



ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญาโท

ชื่อหัวข้อ แหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์
 Low Voltage Source Applied on Michel Faraday's Law

ชื่อนักศึกษา 1. นายกมล รักสิกรรณ รหัสประจำตัว 48035478
 2. นายวรวิทย์ เหล่าพิเชษฐกุล รหัสประจำตัว 48035513

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
อาจารย์ที่ปรึกษา อ.ประเสริฐ เคนพันค้อ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อ.โกศล ตราชู

คณะกรรมการสอบปริญญาโท	ลายมือชื่อ
1. อ.สุขสันต์ พาณิชพาพิบูล	
2. อ.ประเสริฐ เคนพันค้อ	
3. อ.โกศล ตราชู	
4. รศ.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์	
5. อ.อมรชัย ชัยชนะ	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันอังคารที่ 8 เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 11.30 น.
สถานที่สอบ ห้อง ค.310 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(รศ.วิสุทธิ์ ราตรี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
 วันที่.....30.....เดือน.....พ.ค.....พ.ศ.....50



<B7492492>

แหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฏิญานิพนธ์

แหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์

LOW VOLTAGE SOURCE APPLIED ON MICHEL FARADAY'S LAW



รฟ.
ก133ธ
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน **75147**
วัน,เดือน,ปี **24 ต.ค. 2550**

b. 118 14330
i.

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง แหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์

Low Voltage Source Applied on Michel Faraday's Law

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาแนวทางและหลักการแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์
2. เพื่อออกแบบแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์
3. เพื่อสร้างแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์
4. เพื่อทดลองแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์
5. เพื่อนำแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์ไปใช้งานจริง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้เกี่ยวกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์
2. ได้แบบแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์
3. ได้แหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์
4. ได้ผลการทดลองแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์เพื่อนำมาปรับปรุง
5. ได้แหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์มาใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	แหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์
นักศึกษา	นายกมล รักกลีกรรณ์
	นายวรวิทย์ เหล่าพิเชษฐกุล
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ประเสริฐ เคนพันธ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์โกศล ตราชู
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
ปีการศึกษา	2549

บทคัดย่อ

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการสร้างแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์ โดยใช้แม่เหล็กถาวรเคลื่อนที่ผ่านขดลวดทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าต่อเข้าวงจรเรียงกระแสซึ่งมีตัวเก็บประจุเป็นตัวประจุไฟฟ้าเพื่อจ่ายพลังงานไฟฟ้า ใช้เวลาในการเขย่ากระบอกเพื่อให้แม่เหล็กถาวรเคลื่อนที่ผ่านขดลวดทำให้ตัวเก็บประจุประจุไฟฟ้าจนเต็มเป็นเวลา 90 นาที สามารถจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงได้แรงดันสูงสุด 3 โวลต์ กระแสสูงสุด 100 มิลลิแอมป์ ได้เป็นเวลาประมาณ 10 นาที

Thesis Title	Low Voltage Source Applied on Michel Faraday's Law	
Students	Mr.Kamol	Rukkasikun
	Mr.Worawut	Laowpichetkul
Advisor	Mr.Prasert	Kenpankho
Co-Advisor	Mr.Koson	Trachu
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Electronics Engineering	
Academic Year	2006	

ABSTRACT

The thesis presents the construction of Low Voltage Source Applied on Michel Faraday's Law. By using permanent magnet move along the coil creating electromotive force rectifier circuit which has a capacitor that can keep electronic charge to distribute electrically. The time used to shake the billet to charging is 90 minutes. The induced direct current with the maximum of 3 volts and the maximum current of 100 mA. For 10 minutes has been produced.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญาานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีนั้น เนื่องมาจากความร่วมมือร่วมใจของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ประเสริฐ เคนพันค้อ อาจารย์โกศล ทรายู และอาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านเป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ตลอดจนจนถึงข้อมูลและอุปกรณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการทดลองรวมถึงขั้นตอนต่างๆ ในการสร้างโครงงานและในการจัดทำปริญาานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบคุณห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ และสำนักหอสมุดกลางที่ช่วยอำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการศึกษาและค้นคว้าหาข้อมูล

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และผู้มีพระคุณสำหรับพวกเราที่ได้ให้การสนับสนุนทุกสิ่งทุกอย่างทางด้านการศึกษาตลอดมาจนถึงปัจจุบัน สุดท้ายต้องขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่เป็นกำลังใจให้คณะผู้จัดทำเสมอมาด้วยความจริงใจ



สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 จุดมุ่งหมายของโครงการ	1
1.3 สมมุติฐานของการจัดทำโครงการ	1
1.4 ขีดความสามารถของโครงการ	1
1.5 ขั้นตอนการทำโครงการ	2
1.6 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 กฎของฟาราเดย์	3
2.2.1 กฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์	3
2.2.2 กฎของฟาราเดย์	4
2.3 แม่เหล็ก	6
2.3.1 ประเภทของแม่เหล็ก	6
2.3.2 สมบัติของแม่เหล็ก	6
2.3.3 สนามแม่เหล็ก	7
2.3.4 เส้นแรงแม่เหล็ก	7
2.3.5 สมบัติของเส้นแรงแม่เหล็ก	8
2.3.6 ฟลักซ์แม่เหล็ก	9
2.3.7 ความเป็นแม่เหล็ก	10
2.3.8 ประจุในสนามแม่เหล็ก	10
2.4 ตัวเหนี่ยวนำ	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.4.1 การแบ่งชนิดของตัวเหนี่ยวนำ	15
2.4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อค่าความเหนี่ยวนำ	16
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	20
3.1 กล่าวนำ	20
3.2 การออกแบบ	20
3.2.1 การออกแบบส่วนกำเนิดไฟฟ้าจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์	20
3.2.2 การออกแบบส่วนวงจรเรียงกระแส	23
3.2.3 การออกแบบการเชื่อมต่อส่วนกำเนิดไฟฟ้าจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์กับส่วน วงจรเรียงกระแส	24
3.2.4 การออกแบบโครงสร้างภายนอก	24
3.3 ขั้นตอนการสร้าง	25
3.3.1 การสร้างส่วนกำเนิดไฟฟ้าจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์	25
3.3.2 การสร้างส่วนวงจรเรียงกระแส	27
3.3.3 การเชื่อมต่อส่วนกำเนิดไฟฟ้าจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์กับส่วนวงจรเรียง กระแส	29
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	30
4.1 กล่าวนำ	30
4.2 การทดลองแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์	30
4.2.1 การทดลองจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับไฟฉายหลอด LED	30
4.2.2 การทดลองจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับวิทยุ	32
4.2.3 การทดลองจ่ายพลังงานไฟฟ้าเพื่อประจุแบตเตอรี่ขนาด AA	34
4.2.4 การทดลองจ่ายพลังงานไฟฟ้าเพื่อประจุแบตเตอรี่ขนาด AAA	35
บทที่ 5 บทสรุป	37
5.1 สรุป	37
5.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไข	37
5.3 แนวทางการพัฒนา	38
บรรณานุกรม	39
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ภาคผนวก ข วงจรและแผนวงจรพิมพ์	44
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	46
ภาคผนวก ง รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	48
ภาคผนวก จ ผังงานของการใช้งาน	58
ภาคผนวก ฉ คู่มือการใช้งาน	61
ประวัติผู้แต่ง	66



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ค่าความขบขี้มของวัสดุชนิดต่างๆ	18
4.1 ผลการทดลองเมื่อเขย่ากระบอกเป็นเวลา 1 นาที	30
4.2 ผลการทดลองเมื่อเขย่ากระบอกเป็นเวลา 2 นาที	31
4.3 ผลการทดลองเมื่อเขย่ากระบอกเป็นเวลา 3 นาที	31
4.4 ผลการทดลองเมื่อเขย่ากระบอกเป็นเวลา 4 นาที	32
4.5 ผลการทดลองเมื่อเขย่ากระบอกเป็นเวลา 5 นาที	32
4.6 ผลการทดลองเมื่อเขย่ากระบอกเป็นเวลา 10 นาที	33
4.7 ผลการทดลองเมื่อเขย่ากระบอกเป็นเวลา 20 นาที	33
4.8 ผลการทดลองเมื่อเขย่ากระบอกเป็นเวลา 30 นาที	33
4.9 ผลการทดลองเมื่อเขย่ากระบอกเป็นเวลา 40 นาที	34
4.10 ผลการทดลองเมื่อเขย่ากระบอกเป็นเวลา 50 นาที	34
4.11 ผลการทดลองการจ่ายพลังงานไฟฟ้าเพื่อประจุแบตเตอรี่ AA	35
4.12 ผลการทดลองการจ่ายพลังงานไฟฟ้าเพื่อประจุแบตเตอรี่ AAA	36
ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรกำเนิดไฟฟ้า	47
ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรเรียงกระแส	47
จ.1 การแก้ปัญหาเบื้องต้น	64
จ.2 ข้อมูลจำเพาะ	65

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 การเคลื่อนที่แห่งแม่เหล็กเข้าและออกจากขดลวด	3
2.2 แนวของเส้นแรงแม่เหล็ก	7
2.3 เส้นแรงแม่เหล็กมีทิศออกจากขั้วเหนือสู่ขั้วใต้	8
2.4 เส้นแรงแม่เหล็กโลก	8
2.5 เส้นแรงแม่เหล็กรวมกัน	9
2.6 เส้นแรงแม่เหล็กต้านกัน	9
2.7 กฎมือขวาใช้หาทิศทางของแรงแม่เหล็ก	11
2.8 แรงที่กระทำต่อลวดตัวนำ	12
2.9 ทิศของแรงกระทำหาจากกฎมือขวา	13
2.10 สภาวะของสนามแม่เหล็กเมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ตัวเหนี่ยวนำ	14
2.11 ตัวเหนี่ยวนำชนิดค่าคงที่	15
2.12 ตัวเหนี่ยวนำชนิดปรับค่าได้	16
2.13 จำนวนรอบของขดลวดมาก ค่าความเหนี่ยวนำมาก	16
2.14 จำนวนรอบของขดลวดน้อย ค่าความเหนี่ยวนำน้อย	16
2.15 พื้นที่ของขดลวดมาก ค่าความเหนี่ยวนำมาก	17
2.16 พื้นที่ของขดลวดน้อย ค่าความเหนี่ยวนำน้อย	17
2.17 ความยาวของขดลวดน้อย ค่าความเหนี่ยวนำมาก	17
2.18 ความยาวของขดลวดมาก ค่าความเหนี่ยวนำน้อย	18
3.1 ความสูงแห่งแม่เหล็กถาวร	20
3.2 เส้นผ่านศูนย์กลางแห่งแม่เหล็กถาวร	20
3.3 โครงสร้างแกนพันขดลวด	21
3.4 ส่วนรองรับแรงกระแทกและฝาปิด	22
3.5 โครงสร้างโดยรวมส่วนกำเนิดไฟฟ้าจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์	22
3.6 วงจรเรียงกระแส	23
3.7 แผงวงจรยึดติดกับแผ่นพลาสติกใสด้านข้าง	23
3.8 แผงวงจรยึดติดกับแผ่นพลาสติกใสด้านบน	24
3.9 การเชื่อมต่อส่วนกำเนิดไฟฟ้าจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์กับส่วนวงจรเรียงกระแส	24
3.10 ท่อพลาสติกใส	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.11 โครงสร้างทั้งหมดของแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์	25
3.12 ด้านหน้าท่อไอสำหรับทำแกนพันขดลวด	25
3.13 ด้านข้างท่อไอสำหรับทำแกนพันขดลวด	26
3.14 แหวนใส่ท่อแกนพันขดลวด	26
3.15 ท่อที่ใส่แหวนแล้ว	26
3.16 แกนที่พันลวดทองแดงแล้ว	26
3.17 ส่วนรองรับแรงกระแทกและฝาปิด	27
3.18 ส่วนกำเนิดไฟฟ้าจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์	27
3.19 แผ่นลายวงจรเรียงกระแส	27
3.20 แผ่นวงจรเรียงกระแสที่ลงอุปกรณ์แล้ว	28
3.21 แผ่นวงจรเรียงกระแสยึดติดกับแผ่นพลาสติก	28
3.22 การเชื่อมต่อส่วนกำเนิดไฟฟ้าจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์กับส่วนวงจรเรียงกระแส	29
3.23 แหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์สมบูรณ์	29
ก.1 ด้านหน้าแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์	41
ก.2 ด้านหลังแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์	41
ก.3 จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับไฟฉายหลอด LED	42
ก.4 จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับวิทยุ	42
ก.5 จ่ายพลังงานไฟฟ้าเพื่อประจุแบตเตอรี่ขนาด AA	43
ก.6 จ่ายพลังงานไฟฟ้าเพื่อประจุแบตเตอรี่ขนาด AAA	43
ข.1 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์	45
ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์	45
ข.3 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์	45
จ.1 ผังงานการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับไฟฉายหลอด LED หรือวิทยุ	59
จ.2 ผังงานการจ่ายพลังงานไฟฟ้าเพื่อประจุแบตเตอรี่ AA, AAA	60
ฉ.1 ส่วนประกอบแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์	63

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การใช้พลังงานไฟฟ้าในปัจจุบันมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดเล็กที่ต้องการพลังงานไฟฟ้าในการทำงาน ส่วนใหญ่ใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่หรือแหล่งจ่ายไฟฟ้าตามบ้าน ซึ่งต้องเสียค่าใช้จ่ายจากพลังงานไฟฟ้าเหล่านี้

ดังนั้นจึงได้นำความรู้จากวิชาวิศวกรรมแม่เหล็กไฟฟ้า โดยใช้กฎของฟาราเดย์ในการออกแบบและสร้างแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำแบบประหยัดโดยไม่ใช้แบตเตอรี่

1.2 จุดมุ่งหมายของโครงการ

คณะผู้จัดทำได้สร้างแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์ขึ้นมา เพื่อเป็นแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าแบบประหยัดจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์ โดยอาศัยการเคลื่อนที่ของแท่งแม่เหล็กถาวรผ่านขดลวดตัวนำ ทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าผ่านวงจรเรียงกระแสเป็นไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อไปจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้แรงดันไฟฟ้าต่ำในการทำงานเช่น วิทยุขนาดเล็ก ไฟฉายหลอด LED และเพื่อประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ขนาด AA, AAA โดยไม่ต้องไฟฟ้าตามบ้าน

1.3 สมมุติฐานของการจัดทำโครงการ

เมื่อผ่านการทดลองและการใช้งานแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์แล้วสามารถนำไปจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับวิทยุขนาดเล็ก ไฟฉายหลอด LED และประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ขนาด AA, AAA ได้จริงและมีแนวทางในการพัฒนาขีดความสามารถให้แหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.4 ขีดความสามารถของโครงการ

1. สามารถจ่ายแรงดันได้สูงสุด $3 V_{DC}$
2. สามารถจ่ายกระแสได้สูงสุด 100 mA
3. สามารถประจุแบตเตอรี่ Ni-CD, Ni-MH ขนาด AA, AAA 2500 mAh
4. สามารถประจุแบตเตอรี่ได้จำนวนครั้งละ 2 ก้อน
5. สามารถประจุแบตเตอรี่ได้โดยไม่ต้องใช้ไฟฟ้าบ้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขั้นตอนของการทำโครงการ

1. ศึกษาหลักการและกฎของฟาราเดย์
2. วิเคราะห์ทฤษฎีที่ได้ศึกษาในบทที่ 2 นำมาใช้ในการออกแบบ
3. จัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการสร้างโครงการตามที่ได้ออกแบบ
4. สร้างและทดสอบการทำงาน
5. แก้ไขและปรับปรุงข้อบกพร่อง

1.6 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็นเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจ ในแต่ละบทประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปฏิญานิพนธ์ จุดมุ่งหมายของโครงการสมมุติฐานของการจัดทำโครงการ ชี้ความสามารถของโครงการ ขั้นตอนการทำโครงการ เนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 ประกอบด้วย ทฤษฎีต่างๆ เกี่ยวกับกฎของไมเคิล ฟาราเดย์ หลักการของแม่เหล็ก และการพันขดลวด

บทที่ 3 กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับการ ออกแบบและการสร้างแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์ ส่วนประกอบต่างๆ

บทที่ 4 ประกอบด้วย การทดลองและผลการทดลองแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการจัดทำโครงการ ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางการแก้ไข รวมทั้งแนวทางการพัฒนา

ภาคผนวก ก แสดงภาพแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์ต้นแบบ

ภาคผนวก ข ประกอบด้วยผังรายละเอียดของวงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค แสดงรายการอุปกรณ์ที่ใช้งาน

ภาคผนวก ง แสดงรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

ภาคผนวก จ แผนผังการทำงาน

ภาคผนวก ฉ คู่มือการใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

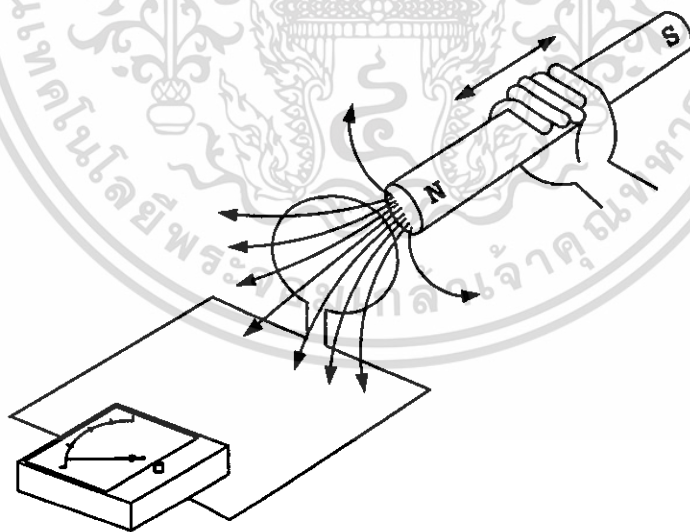
2.1 กล่าวนำ

เนื้อหาของปริญาานิพนธ์ในบทนี้เป็นทฤษฎีและหลักการที่จะนำมาใช้ประกอบการสร้างโครงงาน โดยประกอบด้วย กฎของฟาราเดย์ ทฤษฎีแม่เหล็กและการพันขดลวด

2.2 กฎของฟาราเดย์

2.2.1 กฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์

การทดลองง่ายๆ ที่แสดงว่ากระแสสามารถเกิดขึ้นได้ด้วยการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็ก โดยให้พิจารณา ขดลวดต่อกับกัลป์วานอร์มิเตอร์ ถ้าเคลื่อนที่แม่เหล็กเข้าหาขดลวดเข็มของกัลป์วานอร์มิเตอร์จะเบี่ยงเบนไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ถ้าดึงแม่เหล็กออกจากขดลวด เข็มของกัลป์วานอร์มิเตอร์จะเบี่ยงเบนไปในทิศตรงข้าม



รูปที่ 2.1 การเคลื่อนที่แท่งแม่เหล็กเข้าและออกจากขดลวด

ในกรณีที่ไม่มี การเคลื่อนที่แท่งเข็มของกัลป์วานอร์มิเตอร์จะหยุดนิ่งไม่เบี่ยงเบนไปทางใดในทางตรงกันข้ามถ้าเราให้แท่งแม่เหล็กอยู่กับที่แล้วเคลื่อนขดลวดเข้าหรือออกจากแท่งแม่เหล็กเข็มของกัลป์วานอร์มิเตอร์เบี่ยงเบนไป จากการทดลองดังกล่าวจะเกิดขึ้นในวงจรทรานซิสต์ที่มีการเคลื่อนที่สัมพันธ์กันระหว่างแท่งแม่เหล็กและขดลวด หรือแท่งแม่เหล็กและขดลวดเคลื่อนที่ในทิศทางตรงกันข้ามกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แม่เหล็กและขดลวด จากการทดลองดังกล่าวจะเห็นได้ว่าแม่ไม่มีแบตเตอรี่ในวงจร สามารถมีการเหนี่ยวนำให้เกิดกระแส ดังนั้นเราจึงเรียกกระแสนี้ว่ากระแสเหนี่ยวนำ (Include Current) ที่เป็นผลมาจากการมีการเหนี่ยวนำ emf.

2.2.2 กฎของฟาราเดย์

ในปี ค.ศ.1831 ไมเคิล ฟาราเดย์ได้ค้นพบว่าอำนาจของสนามแม่เหล็กสามารถทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าได้ ขั้นตอนการทดลองของไมเคิล ฟาราเดย์คือ พันลวดสองขดบนแกนเหล็กรูปวงกลม ขดลวดชุดหนึ่งเรียกว่า ขดลวดปฐมภูมิ ต่อกับแบตเตอรี่ อีกชุดหนึ่งเรียกว่า ขดทุติยภูมิ ต่อเข้ากับกัลป์วานอ์มิเตอร์ เมื่อสลับสวิตช์ให้ไฟฟ้าจากแบตเตอรี่เข้าวงจรขดลวดปฐมภูมิ เข็มของกัลป์วานอ์มิเตอร์ก็จะกระดิกไปอีกทางหนึ่งในทิศทางตรงกันข้ามกับตอนแรก การทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าไหลเข้าสู่กัลป์วานอ์มิเตอร์ จากการทดลองยังพบอีกว่า มิใช่เฉพาะการเปลี่ยนแปลงหรือเคลื่อนไหวของสนามแม่เหล็กที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเท่านั้น การเคลื่อนที่ของขดลวดใดๆ ในสนามแม่เหล็กก็ย่อมทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดนั้นได้ สามารถกล่าวได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กตามเวลาหรือสนามแม่เหล็กไดนามิกส์ ย่อมทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้า (Electromotive force เขียนย่อว่า emf.) มีหน่วยเป็น โวลต์ ซึ่งแรงเคลื่อนไฟฟ้านี้ก็เป็นแหล่งที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้านั่นเอง สมการของแรงเคลื่อนไฟฟ้าตามกฎของฟาราเดย์คือ

$$\text{emf.} = -\frac{d\phi}{dt} \text{ โวลต์} \quad (2.1)$$

ขยายความของค่า emf. เพิ่มเติม คือว่า emf. เกิดจากวัสดุสื่อไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านสนามไฟฟ้าทำนองเดียวกัน emf. เกิดจากการเปลี่ยนแปลงหรือเคลื่อนไหวของสนามไฟฟ้าที่ล้อมรอบตัวนำนั้นๆ อีกด้วย

อนึ่ง $\frac{d\phi}{dt}$ ในสมการที่ (2.1) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของเส้นสนามไฟฟ้าตามเวลาหรือสนามไฟฟ้าไดนามิกส์และ ϕ คือ เส้นสนามแม่เหล็กที่ล้อมรอบ (Linking) ตัวนำหรือขดลวด กำหนดให้มีค่าเป็นลบหมายความว่า emf. ที่เกิดขึ้นนั้นจะสร้างสนามแม่เหล็กใหม่ที่มีทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางของสนามแม่เหล็กเดิม ทำให้สนามแม่เหล็กในวงจรลดลง นั่นคือ ค่า emf. ลดลง ซึ่งนี่คือหลักของเลนซ์ (Lenz's Law) ถ้าขดลวดที่เป็นตัวนำดังกล่าวมี N รอบ จะได้สมการของ emf. ใหม่คือ

$$\text{emf.} = -N \frac{d\phi}{dt} \quad (2.2)$$

เนื่องจาก emf. เป็นปริมาณสเกลาร์ ดังนั้นจะได้ว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{emf.} = \oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{L} \quad (2.3)$$

อนึ่ง $\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{L}$ หมายถึง ประจุไฟฟ้าขนาดหนึ่งจูลอมป์ เคลื่อนที่เป็นวงรอบ (Closed path) ในสนามไฟฟ้า \mathbf{E} ที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา ค่า $\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{L}$ ไม่จำเป็นต้องมีค่าเป็นศูนย์ สำหรับสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา นั่นคือ emf. หรือแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดจากสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาจะไม่เท่ากับศูนย์เสมอไป

หมายเหตุ ถ้าสนามไฟฟ้า \mathbf{E} เกิดจากประจุไฟฟ้าสถิตย์ สมการที่ (2.3) จะมีค่าเป็นศูนย์เสมอจากสมการที่ (2.1) และ (2.3) จะได้สมการใหม่ดังนี้

$$\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{L} = -\frac{d\phi}{dt} \quad (2.4)$$

หรือ
$$\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{L} = -\frac{d}{dt} \int_s \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} \quad (2.5)$$

นั่นคือ
$$\text{emf.} = -\frac{d}{dt} \int_s \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} \quad (2.6)$$

สมการที่ (2.5) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างอินทิกรัลวงรอบกับอินทิกรัลพื้นที่ผิว ซึ่งทิศทางของ \mathbf{B} และ $d\mathbf{S}$ จะไปในทิศทางเดียวกัน เมื่อใช้กฎมือขวาคือ กำมือให้นิ้วหัวแม่มือตั้งฉากกับนิ้วทั้งสี่ที่เหลือเป็นทิศทางของทางเดินครบวงจร นั่นคือ จะเกิดสนามไฟฟ้า \mathbf{E} เป็นทางเดินครบวงจร แต่ทิศทางตรงข้ามกับทางเดินครบวงจร เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็ก \mathbf{B} ดังนั้นการมีเครื่องหมายลบจึงถูกต้อง วิธีง่ายๆ ใช้หลักกฎมือขวา คือ กำแขนดินสอดด้วยมือขวา ให้นิ้วหัวแม่มือตั้งฉากกับนิ้วทั้งสี่ ทิศทางของหัวแม่มือเป็นทิศของ \mathbf{B} และ $d\mathbf{S}$ ส่วนนิ้วทั้งสี่เป็นทิศทางของทางเดินวงรอบปิด

พิจารณาสมการที่ (2.6) แสดงให้เห็นถึงการเกิด emf. หรือแรงเคลื่อนไฟฟ้าเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็ก \mathbf{B} ตามเวลา

ทฤษฎีของสะโตค ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอินทิกรัลทางเดินวงรอบปิดพื้นที่ผิวคือ

$$\oint \mathbf{H} \cdot d\mathbf{L} = \int_s (\nabla \times \mathbf{H}) \cdot d\mathbf{S} \quad (2.7)$$

ใช้ทฤษฎีสะโตคตามสมการ (2.7) เข้ากับสมการ (2.5) จะได้ว่า

$$\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{L} = \int_s (\nabla \times \mathbf{E}) \cdot d\mathbf{S} = -\int_s \frac{d}{dt} \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} \quad (2.8)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{นั่นคือ} \quad (\nabla \times \vec{E}) \cdot d\vec{S} = -\frac{d}{dt} \vec{B} \cdot d\vec{S} \quad (2.9)$$

$$\therefore \quad \nabla \times \vec{E} = -\frac{d}{dt} \vec{B} \quad (2.10)$$

สมการที่ (2.10) คือสมการแมกเวลล์ สำหรับสนามแม่เหล็ก \vec{B} เปลี่ยนค่าตามเวลา จะเห็นว่า $\nabla \times \vec{E}$ ไม่เท่ากับศูนย์ ออกจาก (2.10) ซึ่งให้เห็นว่าสนามแม่เหล็ก \vec{B} ที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา ทำให้เกิดสนามไฟฟ้า \vec{E} และทิศทางของสนามไฟฟ้า \vec{E} ก็มีลักษณะเช่น เป็นเคิร์ลด้วย

หมายเหตุ สมการของ แมกเวลล์ ที่เกี่ยวกับสนามไฟฟ้าสถิตย์ คือ

$$\nabla \times \vec{E} = 0 \quad \text{และ} \quad \oint \vec{E} \cdot d\vec{L} = 0 \quad (2.11)$$

2.3 แม่เหล็ก

2.3.1 ประเภทของแม่เหล็ก

แม่เหล็ก (Magnet) คือวัตถุที่สามารถดูดสารแม่เหล็กบางชนิดได้ แม่เหล็กเป็นสารประกอบของเหล็กและออกซิเจน ชนิดของแม่เหล็กแบ่งตามลักษณะการเกิดได้ 2 ประเภทคือ

1. แม่เหล็กธรรมชาติ มีส่วนผสมส่วนใหญ่คือ Fe_3O_4 มีสมบัติดูดเหล็กและสารประกอบออกไซด์ของเหล็กเกิดเองตามธรรมชาติ ไม่ค่อยมีประโยชน์เพราะมีอำนาจน้อย
2. แม่เหล็กประดิษฐ์ เป็นแม่เหล็กที่สร้างขึ้นด้วยวิธีการต่างๆ มี 2 ชนิด คือ
 - 2.1 แม่เหล็กชั่วคราว เกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดที่พันรอบแท่งเหล็กอ่อน
 - 2.2 แม่เหล็กถาวร คือ แม่เหล็กที่รักษาอำนาจแม่เหล็กไว้ได้นาน ปกติทำด้วยเหล็กกล้า

2.3.2 สมบัติของแท่งแม่เหล็ก

2.3.2.1 ขั้วแม่เหล็ก

ขั้วแม่เหล็ก คือ บริเวณของปลายแท่งแม่เหล็กที่เมื่อนำไปดูดผงตะไบเหล็กจะมีผงตะไบเหล็กติดมากที่สุดนั่นคือ ที่ปลายทั้งสองของแท่งแม่เหล็กจะมีอำนาจแม่เหล็กมากที่สุด

2.3.2.2 ชนิดของขั้วแม่เหล็ก

ชนิดของขั้วแม่เหล็ก ถ้าแขวนแท่งแม่เหล็กให้หมุนได้อิสระ แท่งแม่เหล็กจะวางตัวในแนวเหนือใต้เสมอโดยปลายที่ชี้ไปทางทิศเหนือ คือ ขั้วเหนือ (ขั้ว N) ปลายที่ใช้ไปทางทิศใต้ คือ ขั้วใต้ (ขั้ว S)

2.3.2.3 แรงกระทำระหว่างขั้วแม่เหล็ก

แรงกระทำระหว่างขั้วแม่เหล็กจะมี 2 แบบด้วยกัน

1. แรงดูดกัน เกิดจากการนำขั้วแม่เหล็กต่างชนิดกันมาวางใกล้กัน
2. แรงผลักกัน เกิดจากการนำขั้วแม่เหล็กชนิดเดียวกันมาวางใกล้กัน

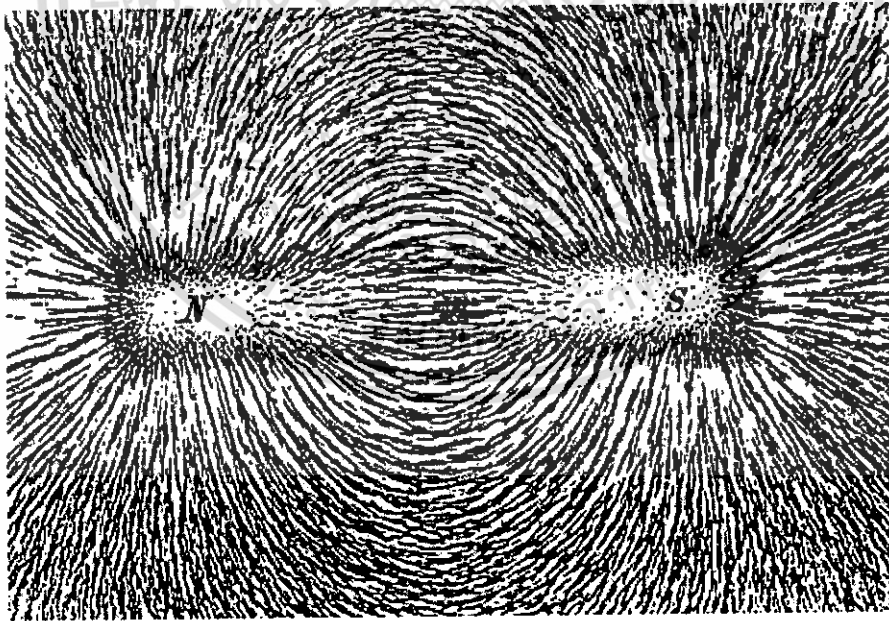
2.3.3 สนามแม่เหล็ก

สนามแม่เหล็ก (Magnetic Field) คือ บริเวณที่แรงแม่เหล็กส่งอำนาจการดึงดูดไปถึงในไฟฟ้าสถิต ประจุไฟฟ้าเป็นต้นกำเนิดของสนามไฟฟ้าแต่ในเรื่องแม่เหล็กไม่มีวัตถุใดที่เป็นจุดโดดเดี่ยวที่จะให้สนามแม่เหล็กออกมาหรือไม่มีขั้วแม่เหล็กเดี่ยวๆ (Magnetic Monopole) นั่นคือไม่มีประจุแม่เหล็กที่มีความสัมพันธ์คล้ายกับไฟฟ้าได้ จากการทดลองพบว่าสนามแม่เหล็กเกิดจากประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ ดังนั้นความสัมพันธ์ที่คล้ายกับความสัมพันธ์ของสนามไฟฟ้ากับประจุได้คือ ประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กและสนามแม่เหล็กก็ทำให้ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ซึ่งความสัมพันธ์นี้บอกว่าประจุที่เคลื่อนที่หรือกระแสไฟฟ้าทำให้เกิดสนามแม่เหล็กและถ้าประจุเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กหรือวงลวดที่มีกระแสไหลในสนามแม่เหล็กจะมีแรงแม่เหล็กกระทำบนประจุหรือลวด

2.3.4 เส้นแรงแม่เหล็ก

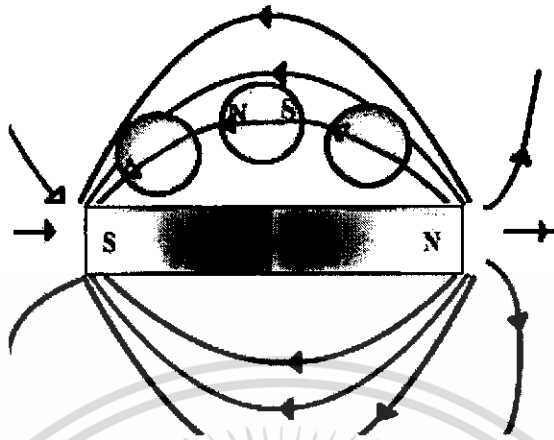
เส้นแรงแม่เหล็ก (Magnetic Lines of Force) คือเส้นสมมติเสมือนว่าแรงแม่เหล็กส่งอำนาจการดึงดูดไปถึงวิธีหาเส้นแรงแม่เหล็กทำได้โดย

1. ใช้ผงตะไบเหล็กโรยบนกระดาษที่วางทับแรงแม่เหล็กไว้ เมื่อเคาะกระดาษเบาๆ จะมองเห็นแนวของเส้นแรงแม่เหล็ก



รูปที่ 2.2 แนวของเส้นแรงแม่เหล็ก

2. ใช้เข็มทิศ แนวการวางตัวของเข็มทิศ คือแนวของเส้นแรงแม่เหล็กจากวิธีการนี้จะทำให้เห็นว่าเส้นแรงแม่เหล็กมีทิศออกจากขั้วเหนือไปสู่ขั้วใต้เสมอ
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

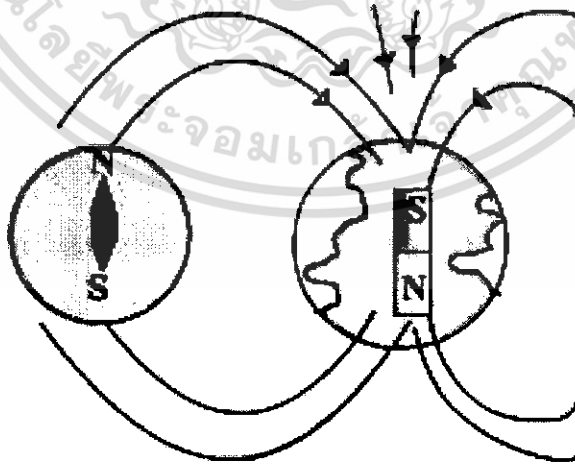


รูปที่ 2.3 เส้นแรงแม่เหล็กมีทิศออกจากขั้วเหนือไปสู่ขั้วใต้

2.3.5 สมบัติของเส้นแรงแม่เหล็ก

มีทิศพุ่งออกจากขั้วเหนือไปขั้วใต้และมีความหนาแน่นมากบริเวณใกล้ขั้วแม่เหล็กส่วนทิศของเส้นแรงแม่เหล็กโลกจะมีทิศทาง

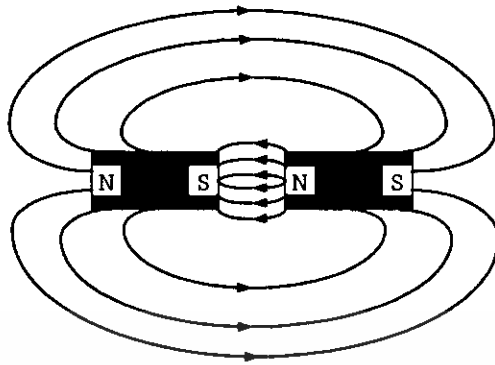
1. ขั้วโลกใต้สู่ขั้วโลกเหนือเพราะแท่งแม่เหล็กโลกมีขั้วเหนืออยู่ทางทิศใต้และขั้วใต้อยู่ทางทิศเหนือ



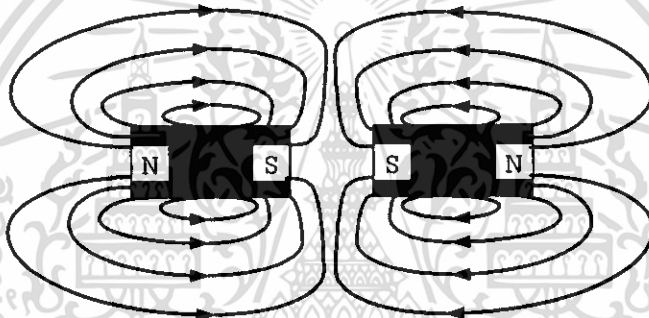
รูปที่ 2.4 เส้นแรงแม่เหล็กโลก

2. เส้นแรงแม่เหล็กไม่ตัดกันแต่จะรวมกันหรือต้านกันออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 เส้นแรงแม่เหล็กเหมือนกัน



รูปที่ 2.6 เส้นแรงแม่เหล็กต่างกัน

2.3.6. ฟลักซ์แม่เหล็ก

ฟลักซ์แม่เหล็ก (Magnetic flux) คือปริมาณเส้นแรงแม่เหล็กหรือจำนวนของเส้นแรงแม่เหล็กที่พุ่งจากขั้วหนึ่งไปยังขั้วหนึ่งของแท่งแม่เหล็ก มีหน่วยเป็น เวเบอร์ (Weber, Wb)

ความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็กหรือความเข้มของสนามแม่เหล็ก (Magnetic flux density) คือจำนวนเส้นแรงแม่เหล็กต่อหน่วยพื้นที่ที่เส้นแรงแม่เหล็กตกตั้งฉากเป็นปริมาณเวกเตอร์มีหน่วยเป็น (Wb/m^2) หรือเทสลา (Tesla, T) จากนิยามจะได้ว่า

$$B = \frac{\phi}{A} \quad (2.12)$$

B คือ ความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็ก มีหน่วยเป็น Wb/m^2 หรือ เทสลา (T)

ϕ คือ ฟลักซ์แม่เหล็ก มีหน่วยเป็น (Wb)

A คือ พื้นที่ที่ตกตั้งฉาก มีหน่วยเป็นตารางเมตร (m^2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.7 ความเป็นแม่เหล็ก

แท่งแม่เหล็กเมื่อถูกนำมาแขวนไว้กับเชือกพบว่าแม่เหล็กจะวางตัวในแนวเหนือใต้กับสนามแม่เหล็กโลก ปลายที่ชี้ไปทางทิศเหนือเรียกว่า ขั้วเหนือ ส่วนปลายที่ชี้ไปทางทิศใต้เรียกว่า ขั้วใต้ ซึ่งคล้ายกับโลกเป็นแท่งแม่เหล็กที่มีขั้วใต้อยู่ทางขั้วโลกเหนือและมีขั้วเหนืออยู่ทางขั้วใต้

สมบัติความเป็นแม่เหล็กเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน ซึ่งอิเล็กตรอนที่หมุนรอบนิวเคลียสจะประพฤติตัวคล้ายกับว่าเป็นแท่งแม่เหล็กเล็กๆ ซึ่งทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้น ส่วนสารที่ไม่แสดงอำนาจแม่เหล็กเพราะว่าเมื่อมีอิเล็กตรอนตัวหนึ่งหมุนวนเป็นวงกลมรอบนิวเคลียสก็จะมีอิเล็กตรอนอีกตัวหนึ่งหมุนวนในทิศตรงข้าม ทำให้สนามแม่เหล็กหักล้างกันหมด

2.3.8 ประจุในสนามแม่เหล็ก

แรงกระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า ซึ่งเคลื่อนที่ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก เมื่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า q เคลื่อนที่ผ่านเข้าไปในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก B จะมีแรงมากระทำต่ออนุภาคนั้นทำให้มีทิศทางการเคลื่อนที่เปลี่ยนแปลงไป เรียกแรงที่มากระทำนี้ว่าแรงเนื่องจากสนามแม่เหล็กหรือแรงลอเรนตซ์ (Lorentz force, F_B) ซึ่งมีค่าเท่ากับ

$$\vec{F}_B = q(\vec{v} \times \vec{B}) \quad (2.13)$$

$$|\vec{F}_B| = qvB\sin\theta \quad (2.14)$$

F_B คือ แรงเนื่องจากสนามแม่เหล็ก หน่วยเป็น นิวตัน (N)

q คือ ประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่มีหน่วยเป็นคูลอมบ์ (C)

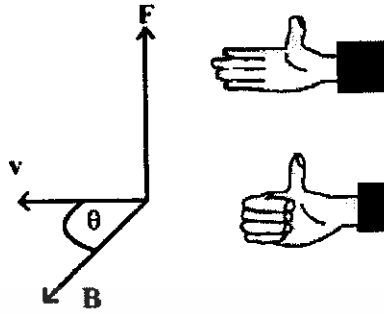
v คือ ความเร็วของประจุไฟฟ้า มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที (m/s)

B คือ ค่าสนามแม่เหล็ก มีหน่วยเป็น เทสลา (T)

θ คือ มุมระหว่างทิศของความเร็วของประจุไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก

การหาทิศของแรงแม่เหล็ก โดยใช้ “กฎมือขวา” ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ ให้กางมือขวาออกโดยนิ้วทั้งสี่เรียงชิดติดกันนิ้วหัวแม่มือ (แทนทิศของแรง F) ซึ่งขึ้นตั้งฉากกับนิ้วทั้งสี่แล้วให้นิ้วทั้งสี่ไปในทิศของความเร็ว v แล้วกำนิ้วทั้งสี่เข้าหาตัว (แทนทิศของสนามแม่เหล็ก B) นิ้วหัวแม่มือชี้ทิศของแรง F ถ้าเป็นประจุลบแรงที่กระทำจะมีทิศตรงข้าม

กรณีที่ประจุไฟฟ้าวิ่งเข้าไปในสนามแม่เหล็กโดยความเร็วตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กจะมีแรงกระทำตั้งฉากตลอดเวลาจะทำให้อนุภาคเคลื่อนที่เป็นวงกลม จะได้แรงกระทำจากสนามแม่เหล็กเท่ากับแรงสู่ศูนย์กลาง



รูปที่ 2.7 กฎมือขวาใช้หาทิศทางของแรงแม่เหล็ก

$$qvB = \frac{mv^2}{r} \tag{2.15}$$

$$r = \frac{mv}{qB} \tag{2.16}$$

r คือ รัศมีวงโคจรของอนุภาคเป็นวงกลม หน่วยเป็น (m)

v คือ ความเร็วของการเคลื่อนที่ของอนุภาค หน่วยเป็น (m/s)

m คือ มวลของอนุภาค หน่วยเป็น (kg)

B คือ สนามแม่เหล็ก หน่วยเป็นเทสลา (T)

ดังนั้นเราสามารถคำนวณคาบ (T) ของการเคลื่อนที่ครบหนึ่งรอบได้จากระยะทางหนึ่งรอบหารด้วยความเร็ว

$$T = \frac{2\pi}{v} = \frac{2\pi \frac{mv}{qB}}{v} \tag{2.17}$$

$$T = \frac{2\pi m}{qB} \tag{2.18}$$

ความถี่ (f) ของการเคลื่อนที่เท่ากับ

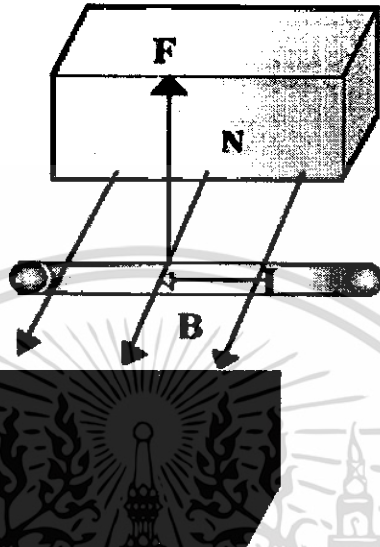
$$f = \frac{qB}{2\pi m} \tag{2.19}$$

ω คือ อัตราเร็วเชิงมุม โดย

$$\omega = \frac{v}{r} = \frac{\theta}{t} \tag{2.20}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านเมื่อวางอยู่ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก



รูปที่ 2.8 แรงที่กระทำต่อลวดตัวนำ

เมื่อวางลวดตัวนำยาว ℓ ที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านในบริเวณสนามแม่เหล็ก B ก็จะทำให้เกิดแรงกระทำต่อลวดตัวนำและลวดตัวนำจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว v ไปในทิศทางของแรงนั้น ขนาดของแรง (F_B) หาได้ดังนี้

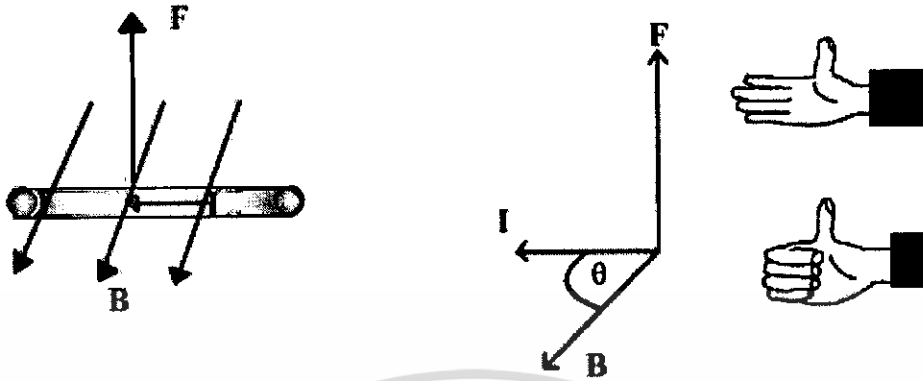
$$F_B = qvB\sin\theta \quad (2.21)$$

จาก $q = It$

$$F_B = I(vt)B\sin\theta \quad (2.22)$$

$$F_B = I\ell B\sin\theta \quad (2.23)$$

ทิศของแรงกระทำหาจากกฎมือขวา โดยเหยียดนิ้วทั้งสี่ไปตามทิศของกระแสแล้วกำเข้าหาทิศของสนามแม่เหล็ก B นิ้วหัวแม่มือชี้ทิศของแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำ



รูปที่ 2.9 ทิศของแรงกระทำหาจากกฎมือขวา

เขียนในรูปสมการเวกเตอร์ได้ว่า

$$F_B = I(\ell \times B) \tag{2.24}$$

2.4 ตัวเหนี่ยวนำ

การเหนี่ยวนำภายในรูปแสดงการต่อแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าคร่อมเข้ากับขดลวด เป็นผลทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด ซึ่งกระแสไฟฟ้านี้จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กและความเข้มของสนามแม่เหล็กจะเพิ่มขึ้นจากค่าศูนย์ไปจนถึงค่าสูงสุดในช่วงเวลาสั้นๆ โดยการขยายตัวของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า จะเริ่มจากส่วนกลางของลวดตัวนำ ซึ่งการขยายตัวของเส้นแรงแม่เหล็กนี้จะเป็นการเคลื่อนที่ตัดกับตัวนำที่อยู่กับที่ ดังนั้น จึงส่งผลให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้น (การเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า) การที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดตัวนำแล้วทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำภายในนี้ เรียกว่า การเหนี่ยวนำภายใน (Self Inductance)

การต่อตัวเหนี่ยวนำคร่อมอยู่กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง เมื่อปิดสวิตซ์ กระแสไฟฟ้าในวงจรจะไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำและตัวต้านทานที่ต่ออันดับอยู่ ถ้าปริมาณกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจนถึงค่าสูงสุดก็จะทำให้สนามแม่เหล็กเกิดการขยายตัวและตลอดเวลาที่มีการเคลื่อนที่ตัดกันระหว่างสนามแม่เหล็กกับตัวเหนี่ยวนำก็จะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้น แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นนี้ จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่จะคอยต้านการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าภายในวงจร โดยค่าความเหนี่ยวนำของ ตัวเหนี่ยวนำ 1 เฮนรี หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกระแสไฟฟ้า 1 แอมแปร์ต่อวินาที ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 1 โวลต์ ดังนั้น ค่าความเหนี่ยวนำจึงเป็นการแสดงว่าแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (Counter EMF) ที่เกิดจากตัวเหนี่ยวนำจะมีปริมาณเท่าไรสำหรับการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำเดียวกัน สูตรคำนวณแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ หรือ Counter EMF เป็นดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

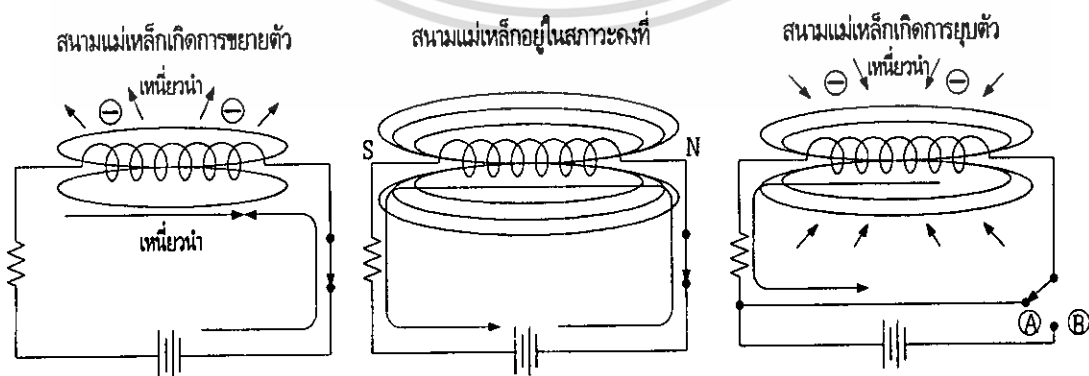
$$V_{\text{ind}} = L \frac{\Delta I}{\Delta t} \quad (2.25)$$

L คือ ค่าความเหนี่ยวนำ มีหน่วยเป็นเฮนรี (H)

ΔI คือ การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกระแสไฟฟ้า

Δt คือ การเปลี่ยนแปลงของเวลา

เมื่อกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจนถึงค่าสูงสุดจะทำให้สนามแม่เหล็กซึ่งจะมีปริมาณมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับปริมาณกระแสไฟฟ้าก็ถึงค่าสูงสุดด้วยและทำให้สนามแม่เหล็กไฟฟ้าไม่เกิดการขยายตัวอีกต่อไปโดยจะรักษาระดับให้คงที่ไว้ เมื่อกระแสไฟฟ้าคงที่แล้วการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กจึงไม่เกิดขึ้น ดังนั้นการเคลื่อนที่ตัดกันระหว่างตัวเหนี่ยวนำและสนามแม่เหล็กที่ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำจึงไม่เกิดขึ้นและสุดท้ายกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่จะไปต้านการไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจรถึงจะไม่เกิดขึ้นด้วยเช่นกัน ขดลวดจะรับพลังงานไฟฟ้า และเก็บไว้ในรูปของพลังงานสนามแม่เหล็ก เช่นเดียวกับกรณีที่ตัวเก็บประจุที่เก็บพลังงานไฟฟ้าในรูปของสนามไฟฟ้านั้นเองถ้าปรับสวิตช์ไปที่ตำแหน่ง B กระแสไฟฟ้าที่ไหลมาจากแบตเตอรี่จะมีค่าเท่ากับศูนย์และทำให้สนามแม่เหล็กยุบตัวลงมา ทั้งนี้เนื่องจากไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านในวงจรถึงไม่ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กอีกต่อไปและถึงแม้เส้นแรงแม่เหล็กจะยุบตัวลงมา แต่ก็ยังเป็นการเคลื่อนที่ตัดกับขดลวดตัวนำอยู่ เป็นเหตุให้มีการเคลื่อนที่ตัดกันระหว่างตัวเหนี่ยวนำและสนามแม่เหล็ก ส่งผลให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดขึ้นในขดลวด ซึ่งผลที่ตามมาก็คือ เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่จะไหลไปในทิศทางเดียวกันกับกระแสไฟฟ้าของวงจรถึงไหลอยู่ก่อนหน้าแล้ว ก่อนหน้าที่สวิตช์จะเปิดวงจรถดลวดในขณะนี้จะเปลี่ยนพลังงานสนามแม่เหล็กไปเป็นพลังงานไฟฟ้าและคืนพลังงานที่เก็บสะสมไว้ในตอนแรกออกมา หลังจากเวลาผ่านไปสนามแม่เหล็กก็จะยุบตัวหมด แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำก็จะกลายเป็นศูนย์และกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำภายในวงจรถึงจะไม่เกิดขึ้นอีก



รูปที่ 2.10 สภาวะของสนามแม่เหล็กเมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ตัวเหนี่ยวนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นในขดลวดนี้เรียกว่า Counter Electromotive Force ซึ่งจะต้านทานแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายออกมาจากแบตเตอรี่และความสามารถของขดลวดหรือตัวเหนี่ยวนำที่ทำให้เกิด Counter EMF ขึ้นภายในซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าเรียกว่า Self-Inductance หรือนิยมเรียกคือ ความเหนี่ยวนำ (Inductance, L) และมีหน่วยเป็น เฮนรี (H)

2.4.1 การแบ่งชนิดของตัวเหนี่ยวนำ

การแบ่งชนิดของตัวเหนี่ยวนำ สามารถแบ่งได้เช่นเดียวกับการแบ่งชนิดของตัวต้านทานและตัวเก็บประจุ นั่นคือตัวเหนี่ยวนำชนิดค่าคงที่และตัวเหนี่ยวนำชนิดปรับค่าได้ นอกจากการแบ่งตัวเหนี่ยวนำออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ นี้แล้วตัวเหนี่ยวนำยังสามารถแยกออกเป็นแบบต่างๆ ได้อีกมากมาย ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ทำแกน

2.4.1.1 ตัวเหนี่ยวนำชนิดค่าคงที่

โดยปกติแล้วตัวเหนี่ยวนำประเภทนี้ทำมาจากขดลวดทองแดง โดยมีวัสดุที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนเคลือบลวดตัวนำไว้ วัสดุเคลือบหรือน้ำมันวานิชที่ใช้เคลือบลวดตัวนำนี้ช่วยป้องกันไม่ให้เกิดการลัดวงจร ทั้งนี้เนื่องจากการพันขดลวดจะต้องพันซ้อนทับซึ่งกันและกัน

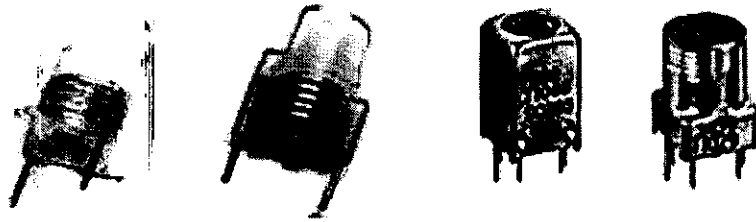


รูปที่ 2.11 ตัวเหนี่ยวนำชนิดค่าคงที่

2.4.1.2 ตัวเหนี่ยวนำชนิดปรับค่าได้

ค่าความเหนี่ยวนำจะถูกเปลี่ยนแปลงโดยการปรับตำแหน่งของแกน โดยสัมพันธ์กับขดลวดที่อยู่กับตัวเหนี่ยวนำชนิดปรับค่าได้แบบเฟอร์ไรต์ ดังแสดงในรูป เป็นเพียงชนิดเดียวที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน การเคลื่อนที่เข้าออก ของแกนเฟอร์ไรต์จะปรับจากสกรู ถ้าแกนเคลื่อนที่ออกมาจนสุดจะทำให้ค่าความซาบซึมได้มีค่าต่ำ เนื่องจากการเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นเสมือนเกิดกับแกนอากาศ ดังนั้นค่าความเหนี่ยวนำจึงมีค่าต่ำ แต่ถ้าหมุนสกรูให้แกนเฟอร์ไรต์เคลื่อนที่เข้าไปในขดลวดมากขึ้น จะทำให้ค่าความซาบซึมที่ได้มีค่ามากขึ้น ส่งผลให้ค่าความเหนี่ยวนำมากขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ สงวนลิขสิทธิ์ สำหรับการให้บริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



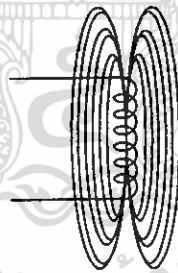
รูปที่ 2.12 ตัวเหนี่ยวนำชนิดปรับค่าได้

2.4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อค่าความเหนี่ยวนำ

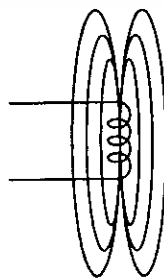
ค่าความเหนี่ยวนำถูกกำหนดโดย 4 ปัจจัย ดังนี้

2.4.2.1 จำนวนรอบของขดลวด

ถ้าตัวเหนี่ยวนำมีจำนวนรอบของขดลวดมากขึ้น ดังแสดงในรูป สนามแม่เหล็กที่เกิดจากการไหลผ่านของกระแสไฟฟ้าในขดลวดก็จะเกิดขึ้นมากด้วย สนามแม่เหล็กปริมาณมากนี้ จะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้นในตัวเหนี่ยวนำที่เรียกว่า "Counter EMF หรือ Back EMF" และจากการที่มีเส้นแรงแม่เหล็กจำนวนมากตัดกับขดลวด จึงส่งผลให้ค่าความเหนี่ยวนำมากตามไปด้วย ดังนั้น ค่าความเหนี่ยวนำ (L) จึงเป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนรอบของขดลวด (N)



รูปที่ 2.13 จำนวนรอบของขดลวดมาก ค่าความเหนี่ยวนำมาก

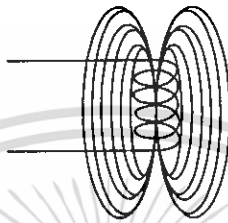


รูปที่ 2.14 จำนวนรอบของขดลวดน้อย ค่าความเหนี่ยวนำน้อย

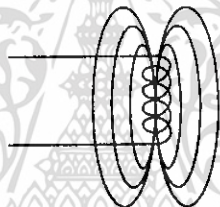
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.2 พื้นที่ของขดลวด

ถ้าพื้นที่ของขดลวดเพิ่มขึ้นสำหรับขดลวดที่มีจำนวนรอบใดๆ จะทำให้เส้นแรงแม่เหล็กมีจำนวนมากขึ้นด้วยและการมีสนามแม่เหล็กเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าความเหนี่ยวนำเพิ่มขึ้นตามดังนั้น ค่าความเหนี่ยวนำ (L) จึงเป็นสัดส่วนโดยตรงกับพื้นที่ของขดลวด (A)



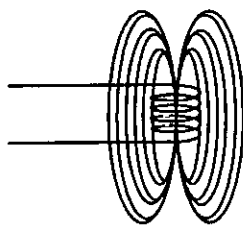
รูปที่ 2.15 พื้นที่ของขดลวดมาก ค่าความเหนี่ยวนำมาก



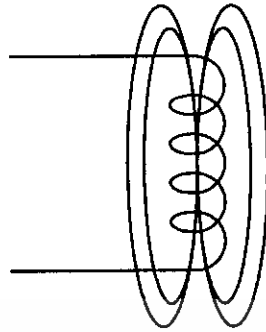
รูปที่ 2.16 พื้นที่ของขดลวดน้อย ค่าความเหนี่ยวนำน้อย

2.4.2.3 ความยาวของขดลวด

ถ้าทำให้ขดลวดจำนวน 4 รอบขยายพื้นที่ออกนั้นคือความยาวของขดลวดเพิ่มขึ้น ผลรวมของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจากขดลวดแต่ละขดจะมีปริมาณลดลงในทางกลับกันถ้าขดลวดที่มีจำนวนเท่าเดิมนี้นำมาพันให้อยู่ชิดกันมากขึ้นนั้นคือความยาวของขดลวดสั้นลง สนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดในแต่ละขดจะเสริมซึ่งกันและกัน ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กที่มีปริมาณมากขึ้น ทำให้ค่าความเหนี่ยวนำมีค่ามากตามไปด้วย ดังนั้น ค่าความเหนี่ยวนำจึงเป็นสัดส่วนผกผันกับความยาวของขดลวด



รูปที่ 2.17 ความยาวของขดลวดน้อย ค่าความเหนี่ยวนำมาก



รูปที่ 2.18 ความยาวของขดลวดมาก ค่าความเหนี่ยวนำน้อย

2.4.2.4 วัสดุที่นำมาทำแกนภายในขดลวด

ตัวเหนี่ยวนำส่วนมากมีแกนที่ทำจากวัสดุจำพวกนิกเกิล โคบอลต์ เหล็ก เฟอร์ไรต์ และอัลลอยเป็นต้น ซึ่งแกนเหล่านี้มีคุณสมบัติที่จะช่วยรวมหรือเพิ่มความเข้มของสนามแม่เหล็ก ดังนั้น ค่าความซาบซึมได้ (Permeability) จึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อค่าความเหนี่ยวนำ โดยถ้าค่าความซาบซึมได้ของวัสดุที่ใช้ทำแกนมีค่ามาก ก็จะทำให้ค่าความเหนี่ยวนำมีค่ามากตามไปด้วย ดังแสดงในตารางแสดงตัวอย่างของวัสดุหลายชนิดที่นำมาใช้ทำแกน

ตารางที่ 2.1 ค่าความซาบซึมได้ของวัสดุชนิดต่างๆ

ค่าความซาบซึมได้ของวัสดุชนิดต่างๆ	
วัสดุ	ค่าความซาบซึมได้ (μ)
อากาศหรือสุญญากาศ	1.26×10^{-5}
นิกเกิล	6.28×10^{-5}
โคบอลต์	7.56×10^{-5}
เหล็กหล่อ	1.1×10^{-4}
เหล็กแท่ง	5.56×10^{-4}
แกนเหล็กของหม้อแปลงไฟฟ้า	6.9×10^{-3}
เหล็กซิลิกอน	8.8×10^{-3}
เฟอร์มาลอย	0.126
ซูเปอร์มาลอย	1.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.5 สูตรการคำนวณหาค่าความเหนียวน้ำ

จากปัจจัยทั้ง 4 ประการที่มีผลต่อค่าความเหนียวน้ำ ดังนั้นจึงสามารถนำมาเขียนเป็นสูตรคำนวณค่าความเหนียวน้ำได้ดังนี้

$$L = \frac{N^2 \times A \times \mu}{\ell} \quad (2.26)$$

L = ค่าความเหนียวน้ำ มีหน่วยเป็น เฮนรี (H)

N = จำนวนของขดลวด

A = พื้นที่ของขดลวด มีหน่วยเป็น ตารางเมตร (m^2)

μ = ค่าความซาบซึมได้ (Permeability)

ℓ = ความยาวของวัสดุที่นำมาทำแกน มีหน่วยเป็น เมตร (m)



บทที่ 3

การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

การออกแบบและการสร้างแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนกำเนิดไฟฟ้าจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์และส่วนวงจรเรียงกระแส ซึ่งส่วนแรกคือส่วนกำเนิดไฟฟ้าจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์ประกอบด้วย แท่งแม่เหล็กถาวร ขดลวด และแกนพันขดลวด ส่วนวงจรเรียงกระแสประกอบด้วยไดโอดและตัวเก็บประจุ ซึ่งเนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงหลักการการออกแบบ ขั้นตอนการสร้าง หลักการทำงานของส่วนกำเนิดไฟฟ้าจากกฎไมเคิล ฟาราเดย์ ส่วนวงจรเรียงกระแสและส่วนประกอบอื่นๆ ที่สำคัญในการออกแบบ

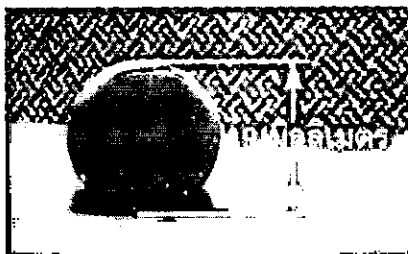
3.2 การออกแบบ

3.2.1 การออกแบบส่วนกำเนิดไฟฟ้าจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์

ในการออกแบบส่วนกำเนิดไฟฟ้าจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์สิ่งสำคัญชิ้นแรกคือแท่งแม่เหล็กถาวร ซึ่งจัดหาแท่งแม่เหล็กถาวรทรงกระบอกได้ขนาดดังรูปที่ 3.1



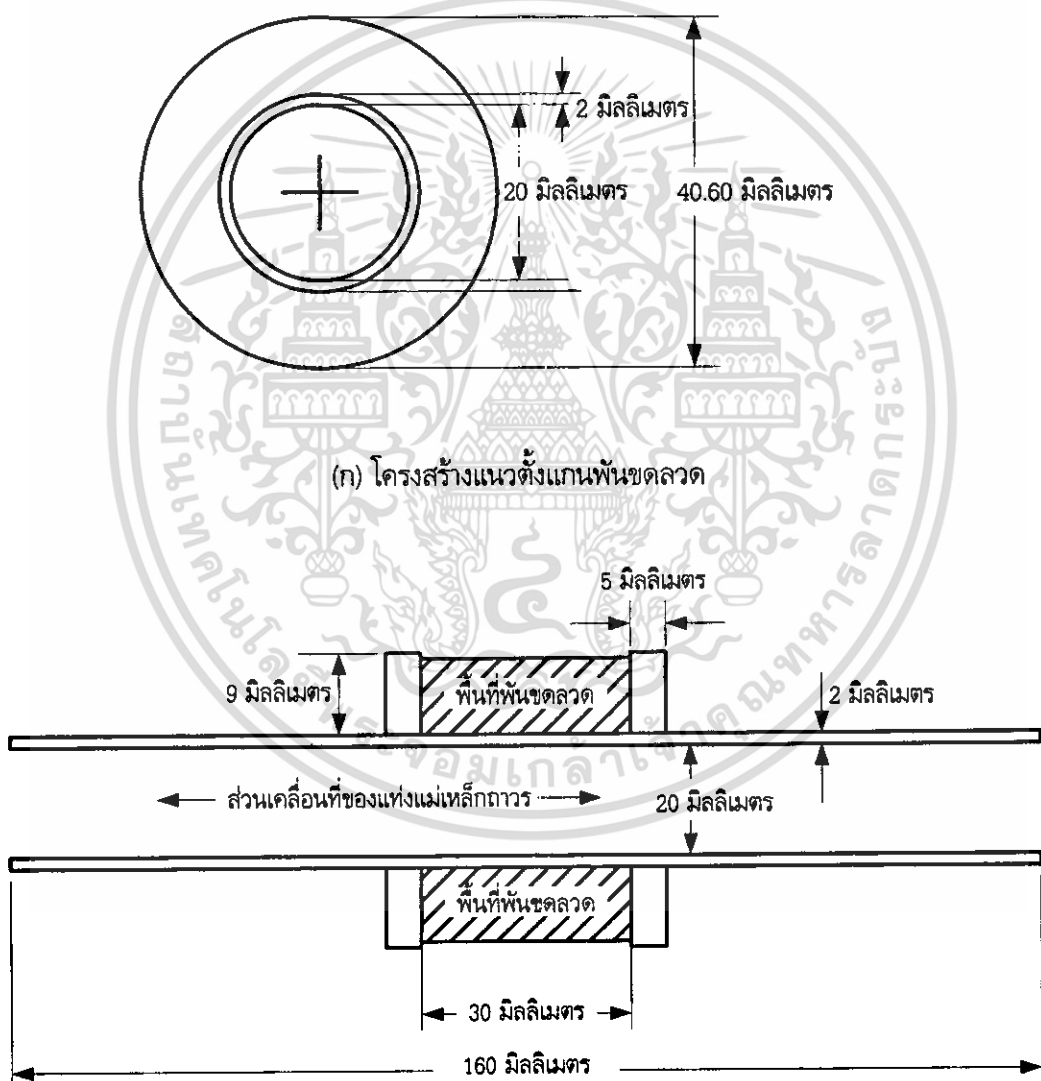
รูปที่ 3.1 ความสูงแท่งแม่เหล็กถาวร



รูปที่ 3.2 เส้นผ่านศูนย์กลางแท่งแม่เหล็กถาวร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.1 และรูปที่ 3.2 ขนาดของแท่งแม่เหล็กถาวรทรงกระบอกมีความสูง 27.86 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 19 มิลลิเมตร น้ำหนัก 100 กรัม สามารถออกแบบแกนพันขดลวดซึ่งมีลักษณะเป็นท่อใส่เพื่อใส่แท่งแม่เหล็กถาวรได้โดยเมื่อใส่แท่งแม่เหล็กถาวรในท่อแท่งแม่เหล็กต้องสามารถเคลื่อนที่ได้สะดวกทำให้แท่งแม่เหล็กถาวรเคลื่อนที่ผ่านขดลวดและลักษณะท่อใส่เพื่อมองเห็นการเคลื่อนที่ของแท่งแม่เหล็กถาวร ขนาดของท่อเส้นผ่านศูนย์กลางวงใน 20 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางวงนอก 22 มิลลิเมตร ส่วนวงแหวนพันแกนขดลวดเส้นผ่านศูนย์กลางวงนอก 40.60 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3.3



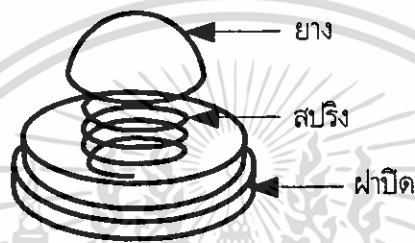
(ข) โครงสร้างแนวนอนแกนพันขดลวด

รูปที่ 3.3 โครงสร้างแกนพันขดลวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

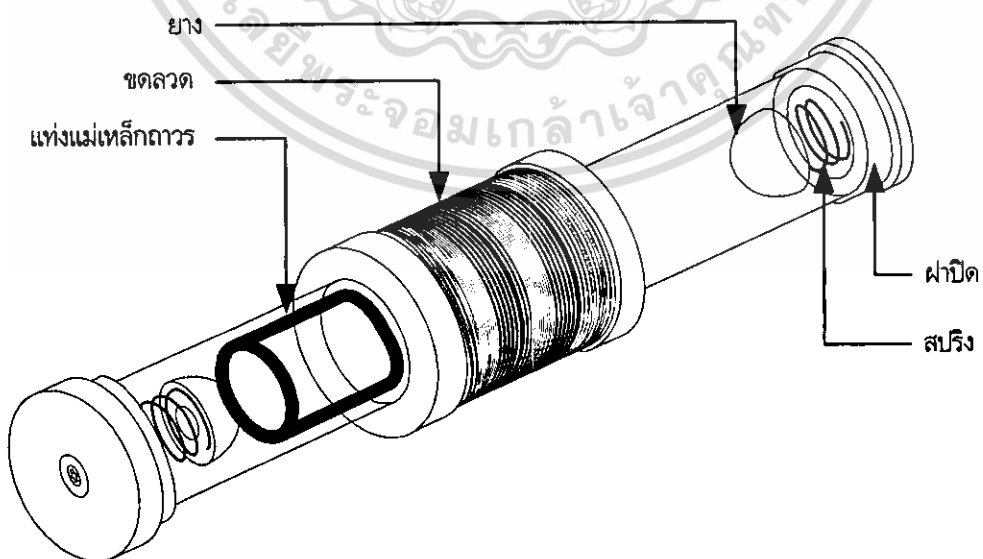
การพันขดลวดใช้ลวดทองแดงเบอร์ 25 พัน 17 ชั้นละ 53 รอบ รวมเป็นจำนวน 900 รอบ ค่าความต้านทานของขดลวดโดยใช้มิเตอร์วัดได้ค่าความต้านทาน 8.2 โอห์ม

ส่วนรองรับแรงกระแทกและฝาปิดเป็นผลมาจากการเขย่าเพื่อทำให้แท่งแม่เหล็กถาวรเคลื่อนที่ไปมา แรงกระแทกจากแท่งแม่เหล็กถาวร ต้องมีส่วนรองรับแรงกระแทกซึ่งในการออกแบบใช้ยางและสปริง โดยแท่งแม่เหล็กถาวรกระแทกถูกส่วนของยางก่อนเพื่อเป็นการป้องกันการแตกของแท่งแม่เหล็กถาวรและยางยังถูกยึดติดกับสปริงทำให้ช่วยรับแรงกระแทกและยังสามารถช่วยในการดันกลับอีกด้วย



รูปที่ 3.4 ส่วนรองรับแรงกระแทกและฝาปิด

ประกอบส่วนต่างๆ ส่วนกำเนิดไฟฟ้าจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์โดยใส่แท่งแม่เหล็กถาวรในท่อไอซึ่งเป็นแกนของขดลวด ปิดด้วยฝาปิดที่ยึดติดอยู่กับส่วนรองรับแรงกระแทก



รูปที่ 3.5 โครงสร้างโดยรวมส่วนกำเนิดไฟฟ้าจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์เพื่อการเรียนการสอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การออกแบบส่วนวงจรเรียงกระแส

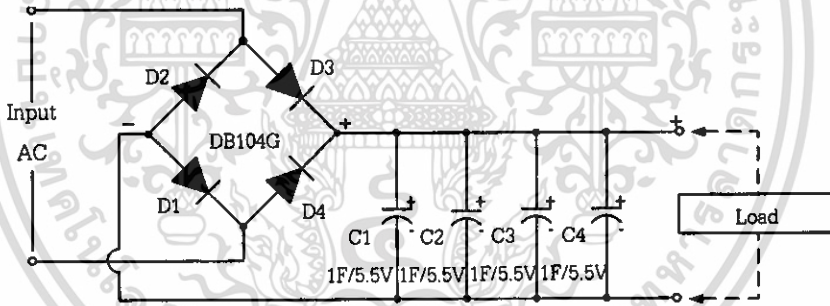
วงจรเรียงกระแสใช้วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ โดยใช้ไดโอดบริดจ์วงจรรวม DB104G ต่อเข้ากับตัวเก็บประจุซึ่งมีค่าความจุ 1 ฟารัด 5.5 โวลต์ จำนวน 4 ตัว ต่อขนานกันทำให้ค่าความจุของตัวเก็บประจุเพิ่มขึ้นมีค่าเท่ากับ 4 ฟารัด ค่าประจุบนตัวเก็บประจุเท่ากับค่าความจุคูณกับค่าความต่างศักย์ จะได้

$$q = CV \text{ คูลอมป์} \tag{3.1}$$

$$q = 4F \times (5.5V \times 4)$$

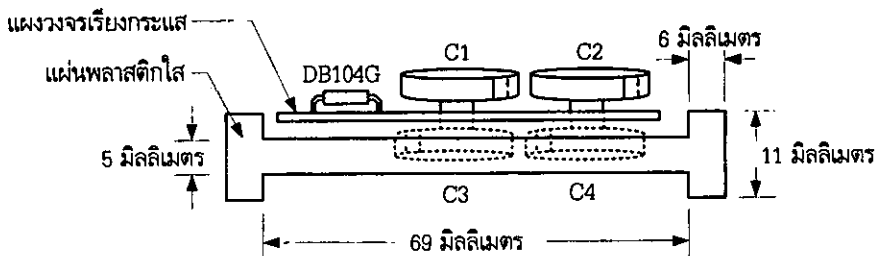
$$q = 88 \text{ คูลอมป์}$$

การทำงานเมื่อมีไฟฟ้ากระแสสลับเข้าที่ไดโอดบริดจ์ DB104G จะเปลี่ยนเป็นไฟฟ้ากระแสตรงแต่แรงดันที่ได้ยังเป็นแรงดันที่ไม่สม่ำเสมอ ต้องผ่านวงจรกรองกระแสเพื่อให้แรงดันนั้นเรียบสม่ำเสมอ การใช้ตัวเก็บประจุที่มีค่าความจุมากการคายประจุจะใช้เวลานาน ประโยชน์จากการคายประจุเป็นเวลานานคือสามารถทำเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าชั่วคราวสำหรับโหลดได้



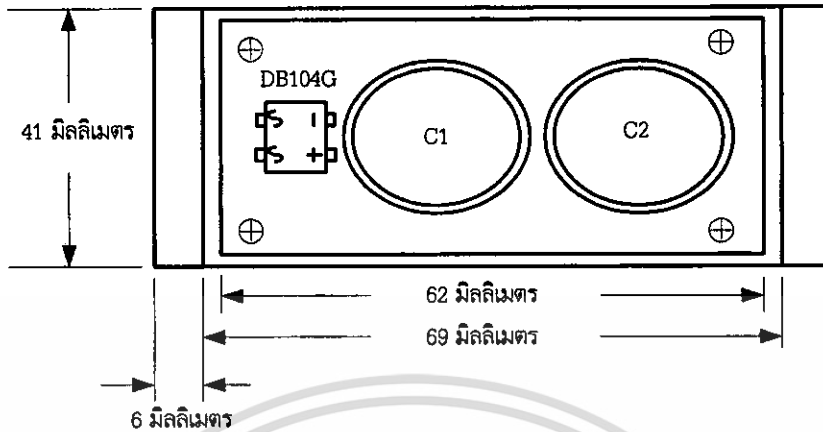
รูปที่ 3.6 วงจรเรียงกระแส

ออกแบบการนำแผงวงจรยึดติดกับแผ่นพลาสติกใส



รูปที่ 3.7 แผงวงจรยึดติดกับแผ่นพลาสติกใสด้านข้าง

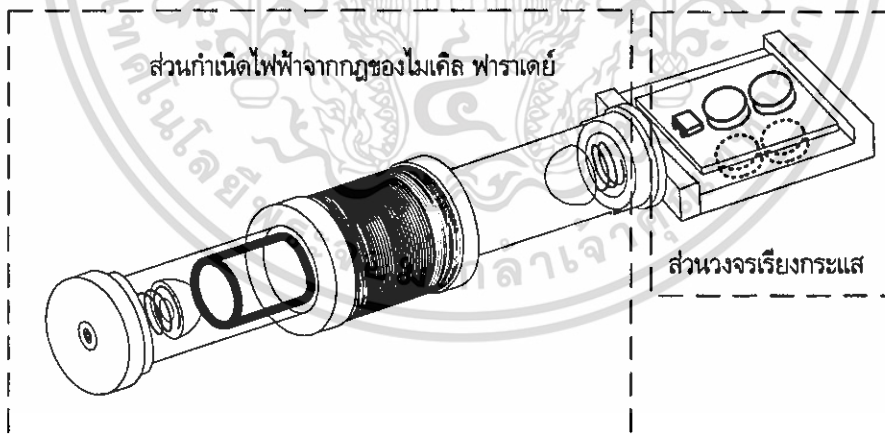
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 แผงวงจรยึดติดกับแผ่นพลาสติกใสด้านบน

3.2.3 การออกแบบการเชื่อมต่อส่วนกำเนิดไฟฟ้าจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์กับส่วนวงจรเรียงกระแส

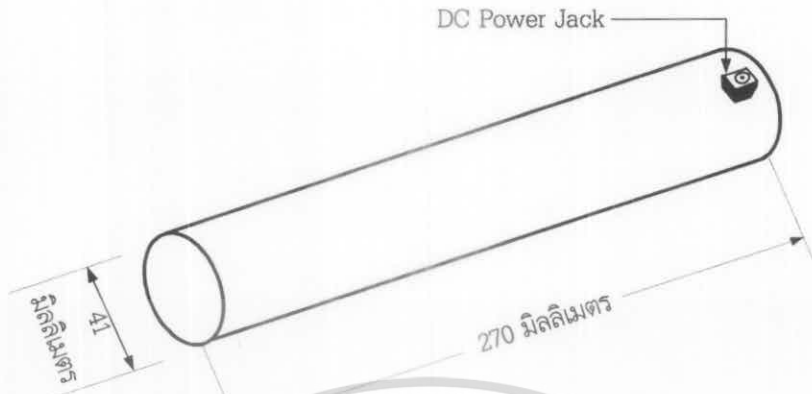
การเชื่อมต่อระหว่างสองส่วนนี้ ออกแบบโดยให้ด้านปลายขดลวดทั้งสองต่อเข้าที่อินพุตของวงจรเรียงกระแส ใช้แผ่นพลาสติกใสยึดติดกับแผงวงจรเรียงกระแสแล้วยึดติดที่ฝาปิดของส่วนกำเนิดไฟฟ้าจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์



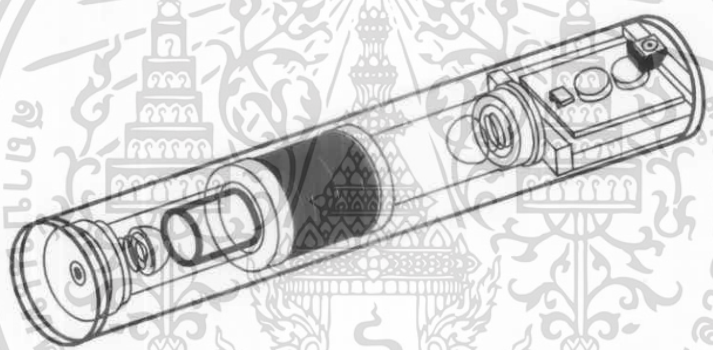
รูปที่ 3.9 การเชื่อมต่อส่วนกำเนิดไฟฟ้าจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์กับส่วนวงจรเรียงกระแส

3.2.4 การออกแบบโครงสร้างภายนอก

โครงสร้างภายนอกสุดเป็นท่อพลาสติกใสขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวงใน 41 มิลลิเมตร ยาว 270 มิลลิเมตร ส่วนปลายด้านหนึ่งเจาะรูใส่ DC Power Jack เส้นผ่านศูนย์กลางวงในต้องสามารถใส่ส่วนกำเนิดไฟฟ้าจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์กับส่วนวงจรเรียงกระแสได้พอดี เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



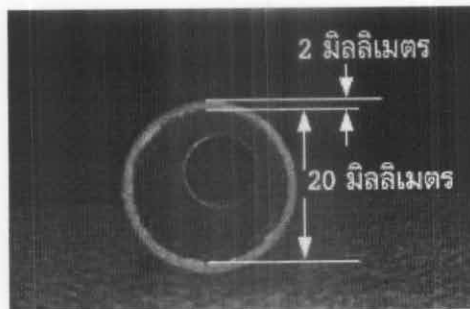
รูปที่ 3.10 ท่อพลาสติกใส



รูปที่ 3.11 โครงสร้างทั้งหมดของแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฏของไมเคิล ฟาราเดย์

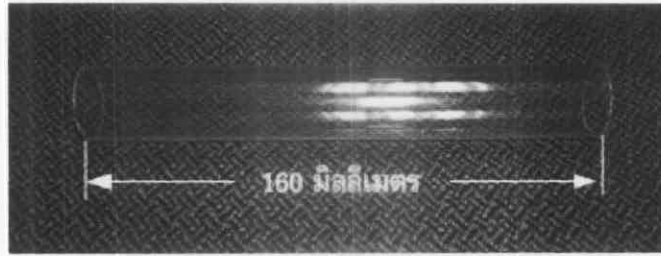
3.3 ขั้นตอนการสร้าง

3.3.1 การสร้างส่วนกำเนิดไฟฟ้าจากกฏของไมเคิล ฟาราเดย์

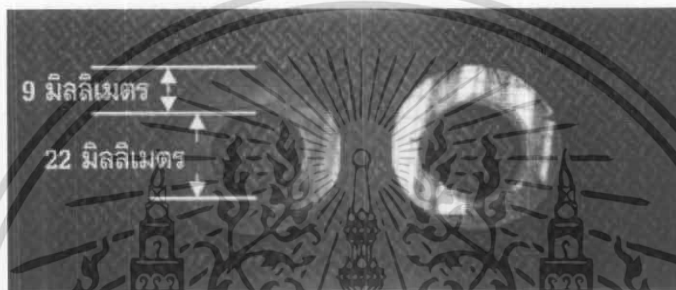


รูปที่ 3.12 ด้านหน้าท่อใส่สำหรับทำแกนพันขดลวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



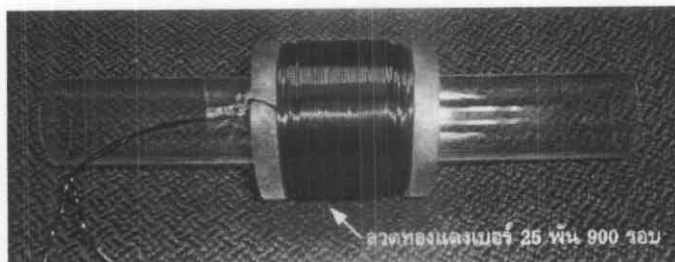
รูปที่ 3.13 ด้านข้างท่อใส่สำหรับทำแกนพันขดลวด



รูปที่ 3.14 แกนใส่ท่อแกนพันขดลวด

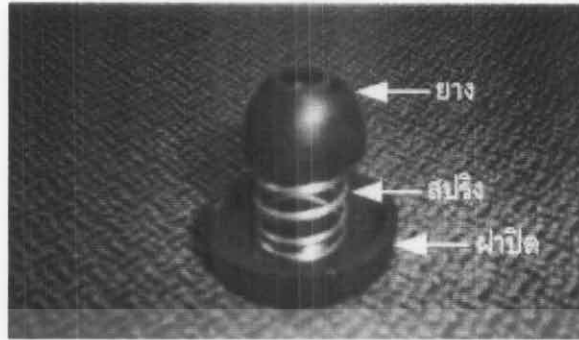


รูปที่ 3.15 ท่อที่ใส่แหวนแล้ว

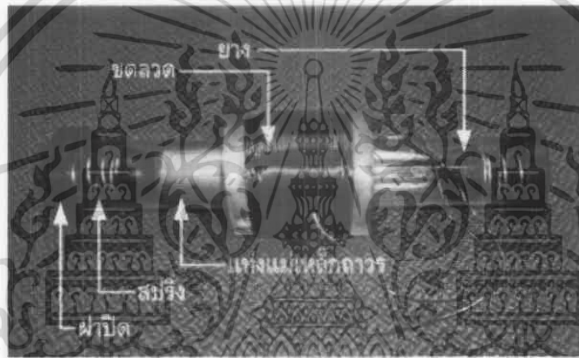


รูปที่ 3.16 แกนที่พันลวดทองแดงแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 ส่วนรองรับแรงกระแทกและฝาปิด



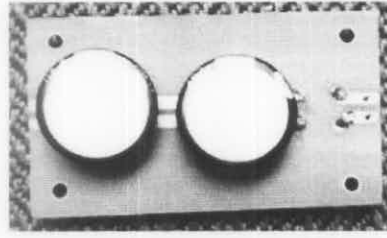
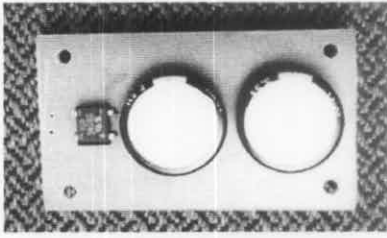
รูปที่ 3.18 ส่วนกำเนิดไฟฟ้าจากขดของไมเคิล ฟาราเดย์

3.3.2 การสร้างส่วนวงจรเรียงกระแส



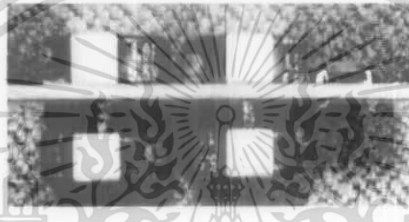
รูปที่ 3.19 แผ่นลายวงจรเรียงกระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



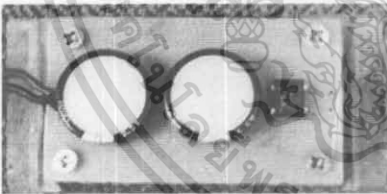
(ก) ด้านบนแผ่นวงจรเรียงกระแส
ที่ลงอุปกรณ์แล้ว

(ข) ด้านล่างแผ่นวงจรเรียงกระแส
ที่ลงอุปกรณ์แล้ว



(ค) ด้านข้างแผ่นวงจรเรียงกระแสที่ลงอุปกรณ์แล้ว

รูปที่ 3.20 แผ่นวงจรเรียงกระแสที่ลงอุปกรณ์แล้ว



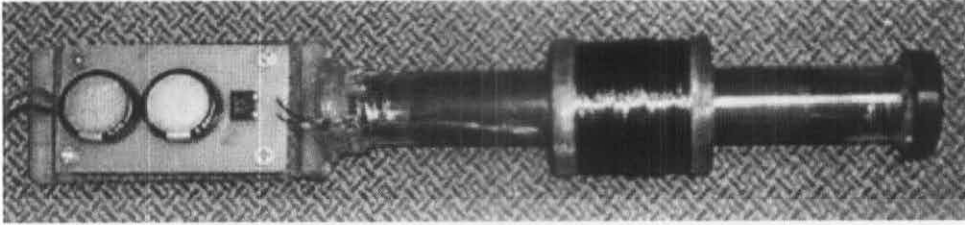
(ก) ด้านบนแผ่นวงจรเรียงกระแส
ยึดติดกับแผ่นพลาสติก

(ข) ด้านข้างแผ่นวงจรเรียงกระแส
ยึดติดกับแผ่นพลาสติก

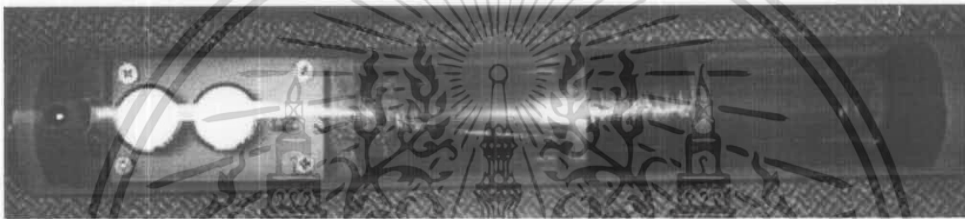
รูปที่ 3.21 แผ่นวงจรเรียงกระแสยึดติดกับแผ่นพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การเชื่อมต่อส่วนกำเนิดไฟฟ้าจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์กับส่วนวงจรเรียงกระแส



รูปที่ 3.22 การเชื่อมต่อส่วนกำเนิดไฟฟ้าจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์กับส่วนวงจรเรียงกระแส



รูปที่ 3.23 แหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองของโครงการแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์ที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นว่ามีขีดความสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ในตอนต้นหรือไม่ เพื่อจะได้ทราบผลการทำงานของแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์ ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นรวมทั้งผลที่ได้จากการทดลองว่าตรงตามขีดความสามารถที่กำหนดหรือไม่และสามารถทำการแก้ไขข้อผิดพลาดก่อนที่จะประกอบได้ ในการทดลองจะแบ่งการทดลองชุดการทำงานออกเป็นส่วนๆ ได้แก่ การจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าคือ ไฟฉายหลอด LED วิทย์ และการประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ AA, AAA

4.2 การทดลองแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์

4.2.1 การทดลองจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับไฟฉายหลอด LED

4.2.1.1 ขั้นตอนการทดลอง

1. เช่ากระบอกให้แท่งแม่เหล็กถาวรเคลื่อนที่ผ่านขดลวดเป็นเวลา 1 นาที
2. ต่อ DC Power Plug จากไฟฉายหลอด LED เข้ากับ DC Power Jack ที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์
3. สังเกตผลการทดลองและบันทึกผลการทดลอง
4. ทำการทดลองตามขั้นตอนที่ 1 ถึง 3 ใหม่โดยเปลี่ยนเวลาในการเช่ากระบอกเพิ่มขึ้นเป็นเวลา 2 นาที 3 นาที 4 นาที และ 5 นาทีตามลำดับ

4.2.1.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองตามขั้นตอนได้ผลดังตารางที่ 4.1 ถึงตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองเมื่อเช่ากระบอกเป็นเวลา 1 นาที

ครั้งที่	เวลาที่หลอด LED สว่าง (นาที)	กระแสไหลผ่านหลอด LED (มิลลิแอมป์)	แรงดันที่ตกคร่อมหลอด LED (โวลต์)
1	4.30	2.84	2.95
2	4.25	2.75	2.90

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) ผลการทดลองเมื่อเขย่ากระบอกเป็นเวลา 1 นาที

ครั้งที่	เวลาที่หลอด LED สว่าง (นาทีก)	กระแสไหลผ่านหลอด LED (มิลลิแอมป์)	แรงดันที่ตกคร่อมหลอด LED (โวลต์)
3	4.40	3.03	3.05
4	4.35	2.95	3.00
5	4.28	2.80	2.89
ค่าเฉลี่ย	4.31	2.87	2.95

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองเมื่อเขย่ากระบอกเป็นเวลา 2 นาที

ครั้งที่	เวลาที่หลอด LED สว่าง (นาทีก)	กระแสไหลผ่านหลอด LED (มิลลิแอมป์)	แรงดันที่ตกคร่อมหลอด LED (โวลต์)
1	8.30	9.82	3.10
2	8.45	9.90	3.13
3	8.56	9.95	3.20
4	8.25	9.75	3.09
5	8.50	9.93	3.19
ค่าเฉลี่ย	8.41	9.87	3.14

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองเมื่อเขย่ากระบอกเป็นเวลา 3 นาที

ครั้งที่	เวลาที่หลอด LED สว่าง (นาทีก)	กระแสไหลผ่านหลอด LED (มิลลิแอมป์)	แรงดันที่ตกคร่อมหลอด LED (โวลต์)
1	11.20	10.05	3.20
2	11.39	10.08	3.21
3	11.28	10.06	3.20
4	11.25	10.05	3.20
5	11.40	10.09	3.22
ค่าเฉลี่ย	11.30	10.06	3.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองเมื่อเขย่ากระบอกเป็นเวลา 4 นาที

ครั้งที่	เวลาที่หลอด LED สว่าง (นาที)	กระแสไหลผ่านหลอด LED (มิลลิแอมป์)	แรงดันที่ตกคร่อมหลอด LED (โวลต์)
1	15.05	10.08	3.21
2	15.09	10.09	3.21
3	15.30	10.13	3.23
4	15.20	10.10	3.22
5	15.12	10.09	3.21
ค่าเฉลี่ย	15.15	10.09	3.21

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองเมื่อเขย่ากระบอกเป็นเวลา 5 นาที

ครั้งที่	เวลาที่หลอด LED สว่าง (นาที)	กระแสไหลผ่านหลอด LED (มิลลิแอมป์)	แรงดันที่ตกคร่อมหลอด LED (โวลต์)
1	18.45	10.13	3.23
2	18.35	10.10	3.22
3	18.30	10.09	3.21
4	18.28	10.08	3.20
5	18.42	10.14	3.23
ค่าเฉลี่ย	18.36	10.10	3.21

4.2.2 การทดลองจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับวิทยุ

4.2.2.1 ขั้นตอนการทดลอง

1. เขย่ากระบอกให้แกว่งแม่เหล็กถาวรเคลื่อนที่ผ่านขดลวดเป็นเวลา 10 นาที
2. ต่อ DC Power Plug จากวิทยุเข้ากับ DC Power Jack ที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์
3. สังเกตผลการทดลองและบันทึกผลการทดลอง
4. ทำการทดลองตามขั้นตอนที่ 1 ถึง 3 ใหม่โดยเปลี่ยนเวลาในการเขย่ากระบอกเพิ่มขึ้นเป็นเวลา 20 นาที 30 นาที 40 นาที และ 50 นาทีตามลำดับ

4.2.2.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองตามขั้นตอนได้ผลดังตารางที่ 4.6 ถึงตารางที่ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองเมื่อเขย่ากระบอกเป็นเวลา 10 นาที

ครั้งที่	เวลาที่วิทยุทำงานได้ (นาที)	กระแสไหลผ่านวิทยุ (มิลลิแอมป์)	แรงดันที่ตกคร่อมวิทยุ (โวลต์)
1	1.20	110.20	2.92
2	1.30	109.09	2.74
3	1.24	109.80	2.90
4	1.26	109.50	2.84
5	1.28	109.20	2.80
ค่าเฉลี่ย	1.25	109.55	2.84

ตารางที่ 4.7 ผลการทดลองเมื่อเขย่ากระบอกเป็นเวลา 20 นาที

ครั้งที่	เวลาที่วิทยุทำงานได้ (นาที)	กระแสไหลผ่านวิทยุ (มิลลิแอมป์)	แรงดันที่ตกคร่อมวิทยุ (โวลต์)
1	2.03	109.91	3.01
2	2.05	109.85	3.00
3	2.00	110.89	3.04
4	2.06	108.93	3.00
5	2.05	109.84	3.00
ค่าเฉลี่ย	2.04	109.90	3.01

ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองเมื่อเขย่ากระบอกเป็นเวลา 30 นาที

ครั้งที่	เวลาที่วิทยุทำงานได้ (นาที)	กระแสไหลผ่านวิทยุ (มิลลิแอมป์)	แรงดันที่ตกคร่อมวิทยุ (โวลต์)
1	2.55	109.95	3.05
2	2.59	109.50	3.04
3	2.58	109.89	3.05
4	2.51	110.02	3.01
5	2.54	110.00	3.01
ค่าเฉลี่ย	2.55	109.87	3.03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ผลการทดลองเมื่อเขย่ากระบอกเป็นเวลา 40 นาที

ครั้งที่	เวลาที่วิทยุทำงานได้ (นาที)	กระแสไหลผ่านวิทยุ (มิลลิแอมป์)	แรงดันที่ตกคร่อมวิทยุ (โวลต์)
1	3.11	110.21	3.05
2	3.12	110.89	3.05
3	3.10	111.10	3.06
4	3.15	109.02	3.04
5	3.11	110.20	3.05
ค่าเฉลี่ย	3.11	110.28	3.05

ตารางที่ 4.10 ผลการทดลองเมื่อเขย่ากระบอกเป็นเวลา 50 นาที

ครั้งที่	เวลาที่วิทยุทำงานได้ (นาที)	กระแสไหลผ่านวิทยุ (มิลลิแอมป์)	แรงดันที่ตกคร่อมวิทยุ (โวลต์)
1	4.11	109.09	3.04
2	4.09	110.08	3.05
3	4.08	110.50	3.06
4	4.10	109.00	3.04
5	4.09	110.07	3.05
ค่าเฉลี่ย	4.09	109.74	3.04

4.2.3 การทดลองจ่ายพลังงานไฟฟ้าเพื่อประจุแบตเตอรี่ขนาด AA

4.2.3.1 ขั้นตอนการทดลอง

1. ใส่แบตเตอรี่ขนาด AA ความจุ 700 มิลลิแอมป์ต่อชั่วโมง ที่ชุดประจุแบตเตอรี่
2. ต่อ DC Power Plug จากชุดประจุแบตเตอรี่ AA เข้ากับ DC Power Jack ที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์
3. เขย่ากระบอกให้แห้งแม่เหล็กถาวรเคลื่อนที่ผ่านขดลวดเป็นเวลา 30 นาทีและ 60 นาที
4. สังเกตผลการทดลองและบันทึกผลการทดลอง
5. ทำการทดลองตามขั้นตอนที่ 1 ถึง 4 ใหม่โดยเปลี่ยนแบตเตอรี่ขนาด AA ที่มีความจุ 1000 มิลลิแอมป์ต่อชั่วโมง 2300 มิลลิแอมป์ต่อชั่วโมง และ 2500 มิลลิแอมป์ต่อชั่วโมง ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองตามขั้นตอนได้ผลดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ผลการทดลองการจ่ายพลังงานไฟฟ้าเพื่อประจุแบตเตอรี่ขนาด AA

ครั้งที่	ปริมาณความจุ (มิลลิแอมป์ต่อชั่วโมง)	เวลาที่ใช้ใน การชาร์จ (นาที)	ได้กระแสที่ แบตเตอรี่ (มิลลิแอมป์)	ใช้เวลาในการชาร์จที่ทำให้ แบตเตอรี่ประจุไฟฟ้าเต็ม (ชั่วโมง)
1	700	30	36	14
2	700	60	72	14
3	1000	30	25	20
4	1000	60	50	20
5	2300	30	25	46
6	2300	60	50	46
7	2500	30	25	50
8	2500	60	50	50

4.2.4 การทดลองจ่ายพลังงานไฟฟ้าเพื่อประจุแบตเตอรี่ขนาด AAA

4.2.4.1 ขั้นตอนการทดลอง

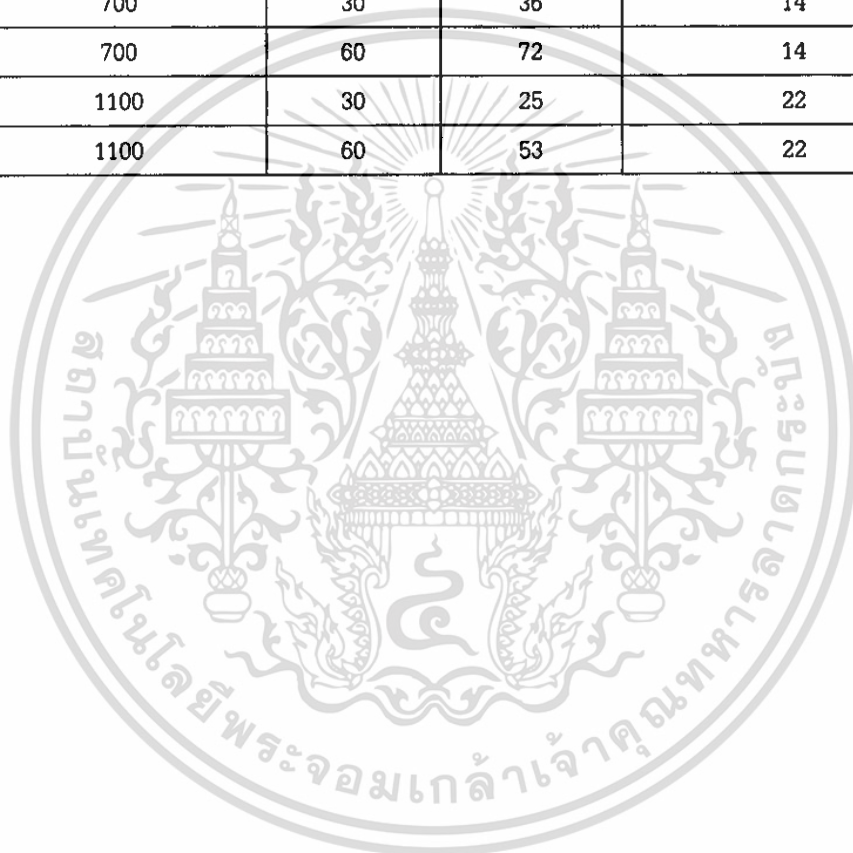
1. ใส่แบตเตอรี่ขนาด AAA ความจุ 600 มิลลิแอมป์ต่อชั่วโมง ที่ชุดประจุแบตเตอรี่
2. ต่อ DC Power Plug จากชุดประจุแบตเตอรี่ AAA เข้ากับ DC Power Jack ที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์
3. เชื่อมกระบอกให้แห้งแม่เหล็กถาวรเคลื่อนที่ผ่านขดลวดเป็นเวลา 30 นาทีและ 60 นาที
4. สังเกตผลการทดลองและบันทึกผลการทดลอง
5. ทำการทดลองตามขั้นตอนที่ 1 ถึง 4 ใหม่โดยเปลี่ยนแบตเตอรี่ขนาด AAA ที่มีความจุ 700 มิลลิแอมป์ต่อชั่วโมง และ 1100 มิลลิแอมป์ต่อชั่วโมงตามลำดับ

4.2.4.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองตามขั้นตอนได้ผลดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ผลการทดลองการจ่ายพลังงานไฟฟ้าเพื่อประจุแบตเตอรี่ขนาด AAA

ครั้งที่	ปริมาณความจุ (มิลลิแอมป์ต่อชั่วโมง)	เวลาที่ใช้ใน การเขย่า (นาที)	ได้กระแสที่ แบตเตอรี่ (มิลลิแอมป์)	ใช้เวลาในการเขย่าที่ทำให้ แบตเตอรี่ประจุไฟฟ้าเต็ม (ชั่วโมง)
1	600	30	37	12
2	600	60	73	12
3	700	30	36	14
4	700	60	72	14
5	1100	30	25	22
6	1100	60	53	22



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุป

5.1 สรุป

แหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์ สร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าแบบประหยัด ให้พลังงานไฟฟ้าเป็นไฟฟ้ากระแสตรง แรงดันสูงสุด 3 โวลต์ กระแสสูงสุด 100 มิลลิแอมป์ ใช้เวลาในการเขย่ากระบอกเพื่อให้แท่งแม่เหล็กถาวรเคลื่อนที่ผ่านขดลวดทำให้ตัวเก็บประจุประจุไฟฟ้าจนเต็มเป็นเวลา 90 นาที สามารถนำพลังงานไฟฟ้าไปจ่ายให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดเล็กเช่น วิทยุ ไฟฉายหลอด LED และพัดลมขนาดเล็กหรือต้องการประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ขนาด AA, AAA เพื่อเป็นการเก็บพลังงานไฟฟ้าไว้ใช้งานก็ได้

การออกแบบและการสร้างแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนกำเนิดไฟฟ้าใช้แม่เหล็กถาวรทรงกระบอกเคลื่อนที่ผ่านขดลวดซึ่งพันบนแกนพลาสติกอคริลิค อีกส่วนคือ วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ ใช้ตัวเก็บประจุค่า 1 ฟารัด 5.5 โวลต์ จำนวน 4 ตัว เพื่อกรองให้ไฟฟ้ากระแสตรงเรียบขึ้นและยังช่วยเก็บพลังงานไฟฟ้าเพื่อจ่ายให้กับโหลด

จากการทดลองแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์ เมื่อมีการเขย่ากระบอกทำให้ตัวเก็บประจุประจุไฟฟ้าจนเต็ม แล้วจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้โหลดใช้แรงดัน 3 โวลต์กระแส 100 มิลลิแอมป์ ได้เป็นเวลาประมาณ 10 นาที

5.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไข

จากการดำเนินการสร้างและทดลอง พบว่ามีปัญหาที่เกิดขึ้นหลายประการและได้ดำเนินการแก้ไขไปแล้ว ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. การออกแบบโครงสร้างของการพันขดลวดใช้แกนที่เป็นโลหะที่แม่เหล็กสามารถดูดได้ ทำให้ไม่สามารถเคลื่อนแท่งแม่เหล็กได้

วิธีการแก้ไข เปลี่ยนวัสดุที่ทำจากโลหะมาเป็นท่อพลาสติกใส่ที่แม่เหล็กไม่สามารถดูดได้และยังมองเห็นการเคลื่อนที่ของแท่งแม่เหล็กอีกด้วย

2. ได้แรงดันไฟฟ้าน้อย

วิธีการแก้ไข ใช้แท่งแม่เหล็กถาวรที่มีจำนวนเส้นแรงแม่เหล็กมากและจำนวนรอบและชั้นของการพันขดลวด

3. ได้กระแสไฟฟ้าน้อย

วิธีการแก้ไข ใช้ลวดทองแดงที่มีขนาดใหญ่ขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. แห้งแม่เหล็กถาวรแตกจากการเขย่า

วิธีการแก้ไข ใช้ส่วนรองรับการกระแทกจากแห้งแม่เหล็กเป็นยางติดด้วยสปริง

5. แรงดันเอาต์พุตที่ผ่านวงจรเรียงกระแสแล้วเป็นแรงดันที่ไม่เรียบ

วิธีการแก้ไข ใช้ตัวเก็บประจุที่ค่าความจุมากๆ

5.3 แนวทางการพัฒนา

แหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์ นอกจากการทำงานที่ได้ตามขีดความสามารถที่กำหนดแล้วยังสามารถเพิ่มความสามารถของแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์ ให้สูงขึ้นกว่าเดิมได้ ดังต่อไปนี้

1. พัฒนาส่วนกำเนิดไฟฟ้าให้สามารถจ่ายแรงดันและกระแสให้มากขึ้น
2. พัฒนาการเคลื่อนที่ของแห้งแม่เหล็กถาวรให้ผ่านขดลวดโดยออกแรงกระทำการเคลื่อนที่น้อยแต่การเคลื่อนที่ของแม่เหล็กถาวรมาก โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์
3. การเพิ่มส่วนกำเนิดไฟฟ้าให้มากกว่าหนึ่งชุดโดยการออกแรงกระทำครั้งเดียวทำให้ส่วนกำเนิดไฟฟ้าทำงานหลายชุดพร้อมกัน
4. พัฒนางจรเรียงกระแสโดยเปลี่ยนจากตัวเก็บประจุมาใช้แบตเตอรี่แทน
5. พัฒนารูปแบบของแห้งแม่เหล็กถาวร โดยใช้แห้งแม่เหล็กถาวรจากแหล่งต่างๆ เช่น จากส่วนประกอบของฮาร์ดดิสก์

บรรณานุกรม

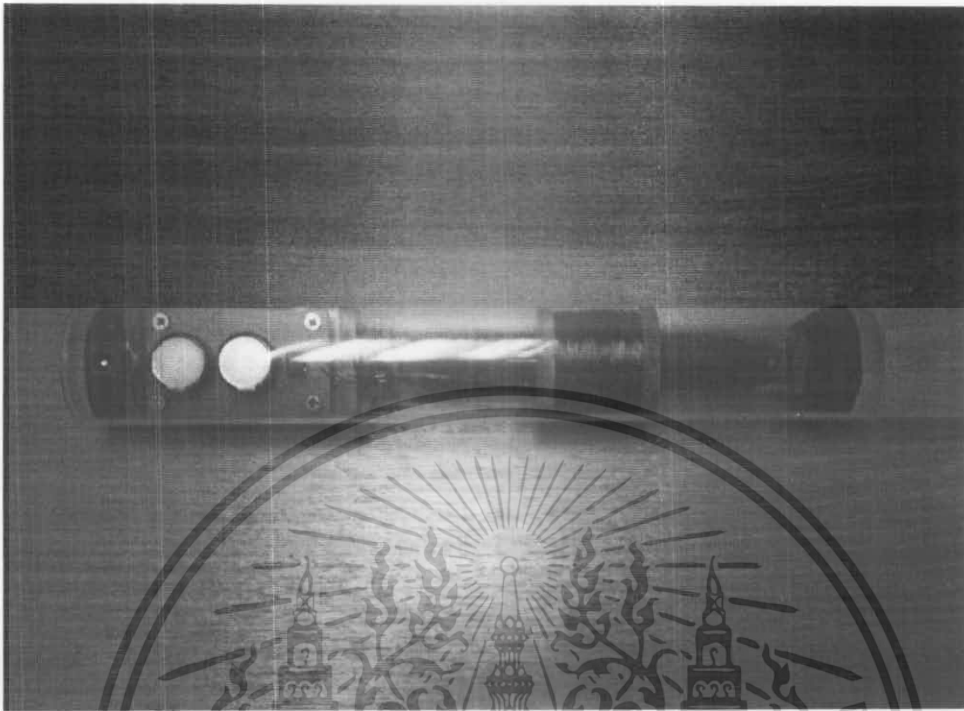
- ประเสริฐ เคนพันค้อ. 2547. **วิศวกรรมแม่เหล็กไฟฟ้า**. กรุงเทพฯ : งานตำราและเอกสารการพิมพ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สุรพล รักวิจัย. 2542. **ฟิสิกส์ 2 สำหรับวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โครงการตำรา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- David, H. Robert, R. and Jearl, W. 1997. **Fundamentals of Physics**. United State : Permissions Department.
- Hugh, D. and Roger, A. 1999. **ฟิสิกส์ระดับอุดมศึกษา**. เล่ม 2. แปลโดย ปิยพงษ์ สิทธิคง. กรุงเทพฯ : เพียร์สัน เอ็ดดูเคชัน อินโดไชนา.



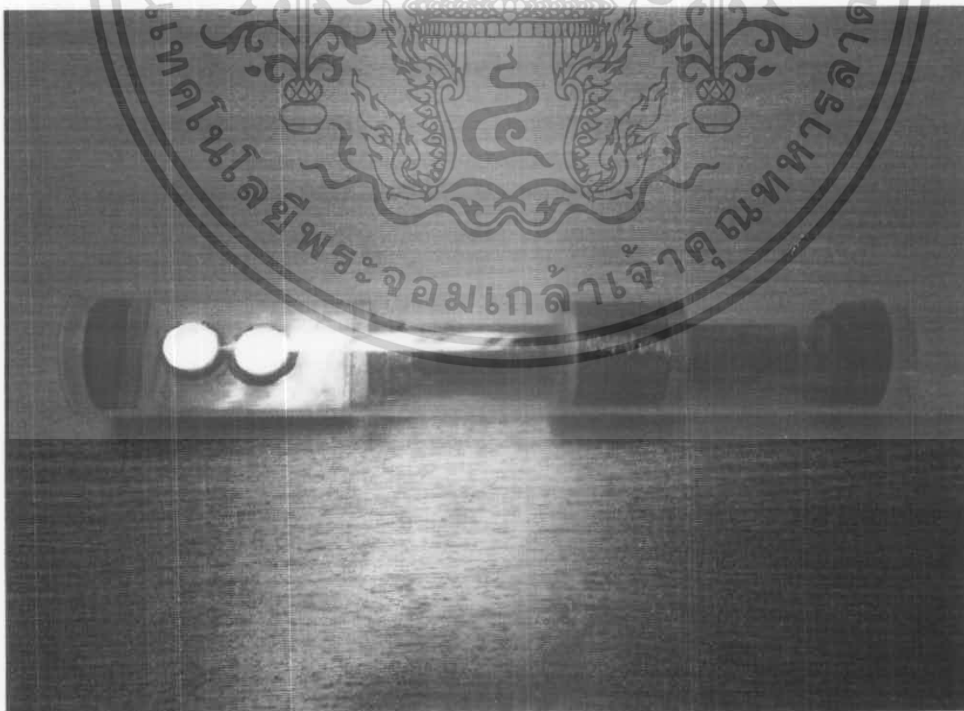
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

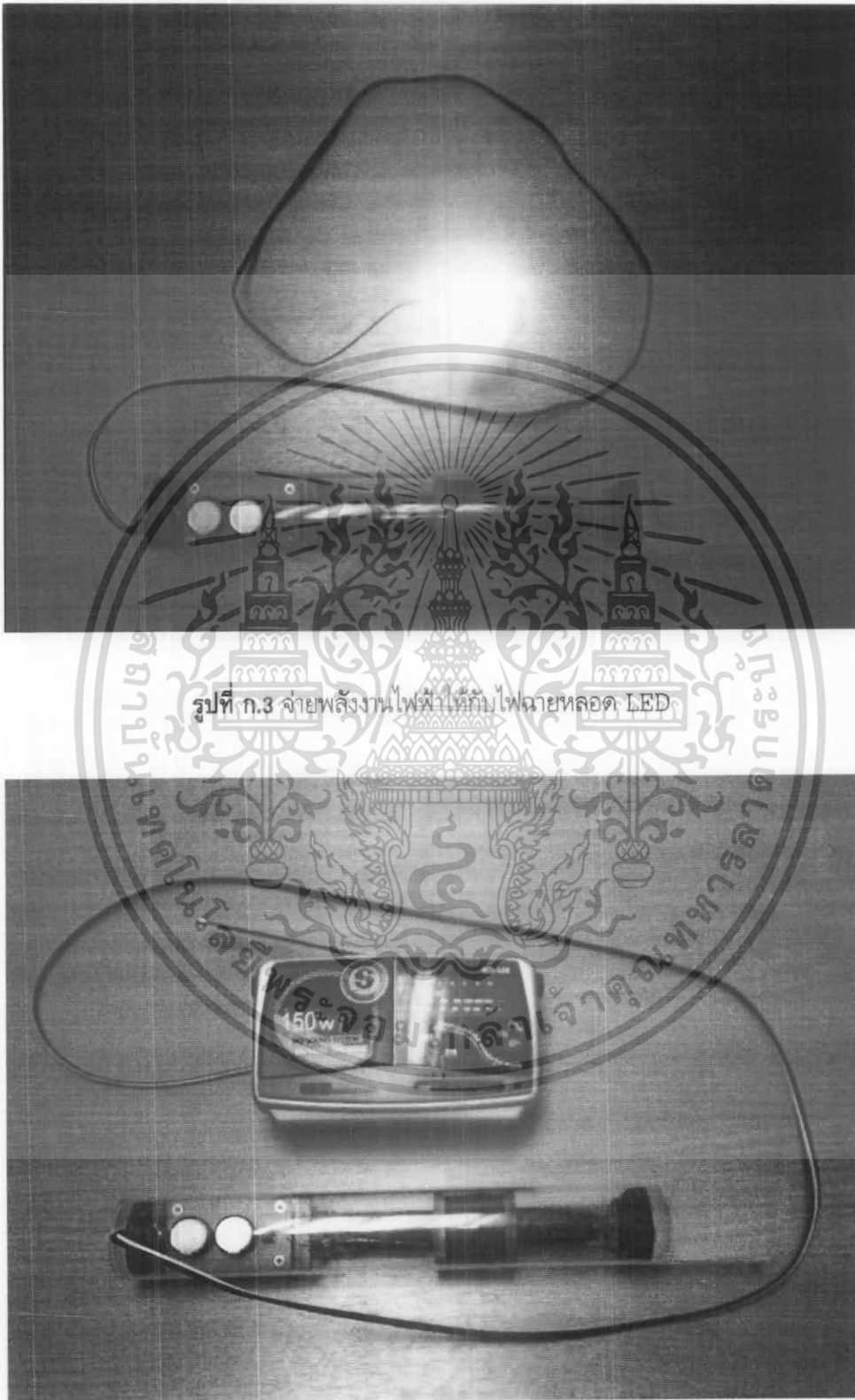


รูปที่ ก.1 ด้านหน้าแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์



รูปที่ ก.2 ด้านหลังแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์

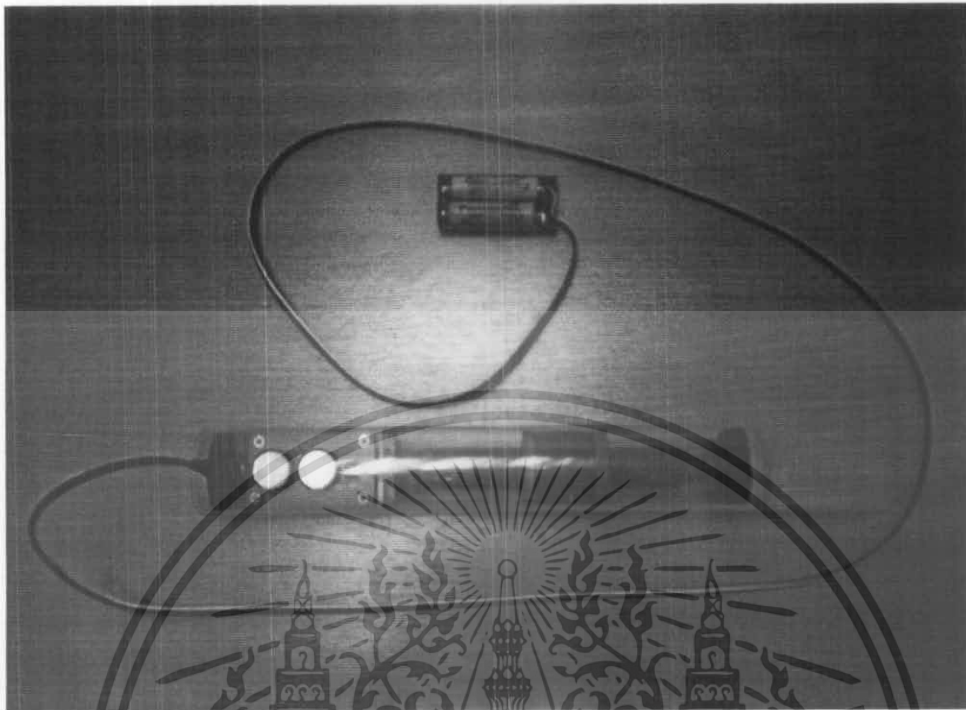
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



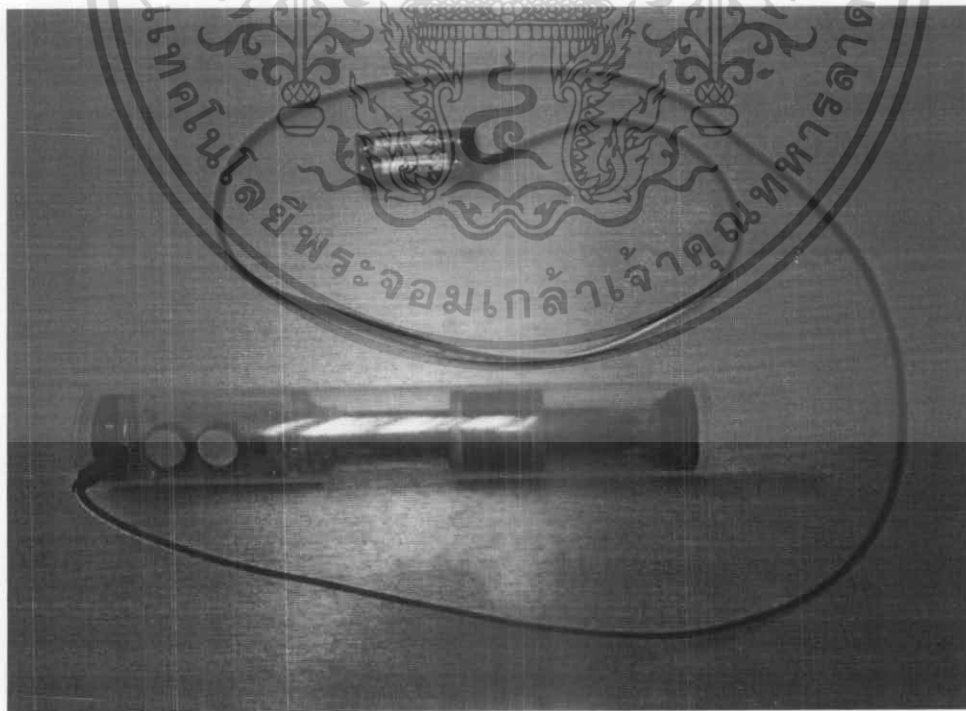
รูปที่ ก.3 จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับไฟฉายหลอด LED

รูปที่ ก.4 จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับวิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.5 การเชื่อมต่อกับชุดประจุแบตเตอรี่ขนาด AA

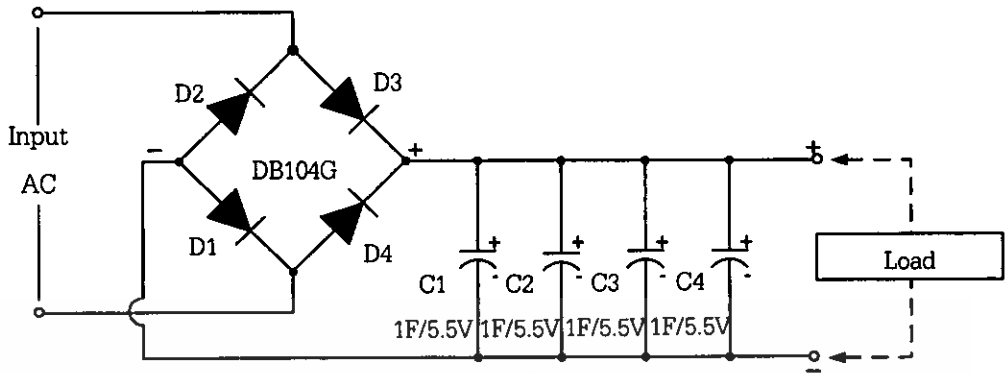


รูปที่ ก.6 การเชื่อมต่อกับชุดประจุแบตเตอรี่ขนาด AAA

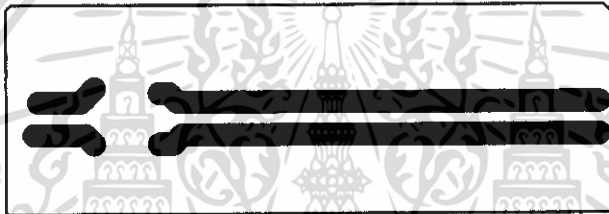
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



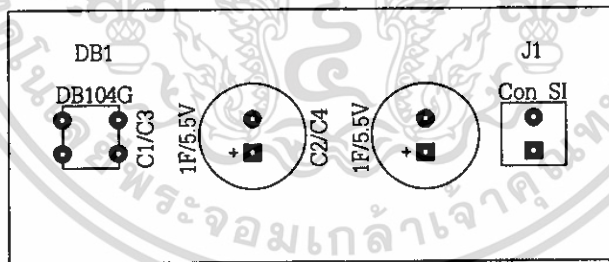
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.1 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์



รูปที่ ข.2 แผงวงจรพิมพ์วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์



รูปที่ ข.3 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผงวงจรพิมพ์วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





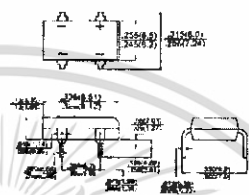
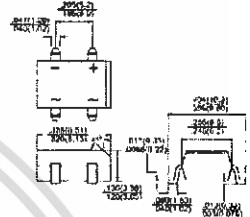
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ง

รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		<h2 style="text-align: center;">DB101G THRU DB107G</h2> <h3 style="text-align: center;">Single Phase 1.0 AMP. Glass Passivated Bridge Rectifiers</h3>								
		Voltage Range 50 to 1000 Volts Current 1.0 Ampere								
Features <ul style="list-style-type: none"> ✦ UL Recognized File # E-96005 ✦ Glass passivated junction ✦ Ideal for printed circuit board ✦ Reliable low cost construction utilizing molded plastic technique ✦ High temperature soldering guaranteed: 260°C / 10 seconds / 0.375" (9.5mm) lead length at 5 lbs., (2.3 kg) tension ✦ Small size, simple installation Leads solderable per MIL-STD-202, Method 208 ✦ High surge current capability 		DB			DBS					
										
		Dimensions in inches and (millimeters)								
Maximum Ratings and Electrical Characteristics Rating at 25°C ambient temperature unless otherwise specified. Single phase, half wave, 60 Hz, resistive or inductive load. For capacitive load, derate current by 20%										
Type Number	Symbol	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	Units
		101G	102G	103G	104G	105G	106G	107G		
Maximum Recurrent Peak Reverse Voltage	V_{RRM}	50	100	200	400	600	800	1000		V
Maximum RMS Voltage	V_{RMS}	35	70	140	280	420	560	700		V
Maximum DC Blocking Voltage	V_{DC}	50	100	200	400	600	800	1000		V
Maximum Average Forward Rectified Current @ $T_A = 40^\circ\text{C}$	$I_{(AV)}$	1.0								A
Peak Forward Surge Current, 8.3 ms Single Half Sine-wave Superimposed on Rated Load (JEDEC method)	I_{FSM}	50								A
Maximum Instantaneous Forward Voltage @ 1.0A	V_F	1.1								V
Maximum DC Reverse Current @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ at Rated DC Blocking Voltage @ $T_A = 125^\circ\text{C}$	I_R	10 500								μA μA
Typical Thermal Resistance (Note 1)	$R_{\theta JA}$ $R_{\theta JL}$	40 15								$^\circ\text{C}/\text{W}$
Operating Temperature Range	T_J	-55 to +150								$^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	T_{STG}	-55 to +150								$^\circ\text{C}$

Note: 1. Thermal Resistance from Junction to Ambient and from Junction to Lead Mounted

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RATINGS AND CHARACTERISTIC CURVES (DB101G THRU DB107G)

FIG.1- MAXIMUM DERATING CURVE FOR OUTPUT RECTIFIED CURRENT

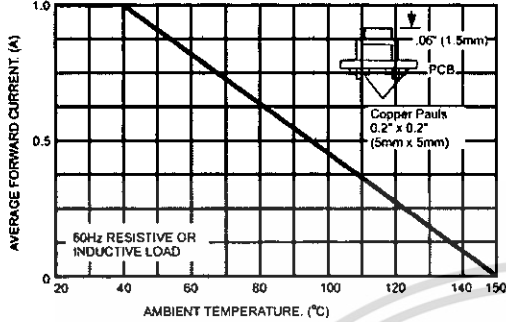


FIG.2- MAXIMUM NON-REPETITIVE PEAK FORWARD SURGE CURRENT

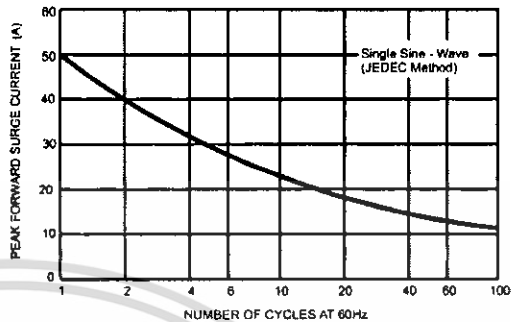


FIG.3- TYPICAL REVERSE CHARACTERISTICS PER BRIDGE ELEMENT

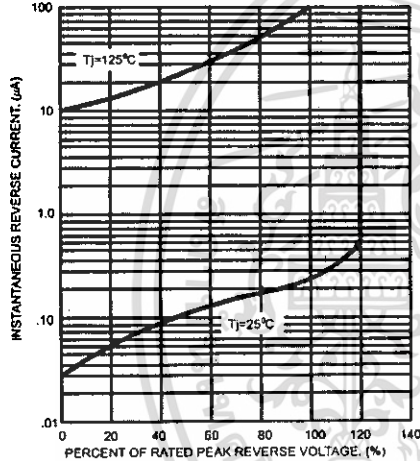


FIG.4- TYPICAL FORWARD CHARACTERISTICS PER BRIDGE ELEMENT

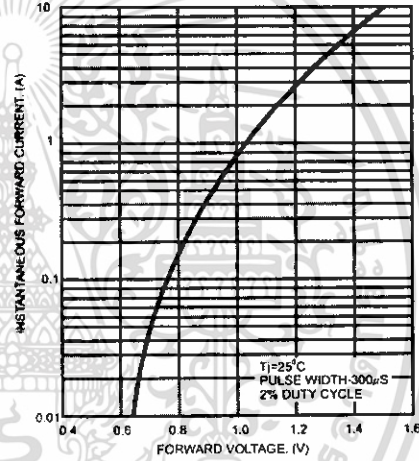
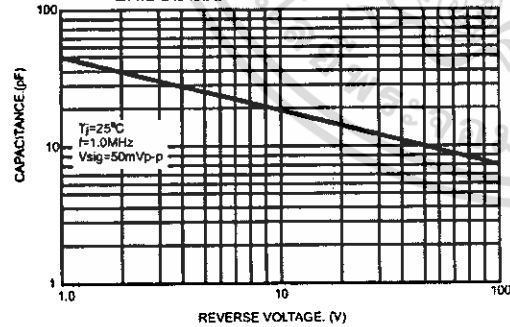


FIG.5- TYPICAL JUNCTION CAPACITANCE PER BRIDGE ELEMENT



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Panasonic

Electric Double Layer Capacitors(Gold Capacitor)/ NF

Stacked coin Type

Series: NF

Country of Origin

- Feature Endurance : 70°C 1000 h
RoHS directive compliant

Japan



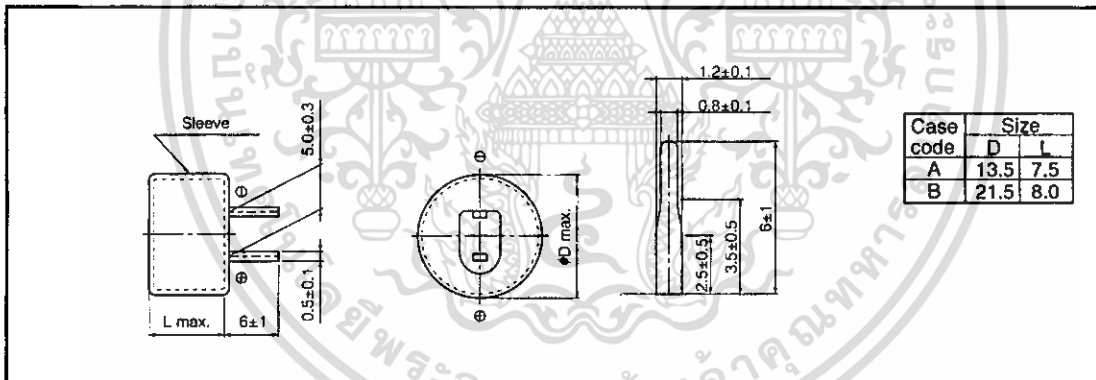
■ Recommended Applications

Memory back-up for video and audio equipment, cameras, telephones, printers, data terminals, rice cookers and intelligent remote controls.

■ Specifications

Category temp. range	-25 to +70°C	
Maximum Operating Voltage	5.5 V .DC	
Nominal Cap. Range	0.1 to 1.5 F	
Characteristics at Low Temperature	Capacitance change	±30% of initial measured value at +20°C (-25 to +70°C)
	Internal resistance	≤ 5 times of initial measured value at +20°C (at -25°C)
Endurance	After 1000 hours application of 5.5V .DC at +70°C, the capacitor shall meet the following limits.	
	Capacitance change	±30% of initial measured value
	Internal resistance	≤ 4 time of initial specified value
Shelf Life	After 1000 hours storage at +70°C without load, the capacitor shall meet the specified limits for Endurance.	
Moisture Resistance	After 500 hours storage at +55°C, 90 to 95% R.H., the capacitor shall meet the specified limits for Endurance.	

■ Dimensions in mm (not to scale)



■ Standard Products

Maximum Operating Voltage (VDC)	Capacitance (F)	Capacitance range (F)	Internal resistance (Ω) at 1kHz	Case code	Part number	Min. Packaging Q'ty.	
						Quantity per box (pcs)	Quantity per outer packaging (pcs)
5.5	0.10	0.08 to 0.18	≤ 75	A	EECF5R5U104	200	2000
	0.22	0.176 to 0.396	≤ 75	A	EECF5R5U224	200	2000
	0.47	0.376 to 1.410	≤ 30	B	EECF5R5U474	100	500
	1.0	0.80 to 1.80	≤ 30	B	EECF5R5U105	100	500
	1.5	1.20 to 2.70	≤ 30	B	EECF5R5U155	100	500

Note: Do not use reflow soldering. (IR, Atmosphere heating methods, etc.)

Design, and specifications are each subject to change without notice. Ask factory for the current technical specifications before purchase and / or use. Should a safety concern arise regarding this product, please be sure to contact us immediately. Mar.2006

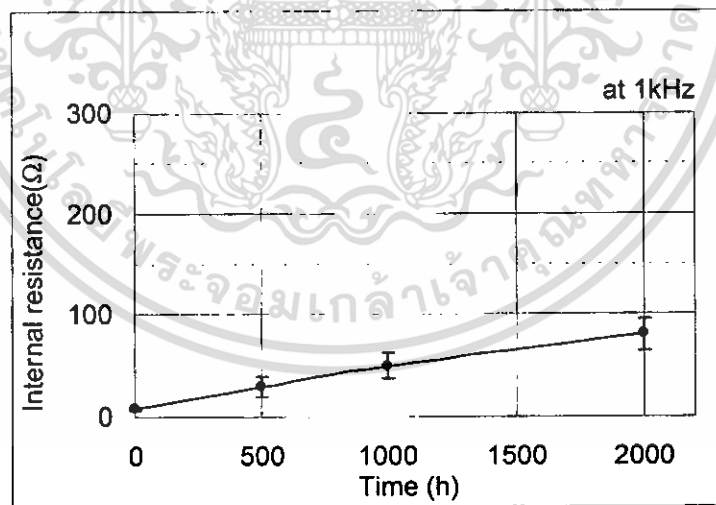
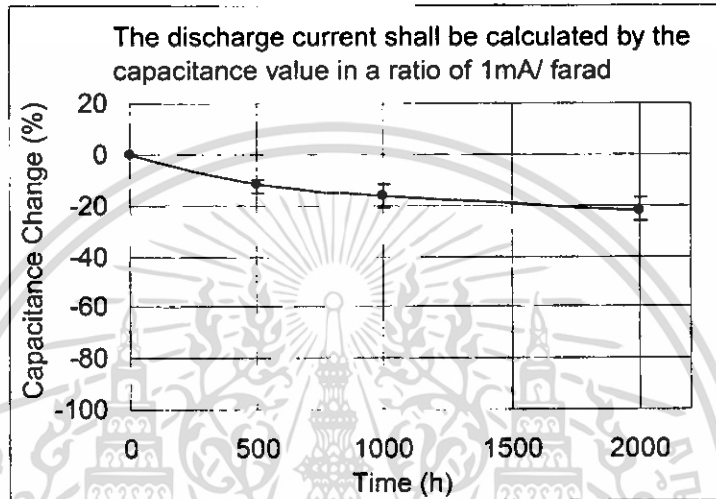
เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้จัดทำหน้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Load life characteristics

Part No.:EECF5R5U105 (5.5V 1.0F)

at +70°C 5.5V applied

n=20 Typical

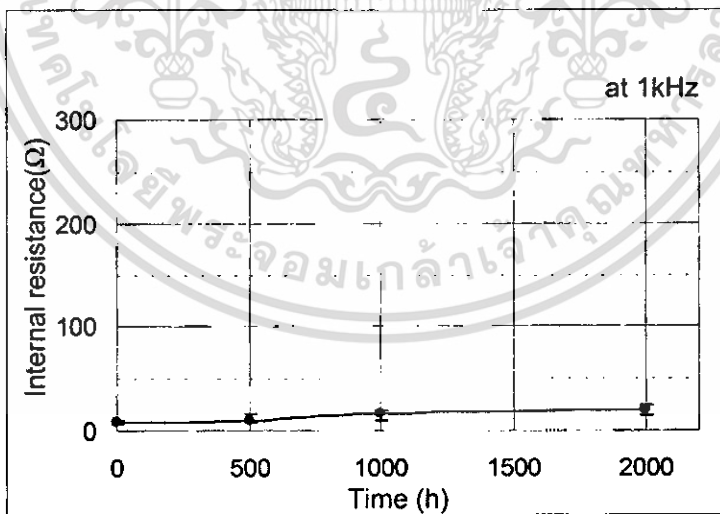
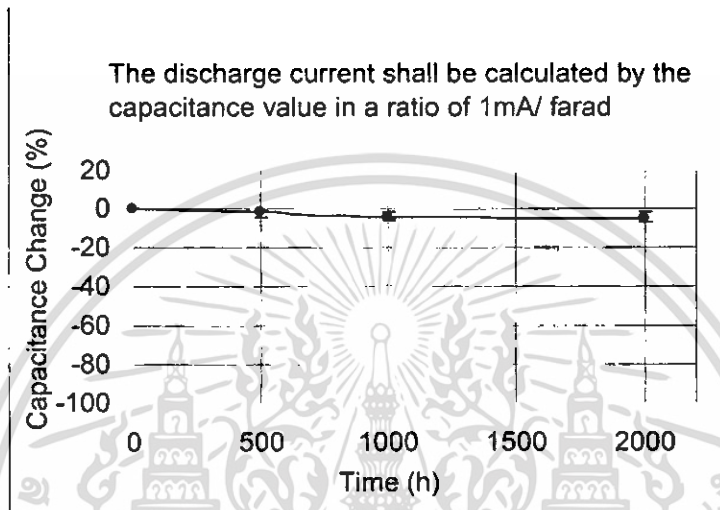


Shelf life characteristics

Part No.:EECF5R5U105 (5.5V 1.0F)

at +70°C applied

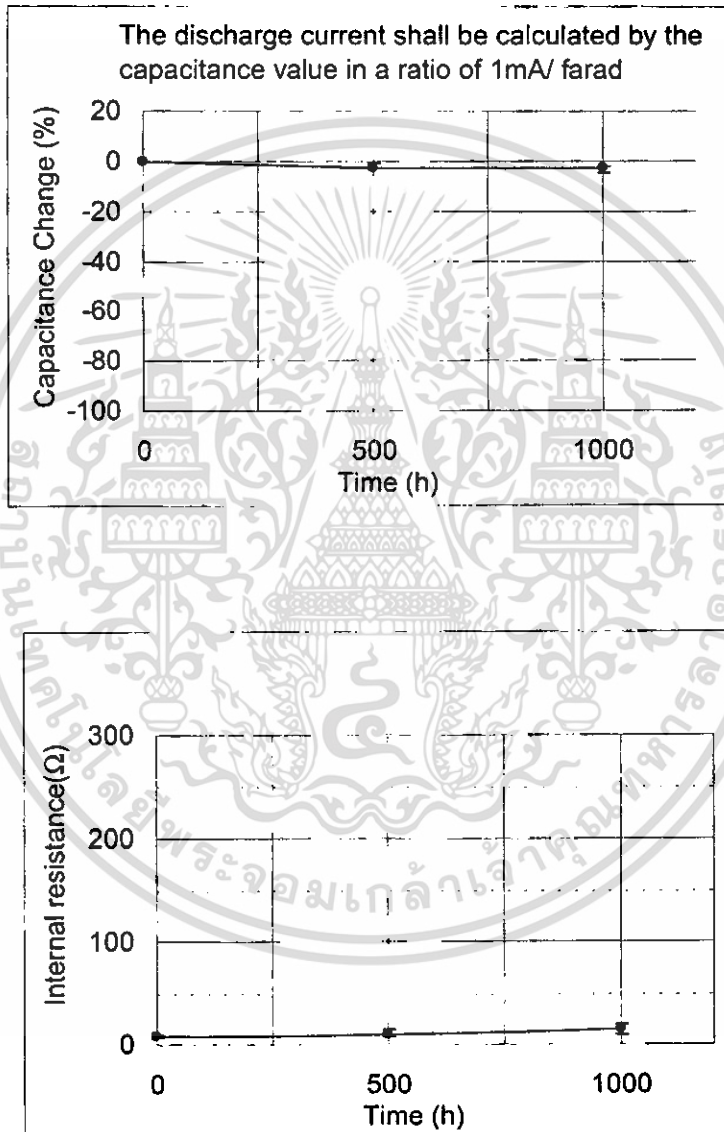
n=20 Typical



Shelf humidity characteristics

Part No.:EECF5R5U105 (5.5V 1.0F) at +55°C 90 to 95%RH

n=20 Typical



Charge-discharge life characteristics

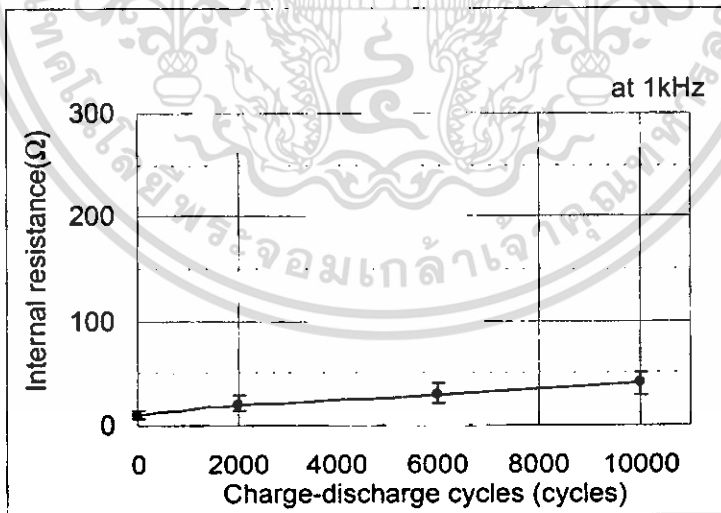
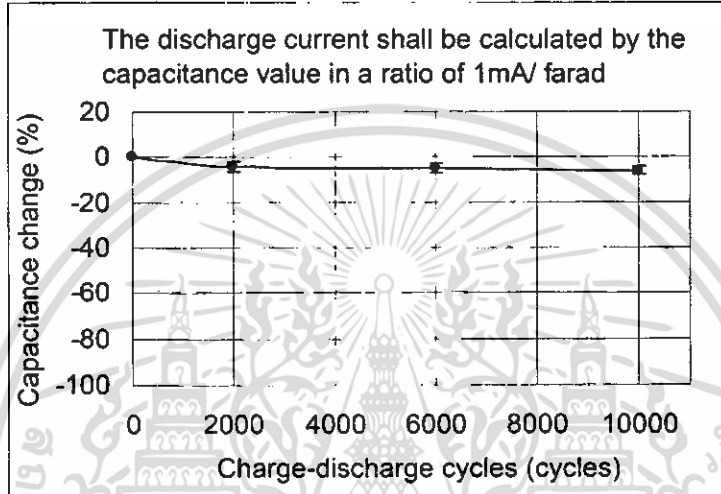
Part No.:EECF5R5U105 (5.5V 1.0F)

at +20°C

Charging(5.5V)and discharging time : 15min. each

Constant resistance discharge : 0 ohm

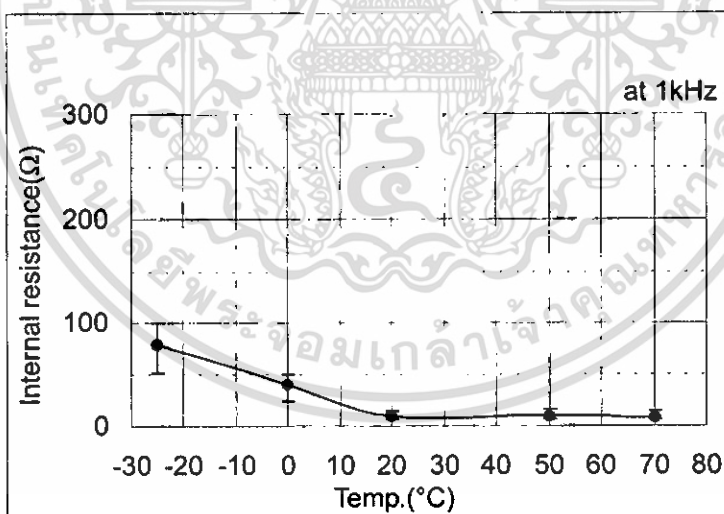
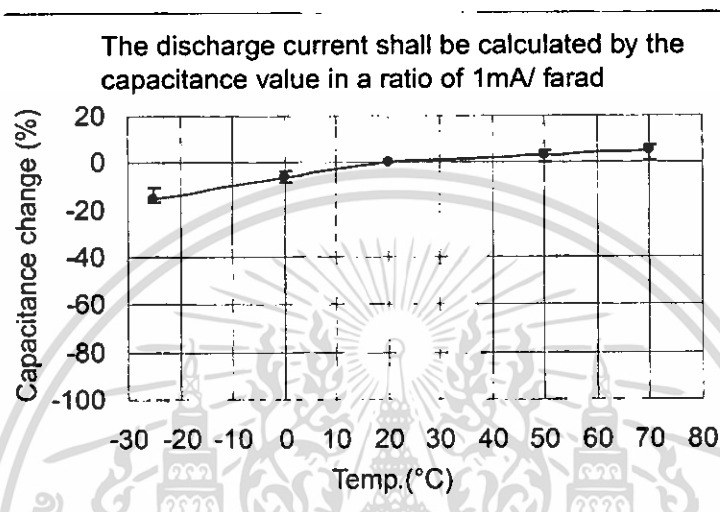
n=20 Typical



Temperature characteristics

Part No.:EECF5R5U105 (5.5V 1.0F) at -25 to 70°C

n=20 Typical

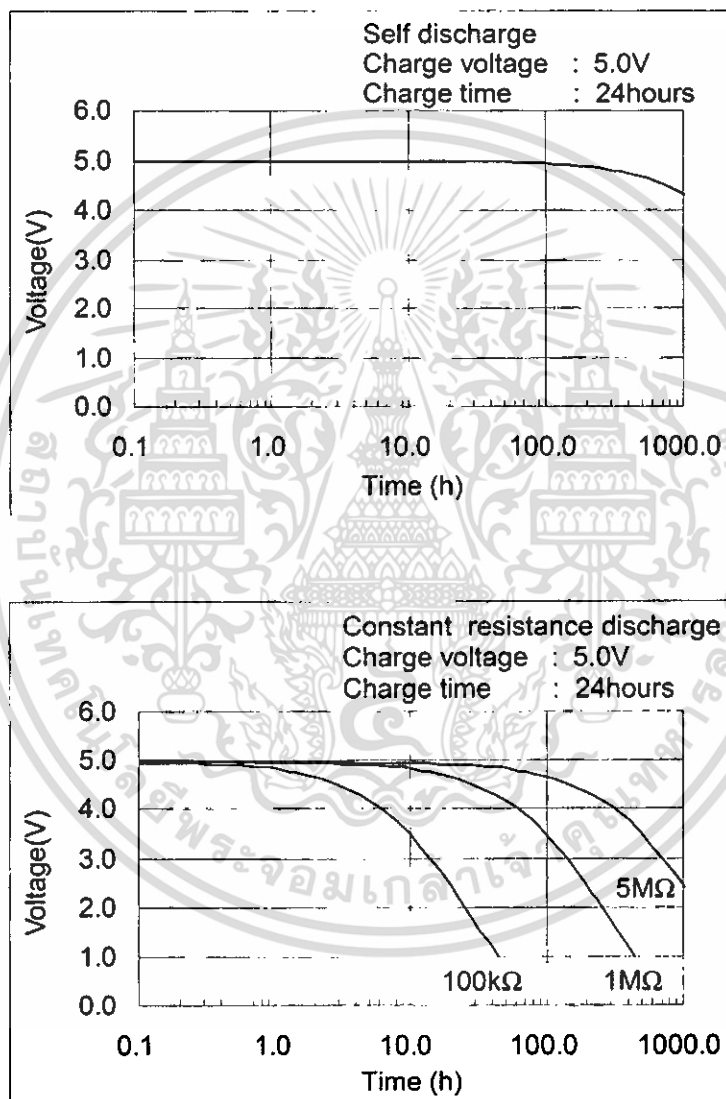


Discharging characteristics

Part No.:EECF5R5U105 (5.5V 1.0F)

at +20°C

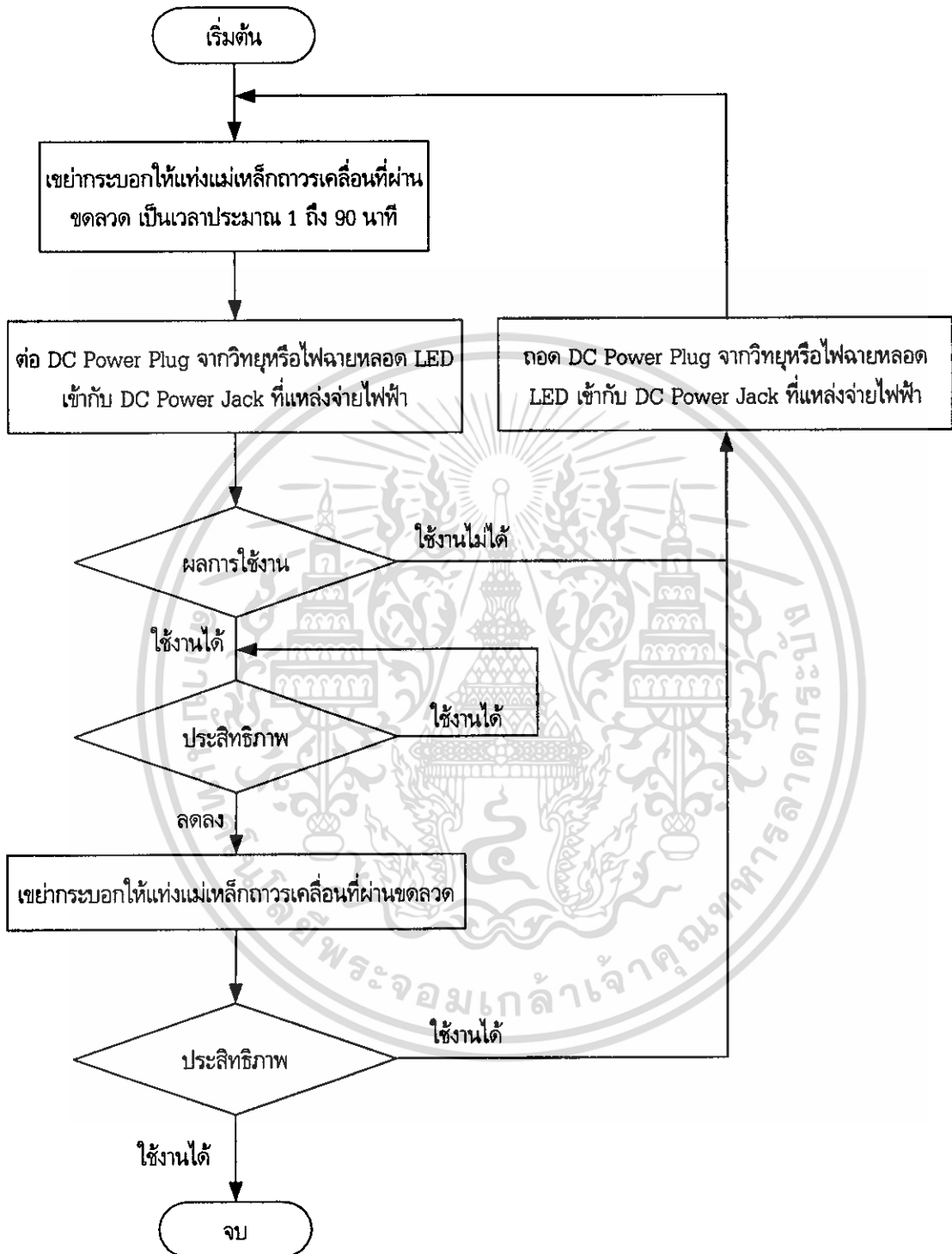
n=20 Typical





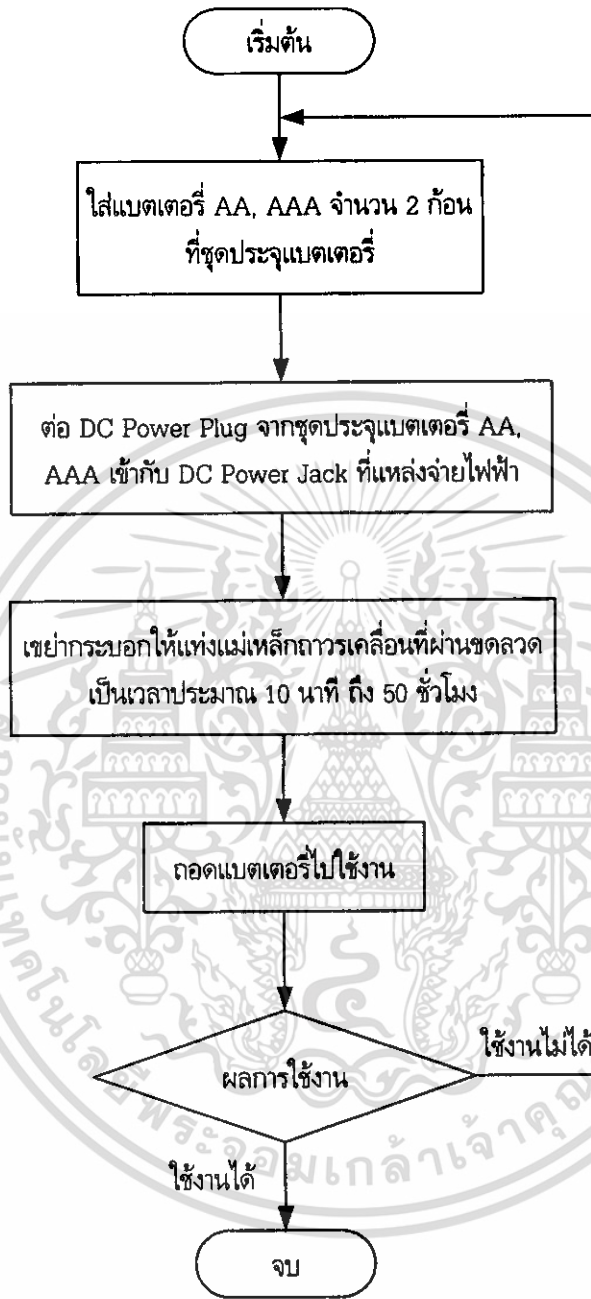
ภาคผนวก จ
ผังงานของการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.1 ผังงานการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับไฟฉายหลอด LED หรือวิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๑.๒ ผังงานการจ่ายพลังงานไฟฟ้าเพื่อประจุแบตเตอรี่ AA, AAA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
แหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์



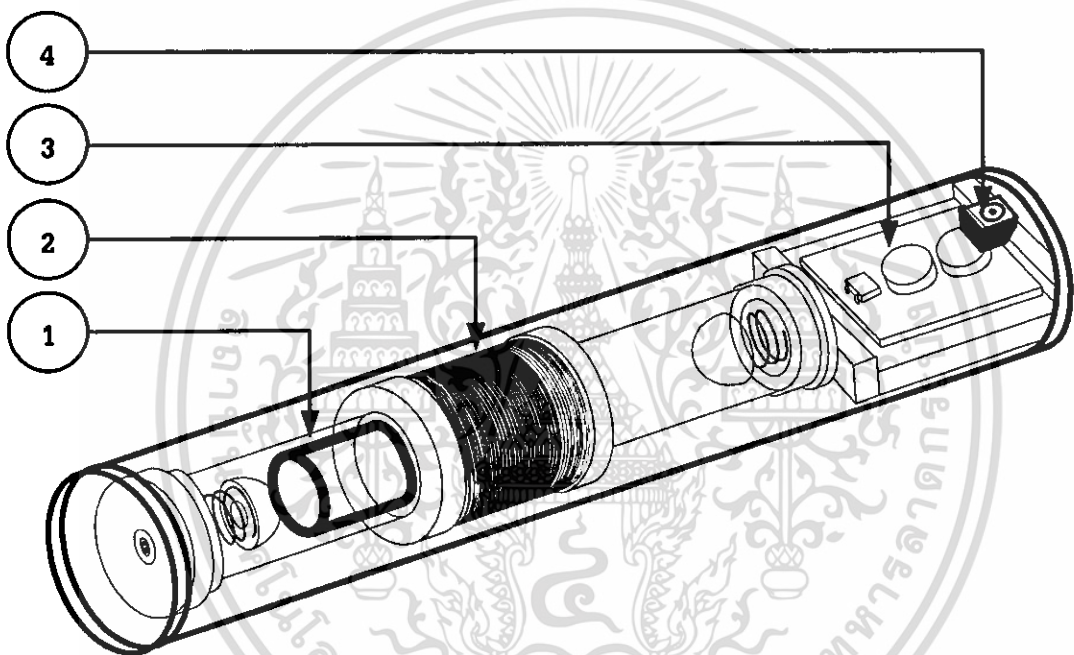
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เฉพาะในวงการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนที่จะใช้งานแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์ควรทำการศึกษาการใช้งานจากคู่มือให้เข้าใจเพื่อให้การใช้งานเป็นไปอย่างถูกต้องเต็มประสิทธิภาพและเป็นการป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์และผู้ใช้

2. ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม



รูป ๑.1 ส่วนประกอบแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของไมเคิล ฟาราเดย์

มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

- ① แท่งแม่เหล็กถาวร
- ② ขดลวดทองแดง
- ③ แผงวงจร
- ④ DC Power Jack

3. การติดตั้งและการใช้งาน

3.1 การจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับไฟฉายหลอด LED หรือวิทยุ

3.1.1 เขย่ากระบอกให้แท่งแม่เหล็กถาวรเคลื่อนที่ผ่านขดลวด เป็นเวลาประมาณ 1 ถึง 90 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น มิใช่เพื่อเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 ต่อ DC Power Plug จากวิทยุหรือไฟฉายหลอด LED เข้ากับ DC Power Jack ที่แหล่งจ่ายไฟฟ้า (หมายเลข 4)

3.1.3 เปิดสวิตช์ที่วิทยุหรือไฟฉายหลอด LED

หมายเหตุ

1. หากเปิดสวิตช์ที่วิทยุหรือไฟฉายหลอด LED แล้วยังใช้งานไม่ได้ ให้ถอด DC Power Plug จากวิทยุหรือไฟฉายหลอด LED ออกจาก DC Power Jack ที่แหล่งจ่ายไฟฟ้า (หมายเลข 4) แล้วเขย่าเป็นเวลา นานกว่าการเขย่าครั้งแรกแล้วทำตามข้อ 3.1.2 ต่อไป

2. หากใช้งานวิทยุหรือไฟฉายหลอด LED ไปได้ระยะเวลาหนึ่งแล้ว การทำงานของแหล่งจ่ายไฟฟ้ามีประสิทธิภาพลดลง สังเกตจากวิทยุหรือไฟฉายหลอด LED ทำงานไม่เต็มที่ ให้ทำการเขย่ากระบอกให้แห้งแม่เหล็กถาวรเคลื่อนที่ผ่านขดลวดพร้อมกับการต่อใช้งานได้เลย

3.2 การจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้เพื่อประจุแบตเตอรี่ AA, AAA

3.2.1 ใส่แบตเตอรี่ AA, AAA จำนวน 2 ก้อนที่ชุดประจุแบตเตอรี่

3.2.2 ต่อ DC Power Plug จากชุดประจุแบตเตอรี่ AA, AAA เข้ากับ DC Power Jack ที่แหล่งจ่ายไฟฟ้า (หมายเลข 4)

3.2.3 เขย่ากระบอกเป็นเวลาประมาณ 10 นาที ถึง 50 ชั่วโมง

3.2.4 ถอดแบตเตอรี่ไปใช้งาน

หมายเหตุ

หากถอดแบตเตอรี่ไปใช้งานแล้วแบตเตอรี่ยังใช้งานไม่ได้ ให้ใส่แบตเตอรี่ที่ชุดประจุแบตเตอรี่เขย่ากระบอกให้แห้งแม่เหล็กถาวรเคลื่อนที่ผ่านขดลวดให้เป็นเวลานานกว่าเดิม แล้วถอดแบตเตอรี่ไปใช้งาน

4. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

เมื่อท่านผู้ใช้งานประสบปัญหาในการใช้งานแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำจากกฎของโอห์มเคลิ ฟาราเดย์ สามารถตรวจสอบแนวทางแก้ปัญหาเบื้องต้นได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ ๑.1 การแก้ปัญหาเบื้องต้น

อาการ	สาเหตุและ/หรือวิธีแก้ไข
ไม่สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้วิทยุหรือไฟฉายหลอด LED ทำงานได้	ตรวจสอบ DC Power Plug ของวิทยุหรือไฟฉาย ว่าต่อเข้ากับ DC Power Jack ที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าหรือไม่
ประจุแบตเตอรี่ไม่ได้	ตรวจสอบแบตเตอรี่ว่าใส่ขั้วถูกหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

5.1 การดูแลรักษา

5.1.1 อ่านคู่มือการใช้งานก่อนใช้งานอย่างละเอียด

5.1.2 ถอด DC Power Plug จากเครื่องใช้ไฟฟ้าออกจาก DC Power Jack ที่แหล่งจ่ายไฟฟ้า
ทุกครั้งเมื่อใช้งานเสร็จ

5.1.3 ทำความสะอาดทุกครั้งที่ใช้งานเสร็จ

5.2 ข้อควรระวัง

5.2.1 ไม่ควรทำตกหรือกระทบกับของแข็งอย่างแรง

5.2.2 ห้ามเก็บหรือวางบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง

6. ข้อมูลจำเพาะ

ตารางที่ ๑.2 ข้อมูลจำเพาะ

คุณสมบัติ	รายละเอียด
วงจรกำเนิดไฟฟ้า	ใช้หลักการของไมเคิล ฟาราเดย์โดยการเขย่ากระบอกทำให้แท่งแม่เหล็กถาวรเคลื่อนที่ผ่านขดลวด
จ่ายแรงดันได้สูงสุด	3 โวลต์ ดี.ซี.
จ่ายกระแสได้สูงสุด	100 มิลลิแอมป์
ความยาว	285 มิลลิเมตร
เส้นผ่านศูนย์กลาง	45.32 มิลลิเมตร
น้ำหนัก	350 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล นายกมล รักกลีวรรณ
วัน เดือน ปีเกิด 1 ตุลาคม พ.ศ. 2527
ภูมิลำเนา บ้านเลขที่ 13/2 หมู่ 4 ตำบลโนนเหล็ก อำเภอเมือง
จังหวัดอุทัยธานี 61000

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนอนุศิษย์วิทยา	จังหวัดอุทัยธานี
มัธยมศึกษา	โรงเรียนอุทัยวิทยาคม	จังหวัดอุทัยธานี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคอุทัยธานี	จังหวัดอุทัยธานี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคอุทัยธานี	จังหวัดอุทัยธานี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาวิศวกรรมวิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.	

ความสนใจพิเศษ: ดนตรี กีตาร์ เปียโน และร้องเพลง

คติพจน์ เสียงดนตรียังอยู่ในหัวใจของคนทุกชนชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล	นายวรุฒิ เหล่าพิเชษฐกุล
วัน เดือน ปีเกิด	18 มกราคม พ.ศ. 2528
ภูมิลำเนา	บ้านเลขที่ 1 หมู่ 1 ตำบลย่านตาขาว อำเภอย่านตาขาว จังหวัดตรัง 92140
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนจินตรังษี จังหวัดตรัง
มัธยมศึกษา	โรงเรียนย่านตาขาวรัฐชนูปถัมภ์ จังหวัดตรัง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคตรัง จังหวัดตรัง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคตรัง จังหวัดตรัง
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุวิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
ความสนใจพิเศษ	บาสเกตบอลและเทเบิลเทนนิส
คติพจน์	รักอยากจะมีชีวิต จงรู้จักชีวิตให้ดีพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้