขนาดเท่ากับ 3 ไบต์

4.1.18 แรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่ใช้ในการคายประจุถ่านไฟ (Discharge voltage (maximum)) มีหน่วยเป็นมิลลิโวลต์ ขนาดของข้อมูลเท่ากับ 5 ไบต์

4.1.19 จำนวนครั้งสูงสุดที่มีการ recycle (Number of recharge) มีจำนวนข้อมูลเท่ากับ 4 ไบต์

รวมจำนวนไบต์ทั้งสิ้น 119 ไบต์ แต่เนื้อที่ถูกกันไว้ 200 ไบต์ เพื่อประโยชน์ในการขยายในภายหลัง ต่อจาก 200 ไบต์ข้างต้นจะเป็นข้อมูลที่ได้จากการอ่านไฟ และในข้อมูลบันทึกขณะที่มีการทดสอบจะมีตัวแยกข้อมูล ส่วนที่เป็นการ discharge และ recharge จะมีการใช้ test separator ดังต่อไปนี้

- rex โดยที่ตัวอักษร x จะเป็นจำนวนครั้งที่มีการ recharge นอกจากนี้ยังมีการเก็บวันที่และเวลาที่เริ่มต้นการ recharge ด้วย
- dex โดยที่ตัวอักษร x จะเป็นจำนวนครั้งที่มีการ discharge นอกจากนี้ยังมีการเก็บวันที่และเวลาที่เริ่มต้นการ discharge ด้วย

ข้อมูลที่เก็บจะเป็นเลข binary ซึ่งมีค่าได้ตั้งแต่ 00H - 0FFH กินเนื้อที่เท่ากับ 1 ไบต์ของข้อมูล

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

สำหรับชื่อไฟล์ที่เก็บข้อมูลจะถูกสร้างโดยอัตโนมัติโดยที่ชื่อไฟล์ที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลมีทั้งสิ้น 7 ตัวอักษร และถูกกำหนดให้อยู่ในรูปแบบต่อไปนี้:

- ตัวอักษรตัวแรกจะบอกว่าเป็นถ่านขนาดไหน โดยที่

A - ขนาด AA

B - ขนาด AAA

C - ขนาด C

D - ขนาด D

- ตัวอักษร 6 ตัวถัดไปจะเป็นกลุ่มของตัวเลขที่บอกถึงเดือน วัน และปี ที่ทำการทดสอบ ยกตัวอย่างเช่น 110698 หมายถึงการทดสอบทำในวันที่ 06, เดือน 11, ปี ค.ศ. 1998 เป็นต้น

ส่วน extension ของไฟล์ข้างต้นจะเป็น ".spu"

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ

ตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

1. ตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ

ถ่านไฟที่ใช้ในการทดสอบเป็นถ่านไฟอัลคาไลน์ที่ถูกผลิตขึ้นทั้งภายในและภายนอกประเทศ จำนวนถ่านไฟที่ทดสอบทั้งหมดประมาณ 130 ก้อน โดยแบ่งการทดสอบเป็น 2 พวก ดังนี้

1.1 ถ่านไฟอัลคาไลน์ที่ทดสอบการอัดประจุแบบทีละน้อย ถ่านไฟที่ทดสอบเป็นของ

- Duracell ขนาด AA
- Energizer ขนาด AA
- Sony ขนาด AA
- AIKO ขนาด AA
- Panasonic ขนาด AA

จำนวนถ่านไฟอัลคาไลน์ที่ทดสอบประมาณ 110 ก้อน

1.2 ถ่านไฟอัลคาไลน์ที่ทดสอบการอัดประจุอย่างเร็ว ถ่านไฟที่ทดสอบเป็นของ

- Duracell ขนาด AA
- Maxell ขนาด AA
- Panasonic ขนาด AA

จำนวนถ่านไฟอัลคาไลน์ที่ทดสอบประมาณ 20 ก้อน (และยังมีการทดสอบต่ออยู่)

ถ่านที่ทดสอบทุกก้อนจะมีรหัสกำกับอยู่ทั้งนี้เพื่อการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลหรือเพื่อทำการวิจัยผลเสียต่อมลภาวะในภายหลัง

ข้อมูลของถ่านไฟที่ถูกทดสอบอยู่ในไฟล์ชื่อ “bat.rno” และ “data.dat” บนแผ่น diskette ชื่อ “source codes/exe” ที่แนบอยู่ในตอนท้ายของงานวิจัยฉบับนี้

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

2. แบบทดสอบ

แบบทดสอบ (แบบทดสอบการอัดประจุถ่านไฟ Alkaline Manganese) ที่ใช้ในการทดสอบถ่านไฟแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ตัวอย่างของแบบทดสอบอยู่ในตาราง 16 และ 17 ตามลำดับโดยที่

แบบทดสอบในตาราง 16 เป็นการกรอกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับถ่านไฟที่จะนำมาทดสอบ ซึ่งรวมไปถึงข้อกำหนดในการอัด/คายประจุของถ่านที่จะทดสอบด้วย

แบบทดสอบในตาราง 17 เป็นแบบทดสอบที่สรุปการทดสอบที่เกี่ยวข้องกับถ่านไฟนั้นๆ ส่วนนี้เป็นส่วนที่โปรแกรมที่รองรับการทดสอบเป็นผู้สร้างขึ้น ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในตรวจสอบในภายหลัง

3. ตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ

การทดสอบในแต่ละครั้งจะได้ไฟล์ข้อมูล 1 ไฟล์โดยชื่อของไฟล์ข้อมูลจะตรงกับรหัสที่กำหนดให้กับถ่านไฟนั้นๆ ขนาดของไฟล์จะแตกต่างกัน ขึ้นกับวิธีที่ใช้ในการอัดประจุให้กับถ่านไฟว่าเป็นแบบอัดทีละน้อย (ประมาณ 450,000 ไบต์) หรืออัดอย่างเร็ว (ประมาณ 50,000 <-> 120,000 ไบต์)

หมายเหตุ: การทดสอบนอกจากจะมีการอัดและคายประจุแบบอัดทีละน้อยและอัดอย่างเร็วแล้วยังมีการบังคับให้มีการคายประจุแต่เพียงอย่างเดียวด้วย การบังคับให้มีการคายประจุแต่เพียงอย่างเดียว เป็นการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากเครื่องอัดประจุถ่านไฟอัลคาไลน์ที่มีอยู่

เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการทดสอบเป็นข้อมูลที่เป็น binary ซึ่งไม่สามารถที่จะดูได้โดยตรงจะต้องมีการปรับให้เป็นตัวอักษร ASCII ก่อน (สามารถใช้โปรแกรมที่มีอยู่เปลี่ยนข้อมูลที่เป็น binary ให้เป็น ASCII โดยตรง) ขนาดของไฟล์ที่มีข้อมูลเป็น ASCII จะมีขนาดใหญ่มาก ยกตัวอย่างเช่น ไฟล์ที่เป็น binary มีขนาดเท่ากับ 450,000 ไบต์ หลังจากการเปลี่ยนให้เป็นไฟล์ ASCII จะมีขนาดประมาณ 2,250,000 ไบต์

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATHUM UNIVERSITY

เพื่อลดขนาดของข้อมูล ข้อมูลที่ส่งจะเป็นไฟล์ที่เป็น binary และอยู่ในลักษณะของ ZIP-ไฟล์ ก่อนใช้งานต้องมีการขยายก่อน ให้ทำการ copy zip-ไฟล์ทั้งหมดจาก data diskettes (data1,data2.....) เข้าไปเก็บไว้ใน drive C: ก่อน จากนั้นจึงเริ่มต้นการขยายข้อมูล การขยายทำได้โดยใช้คำสั่งต่อไปนี้

C:>pkunzip *.zip<>

หลังจากการขยายจะได้ไฟล์ที่มีรูปแบบเป็น ????????.spu ซึ่งเป็นไฟล์ข้อมูลที่ต้องการ ตาราง 18 เป็นตัวอย่างไฟล์ข้อมูลที่เป็น ASCII ส่วนตาราง 19 ถึง 23 เป็นตัวอย่างข้อมูลสรุปการทดสอบของงานวิจัยที่ทำ

ตาราง 18 เป็นตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากการคายและอัดประจุที่อยู่ในรูป ASCII file

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ตาราง 18 ส่วนหนึ่งของตัวอย่างข้อมูลการอัดประจุแบบทีละน้อยที่อยู่ในรูปแบบของ ASCII

dr027:02:199903:58:491400 1220 1220 1200 1200 1200 1200 1180 1180 1200 1180 1180 1180 1160 1180 1180 1200 1180 1180 1200 1160 1180 1200 1160 1200 1180 1180 1180 1160 1180 1180 1180 1160 1180 1180 1200 1180 1160 1160 1180 1180 1180 1180 1160 1160 1160 1160 1160 1160 1160 1160 1180 1160 1180 1140 1180 1160 1160 1160 1140 1160 1180 1160 1180 1160 1160 1180 1140 1160 1160 1160 1140 1140 1140 1140 1140 1160 1140 1160 1160 1160 1140 .

.

re027:02:199904:10:351300 1300 1280 1280 1280 1300 1300 1300 1300 1280 1300 1300 1280 1300 1300 1300 1300 1320 1300 1320 1280 1300 1300 1300 1320 1320 1300 1300 1300 1300 1300 1300 1320 1320 1320 1320 1320 1320 1300 1300 1300 1300 1300 1300 1320 1320 1300 1300 1300 1300 1320 1320 1300 1300 1320 1320 1320 1300 1300 1320 1320 1320 1320 1300

.

.

.

.

1400 1400 1400 1400 1420 1420 1420 1420 1400 1400 1400 1420 1420 1420 1400 1400 1420 1440 1400 1440 1420 1400 1400 1420 1420 1440 1440 1420 1420 1400 1420 1420 1420 1400 1400 1400 1400 1420 1420 1420 1420 1420 1400 1420 1400 1400 1420 1440 1420 1400 1400 1400 1400 1400 1400 1420 1400 1400 1420 1420 1420 1420 1440 1440 1420 1420 1420 1420 1420 1420 1400 1400 1420 1400 1400 1420 1420 1420 1420 1400 1400 1420 1400 1400 1400 1400 1400 1420 1420 1440 1420 1420 1420 1400 1400 1420 1420 1420 1420 1400 1400 1400 1420 1400 1400 1400 1400 1420 1420 1420 1420 1400 1400 1400 1420 1420 1440 1420 1420 1420 1400 1420 1420 1400 1400 1400 1400 1400 1400 1420 1420 1420 1440 1420 1400 1400 1400 1420 1400 1420 1420 1420 1420 1400 1420 1400 1400 1420 1420 1400 1400 1420 1420 1420 1440 1400 1400 1420 1420 1420 1420 1400 1420 1440 1400 1400 1420 1420 1420 1400 1400 1400 1400 1400 1420 1440 1400

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ตาราง 19 ข้อมูลสรุปเกี่ยวกับถ่านไฟอัลคาไลน์ AIKO ที่ได้ทำการทดสอบการอัดประจุแบบทีละน้อย

Name	Manufacturer	recharge at	no. recycle	duty cycle
A300299.spu	AIKO	1000mV	0	-
A300499.spu	AIKO	1000mV	0	-
B130599.spu	AIKO	1000mV	7	50%
B250599.spu	AIKO	1000mV	7 (1^{st} discharge)	40%
Y250599.spu	AIKO	1000mV	0 (2^{nd} discharge)	40%
V250599.spu	AIKO	1000mV	0 (3^{rd} discharge)	40%
S250599.spu	AIKO	1000mV	0 (4^{th} discharge)	40%
P250599.spu	AIKO	1000mV	0 (5^{th} discharge)	40%
N250599.spu	AIKO	1000mV	0 (6^{th} discharge)	40%
F300499.spu	AIKO	1050mV	0	-
H140599.spu	AIKO	1070mV	0	-
A280499.spu	AIKO	1110mV	0	-
E240499.spu	AIKO	1110mV	7	50%
E165099.spu	AIKO	1110mV	7	50%
I140599.spu	AIKO	1120mV	0	-
A260499.spu	AIKO	1120mV	7	50%
J140599.spu	AIKO	1130mV	0	-
F260499.spu	AIKO	1130mV	7	50%
A290499.spu	AIKO	1140mV	0	-
D160599.spu	AIKO	1140mV	7	50%
A160499.spu	AIKO	1150mV	7	50%

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ตาราง 19 ข้อมูลสรุปเกี่ยวกับถ่านไฟอัลคาไลน์ AIKO ที่ได้ทำการทดสอบการอัดประจุแบบทีละน้อย (ต่อ)

Name	Manufacturer	recharge at	no. recycle	duty cycle
B180599.spu	AIKO	1160mV	0	-
A200499.spu	AIKO	1160mV	7	50%
A170499.spu	AIKO	1160mV	7	50%
D010599.spu	AIKO	1170mV	6	50%
A190499.spu	AIKO	1180mV	7	50%

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ตาราง 20 ข้อมูลสรุปเกี่ยวกับถ่านไฟอัลคาไลน์ Duracell ที่ได้ทำการทดสอบการอัดประจุแบบทีละน้อย

Name	Manufacturer	recharge at	no. recycle	duty cycle
I060599.spu	Duracell	1000mV	0	-
A250599.spu	Duracell	1000mV	7	40%
A160599.spu	Duracell	1000mV	7	50%
A200599.spu	Duracell	1000mV	7	60%
A220599.spu	Duracell	1000mV	7	70%
A230599.spu	Duracell	1000mV	7	70%
B150599.spu	Duracell	1050mV	0	-
K160599.spu	Duracell	1050mV	7	50%
A080599.spu	Duracell	1090mV	0	-
C150599.spu	Duracell	1090mV	0	-
D300499.spu	Duracell	1090mV	7	50%
E060599.spu	Duracell	1100mV	0	-
D150599.spu	Duracell	1100mV	0	-
B210499.spu	Duracell	1100mV	7	50%
J060599.spu	Duracell	1110mV	0	-
E150599.spu	Duracell	1110mV	0	-
D240499.spu	Duracell	1110mV	7	50%
B180499.spu	Duracell	1110mV	7	50%
E080599.spu	Duracell	1120mV	0	-
B220499.spu	Duracell	1120mV	7	50%

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ตาราง 20 ข้อมูลสรุปเกี่ยวกับถ่านไฟอัลคาไลน์ Duracell ที่ได้ทำการทดสอบการอัดประจุแบบทีละน้อย (ต่อ)

Name	Manufacturer	recharge at	no. recycle	duty cycle
D080599.spu	Duracell	1130mV	0	-
F150599.spu	Duracell	1130mV	0	-
B170499.spu	Duracell	1130mV	7	50%
G090599.spu	Duracell	1140mV	0	-
G150599.spu	Duracell	1140mV	0	-
E050599.spu	Duracell	1140mV	7	50%
H090599.spu	Duracell	1150mV	0	-
A120399.spu	Duracell	1150mV	7	50%
I150599.spu	Duracell	1160mV	0	-
A130499.spu	Duracell	1160mV	7	50%
B190499.spu	Duracell	1170mV	7	50%
F060599.spu	Duracell	1180mV	0	-
H150599.spu	Duracell	1180mV	0	-
F050599.spu	Duracell	1180mV	7	50%
B200499.spu	Duracell	1190mV	7	50%
B230499.spu	Duracell	1190mV	7	50%
A100399.spu	Duracell	1200mV	2	50%
A180399.spu	Duracell	1200mV	7	50%
A210399.spu	Duracell	1210mV	7	50%
A220399.spu	Duracell	1220mV	7	50%

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ตาราง 20 ข้อมูลสรุปเกี่ยวกับถ่านไฟอัลคาไลน์ Duracell ที่ได้ทำการทดสอบการอัดประจุแบบทีละน้อย (ต่อ)

Name	Manufacturer	recharge at	no. recycle	duty cycle
A190399.spu	Duracell	1250mV	7	50%
A230399.spu	Duracell	1275mV	7	50%

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ตาราง 21 ข้อมูลสรุปเกี่ยวกับถ่านไฟอัลคาไลน์ Energizer ที่ได้ทำการทดสอบการอัดประจุแบบทีละน้อย

Name	Manufacturer	recharge at	no. recycle	duty cycle
A010499.spu	Energizer	1000mV	0	-
A290399.spu	Energizer	1000mV	0	-
B160599.spu	Energizer	1000mV	0	-
A130599.spu	Energizer	1000mV	7	50%
K060599.spu	Energizer	1050mV	0	-
A140599.spu	Energizer	1050mV	0	-
K070599.spu	Energizer	1050mV	7	50%
K160599.spu	Energizer	1050mV	7	50%
L060599.spu	Energizer	1100mV	0	-
B140599.spu	Energizer	1100mV	0	-
A040499.spu	Energizer	1100mV	7	50%
L070599.spu	Energizer	1100mV	7	50%
A070599.spu	Energizer	1110mV	7	50%
D070599.spu	Energizer	1120mV	7	50%
D140599.spu	Energizer	1125mV	0	-
A020499.spu	Energizer	1125mV	7	50%
C140599.spu	Energizer	1130mV	0	-
G070599.spu	Energizer	1130mV	7	50%
E140599.spu	Energizer	1140mV	0	-
A220499.spu	Energizer	1140mV	7	50%

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ตาราง 21 ข้อมูลสรุปเกี่ยวกับถ่านไฟอัลคาไลน์ Energizer ที่ได้ทำการทดสอบการอัดประจุแบบทีละน้อย (ต่อ)

Name	Manufacturer	recharge at	no. recycle	duty cycle
F140599.spu	Energizer	1150mV	0	-
A090499.spu	Energizer	1150mV	7	50%
G140599.spu	Energizer	1160mV	0	-
A110499.spu	Energizer	1160mV	7	50%
L160599.spu	Energizer	1200mV	0	-
A240399.spu	Energizer	1200mV	7	50%

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ตาราง 22 ข้อมูลสรุปเกี่ยวกับถ่านไฟอัลคาไลน์ Sony ที่ได้ทำการทดสอบการอัดประจุแบบทีละน้อย

Name	Manufacturer	recharge at	no. recycle	duty cycle
C220599.spu	Sony	1000mV	7	50%
C250599.spu	Sony	1000mV	7 (1st discharge)	40%
Z250599.spu	Sony	1000mV	0 (2nd discharge)	40%
W250599.spu	Sony	1000mV	0 (3rd discharge)	40%
T250599.spu	Sony	1000mV	0 (4th discharge)	40%
Q250599.spu	Sony	1000mV	0 (5th discharge)	40%
O250599.spu	Sony	1000mV	0 (6th discharge)	40%
A210499.spu	Sony	1140mV	7	50%

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ตาราง 23 ข้อมูลสรุปเกี่ยวกับถ่านไฟอัลคาไลน์ที่ได้ทำการทดสอบการอัดประจุอย่างเร็ว

Name	Manufacturer	recharge at	no. recycle	duty cycle
A081099.spu	Duracell	1000mV	8	30%
B081099.spu	Duracell	1000mV	8	30%
C080499.spu	Duracell	1000mV	8	30%
C080599.spu	Duracell	1000mV	8	30%
A080999.spu	Panasonic	1000mV	8	30%
A081299.spu	Panasonic	1000mV	8	30%
B081399.spu	Panasonic	1000mV	8	30%
A081399.spu	Maxell	1000mV	8	30%
B081299.spu	Maxell	1000mV	8	30%

หมายเหตุ: การทดสอบนี้ยังมีอยู่อย่างต่อเนื่องเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างผลสรุปการทดสอบ

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบสามารถนำไปสร้างเป็นรายงานสรุปได้โดยใช้ option 5 หรือ 6 บนจอภาพ main menu ข้อจำกัดในขณะนี้มีอยู่ 2 ข้อคือ

- ผู้ใช้ต้องมีรหัสของถ่านไฟที่ต้องการสร้างผลสรุปแล้วป้อนให้กับโปรแกรมเมื่อมีการเลือก option 5 หรือ 6 จาก main menu
- printer ที่รองรับในตอนนี้เป็น Epson printer เท่านั้น

หมายเหตุ: ในอนาคตจะมีการแก้ไขให้สามารถสร้างเป็นไฟล์ เพื่อนำไปพิมพ์บน laser printer ต่อไป

ตาราง 24 ถึง 33 เป็นตัวอย่างตารางข้อมูลของถ่านไฟที่ใช้ในการทดสอบ

ภาพประกอบ 16 ถึง 20 เป็นตัวอย่างผลกราฟสรุปที่ได้จากการทดสอบในงานวิจัยฉบับนี้

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ตาราง 24 ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Energizer-A240399 (อัดประจุทีละน้อย)

Set parameter for battery recharge/discharge

Serial number:	A240399	
Manufacturer:	Energizer	
Manufacturing country:	Singapore	
Manufacturing date:	01/01/1998	
Battery size:	AA	
Recharge parameters		
Recharge voltage (minimum):	1200	mV
Recharge voltage (maximum):	1500	mV
Recharge base voltage:	1200	mV
Recharge duty cycle on:	50	%
Recharge step count:	500	counts
Recharge frequency:	100	hertz
Recharge sampling frequency:	10	hertz
Typical minimum voltage:	1200	mV
Typical maximum voltage:	1500	mV
Discharge parameters		
Discharge current:	-	milliampere
Discharge sampling frequency:	1	hertz
Discharge voltage (minimum):	1200	mV
Discharge voltage (maximum):	1500	mV
No of recharge:	7	times

Janjai Bhuripanyo

___/___/_____

Poranee Wannasiri

___/___/_____

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ตาราง 25 ตัวอย่างสรุปข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Energizer-A240399 (อัดประจุทีละน้อย)

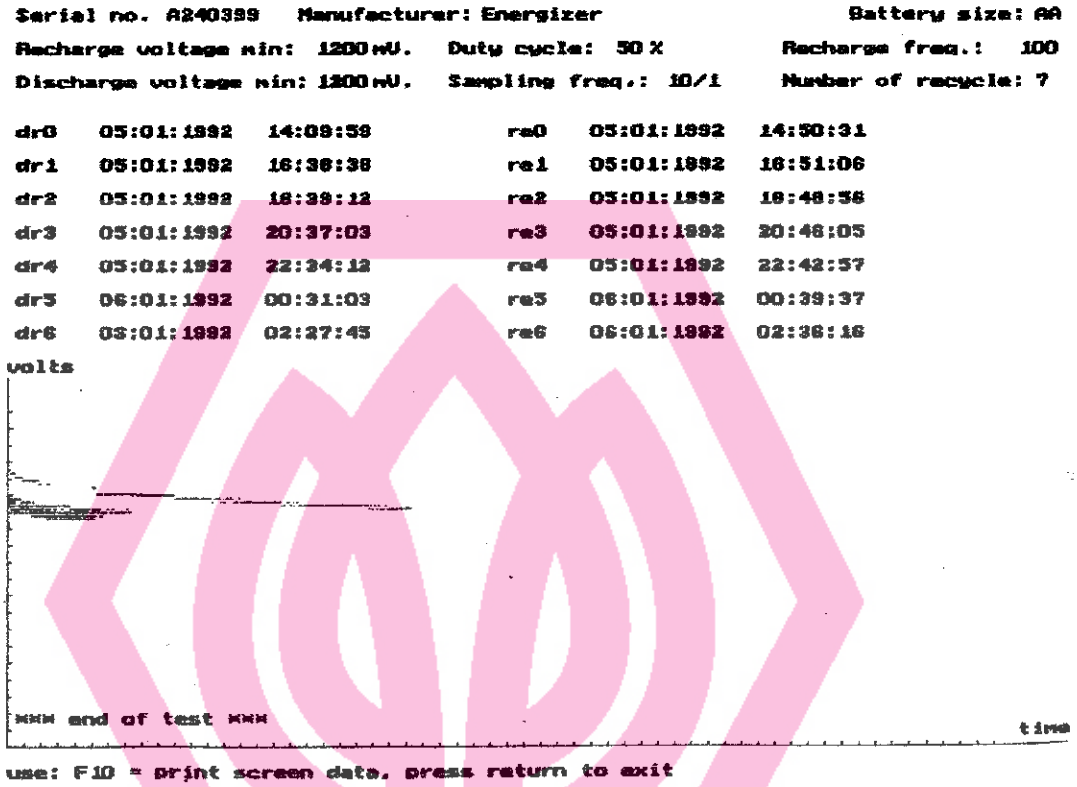
Summary of test data A240399

	Date	Time	Period	
Discharge 1 starts :	05:01:1992	14:09:59	Duration:	00:40:32
Recharge 1 starts :	05:01:1992	14:50:31	Duration:	01:48:07
Discharge 2 starts :	05:01:1992	16:38:38	Duration:	00:12:28
Recharge 2 starts :	05:01:1992	16:51:06	Duration:	01:48:06
Discharge 3 starts :	05:01:1992	18:39:12	Duration:	00:09:44
Recharge 3 starts :	05:01:1992	18:48:56	Duration:	01:48:07
Discharge 4 starts :	05:01:1992	20:37:03	Duration:	00:09:02
Recharge 4 starts :	05:01:1992	20:46:05	Duration:	01:48:07
Discharge 5 starts :	05:01:1992	22:34:12	Duration:	00:08:45
Recharge 5 starts :	05:01:1992	22:42:57	Duration:	01:48:06
Discharge 6 starts :	06:01:1992	00:31:03	Duration:	00:08:34
Recharge 6 starts :	06:01:1992	00:39:37	Duration:	01:48:08
Discharge 7 starts :	06:01:1992	02:27:45	Duration:	00:08:31
Recharge 7 starts :	06:01:1992	02:36:16	Duration:	: :

Maximum Recharge Time: 01:48:07

Total Discharge Time: 01:37:36

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY



หมายเหตุ: เส้นกราฟข้างต้นเป็นเส้นกราฟที่แสดงการอัดประจุและการคายประจุ เส้นกราฟที่บอกถึงการอัดประจุจะเริ่มต้นที่แรงดันไฟฟ้าที่ 1200 มิลลิโวลต์และค่านี้จะค่อยๆเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนถึงแรงดันไฟฟ้าที่ 1500 มิลลิโวลต์ (ซึ่งกราฟที่เกิดจากการอัดประจุจะใช้เวลานานกว่าที่แสดงในกราฟข้างต้น) ส่วนของกราฟที่มีขนาดสั้นกว่าที่อยู่ตอนใต้ของกลุ่มกราฟของการอัดประจุข้างต้นจะเป็นกราฟที่แสดงการคายประจุ จากข้อมูลที่ได้จะเห็นว่าช่วงเวลาที่ใช้ในการคายประจุจากถ่านไฟมีอัตราการคายประจุลดลงอย่างรวดเร็วมาก และมีค่าไม่มากนัก (เริ่มต้นที่ 00:40:32 และต่ำสุดที่ 00:08:34) รวมเวลาที่ได้จากการคายประจุของถ่านไฟเท่ากับ 01:37:36 ชั่วโมง แต่การคายประจุครั้งแรกมีค่าเท่ากับ 00:40:32 ชั่วโมง ทำให้ส่วนของการคายประจุในครั้งต่อๆ ไปรวมกันมีค่าเพียง 00:57:04 ชั่วโมง แต่ต้องใช้เวลาในการอัดประจุในแต่ละครั้งประมาณ 01:48:07 ชั่วโมงเป็นจำนวน 7 ครั้ง

ภาพประกอบ 16 ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Energizer-A240399 (อัดประจุทีละน้อย)

มหาวิทยาลัยศรีปทุม SRIPATUM UNIVERSITY

ตาราง 26 ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-A180399 (อัดประจุทีละน้อย)

Set parameter for battery recharge/discharge

Serial number:	A180399	
Manufacturer:	Duracell	
Manufacturing country:	USA	
Manufacturing date:	01/01/1998	
Battery size:	AA	
Recharge parameters		
Recharge voltage (minimum):	1200	mV
Recharge voltage (maximum):	1500	mV
Recharge base voltage:	1200	mV
Recharge duty cycle on:	50	%
Recharge step count:	500	counts
Recharge frequency:	100	hertz
Recharge sampling frequency:	10	hertz
Typical minimum voltage:	1200	mV
Typical maximum voltage:	1500	mV
Discharge parameters		
Discharge current:	-	milliampere
Discharge sampling frequency:	1	hertz
Discharge voltage (minimum):	1200	mV
Discharge voltage (maximum):	1500	mV
No of recharge:	7	times

Janjai Bhuripanyo ____/____/_____

Poranee Wannasiri ____/____/_____

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ตาราง 27 ตัวอย่างสรุปข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-A180399 (อัดประจุทีละน้อย)

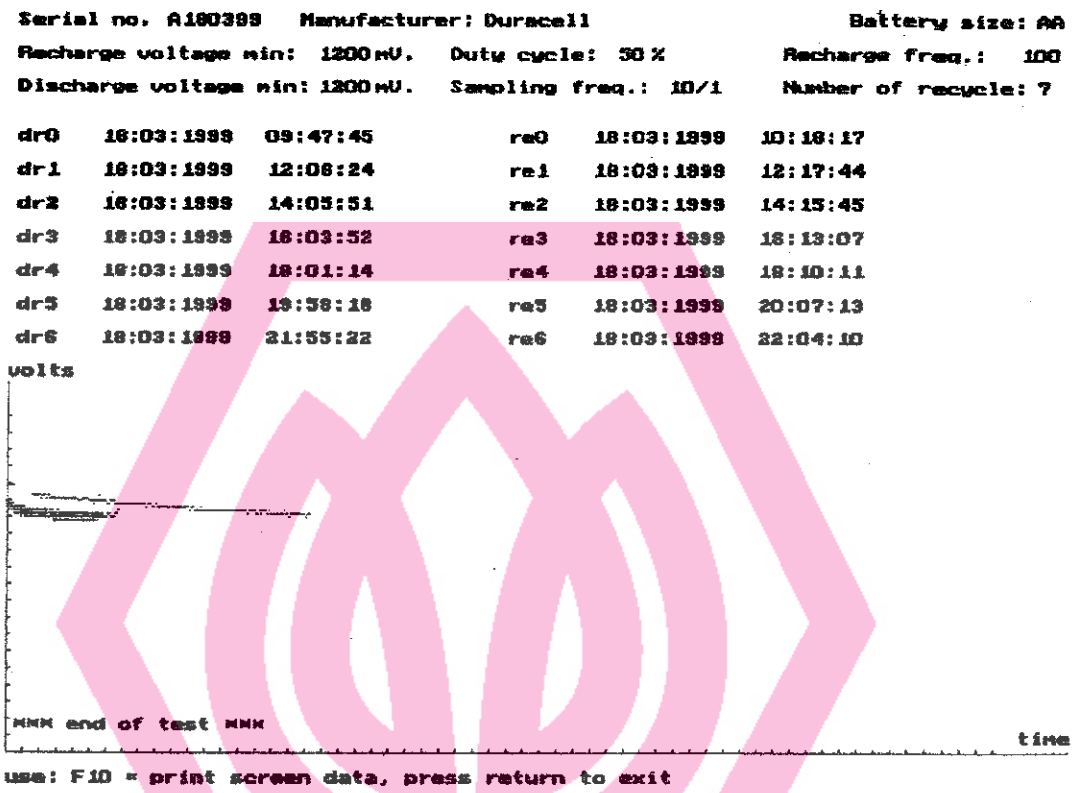
Summary of test data A180399

	Date	Time	Period	
Discharge 1 starts :	18:03:1999	09:47:45	Duration:	00:30:32
Recharge 1 starts :	18:03:1999	10:18:17	Duration:	01:48:07
Discharge 2 starts :	18:03:1999	12:06:24	Duration:	00:11:20
Recharge 2 starts :	18:03:1999	12:17:44	Duration:	01:48:07
Discharge 3 starts :	18:03:1999	14:05:51	Duration:	00:09:54
Recharge 3 starts :	18:03:1999	14:15:45	Duration:	01:48:07
Discharge 4 starts :	18:03:1999	16:03:52	Duration:	00:09:15
Recharge 4 starts :	18:03:1999	16:13:07	Duration:	01:48:07
Discharge 5 starts :	18:03:1999	18:01:14	Duration:	00:08:57
Recharge 5 starts :	18:03:1999	18:10:11	Duration:	01:48:07
Discharge 6 starts :	18:03:1999	19:58:18	Duration:	00:08:55
Recharge 6 starts :	18:03:1999	20:07:13	Duration:	01:48:09
Discharge 7 starts :	18:03:1999	21:55:22	Duration:	00:08:48
Recharge 7 starts :	18:03:1999	22:04:10	Duration:	: :

Maximum Recharge Time: 01:48:07

Total Discharge Time: 01:27:41

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY



หมายเหตุ: เส้นกราฟข้างต้นเป็นเส้นกราฟที่แสดงการอัดประจุและการคายประจุ เส้นกราฟที่บอกถึงการอัดประจุจะเริ่มต้นที่แรงดันไฟฟ้าที่ 1200 มิลลิโวลต์และค่านี้จะค่อยๆเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนถึงแรงดันไฟฟ้าที่ 1500 มิลลิโวลต์ (ซึ่งกราฟที่เกิดจากการอัดประจุจะใช้เวลานานกว่าที่แสดงในกราฟข้างต้น) ส่วนของกราฟที่มีขนาดสั้นกว่าที่อยู่ตอนใต้ของกลุ่มกราฟของการอัดประจุข้างต้นจะเป็นกราฟที่แสดงการคายประจุ จากข้อมูลที่ได้จะเห็นว่าช่วงเวลาที่ใช้ในการคายประจุจากถ่านไฟมีอัตราการคายประจุลดลงอย่างรวดเร็วมาก และมีค่าไม่มากนัก (เริ่มต้นที่ 00:30:32 และต่ำสุดที่ 00:08:48) รวมเวลาที่ได้จากการคายประจุของถ่านไฟเท่ากับ 01:27:41 ชั่วโมง แต่การคายประจุครั้งแรกมีค่าเท่ากับ 00:30:32 ชั่วโมง ทำให้ส่วนของการคายประจุในครั้งต่อๆ ไปรวมกันมีค่าเพียง 00:57:09 ชั่วโมง แต่ต้องใช้เวลาในการอัดประจุในแต่ละครั้งประมาณ 01:48:07 ชั่วโมงเป็นจำนวน 7 ครั้ง

ภาพประกอบ 17 ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-A180399 (อัดประจุทีละน้อย)

มหาวิทยาลัยศรีปทุม SRIPATUM UNIVERSITY

ตาราง 28 ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-C080499 (อัดประจุอย่างเร็ว)

Set parameter for battery recharge/discharge

Serial number:	C080499	
Manufacturer:	Duracell	
Manufacturing country:	Singapore	
Manufacturing date:	01/01/1999	
Battery size:	AA	
Recharge parameters		
Recharge voltage (minimum):	1000	mV
Recharge voltage (maximum):	1500	mV
Recharge base voltage:	1000	mV
Recharge duty cycle on:	90	%
Recharge step count:	500	counts
Recharge frequency:	40	hertz
Recharge sampling frequency:	1	hertz
Typical minimum voltage:	1000	mV
Typical maximum voltage:	1500	mV
Discharge parameters		
Discharge current:	-	milliampere
Discharge sampling frequency:	1	hertz
Discharge voltage (minimum):	1000	mV
Discharge voltage (maximum):	1500	mV
No of recharge:	7	times

Janjai Bhuripanyo ____/____/_____

Poranee Wannasiri ____/____/_____

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ตาราง 29 ตัวอย่างสรุปข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-C080499 (อัดประจุอย่างเร็ว)

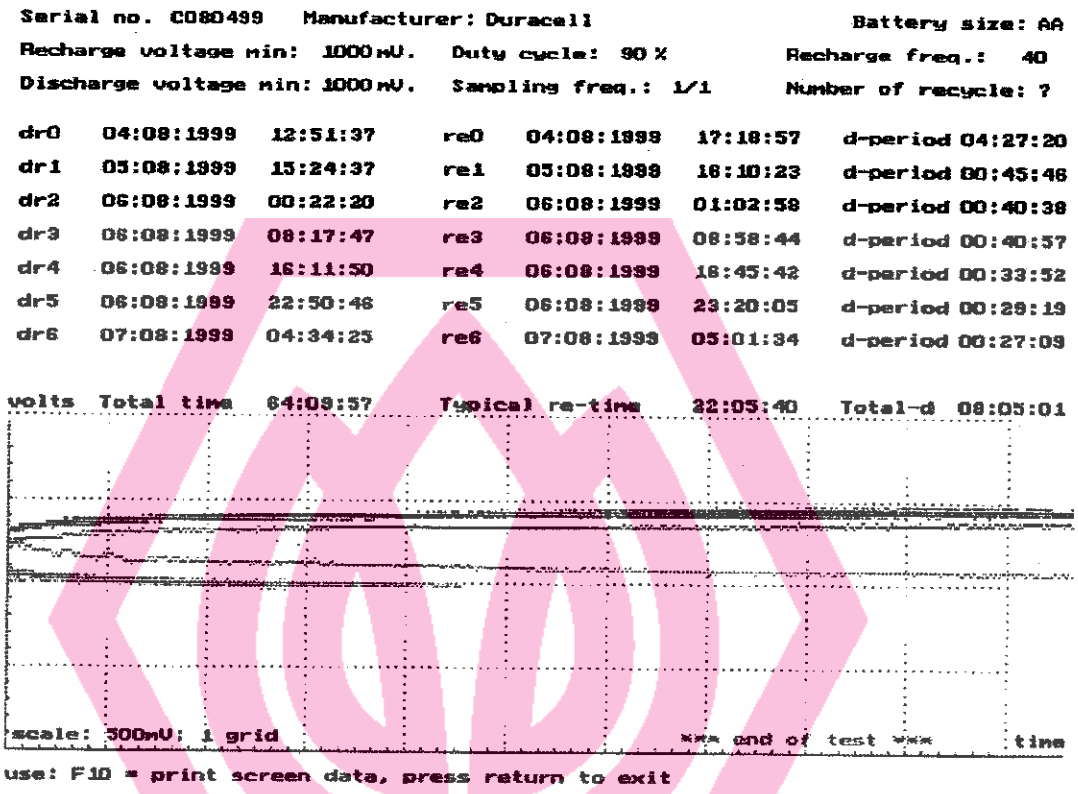
Summary of test data C080499

	Date	Time	Period	
Discharge 1 starts :	04:08:1999	12:51:37	Duration:	04:27:20
Recharge 1 starts :	04:08:1999	17:18:57	Duration:	22:05:40
Discharge 2 starts :	05:08:1999	15:24:37	Duration:	00:45:46
Recharge 2 starts :	05:08:1999	16:10:23	Duration:	08:11:57
Discharge 3 starts :	06:08:1999	00:22:20	Duration:	00:40:38
Recharge 3 starts :	06:08:1999	01:02:58	Duration:	07:14:49
Discharge 4 starts :	06:08:1999	08:17:47	Duration:	00:40:57
Recharge 4 starts :	06:08:1999	08:58:44	Duration:	07:13:06
Discharge 5 starts :	06:08:1999	16:11:50	Duration:	00:33:52
Recharge 5 starts :	06:08:1999	16:45:42	Duration:	06:05:04
Discharge 6 starts :	06:08:1999	22:50:46	Duration:	00:29:19
Recharge 6 starts :	06:08:1999	23:20:05	Duration:	05:14:20
Discharge 7 starts :	07:08:1999	04:34:25	Duration:	00:27:09
Recharge 7 starts :	07:08:1999	05:01:34	Duration:	: :

Maximum Recharge Time: 22:05:40

Total Discharge Time: 08:05:01

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY



หมายเหตุ: เส้นกราฟข้างต้นเป็นเส้นกราฟที่แสดงการอัดประจุ และการคายประจุ เส้นกราฟที่บอกถึงการอัดประจุจะเริ่มต้นที่แรงดันไฟฟ้าที่ 1000 มิลลิโวลต์และค่านี้จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนถึงแรงดันไฟฟ้าที่ 1500 มิลลิโวลต์จึงจะเริ่มขบวนการคายประจุใหม่ (อัตราส่วนในการสุ่มข้อมูลของการคายประจุและการอัดประจุไม่เท่ากัน ให้ดูค่าตัวเลขประกอบการพิจารณากราฟ) ส่วนของกราฟที่มีขนาดสั้นกว่าที่อยู่ตอนใต้ของกลุ่มกราฟของการอัดประจุข้างต้นจะเป็นกราฟที่แสดงการคายประจุ จากข้อมูลที่ได้จะเห็นว่าค่าที่อยู่ต่อจาก d-period แสดงช่วงเวลาที่ใช้ในการคายประจุจากถ่านไฟ ค่าของอัตราการคายประจุลดลงแต่เปลี่ยนแปลงไม่มาก (เริ่มต้นที่ 03:27:20 และต่ำสุดที่ 00:27:09) รวมเวลาที่ได้จากการคายประจุของถ่านไฟเท่ากับ 08:05:01 ชั่วโมง แต่การคายประจุครั้งแรกมีค่าเท่ากับ 04:27:20 ชั่วโมง ทำให้ส่วนของการคายประจุในครั้งต่อๆ ไปรวมกันมีค่าเท่ากับ 03:38:41 ชั่วโมง ส่วนเวลาที่ใช้ในการอัดประจุในแต่ละครั้งจะลดลงเรื่อยๆ (จาก 22:05:40 -> 05:14:32) จำนวน 7 ครั้ง คาดว่าจะสามารถใช้ต่อไปได้อีก ทั้งนี้เพราะการคายประจุสุดท้ายยังอยู่ที่ 00:27:09 ชั่วโมง การทดสอบนี้เป็นการทดสอบครั้งแรกของการอัดประจุอย่างเร็ว วงจรที่ใช้มีความคล้ายคลึงกับวงจรสุดท้ายที่ใช้ในการอัดประจุอย่างเร็ว

ภาพประกอบ 18 ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-C080499 (อัดประจุอย่างเร็ว)

มหาวิทยาลัยศรีปทุม SRIPATUM UNIVERSITY

ตาราง 30 ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Panasonic-A081299 (อัดประจุอย่างเร็ว)

Set parameter for battery recharge/discharge

Serial number:	A081299	
Manufacturer:	Panasonic	
Manufacturing country:	Japan	
Manufacturing date:	01/08/1998	
Battery size:	AA	
Recharge parameters		
Recharge voltage (minimum):	1000	mV
Recharge voltage (maximum):	1500	mV
Recharge base voltage:	1000	mV
Recharge duty cycle on:	25	%
Recharge step count:	500	counts
Recharge frequency:	12	hertz
Recharge sampling frequency:	1	hertz
Typical minimum voltage:	1000	mV
Typical maximum voltage:	1500	mV
Discharge parameters		
Discharge current:	-	milliampere
Discharge sampling frequency:	1	hertz
Discharge voltage (minimum):	1000	mV
Discharge voltage (maximum):	1500	mV
No of recharge:	8	times

Janjai Bhuripanyo ____/____/_____

Poranee Wannasiri ____/____/_____

มหาวิทยาลัยศรีปทุม SRIPATUM UNIVERSITY

ตาราง 31 ตัวอย่างสรุปข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Panasonic-A081299 (อัดประจุอย่างเร็ว)

Summary of test data A081299

	Date	Time	Period	
Discharge 1 starts :	11:08:1999	15:20:24	Duration:	04:58:30
Recharge 1 starts :	11:08:1999	20:18:54	Duration:	02:26:50
Discharge 2 starts :	11:08:1999	22:45:44	Duration:	01:28:22
Recharge 2 starts :	12:08:1999	00:14:06	Duration:	02:01:13
Discharge 3 starts :	12:08:1999	02:15:19	Duration:	01:05:14
Recharge 3 starts :	12:08:1999	03:20:33	Duration:	01:42:05
Discharge 4 starts :	12:08:1999	05:02:38	Duration:	00:53:44
Recharge 4 starts :	12:08:1999	05:56:22	Duration:	01:25:48
Discharge 5 starts :	12:08:1999	07:22:10	Duration:	00:45:13
Recharge 5 starts :	12:08:1999	08:07:23	Duration:	01:14:40
Discharge 6 starts :	12:08:1999	09:22:03	Duration:	00:39:54
Recharge 6 starts :	12:08:1999	10:01:57	Duration:	01:06:45
Discharge 7 starts :	12:08:1999	11:08:42	Duration:	00:37:03
Recharge 7 starts :	12:08:1999	11:45:45	Duration:	01:01:44
Discharge 8 starts :	12:08:1999	12:47:29	Duration:	00:34:34
Recharge 8 starts :	12:08:1999	13:22:03	Duration:	: :

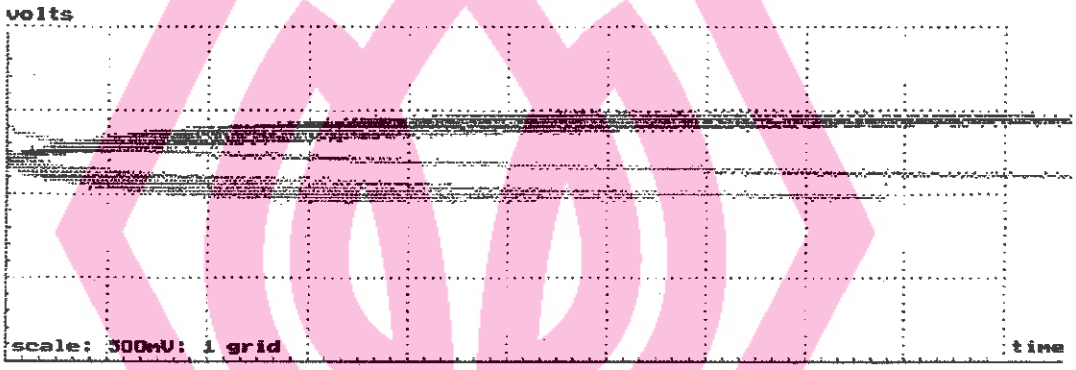
Maximum Recharge Time: 02:26:50

Total Discharge Time: 11:02:34

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

```
Serial no. A081299   Manufacturer: Panasonic                    Battery size: AA
Recharge voltage min:  1000 mV.   Duty cycle:  25 %          Recharge freq.:   12
Discharge voltage min: 1000 mV.   Sampling freq.: 1/1        Number of recycle:

dr0    11:08:1999   15:20:24     re0   11:08:1999   20:18:54   d-period 04:58:30
dr1    11:08:1999   22:45:44     re1   12:08:1999   00:14:06   d-period 01:28:22
dr2    12:08:1999   02:15:19     re2   12:08:1999   03:20:33   d-period 01:05:14
dr3    12:08:1999   05:02:38     re3   12:08:1999   05:56:22   d-period 00:53:44
dr4    12:08:1999   07:22:10     re4   12:08:1999   08:07:23   d-period 00:45:13
dr5    12:08:1999   09:22:03     re5   12:08:1999   10:01:57   d-period 00:39:54
dr6    12:08:1999   11:08:42     re6   12:08:1999   11:45:45   d-period 00:37:03
dr7    12:08:1999   12:47:29     re7   12:08:1999   13:22:03   d-period 00:34:34
```




```
use: F10 = print screen data, press return to exit
```

หมายเหตุ: เส้นกราฟข้างต้นเป็นเส้นกราฟที่แสดงการอัดประจุและการคายประจุ เส้นกราฟที่บอกถึงการอัดประจุจะเริ่มต้นที่แรงดันไฟฟ้าที่ 1000 มิลลิโวลต์และค่านี้จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงแรงดันไฟฟ้าที่ 1500 มิลลิโวลต์จึงจะเริ่มขบวนการคายประจุใหม่ (อัตราส่วนในการสุ่มข้อมูลของการคายประจุและการอัดประจุไม่เท่ากัน ให้ดูค่าตัวเลขประกอบการพิจารณากราฟ) ส่วนของกราฟที่มีขนาดสั้นกว่าที่อยู่ตอนใต้ของกลุ่มกราฟของการอัดประจุข้างต้นจะเป็นกราฟที่แสดงการคายประจุ จากข้อมูลที่ได้จะเห็นว่าค่าที่อยู่ต่อจาก d-period แสดงช่วงเวลาที่ใช้ในการคายประจุจากถ่านไฟ ค่าของอัตราการคายประจุลดลงแต่เปลี่ยนแปลงไม่มาก (เริ่มต้นที่ 04:58:30 และต่ำสุดที่ 00:34:34) รวมเวลาที่ได้จากการคายประจุของถ่านไฟเท่ากับ 11:02:34 ชั่วโมง แต่การคายประจุครั้งแรกมีค่าเท่ากับ 04:58:30 ชั่วโมง ทำให้ส่วนของการคายประจุในครั้งต่อๆ ไปรวมกันมีค่าเท่ากับ 06:04:04 ชั่วโมง ส่วนเวลาที่ใช้ในการอัดประจุในแต่ละครั้งจะลดลงเรื่อยๆ (จาก 02:26:50 -> 01:01:44) จำนวน 7 ครั้ง คาดว่าจะสามารถใช้ต่อไปได้อีก ทั้งนี้เพราะการคายประจุสุดท้ายยังอยู่ที่ 00:34:34 ชั่วโมง

ภาพประกอบ 19 ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Panasonic-A081299 (อัดประจุอย่างเร็ว)

มหาวิทยาลัยศรีปทุม SRIPATUM UNIVERSITY

ตาราง 32 ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-A080899 (อัดประจุอย่างเร็ว)

Set parameter for battery recharge/discharge

Serial number:	A080899	
Manufacturer:	Duracell	
Manufacturing country:	Singapore	
Manufacturing date:	01/01/1998	
Battery size:	AA	
Recharge parameters		
Recharge voltage (minimum):	1000	mV
Recharge voltage (maximum):	1500	mV
Recharge base voltage:	1000	mV
Recharge duty cycle on:	90	%
Recharge step count:	500	counts
Recharge frequency:	40	hertz
Recharge sampling frequency:	1	hertz
Typical minimum voltage:	1000	mV
Typical maximum voltage:	1500	mV
Discharge parameters		
Discharge current:	-	milliampere
Discharge sampling frequency:	1	hertz
Discharge voltage (minimum):	1000	mV
Discharge voltage (maximum):	1500	mV
No of recharge:	8	times

Janjai Bhuripanyo ___/___/_____

Poranee Wannasiri ___/___/_____

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ตาราง 33 ตัวอย่างสรุปข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-A080899 (อัดประจุอย่างเร็ว)

Summary of test data A080899

	Date	Time	Period	
Discharge 1 starts :	15:05:1998	14:38:13	Duration:	04:40:49
Recharge 1 starts :	15:05:1998	19:19:02	Duration:	02:54:36
Discharge 2 starts :	15:05:1998	22:13:38	Duration:	02:16:38
Recharge 2 starts :	16:05:1998	00:30:16	Duration:	02:36:46
Discharge 3 starts :	16:05:1998	03:07:02	Duration:	01:34:25
Recharge 3 starts :	16:05:1998	04:41:27	Duration:	02:05:36
Discharge 4 starts :	16:05:1998	06:47:03	Duration:	01:10:34
Recharge 4 starts :	16:05:1998	07:57:37	Duration:	01:42:43
Discharge 5 starts :	16:05:1998	09:40:20	Duration:	00:58:25
Recharge 5 starts :	16:05:1998	10:38:45	Duration:	01:28:59
Discharge 6 starts :	16:05:1998	12:07:44	Duration:	00:50:09
Recharge 6 starts :	16:05:1998	12:57:53	Duration:	01:17:24
Discharge 7 starts :	16:05:1998	14:15:17	Duration:	00:43:15
Recharge 7 starts :	16:05:1998	14:58:32	Duration:	01:07:11
Discharge 8 starts :	16:05:1998	16:05:43	Duration:	00:38:19
Recharge 8 starts :	16:05:1998	16:44:02	Duration:	: :

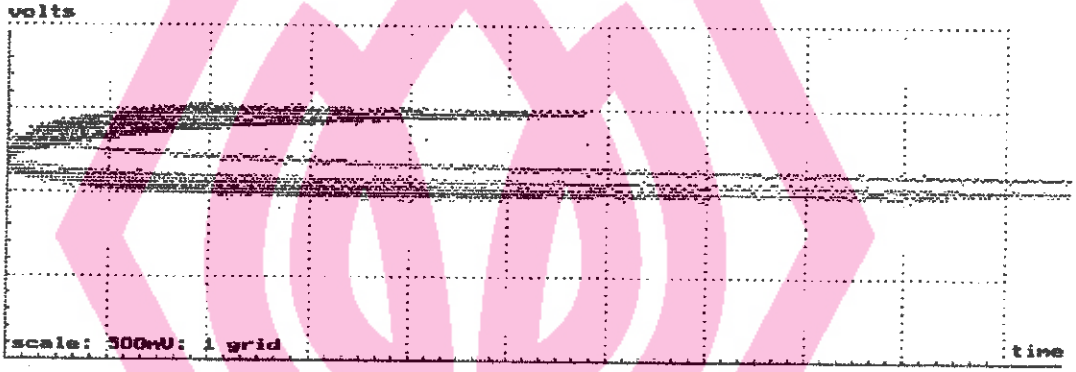
Maximum Recharge Time: 02:54:36

Total Discharge Time: 12:52:34

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

```
Serial no. A080899    Manufacturer: Duracell                    Battery size: AA
Recharge voltage min:  1000mV.   Duty cycle:  90 %          Recharge freq.:   40
Discharge voltage min: 1000mV.   Sampling freq.: 1/1        Number of recycle:

dr0   15:05:1998   14:38:13   re0   15:05:1998   19:19:02   d-period 04:40:49
dr1   15:05:1998   22:13:38   re1   16:05:1998   00:30:16   d-period 02:16:38
dr2   16:05:1998   03:07:02   re2   16:05:1998   04:41:27   d-period 01:34:25
dr3   16:05:1998   06:47:03   re3   16:05:1998   07:57:37   d-period 01:10:34
dr4   16:05:1998   09:40:20   re4   16:05:1998   10:38:45   d-period 00:58:25
dr5   16:05:1998   12:07:44   re5   16:05:1998   12:57:53   d-period 00:50:08
dr6   16:05:1998   14:15:17   re6   16:05:1998   14:58:32   d-period 00:43:15
dr7   16:05:1998   16:05:43   re7   16:05:1998   16:44:02   d-period 00:38:19
```




```
use: F10 = print screen data, press return to exit
```

หมายเหตุ: เส้นกราฟข้างต้นเป็นเส้นกราฟที่แสดงการอัดประจุและการคายประจุ เส้นกราฟที่บอกถึงการอัดประจุจะเริ่มต้นที่แรงดันไฟฟ้าที่ 1000 มิลลิโวลต์และค่านี้จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนถึงแรงดันไฟฟ้าที่ 1500 มิลลิโวลต์จึงจะเริ่มขบวนการคายประจุใหม่ (อัตราส่วนในการสุ่มข้อมูลของการคายประจุและการอัดประจุไม่เท่ากัน ให้ดูค่าตัวเลขประกอบการพิจารณากราฟ) ส่วนของกราฟที่มีขนาดสั้นกว่าที่อยู่ตอนใต้ของกลุ่มกราฟของการอัดประจุข้างต้นจะเป็นกราฟที่แสดงการคายประจุ จากข้อมูลที่ได้จะเห็นว่าค่าที่อยู่ต่อจาก d-period แสดงช่วงเวลาที่ใช้ในการคายประจุจากถ่านไฟ ค่าของอัตราการคายประจุลดลงแต่เปลี่ยนแปลงไม่มาก (เริ่มต้นที่ 04:40:49 และต่ำสุดที่ 00:38:19) รวมเวลาที่ได้จากการคายประจุของถ่านไฟเท่ากับ 12:52:34 ชั่วโมง แต่การคายประจุครั้งแรกมีค่าเท่ากับ 04:40:49 ชั่วโมง ทำให้ส่วนของการคายประจุในครั้งต่อๆ ไปรวมกันมีค่าเท่ากับ 12:52:34 ชั่วโมง ส่วนเวลาที่ใช้ในการอัดประจุในแต่ละครั้งจะลดลงเรื่อยๆ (จาก 02:54:36 -> 01:07:11) จำนวน 8 ครั้ง คาดว่าจะสามารถใช้ต่อไปได้อีกทั้งนี้เพราะการคายประจุสุดท้ายยังอยู่ที่ 00:39:19 ชั่วโมง

ภาพประกอบ 20 ตัวอย่างข้อมูลเมื่อทดสอบถ่านไฟ Duracell-A080899 (อัดประจุอย่างเร็ว)

มหาวิทยาลัยศรีปทุม SRIPATUM UNIVERSITY