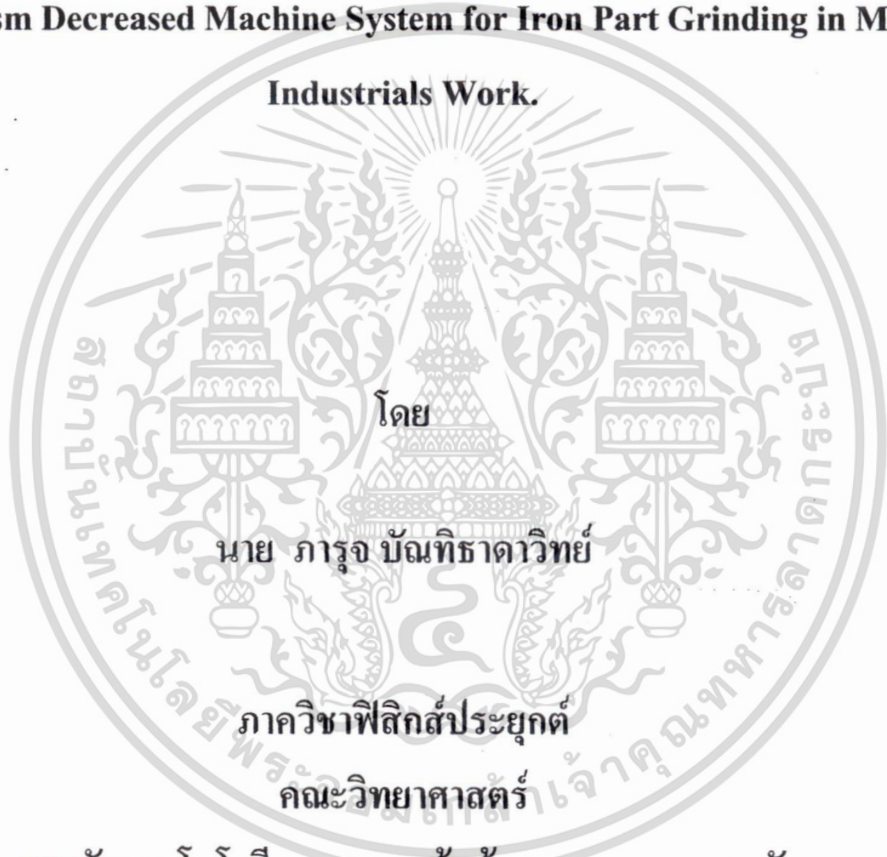


รายงานการวิจัย

เรื่อง

ระบบทำลายสนามแม่เหล็กที่ตกค้างในชิ้นงานเหล็กที่ผ่านการเจียใน
อุตสาหกรรมโลหะ

**Magnetism Decreased Machine System for Iron Part Grinding in Metal
Industrials Work.**



RCH

Qc

766

.m36

ภา 468 ร

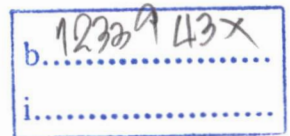
เลขหมู่.....

120188

เลขทะเบียน.....

9 ก.พ. 2555

วัน, เดือน, ปี.....



งานวิจัยนี้ได้รับทุนวิจัยจากทุนวิจัยคณะวิทยาศาสตร์

ประจำปีงบประมาณ 2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์และขอบเขตของงานวิจัย	1
1.3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 การทำลายสภาพแม่เหล็กด้วยการอบคืนตัวด้วยอุณหภูมิที่สูงกว่าอุณหภูมิวิกฤต	3
2.2 การทำลายสภาพแม่เหล็กด้วยการเคาะชิ้นงานด้วยของแข็ง	4
2.3 การทำลายสภาพแม่เหล็กด้วยการชุบแข็งด้วยความร้อน	5
2.4 การทำลายสภาพแม่เหล็กด้วยสนามแม่เหล็ก	6
2.4.1 ส่วนกำเนิดสนามแม่เหล็ก	7
2.4.2 วงจร RLC ให้เกิดการกำทอนที่ความถี่ 50 Hz	8
2.4.3 วงจรจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ	9
บทที่ 3 การออกแบบระบบและผลการทดลอง	11
3.1 การออกแบบส่วนกำเนิดสนามแม่เหล็ก	11
3.2 การออกแบบ RLC ให้เกิดการกำทอนที่ความถี่ 50 Hz	19
3.3 การออกแบบวงจรจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ	21
3.4 การทดสอบระบบ	24
3.5 การทดสอบระบบ	26
3.6 วิเคราะห์การทดสอบระบบ	29
บทที่ 4 วิเคราะห์และสรุปผล	30
4.1 สรุปผลการทดลอง	30
4.2 ข้อเสนอแนะ	30
เอกสารอ้างอิง	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย

แม้ว่าในปัจจุบันนี้จะมีเทคโนโลยีที่สามารถช่วยแก้ปัญหาในอุตสาหกรรมงานโลหะมากมาย หนึ่งในปัญหาของอุตสาหกรรมโลหะคือการเกิดสนามแม่เหล็กตกค้างภายในชิ้นงานเนื่องจากการใช้เครื่องเจียรผิวหน้าโลหะ ปัญหาดังกล่าวเกิดจากการที่เครื่องเจียรผิวหน้าโลหะจะใช้สนามแม่เหล็กเหนียวทำให้ชิ้นงานเกิดสภาพแม่เหล็กเพื่อที่จะสามารถยึดชิ้นงานที่เป็นเหล็กให้ติดกับแท่นเจียร ทำให้ชิ้นงานเหล็กที่ได้ทำการเจียรเกิดสภาพแม่เหล็กตกค้างภายในชิ้นงาน ดังนั้นเมื่อนำชิ้นงานที่ผ่านงานเจียรมาใช้งาน โดยไม่ได้ทำการสลายสภาพแม่เหล็ก จะทำให้เกิดปัญหาต่างๆขึ้นจากสนามแม่เหล็กจากชิ้นงานอาทิเช่น

- การวัดขนาดชิ้นงานที่ผิดพลาดเนื่องจากสนามแม่เหล็กรบกวนเครื่องวัดแบบดิจิตอล
- การเคลื่อนที่ของชิ้นงานขัดข้องเนื่องจากความผิดของชิ้นงานจากการเหนียวนำโลหะของสนามแม่เหล็กที่ตกค้าง
- การเหนียวนำชิ้นงานเหล็กแผ่นในงานขึ้นรูปโลหะจากหัวแม่พิมพ์ที่ผ่านงานเจียร
- การเสียสภาพเชิงกลของวัสดุเนื่องจากการแก้ปัญหาสนามแม่เหล็กตกค้างที่ไม่เหมาะสม

การแก้ปัญหาของภาคอุตสาหกรรมในปัจจุบันนี้สามารถทำได้ด้วยวิธีที่ค่อนข้างยุ่งยาก โดยที่บางวิธีเป็นวิธีที่ประหยัดแต่ไม่เหมาะสม และบางวิธีที่มีประสิทธิภาพก็มีราคาต้นทุนที่สูง ซึ่งมีวิธีการจัดการกับชิ้นงานที่มีสนามแม่เหล็กตกค้าง ด้วยวิธีการทำลายสภาพแม่เหล็ก (Demagnetization) ซึ่งการ Demagnetization เป็นการทำการจัดเรียงไดโพลโมเมนต์ของวัสดุแม่เหล็กให้เสียความเป็นระเบียบดังรูปที่ 1 และรูปที่ 2 ซึ่งจะเป็นการทำลายสภาพแม่เหล็กของวัสดุนั้นๆ มีผลทำให้อำนาจความเป็แม่เหล็กของวัสดุนั้นๆลดลงและหายไปด้วย การ Demagnetization

1.2 วัตถุประสงค์และขอบเขตของงานวิจัย

- 1.2.1 สร้างระบบทำลายสภาพแม่เหล็ก (Demagnetizer) เพื่อลดการนำเข้าและลดต้นทุนการผลิตหัวแม่พิมพ์ขึ้นรูปโลหะแผ่น
- 1.2.2 ทราบความสัมพันธ์ของการออกแบบวงจรไฟฟ้าที่ใช้ในระบบระบบทำลายสภาพแม่เหล็ก
- 1.2.3 ทราบความสัมพันธ์ของสนามแม่เหล็กกับการทำลายสภาพแม่เหล็กภายในชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 วิธีการดำเนินงานวิจัย

1.3.1 ศึกษาทฤษฎีต่างๆที่ใช้การส่วนต่างๆของระบบเพิ่มเติม

1.3.1.1 ในส่วนของการทำงานลายสภาพแม่เหล็ก

1.3.1.2 ในส่วนของระบบที่มีจำหน่ายในปัจจุบัน

1.3.1.3 ในส่วนของวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

1.3.2 ออกแบบส่วนต่างๆของระบบ

1.3.2.1 ออกแบบแท่นวางชิ้นงานและระบบการทำงานลายสภาพแม่เหล็กดังรูปที่ 2

1.3.2.2 ออกแบบวงจรไฟฟ้าและวงจรอิเล็กทรอนิกส์

1.3.2.3 ออกแบบระบบการวัดค่าสนามแม่เหล็กเพื่อตรวจสอบชิ้นงาน

1.3.3 จัดหาอุปกรณ์ที่จะต้องทำตามได้ออกแบบไว้

1.3.4 สร้างชิ้นส่วนต่างๆที่ต้องทำตามได้ออกแบบไว้

1.3.5 ประกอบชิ้นส่วนต่างๆเข้าเป็นระบบ

1.3.6 ทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน และปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน โดยนำชิ้นงานที่ได้จากเจริย และมีสนามแม่เหล็กค้ำอยู่มาวัดค่าความเข้มสนามทั้งก่อนและหลังทำการ Demagnetization

1.3.7 วิเคราะห์ผลการทดลองและหาประสิทธิภาพ โดยการเปรียบเทียบความแตกต่างของความเข้มสนามแม่เหล็กเหลืออยู่หลังจากการทำ Demagnetization ด้วยระบบที่ออกแบบไว้

1.3.8 สรุปหลักการและรายงานผล ตามระเบียบวิธีวิจัย

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

1.4.1 ได้ระบบที่สามารถทำลายสภาพแม่เหล็กของชิ้นงานที่เกิดสภาพแม่เหล็กจากงานเจริยโลหะ

1.4.2 ลดการนำเข้าเครื่องมือของภาคอุตสาหกรรม

1.4.3 ลดเวลาในการผลิตชิ้นงาน

1.4.4 ลดการใช้พลังงานในกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 การทำลายสภาพแม่เหล็กด้วยการอบคืนตัวด้วยอุณหภูมิที่สูงกว่าอุณหภูมิวิกฤต

การอบคืนตัวเป็นการทำให้ชิ้นงาน โลหะมีความเค้นตกค้างลดลง ผลคือชิ้นงาน โลหะนั้นๆจะมีความแข็งแรงลดลง แต่มีความยืดหยุ่นมากขึ้น โดยที่อุณหภูมิที่ใช้จะต้องมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิที่ทำให้ความเค้นตกค้างลดลงแต่ต้องไม่มากกว่าอุณหภูมิที่ทำให้ชิ้นงาน โลหะเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของของแข็ง ผลของอุณหภูมิจะทำให้การจัดเรียงตัวของไดโพล โมเมนต์แม่เหล็กจัดเรียงตัวแบบ ไม่เป็นระเบียบ ซึ่งจะส่งผลให้ชิ้นงานมีสนามแม่เหล็กตกค้างลดลงมาก

ข้อดีของวิธีนี้

- ผิวของชิ้นงานไม่เสียหาย
- หลังจากจบกระบวนการสามารถลดความเค้นตกค้างของชิ้นงานได้
- สนามแม่เหล็กหมด ไปจากชิ้นงาน
- เตาอบสามารถใช้กับงานอบ โลหะอื่นๆได้

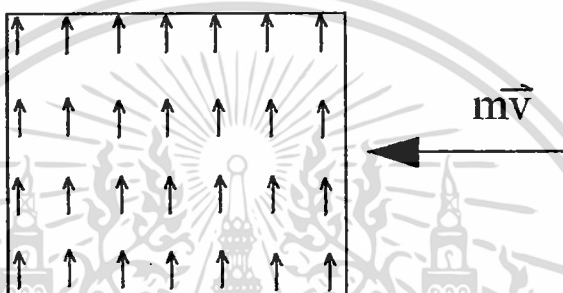
ข้อเสียของวิธีนี้คือ

- ใช้พลังงานความร้อนสูง
- ใช้ก๊าซเฉื่อยในการควบคุมปริมาณออกไซด์ที่จะเกิดที่ผิว โลหะเป็นจำนวนมาก
- ใช้เวลานาน
- เสียสภาพความแข็งของชิ้นงาน ซึ่งทำให้ต้องทำการชุบแข็งใหม่อีกรอบ
- ผู้ปฏิบัติการต้องชำนาญ
- ไม่เหมาะสมกับชิ้นงานขนาดใหญ่หลายๆ
- เหมาะสมกับชิ้นงานจำนวนมากๆ
- เตาอบมีราคาสูง

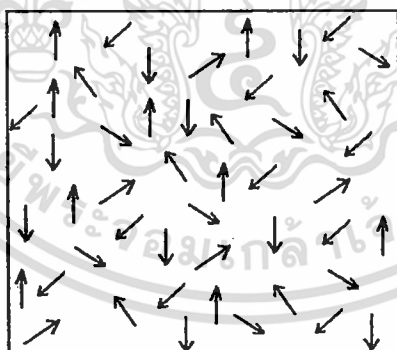
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การทำลายสภาพแม่เหล็กด้วยการเคาะชิ้นงานด้วยของแข็ง

การเคาะชิ้นงานด้วยของแข็งเป็นวิธีที่จะทำลายสภาพแม่เหล็กที่มีการบวนการที่ง่ายที่สุด ซึ่งสามารถกระทำได้โดยการใช้ของแข็งเคาะหรือกระทบเข้าไปที่ชิ้นงานอย่างรุนแรงในทิศทางตั้งฉากกับทิศทางการจัดเรียงตัวของไดโพล โมเมนต์แม่เหล็กของชิ้นงานดังรูปที่ 2.1 การเคาะหรือกระทบชิ้นงานอย่างรุนแรงนี้จะทำให้การจัดเรียงตัวของไดโพล โมเมนต์ของชิ้นเสียความเป็นระเบียบส่งผลให้สภาพความเป็นแม่เหล็กลดลงดังรูปที่ 2.2 แต่ไม่พอที่เท่ากับวิธีอื่นเนื่องจากคลื่นการสั่นสะเทือนนี้เกิดขึ้นไม่สม่ำเสมอทั่วชิ้นงาน และยังมีพลังงานน้อยกว่าพลังงานที่ใช้ในการสลายการจัดเรียงตัวของไดโพล โมเมนต์แม่เหล็ก วิธีนี้จึงเป็นวิธีที่ได้ผลน้อยที่สุด



รูปที่ 2.1 การใช้ของแข็งเคาะหรือกระทบเข้าไปที่ชิ้นงานอย่างรุนแรงในทิศทางตั้งฉากกับทิศทางการจัดเรียงตัวของไดโพล โมเมนต์แม่เหล็กของชิ้นงาน



รูปที่ 2.2 การจัดเรียงตัวของไดโพล โมเมนต์ของชิ้นเสียความเป็นระเบียบ

ข้อดีของวิธีนี้

- อุปกรณ์หาง่าย
- กระบวนการง่ายสะดวกต่อการปฏิบัติงาน
- ผิวของชิ้นงานไม่เสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของกรมการศึกษานานาชาติ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสียของวิธีนี้คือ

- ใช้เวลานาน
- ไม่เหมาะสมกับชิ้นงานขนาดใหญ่หลายๆ
- ไม่เหมาะสมกับชิ้นงานจำนวนมากๆ
- ผิวของชิ้นงานเกิดการเสียหาย
- สนามแม่เหล็กลดความเข้มลงไม่มาก
- ต้องใช้แรงงานคนในปฏิบัติงานตลอดกระบวนการ

2.3 การทำลายสภาพแม่เหล็กด้วยการชุบแข็งด้วยความร้อน

เป็นการนำชิ้นงานโลหะที่มีสภาพแม่เหล็ก ไปเผาด้วยไฟโดยตรง แล้วจะทำให้เย็นตัวอย่างรวดเร็วด้วยน้ำยาชุบแข็งหรือน้ำมัน ผลของอุณหภูมิจากการเผาจะทำให้การจัดเรียงตัวของ ไดโพลโมเมนต์แม่เหล็กจัดเรียงตัวแบบไม่เป็นระเบียบ ซึ่งจะส่งผลให้ชิ้นงานมีสนามแม่เหล็กตกค้างที่ผิวของชิ้นงานลดลงมาก

ข้อดีของวิธีนี้

- อุปกรณ์หาง่าย
- กระบวนการง่ายสะดวกต่อการปฏิบัติงาน
- ผิวของชิ้นงานไม่เสียหาย

ข้อเสียของวิธีนี้คือ

- ใช้พลังงานความร้อนสูงจากเชื้อเพลิง
- อาจเกิดออกไซด์ที่ผิวโลหะของชิ้นงาน
- ความไม่แน่นอนของกระบวนการสูง ควบคุมตัวแปรยาก
- ต้องใช้แรงงานคนในปฏิบัติงานตลอดกระบวนการ
- ผู้ปฏิบัติการต้องมีความชำนาญ
- ไม่เหมาะสมกับชิ้นงานขนาดใหญ่หลายๆ
- เหมาะสมกับชิ้นงานจำนวนมากๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การทำลายสภาพแม่เหล็กด้วยสนามแม่เหล็ก

เป็นการนำชิ้นงานที่มีสภาพแม่เหล็กไปวางไว้บนเครื่องกำเนิดสนามแม่เหล็กที่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้มสนามแม่เหล็กและทิศทางของสนามกับเวลา โดยที่มีความเข้มสนามแม่เหล็กสูงกว่าความเข้มสนามแม่เหล็กของชิ้นงานโลหะ สนามแม่เหล็กจากเครื่องกำเนิดสนามแม่เหล็กที่จะไปทำลายการจัดเรียงตัวของโด โป โมเมนต์แม่เหล็กที่จัดเรียงตัวแบบเป็นระเบียบ ให้จัดเรียงตัวแบบไม่เป็นระเบียบ ซึ่งจะส่งผลให้ชิ้นงานมีสนามแม่เหล็กตกค้างลดลง ซึ่งเครื่องกำเนิดสนามแม่เหล็กนี้ต้องมีวงจรปรับจ่ายกระแสสลับและชุดควบคุมการหน่วงกระแสจึงจะสามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์

ข้อดีของวิธีนี้

- ไม่ทำลายสมบัติเชิงกลของความแข็งกับชิ้นงาน
- ประหยัดเวลามากเนื่องจากใช้เวลาในการล้างสนามประมาณ 5-20 วินาที
- ประหยัดค่าใช้จ่ายของกระบวนการ
- ผิวของชิ้นงาน ไม่เสียหาย
- เหมาะสมกับชิ้นงานทุกขนาด
- เหมาะสมกับชิ้นงานจำนวนมากและน้อยก็ได้

ข้อเสียของวิธีนี้คือ

- ตัวเครื่องมีราคาแพงเนื่องจากต้องนำเข้าจากต่างประเทศ
- ต้องมีวงจรควบคุมจึงจะสามารถใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากวิธีที่กล่าวมาทั้งหมดพบว่าวิธีการทำลายสภาพแม่เหล็กด้วยสนามแม่เหล็กนั้น เป็นวิธีที่น่าสนใจมาก เนื่องจากระบบของการสร้างสนามแม่เหล็กแบบเปลี่ยนแปลงความเข้มและทิศทางตามเวลานั้นสามารถสร้างได้หลักการทางฟิสิกส์ของสนามแม่เหล็กตามกฎของฟาราเดย์และแอมแปร์ ส่วนการสร้างวงจรหน่วงกระแสซึ่งประสิทธิภาพมีผลต่อการแถมปีกระแสเพื่อลดความเข้มสนามแม่เหล็กจากการทำลายการจัดเรียงตัวของโด โป โมเมนต์แม่เหล็กของชิ้นงานก็สามารถสร้างได้จากหลักการทางไฟฟ้ากระแสสลับเรื่องวงจร RLC ได้ ดังนั้นถ้าระบบนี้ถูกพัฒนาให้มีราคาถูกกว่าราคาเครื่องที่นำเข้ามาถึงจะสามารถลดการนำเข้าเครื่องมือจากต่างประเทศได้ โดยส่วนประกอบและหลักการของเครื่องทำลายสภาพแม่เหล็กด้วยสนามแม่เหล็กมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

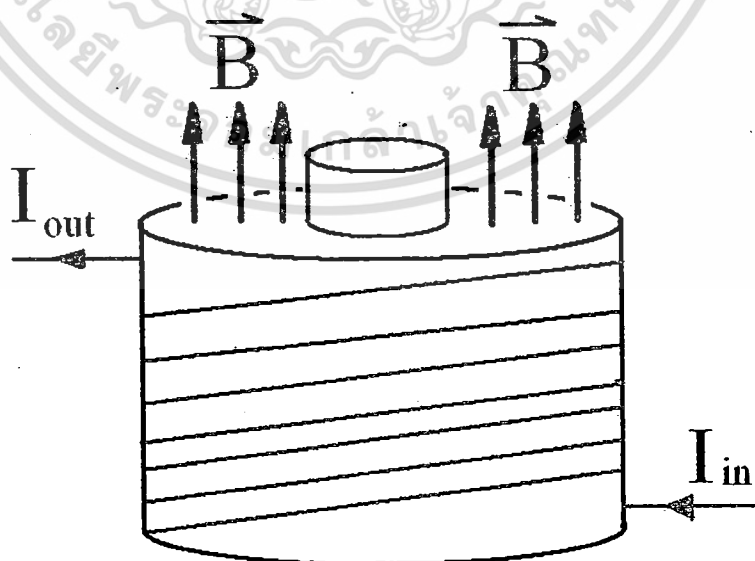
2.4.1 ส่วนกำเนิดสนามแม่เหล็ก

ส่วนกำเนิดสนามแม่เหล็กนี้อาศัยหลักการสร้างสนามแม่เหล็กจากขดลวดเหนี่ยวนำที่พันรอบแกนเหล็กอ่อน ตามกฎของแอมแปร์ เมื่อมีกระแสไหลลงในขดลวดก็จะเกิดสนามแม่เหล็กที่ทิศทางพุ่งออกจากระนาบของหน้าตัดของขดลวดตามกมือขวา โดยที่ความเข้มสนามแม่เหล็กจะแปรผันตามปริมาณกระแสที่ไหลในขดลวด, ขนาดของพื้นที่หน้าตัดของขดลวด, จำนวนรอบของขดลวด และค่าการยอมให้สนามแม่เหล็กผ่านได้ของวัสดุที่ใช้ที่แกนหลักที่ขดลวดพันอยู่ ดังความสัมพันธ์ต่อไปนี้

$$\bar{B} = \frac{\mu_m IN}{2r}$$

- โดยที่ \bar{B} คือค่าความเข้มสนามแม่เหล็ก
 μ_m คือค่าการยอมให้สนามแม่เหล็กผ่านได้ของวัสดุที่ใช้ที่แกนหลักที่ขดลวดพันอยู่
 I คือปริมาณกระแสที่ไหลในขดลวด
 N คือจำนวนรอบของขดลวด
 r คือรัศมีของขดลวดซึ่งส่งผลต่อขนาดของพื้นที่หน้าตัดของขดลวด

โดยที่ชิ้นงาน โลหะที่วางอยู่บนแกนเหล็กอ่อนดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ชิ้นงาน โลหะที่วางอยู่บนแกนเหล็กอ่อนที่มีขดลวดพันอยู่บนแกนโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 วงจร RLC ให้เกิดการกำทอนที่ความถี่ 50 Hz

วงจร RLC ให้เกิดการกำทอนที่ความถี่ 50 Hz เพื่อให้สะดวกในการทำงานกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับทั่วไป ในงานนี้จะเป็นการสร้างวงจรที่มีค่าความจุประจุไฟฟ้าสัมพันธ์กับค่าความเหนี่ยวนำของขดลวด ซึ่งถ้าหากค่าความต้านทานแฝงเนื่องจากค่าความเหนี่ยวนำและค่าความต้านทานแฝงเนื่องจากค่าความจุไฟฟ้ามีค่าเท่ากันจะทำให้เกิดการกำทอนในวงจรแต่งานนี้ต้องการให้เกิดการหน่วงกระแส ดังนั้นจึงต้องค่าความต้านทานแฝงในวงจรเนื่องจากค่าความเหนี่ยวนำในวงจรมีค่ามากกว่าค่าความต้านทานแฝงเนื่องจากค่าความเหนี่ยวนำดังรูปที่

2.4



ซึ่งมีความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ดังนี้

$$Z = [R^2 + (X_L^2 + X_C^2)]^{\frac{1}{2}}$$

โดยที่

$$X_L = 2\pi fL$$

และ

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

โดยที่

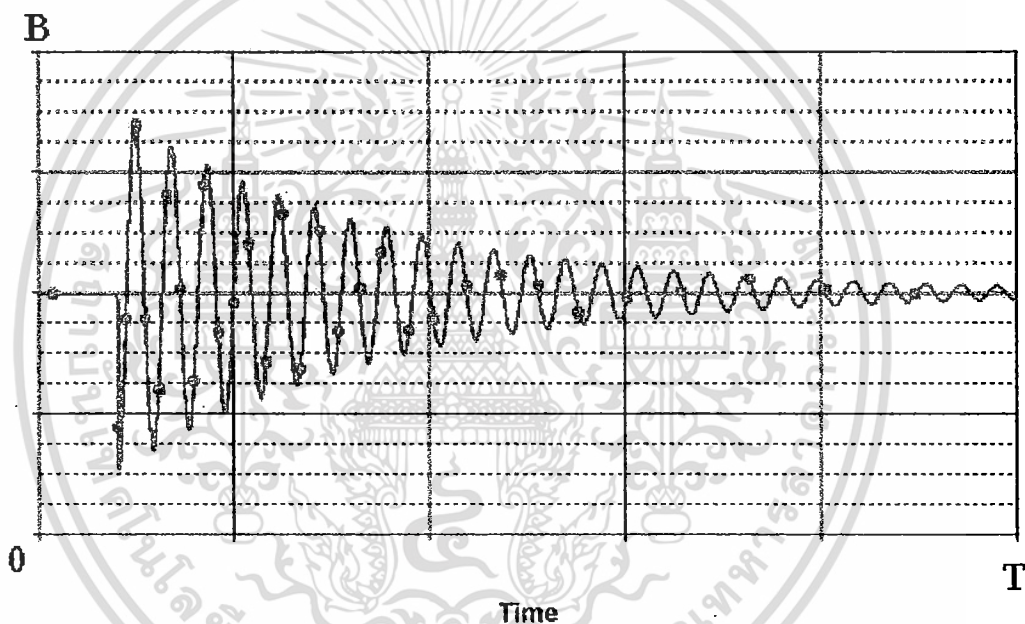
R เป็นค่าความต้านทานของลวด

X_L เป็นค่าความต้านทานเนื่องจากค่าความจุประจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- X_c เป็นค่าความต้านทานเนื่องจากค่าความเหนี่ยวนำของขดลวด
 L เป็นค่าความเหนี่ยวนำของขดลวด
 C เป็นค่าความจุประจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ
 f เป็นค่าความถี่ของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวด

ดังนั้นเมื่อต่อวงจรหน่วงกระแสเข้ากับส่วนกำเนิดสนามแม่เหล็กแล้วจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับแบบพัลส์ให้กับเครื่องกำเนิดสนามแม่เหล็ก การหน่วงกระแสทำให้การเปลี่ยนแปลงแอมพลิจูดของสนามแม่เหล็กค่อยๆลดลงเนื่องความต้านทานภายในวงจร ดังรูปที่ 2.5 ซึ่งจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กที่มีการเปลี่ยนแปลงกับเวลาที่ช้ากว่าไปทำลายการเรียงตัวของไดโพล โมเมนต์ในชิ้นงาน โหละที่วางอยู่บนแกนเหล็กอ่อน

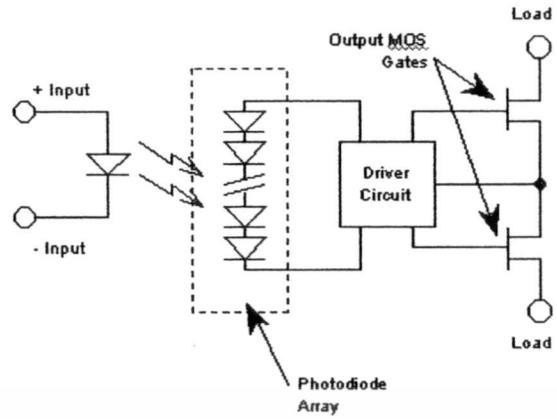
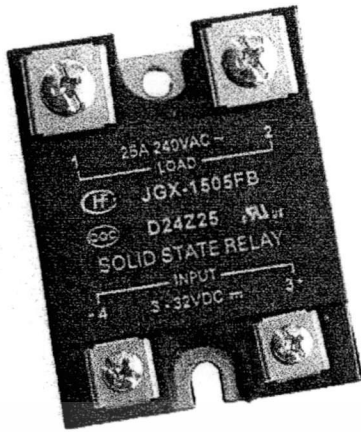


รูปที่ 2.5 การเกิดแอมพลิจูดของสนามแม่เหล็กเนื่องจากหน่วงกระแส

2.4.3 วงจรจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ

วงจรจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับเป็นส่วนที่จ่ายไฟฟ้ากระแสสลับเข้ากับหม้อแปลงไฟฟ้าโดยในตอนนี้จะมีวงจรภาคควบคุมกำลังไฟฟ้าที่จะจ่ายให้กับระบบ ซึ่งจะใช้ Solid State Relay ในการควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าไฟฟ้าดังรูปที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ดั่งรูปที่ 2.6 Solid State Relay และวงจรเสมือน



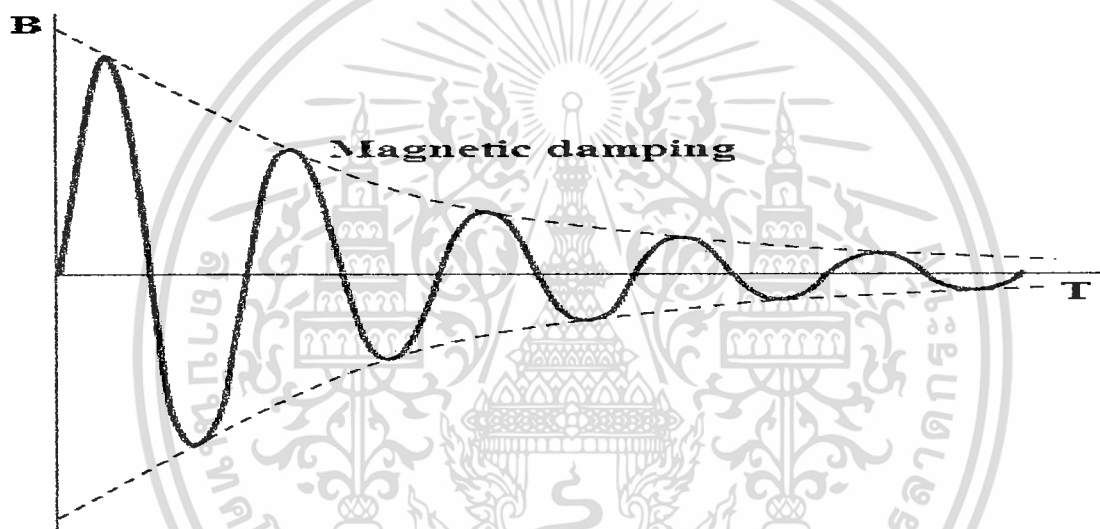
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบระบบและผลการทดลอง

3.1 การออกแบบส่วนกำเนิดสนามแม่เหล็ก

ในการออกแบบสำหรับสร้างสนามแม่เหล็กเพื่อทำลายสภาพแม่เหล็กของชิ้นงานที่เกิดสภาพแม่เหล็กจากงานเจียโลหะจะออกแบบเพื่อสร้างสนามแม่เหล็กที่มีแอมพลิจูดกว้าง ไปทางซ้ายเหนือและใต้แบบขึ้นกับเวลา และลดทอนความเข้มลงตามลำดับ(เดมปี) ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 การลดทอนความเข้มสนามแม่เหล็กที่สัมพันธ์กับเวลา

โดยขดลวดทองแดงเคลือบฉนวนไฟฟ้าสามชั้น(ลวดอาบนํ้ายา)เพื่อป้องกันการลัดวงจรระหว่างเส้นลวดทองแดง โดยทั่วไปในการออกแบบจะทำการออกแบบแกนเหล็กอ่อนทั้งแบบแกนเดี่ยวที่จะเกิดกระแสเอ็ดดี้ที่ทำให้เกิดการสูญเสียสนามแม่เหล็กภายในแกนเหล็กอ่อนและทำให้เกิดการกลับขั้วของสนามแม่เหล็กช้าแต่ราคาถูกลง และแกนเหล็กอ่อนแบบที่เป็นแผ่นซ้อนกันหลายๆชั้นเพื่อลดการสูญเสียจากกระแสเอ็ดดี้ที่จะทำให้แอมพลิจูดของสนามมีค่าสูงและทำให้เกิดการกลับขั้วของสนามแม่เหล็กช้าแต่ราคาสูง ซึ่งในงานวิจัยนี้จะเลือกใช้แบบแกนเหล็กอ่อนแบบที่เป็นแผ่นซ้อนกันหลายๆ โดยที่ผลดังกล่าวมีต่อคุณภาพและราคาต้นทุนของระบบ

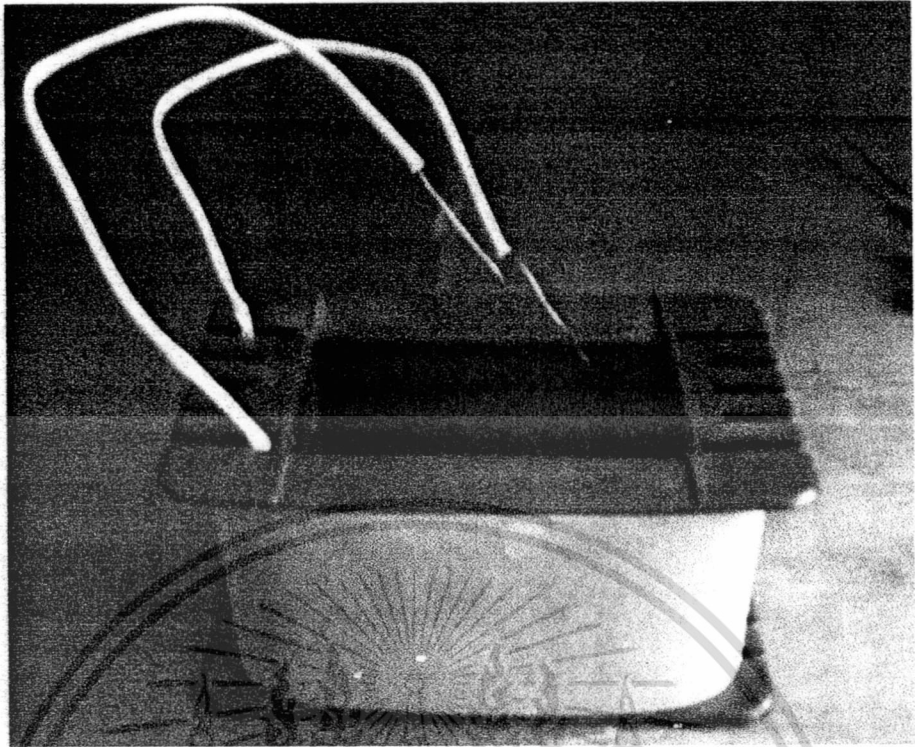
ค่าความเข้มสนามแม่เหล็กของส่วนกำเนิดสนามแม่เหล็กที่ต้องการจะควรมีค่ามากที่สุดเพื่อให้สามารถทำลายสนามแม่เหล็กที่ตกค้างในชิ้นงานได้ทุกระดับความเข้ม แต่ไม่ควรมีค่าสนามแม่เหล็กต่ำกว่า 0.15 เทสลา ซึ่งค่าความเข้มนี้จะขึ้นอยู่กับขนาดของขดลวดทองแดงที่ใช้, จำนวนรอบของขดลวด, ขนาดพื้นที่หน้าตัดของขดลวด, และค่าการยอมให้สนามแม่เหล็กซึมผ่านได้ของวัสดุที่ใช้ในการทำแกนเหล็กอ่อน ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้ขดลวดไม่วาร์ณิดทุกทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งหมด 7 ขนาด พันเข้ากันแกนพลาสติกที่ใช้สำหรับพันหม้อแปลงขนาดมาตรฐานเบอร์ 152.4 mm X 100 mm ที่มีขายทั่วไปตามท้องตลาด ซึ่งจะทำให้การพันเข้าไปกับแกนพลาสติกดังกล่าวจนเต็มแกนแล้วนับจำนวนรอบที่ได้พันเข้าไป ดังตารางที่ 3.1

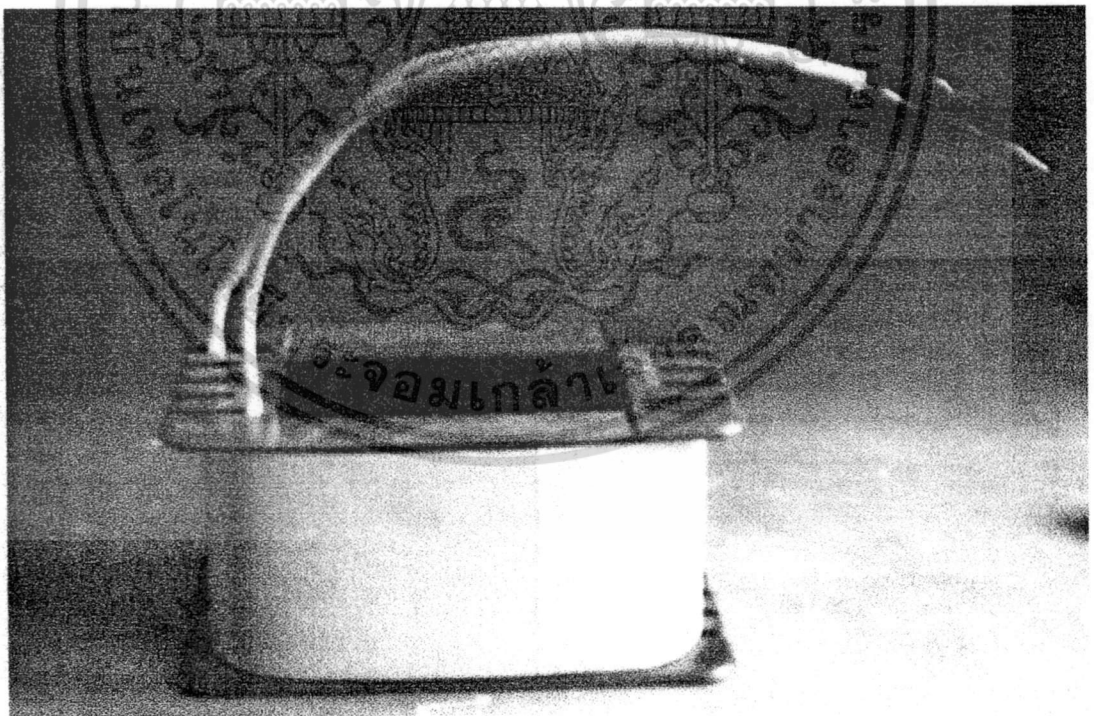
ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงคุณสมบัติของขดลวดทองแดงที่ออกแบบ

ขนาดลวดทองแดง		จำนวนรอบ	ความต้านทาน Ω	น้ำหนักลวดทองแดง kg
เบอร์	เส้นผ่านศูนย์กลาง mm			
17	1.828	624	11.32	2.71
19	1.061	1040	16.34	2.92
21	0.812	1580	20.82	2.84
23	0.610	1937	26.76	2.85
25	0.506	2374	31.14	2.91
27	0.406	2568	45.22	3.15
29	0.345	2712	57.78	3.04

จากตารางที่ 3.1 จะพบว่าเมื่อลดขนาดของขดลวดทองแดงจำนวนรอบที่พันเข้าไปกับแกนพลาสติกจะมีจำนวนเพิ่มขึ้น เนื่องจากขนาดเส้นลวดเล็กลงทำให้ลวดทองแดงสามารถเรียงตัวได้ชิดกันมากขึ้น และทำให้ช่องว่างอากาศเล็กลง ส่งผลให้น้ำหนักและความต้านทานมากขึ้นด้วย ซึ่งได้แสดงตัวอย่างขดลวดเหนียวของส่วนให้กำเนิดสนามแม่เหล็กดังรูปที่ 3.2-3.8

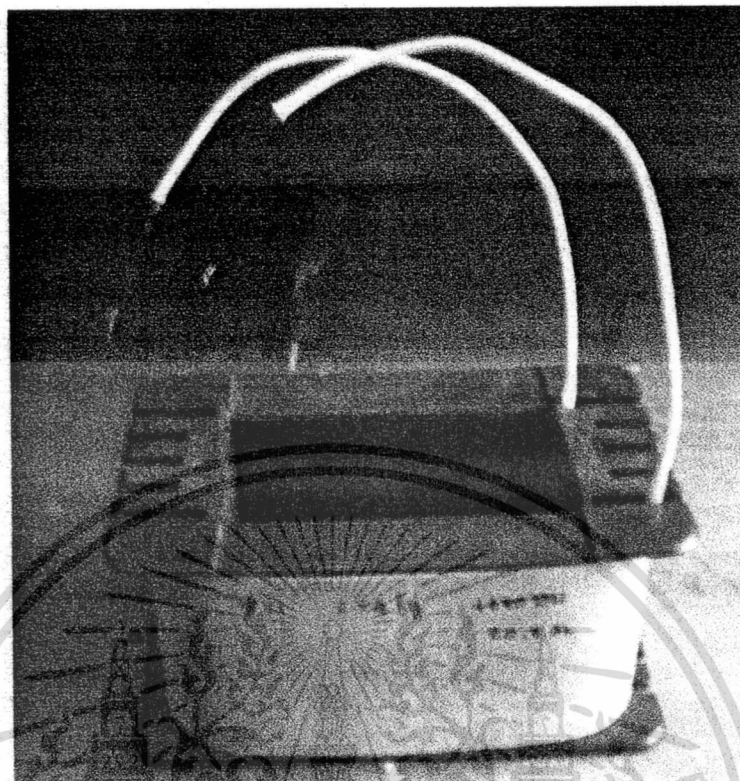


รูปที่ 3.2 ขดลวดทองแดงเบอร์ 17

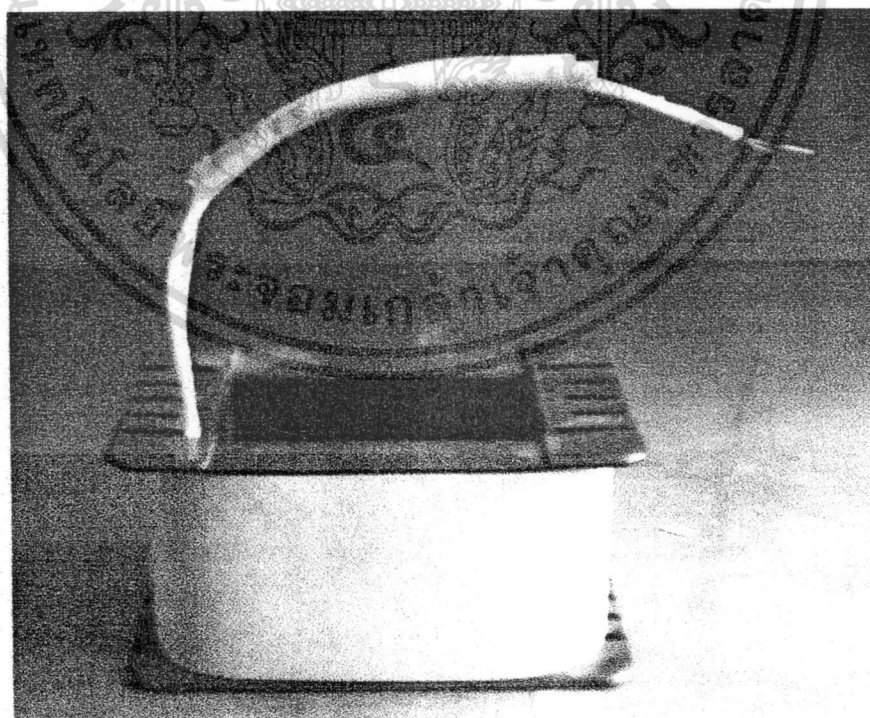


รูปที่ 3.3 ขดลวดทองแดงเบอร์ 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

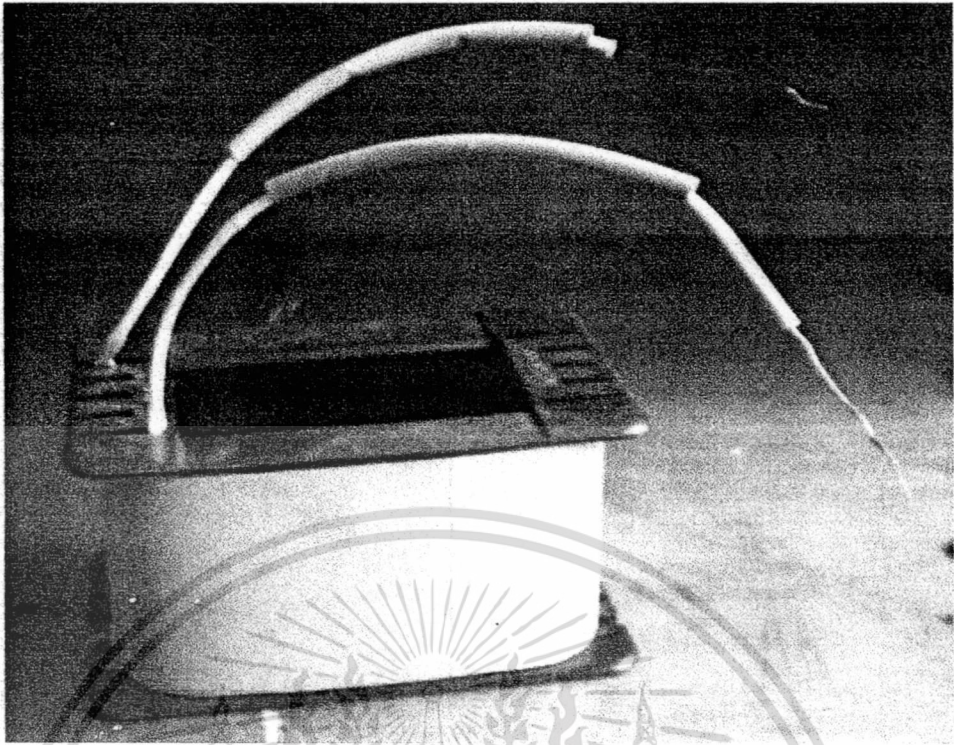


รูปที่ 3.4 ขดลวดทองแดงเบอร์ 21

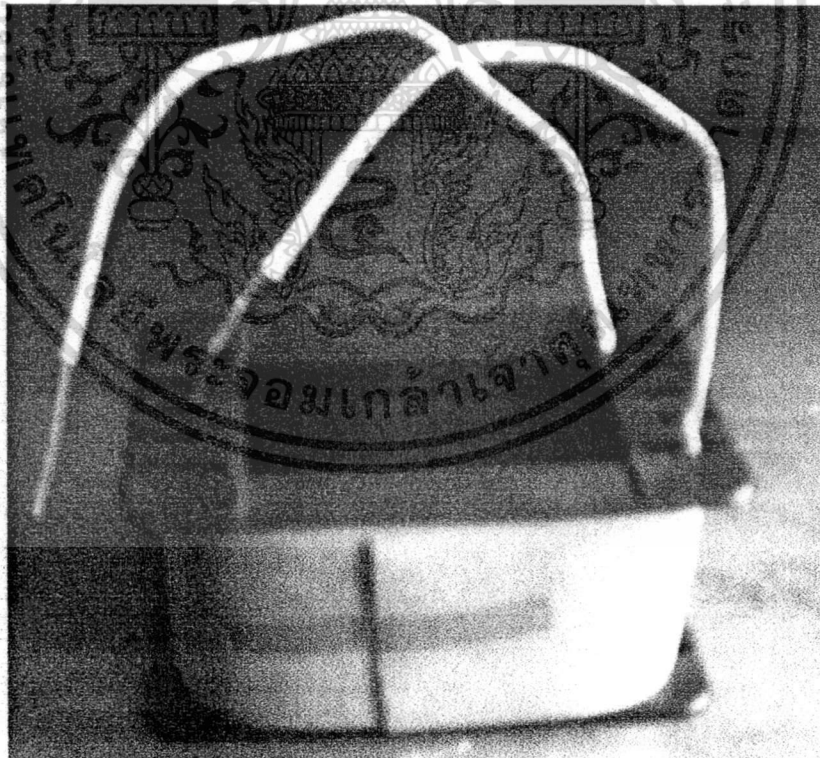


รูปที่ 3.5 ขดลวดทองแดงเบอร์ 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

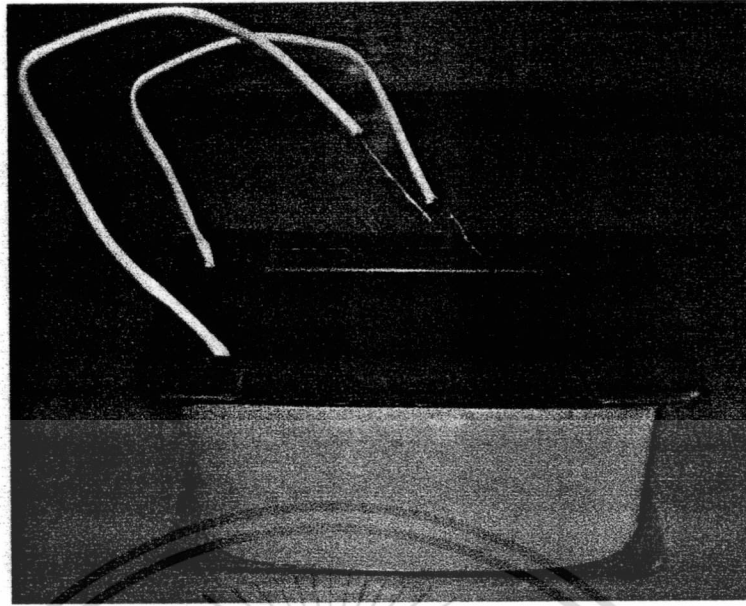


รูปที่ 3.6 ขดลวดทองแดงเบอร์ 25



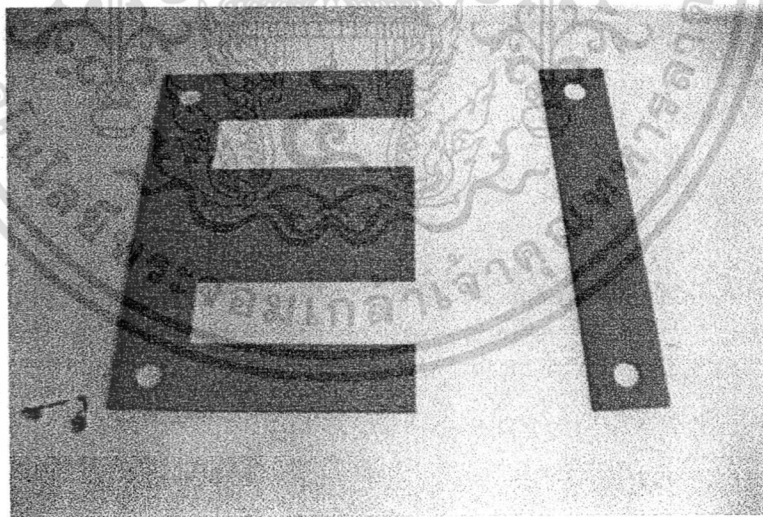
รูปที่ 3.7 ขดลวดทองแดงเบอร์ 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



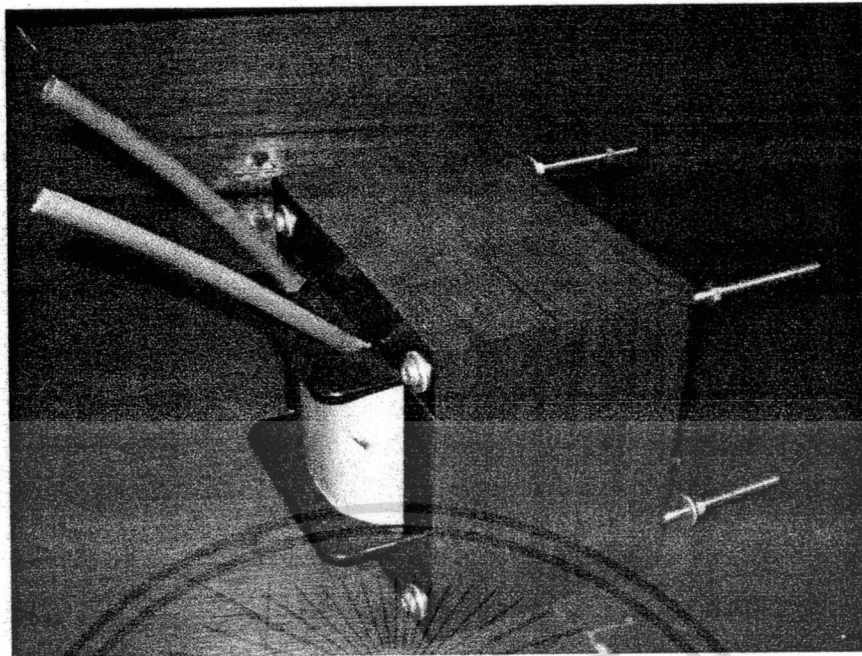
รูปที่ 3.8 ขดลวดทองแดงเบอร์ 29

ขั้วเหล็กอ่อนที่ใส่เข้าไปเพื่อใช้เป็นตัวกลางในการส่งสนามแม่เหล็กจากขดลวดไปยังชิ้นงานที่ต้องการ
ทำลายสนามแม่เหล็กที่ตกค้างจะใช้แกนพันหม้อแปลง EI ที่มีคุณสมบัติตอบสนองความถี่ที่ 50 Hz
โดยมีค่าความการยอมให้สนามแม่เหล็กผ่านได้เท่ากับ $2000 \mu_0$ และหนา 0.4 mm. แสดงดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 แกนพันหม้อแปลง EI

เมื่อประกอบแกน EI เข้ากับขดลวดเหนี่ยวนำแล้วพบว่าต้องใช้แกน EI ทั้งหมด 30 คู่ต่อหนึ่งขด โดย
ใช้นี้อดยาวจำนวน 4 ชุดยึดเพื่อให้แข็งแรงพบว่าส่วนกำเนิดสนามแม่เหล็กที่มีพื้นที่ทำงานขนาด 11.38 x 152.4
mm ดังรูปที่ 3.10 เอกสารนี้เขียนขึ้นเพื่อใช้ในการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 ตัวอย่างส่วนกำเนิดสนามแม่เหล็กที่ได้สร้างขึ้น

เมื่อทำการวัดค่าคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของส่วนกำเนิดสนามแม่เหล็กที่ทำจากขดลวดทองแดงแต่ละชุดด้วยไฟฟ้ากระแสสลับที่แรงดันไฟฟ้า 220 V ความถี่ 50 Hz โดยใช้ขั้วเหล็กอ่อนแบบแกน EI ดังรูปที่ 3.10 พบว่าได้ผลดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของส่วนกำเนิดสนามแม่เหล็ก

เบอร์ขดลวดทองแดง	ค่าความเหนี่ยวนำ Henry	ค่าความต้านทานแฝง ที่ความถี่ 50 Hz (Ω)	กระแสไฟฟ้า A ที่แรงดัน 220 Vac	ค่าสนามความเข้ม สนามแม่เหล็ก Tesla
17	0.073	22.92	6.42	0.354
19	0.142	44.59	3.61	0.297
21	0.367	115.24	1.62	0.233
23	0.591	185.57	1.04	0.176
25	0.904	283.86	0.70	0.119
27	1.157	363.30	0.54	0.086
29	1.632	512.45	0.39	0.054

จากตารางที่ 3.2 จะพบว่าที่แรงดันไฟฟ้า 220 V 50Hz แต่ละขดจะมีกระแสไหลผ่านต่างกันตามขนาดของขดลวดและจำนวนของขดลวดทองแดงที่พันเข้าไป เนื่องจากส่วนกำเนิดสนามแม่เหล็กแต่ละอันมีค่าความต้านทานแฝงที่เกิดจากความเหนี่ยวนำไฟฟ้า และค่าความต้านทานกระแสไฟฟ้าจากเส้นลวดไม่เท่ากัน ส่วนค่าความเข้มฟลักซ์สนามแม่เหล็กที่วัดได้นั้นจะมีความสัมพันธ์กับตัวแปรต่างๆตามทฤษฎีดังสมการ

$$V_{ac} = n \frac{d\phi}{dt}$$

$$I_{ac} Z = n \frac{d\bar{B} \cdot \bar{A}}{dt}$$

โดยที่

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L^2 - X_C^2)}$$

$$I_{ac} \sqrt{R^2 + (X_L^2 - X_C^2)} = n \bar{A} \frac{d\bar{B}}{dt}$$

โดยที่

$$I_{ac} = I_0 \sin(\omega t + \phi)$$

$$\frac{d\bar{B}}{dt} = \frac{[I_0 \sin(\omega t + \phi)] \sqrt{R^2 + (X_L^2 - X_C^2)}}{n \bar{A}}$$

V_{ac} หมายถึงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ

n หมายถึงจำนวนรอบของขดลวดเหนี่ยวนำ

ϕ หมายถึงฟลักซ์สนามแม่เหล็ก

t หมายถึงเวลา

I_{ac} หมายถึงปริมาณกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ

Z หมายถึงความต้านทานรวมภายในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

\bar{B} หมายถึงความเข้มสนามแม่เหล็ก

\bar{A} หมายถึงพื้นที่หน้าตัดของขดลวดเหนี่ยวนำ

R หมายถึงค่าความต้านทานของขดเหนี่ยวนำ

X_L หมายถึงค่าความต้านทานแฝงของเนื่องจากค่าความเหนี่ยวนำขดลวดเหนี่ยวนำ

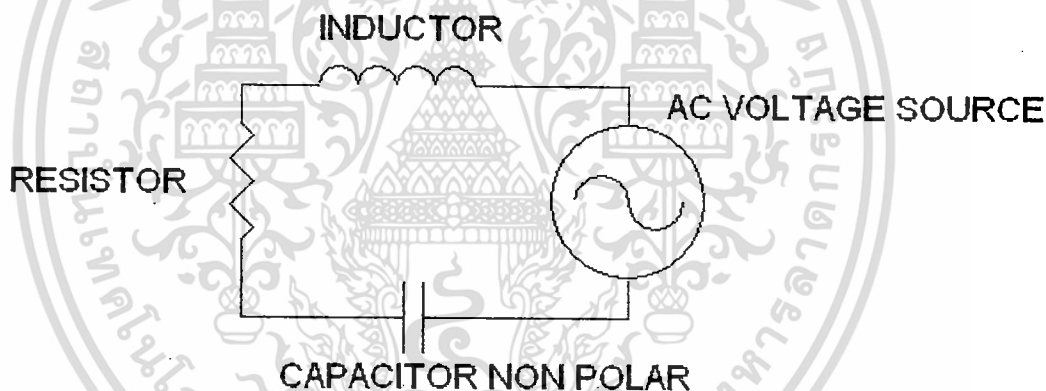
X_C หมายถึงค่าความต้านทานแฝงของเนื่องจากค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ω หมายถึงความถี่เชิงมุมของแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ
- ϕ หมายถึงมุมเฟสของแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ

3.2 การออกแบบ RLC ให้เกิดการกำทอนที่ความถี่ 50 Hz

จากการออกแบบส่วนให้กำเนิดสนามแม่เหล็กด้วยขดลวดทองแดงขนาดต่างๆจะพบว่าส่วนให้กำเนิดสนามแม่เหล็กแต่ละชุดที่สร้างขึ้นมีค่าความเหนี่ยวนำไม่เท่ากัน ทำให้ต้องทำการออกแบบตัวเก็บประจุไฟฟ้าให้มีค่าความจุไฟฟ้าเหมาะสมกับการเกิดการกำทอนไฟฟ้าที่ความถี่ 50 Hz การกำทอนที่ขดลวดเหนี่ยวนำเนื่องจากภาระทางไฟฟ้าของระบบนี้คือขดลวดทองแดงที่พันเข้าแกนเหล็กอ่อนที่ออกแบบมาเพื่อเป็นแหล่งกำเนิดสนามแม่เหล็ก ดังนั้นวงจรนี้จึงประกอบไปด้วย ค่าความเหนี่ยวนำ L , ค่าความต้านทาน R และค่าความจุไฟฟ้า C ต่ออนุกรมกัน เพื่อให้แรงดันไฟฟ้าสูงสุดตกคร่อมที่ R ซึ่งเป็นความต้านทานของเส้นลวดที่ใช้ในการสร้างแหล่งกำเนิดสนามแม่เหล็ก ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 วงจรอนุกรมของ RLC

จากรูปที่ 3.11 เราสามารถคำนวณค่าความจุไฟฟ้าเพื่อให้เกิดการทอนที่ความถี่ 50 Hz ได้จากสมการที่ x โดยที่เมื่อคำนวณค่าความจุไฟฟ้าให้สัมพันธ์กับค่าความเหนี่ยวนำของขดลวดทองแดงของแหล่งกำเนิดสนามแม่เหล็กที่ได้ออกแบบไว้พบว่าได้ค่าความจุไฟฟ้าที่เหมาะสมกับขดลวดแต่ละชุดดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ค่าความจุไฟฟ้าที่เหมาะสมกับขดลวดให้กำเนิดสนามแม่เหล็ก

เบอร์ ลวดทองแดง	ค่าความ เหนี่ยวนำ Henry	ค่าความต้านทานแฝง X_L ที่ความถี่ 50 Hz (Ω)	ค่าความจุไฟฟ้า Farad	ค่าความต้านทานแฝง X_C ที่ความถี่ 50 Hz (Ω)
17	0.073	22.92	1.39E-04	22.92
19	0.142	44.59	7.14E-05	44.59
21	0.367	115.24	2.76E-05	115.24
23	0.591	185.57	1.72E-05	185.57
25	0.904	283.86	1.12E-05	283.86
27	1.157	363.30	8.77E-06	363.30
29	1.632	512.45	6.21E-06	512.45

หลังจากออกแบบค่า C ที่เหมาะสมกับค่าความเหนี่ยวนำของขดลวดทองแดงแล้วพบว่า ตัวเก็บประจุที่มีขายในท้องตลาดไม่มีค่าตรงกับที่คำนวณไว้พอดี จึงทำการจัดหาตัวเก็บประจุที่มีค่าใกล้เคียงกันมาใช้แทนซึ่งหลังจากทำการทดลองต่อเข้ากับขดลวดแต่ละชุดที่คำนวณไว้แล้วทำการทดสอบจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับพบว่า ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 3.4

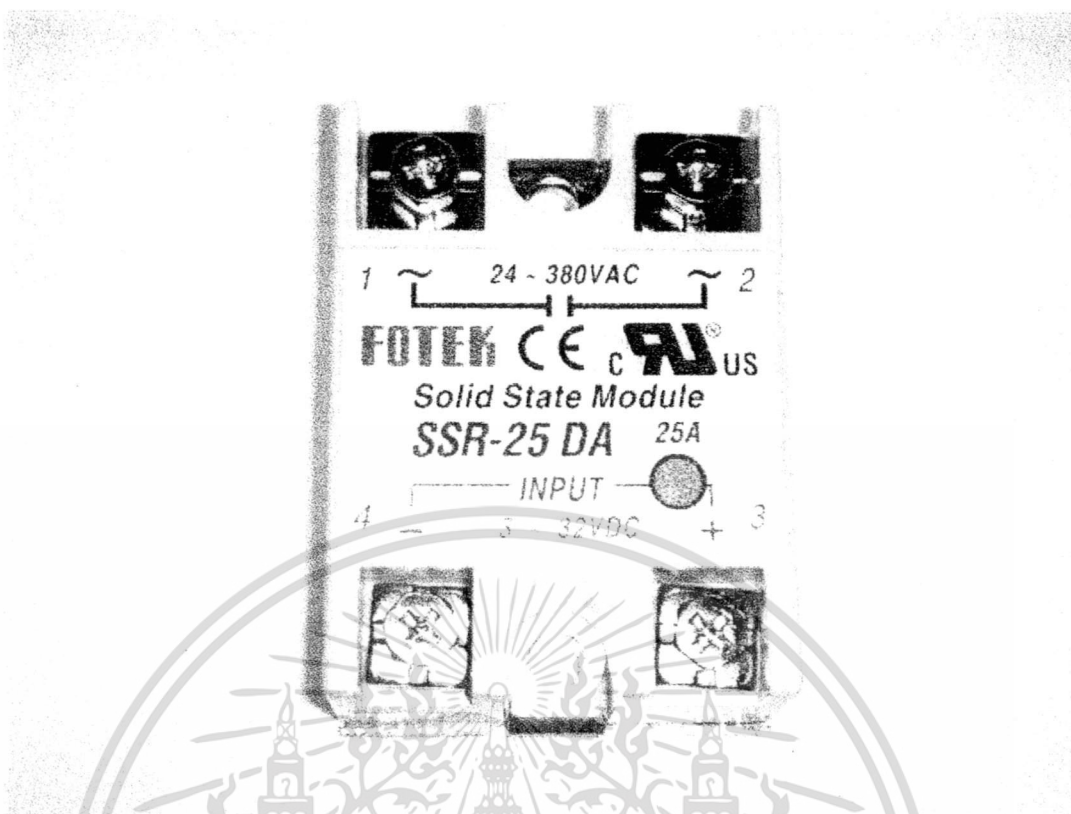
ตารางที่ 3.4 สมบัติทางไฟฟ้าของวงจรส่วนให้กำเนิดสนามแม่เหล็กที่แรงดันไฟฟ้า 220 V, 50 Hz

เบอร์ ลวดทองแดง	ค่าความจุไฟฟ้า Farad	ค่าความต้านทานแฝง X_C ที่ความถี่ 50 Hz (Ω)	ค่าความต้านทาน รวมภายในวงจร Z (Ω)	กระแสไฟฟ้าที่ไหล ภายในวงจร Iac (A)
17	1.50E-04	21.23	1.14E+01	19.22
19	7.20E-05	44.23	1.63E+01	13.46
21	2.50E-05	127.39	2.41E+01	9.13
23	1.75E-05	181.98	2.70E+01	8.15
25	1.25E-05	254.78	4.26E+01	5.16
27	8.50E-06	374.67	4.66E+01	4.72
29	6.50E-06	489.96	6.20E+01	3.55

3.3 การออกแบบวงจรจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ

การออกแบบวงจรจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับสำหรับจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับให้กับขดลวดเหนี่ยวนำของส่วนให้กำเนิดสนามแม่เหล็กซึ่งอยู่ในวงจร RLC ที่เกิดการกำทอนที่ความถี่ 50 Hz โดยวงจรจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสมนั้นควรจะสามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าเพื่อให้กระแสไหลผ่านขดลวดได้ไม่ต่ำกว่าค่ากระแสสูงสุดของขดลวดเหนี่ยวนำที่ได้ออกแบบขึ้นมา และควรมีค่าความเผื่อความปลอดภัยในการจ่ายกระแสเอาไว้ด้วย

จากค่ากระแสสูงสุดในตารางที่ 3.4 พบว่าค่ากระแสไฟฟ้าที่ต้องจ่ายให้วงจรสูงสุดนั้นต้องสามารถจ่ายกระแสได้อย่างน้อย 19.22 A ซึ่งถ้าออกแบบให้มีความเผื่อค่ากระแสที่จะต้องจ่ายในวงจรไฟฟ้านี้ประมาณ 25% ของปรกติแล้ว วงจรที่ออกแบบจะต้องสามารถจ่ายกระแสได้เท่ากับ 25 A ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบให้จ่ายกระแสจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับผ่าน โซลิตสเตรียส์ ดังรูปที่ 3.12

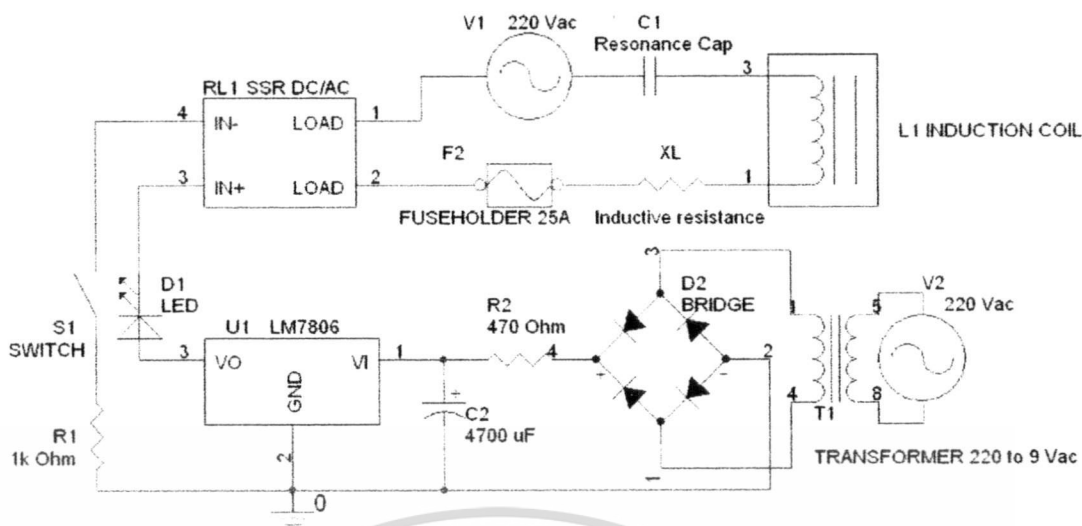


รูปที่ 3.12 โซลิตสเตร์เลียที่สามารจ่ายกระแสได้เท่ากับ 25 A ที่แรงดันไม่เกิน 380 Vac

โซลิตสเตร์เลียที่ได้แสดงในรูปที่ 3.12 ได้แสดงรายละเอียดการใช้งาน และคุณสมบัติทางไฟฟ้าในภาคผนวก ก. ปัจจัยหนึ่งที่โซลิตสเตร์เลียถูกเลือกมาใช้งานในงานวิจัยนี้ ก็เพราะโซลิตสเตร์เลียสามารถใช้เป็นอุปกรณ์ควบคุมการจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับที่ไม่เกิดผลกระทบจากการจ่ายกระแสให้กับภาระทางไฟฟ้าที่มีความเหนี่ยวนำสูง

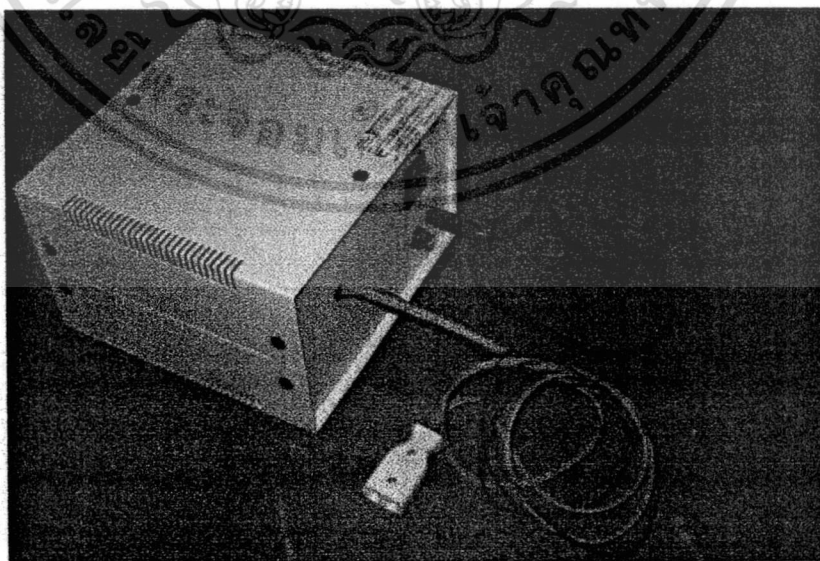
วงจรจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้กับขดลวดเหนี่ยวนำที่ทำหน้าที่ให้กำเนิดสนามแม่เหล็กเพื่อทำลายสภาพแม่เหล็กที่ตกค้างภายในชิ้นงานภายในชิ้นงานเหล็กที่ผ่านการเจียในอุตสาหกรรมนี้ จะถูกออกแบบให้แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V ความถี่ 50 Hz ซึ่งถูกควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าด้วย โซลิตสเตร์เลียมาต่ออนุกรมเข้ากับตัวเก็บประจุ C1 เพื่อให้พฤติกรรมของค่าความต้านทานแฝงเนื่องจากค่าความจุไฟฟ้า XC ที่ทำหน้าที่ช่วยให้เกิดการกำทอนในวงจร RLC แล้วต่ออนุกรมเข้ากับขดลวดเหนี่ยวนำที่พันเข้ากับแกนเหล็กอ่อน L1 โดยที่ขดลวดดังกล่าวมีความต้านทานแฝงเนื่องจากค่าความเหนี่ยวนำไฟฟ้า ซึ่งจะแทนสัญลักษณ์ทางวงจรไฟฟ้าด้วย XL (Inductive Resistance) ซึ่งวงจรที่ใช้ในการควบคุมการจ่ายไฟฟ้าทั้งระบบได้แสดงในรูปที่ 3.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 วงจรที่ใช้ในการควบคุมการจ่ายไฟฟ้าทั้งระบบ

จากรูปที่ 3.13 โซลิดสเตตรีเลย์ที่ใช้มีคุณสมบัติที่สามารถจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับได้ 25 A ทนแรงดันสูงสุดได้ 380 Vac โดยสามารถควบคุมการเปิดและปิดวงจรฝั่งที่มีภาระทางไฟฟ้า ด้วยการจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 4 – 32 Vdc ดังนั้นวงจรที่ใช้ในการควบคุมการเปิดและปิดวงจรฝั่งที่มีภาระทางไฟฟ้าจึงเป็นวงจรจ่ายแรงไฟฟ้ากระแสตรง 6 Vdc ที่มีสวิตช์ควบคุมการเปิดและปิด ซึ่งวงจรดังกล่าวได้ใช้ บริจด์์ไดโอด ทำหน้าที่เรียวยกระแสไฟฟ้าสลับ 9 Vac เป็น 13.23 Vdc และทำการลดริเปิลด้วยตัวเก็บประจุขนาด 4700 uF โดยกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่าน เรกกูเลเตอร์ LM7806 เพื่อกรองสัญญาณให้ราบเรียบเป็นขั้นสูงสุดท้ายก่อนจ่ายเข้าภาคอินพุตของโซลิดสเตตรีเลย์ โดยมี LED คอยแสดงสถานการณ์การทำงานของวงจรควบอีกครึ่งหนึ่ง ซึ่งวงจรที่ทำการประกอบอุปกรณ์ดังกล่าวใส่อุปกรณ์จะแสดงดังรูปที่ 3.14

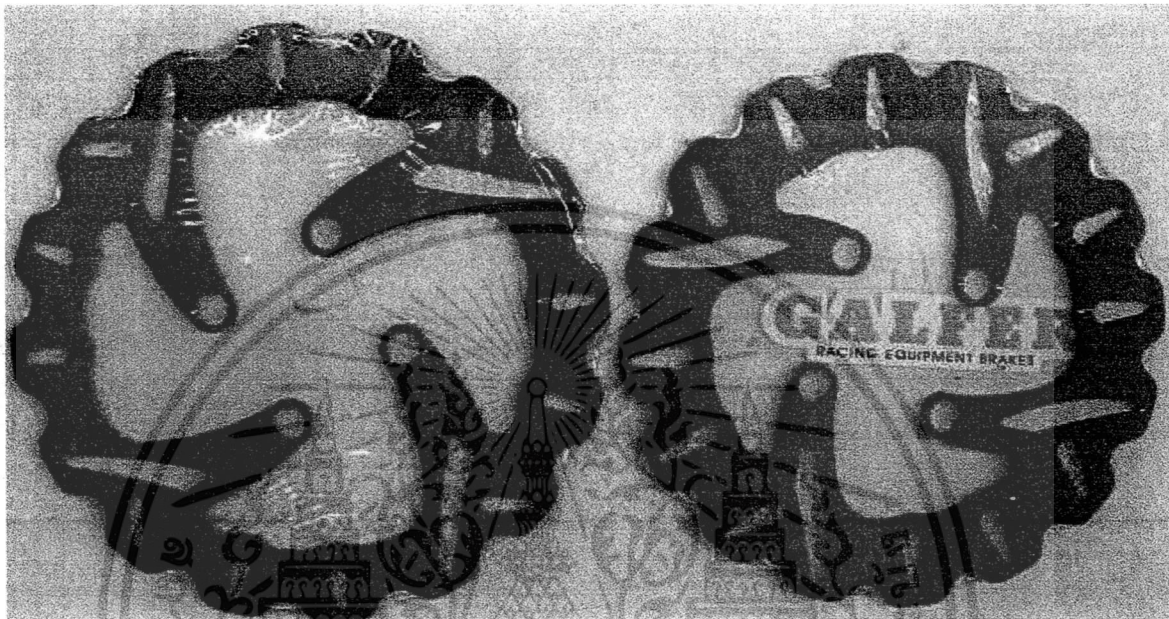


รูปที่ 3.14 ระบบทำลายสนามแม่เหล็กที่ตกค้างในชิ้นงานเหล็ก

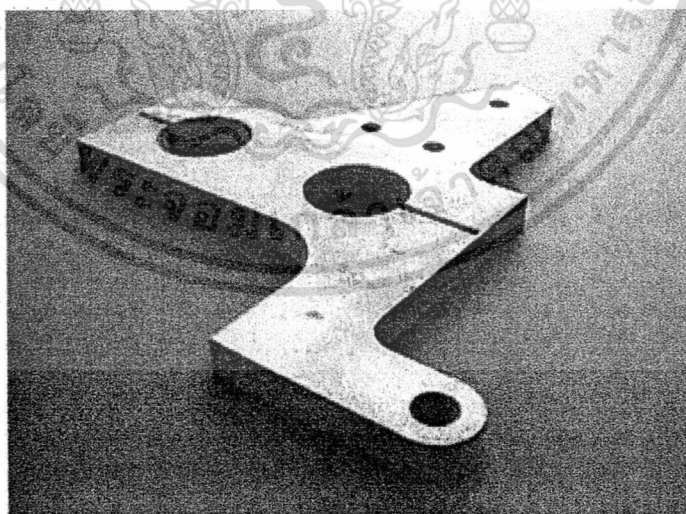
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การทดสอบระบบ

ในการทดสอบการทำงานของระบบจะใช้ชิ้นงานเหล็กที่ผ่านการเจียรเรียบด้วยเครื่องเจียรแบบกึ่งอัตโนมัติที่ใช้สนามแม่เหล็กในการยึดจับชิ้นงานจำนวน 5 รูปแบบ รูปแบบละ 7 ชิ้น ดังรูปที่ 3.15 – 3.19

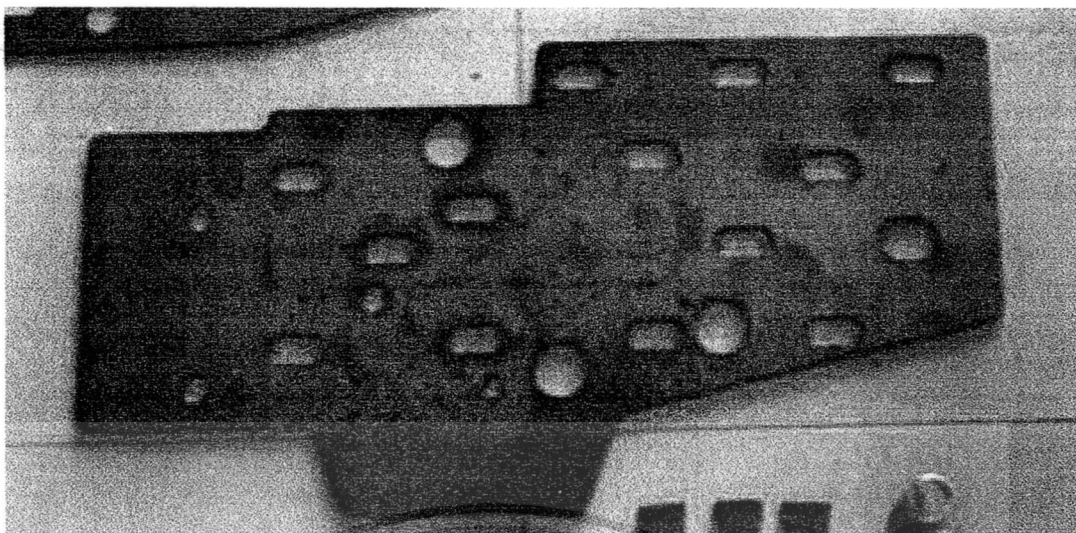


รูปที่ 3.15 ตัวอย่างชิ้นงานเจียรที่ 1 ใช้งานเป็นงานเบรคหนาม 5.3 mm

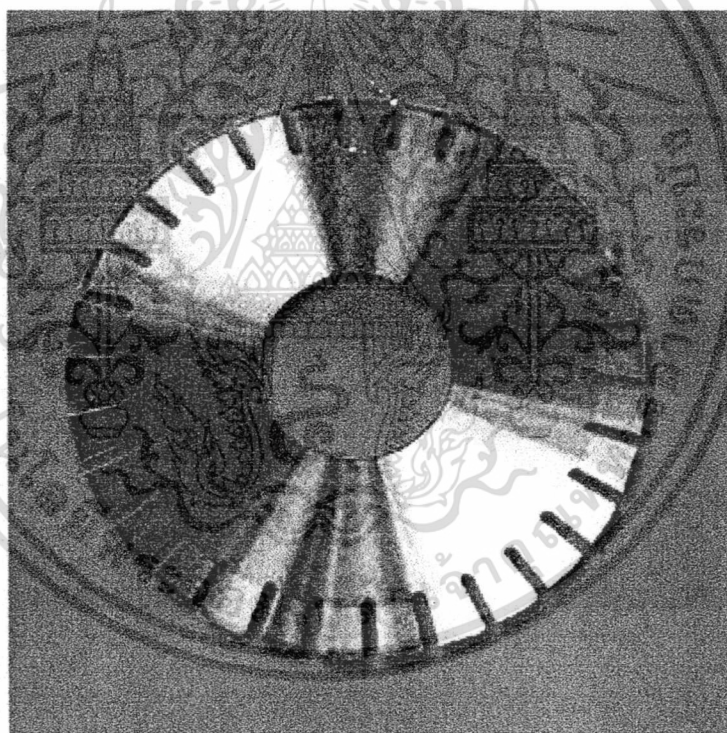


รูปที่ 3.16 ตัวอย่างชิ้นงานเจียรที่ 2 ใช้งานเป็นจิ๊กจับงานหนา 11.5 mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

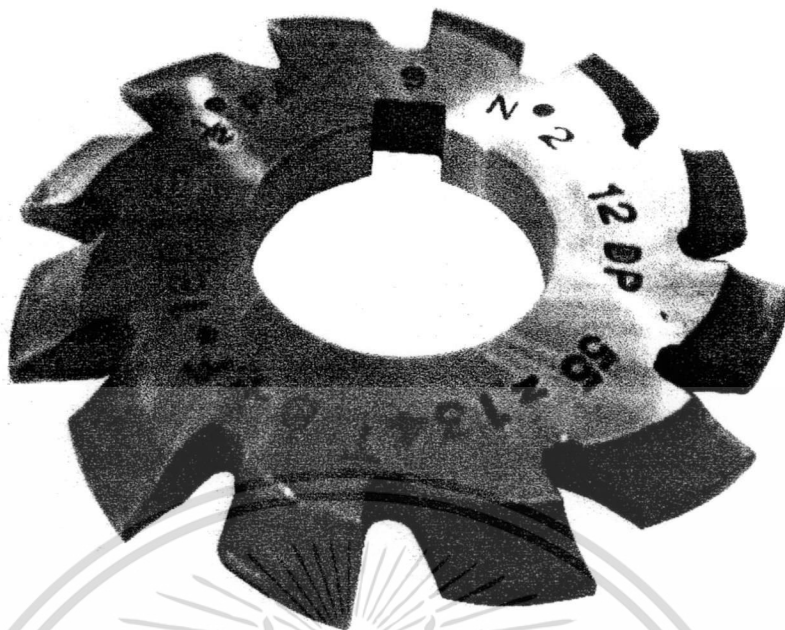


รูปที่ 3.17 ตัวอย่างชิ้นงานเจียรที่ 3 ใช้งานเป็นแผ่น โครงหลังการยนต์หนา 2.5 mm



รูปที่ 3.18 ตัวอย่างชิ้นงานเจียรที่ 4 ใช้งานเป็นใบเลื่อยหนา 2 mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 ตัวอย่างชิ้นงานเจียรที่ 5 ใช้งานเป็นใบมีดเฟืองตัดหนา 7.6 mm

3.5 การทดสอบระบบ

การทดสอบจะทำการวัดขนาด, ความหนาของชิ้นงาน, ค่าสนามแม่เหล็กที่ตกค้างภายในก่อนทำการผ่านเครื่องทำลายสนามแม่เหล็ก และค่าสนามแม่เหล็กของชิ้นงานหลังจากผ่านเครื่องทำลายสนามแม่เหล็ก โดยจะเปรียบเทียบผลที่ได้ระหว่างขนาดของขดลวดเหนี่ยวนำของส่วนทำลายสนามแม่เหล็กแต่ละชุด ซึ่งพบว่าได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 3.5 – 3.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 ผลการทดลองทำลายสนามแม่เหล็กที่ตกค้างภายในชิ้นงานที่ 1

เบอร์ลวดทองแดง	ค่าสนามแม่เหล็กที่ตกค้าง ที่ผ่านการเจียร (Tesla)	ค่าสนามแม่เหล็กของชิ้นงานที่ผ่าน การทำลายสนามแม่เหล็ก (Tesla)	อัตราการลดลงของ สนามแม่เหล็ก (%)
17	0.0335	0.0023	93.13
19	0.0336	0.0019	94.35
21	0.0335	0.0017	94.93
23	0.0342	0.0018	94.74
25	0.0322	0.0018	94.41
27	0.0337	0.0011	96.74
29	0.0332	0.0013	96.08

ตารางที่ 3.6 ผลการทดลองทำลายสนามแม่เหล็กที่ตกค้างภายในชิ้นงานที่ 2

เบอร์ลวดทองแดง	ค่าสนามแม่เหล็กที่ตกค้าง ที่ผ่านการเจียร (Tesla)	ค่าสนามแม่เหล็กของชิ้นงานที่ผ่าน การทำลายสนามแม่เหล็ก (Tesla)	อัตราการลดลงของ สนามแม่เหล็ก (%)
17	0.0289	0.0012	95.85
19	0.0284	0.0008	97.18
21	0.0288	0.0011	96.18
23	0.0284	0.0012	95.77
25	0.0279	0.0014	94.98
27	0.0283	0.0016	94.35
29	0.0291	0.0023	92.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7 ผลการทดลองทำลายสนามแม่เหล็กที่ตกค้างภายในชิ้นงานที่ 3

เบอร์ลวดทองแดง	ค่าสนามแม่เหล็กที่ตกค้าง ที่ผ่านการเจียร (Tesla)	ค่าสนามแม่เหล็กของชิ้นงานที่ผ่าน การทำลายสนามแม่เหล็ก (Tesla)	อัตราการลดลงของ สนามแม่เหล็ก (%)
17	0.0252	0.0015	94.05
19	0.0249	0.0016	93.57
21	0.0261	0.0015	94.25
23	0.0255	0.0014	94.51
25	0.0257	0.0014	94.55
27	0.0251	0.0019	92.43
29	0.0256	0.0018	92.97

ตารางที่ 3.8 ผลการทดลองทำลายสนามแม่เหล็กที่ตกค้างภายในชิ้นงานที่ 4

เบอร์ลวดทองแดง	ค่าสนามแม่เหล็กที่ตกค้าง ที่ผ่านการเจียร (Tesla)	ค่าสนามแม่เหล็กของชิ้นงานที่ผ่าน การทำลายสนามแม่เหล็ก (Tesla)	อัตราการลดลงของ สนามแม่เหล็ก (%)
17	0.0313	0.0030	90.42
19	0.0316	0.0029	90.82
21	0.0312	0.0030	90.38
23	0.0317	0.0033	89.59
25	0.0315	0.0029	90.79
27	0.0314	0.0036	88.54
29	0.0318	0.0034	89.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 ผลการทดลองทำลายสนามแม่เหล็กที่ตกค้างภายในชิ้นงานที่ 5

เบอร์ลวดทองแดง	ค่าสนามแม่เหล็กที่ตกค้างที่ผ่านการเจียร (Tesla)	ค่าสนามแม่เหล็กของชิ้นงานที่ผ่านการทำลายสนามแม่เหล็ก (Tesla)	อัตราการลดลงของสนามแม่เหล็ก (%)
17	0.0119	0.0018	84.87
19	0.0121	0.0016	86.78
21	0.0122	0.0013	89.34
23	0.0131	0.0014	89.31
25	0.0127	0.0012	90.55
27	0.0126	0.0011	91.27
29	0.0118	0.0012	89.83

3.6 วิเคราะห์การทดสอบระบบ

จากการทดสอบในหัวข้อที่ 3.5 จะพบว่าสนามแม่เหล็กที่ตกค้างภายในชิ้นจะมีค่าไม่เท่ากัน ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความหนาของชิ้นงานโดยตรง แต่เมื่อผ่านการทำลายสนามแม่เหล็กแล้วปรากฏว่าสนามแม่เหล็กที่ตกค้างมีค่านี้น้อยลงมากจากถือได้ว่าสนามแม่เหล็กที่ตกค้างไม่สามารถรบกวนการใช้งานชิ้นงานดังกล่าวได้

เมื่อสังเกตตารางแสดงค่าสนามแม่เหล็กตกค้างก่อนและหลังการทำลายสนามแม่เหล็กทุกตารางจะพบว่าขดลวดเบอร์ต่ำ(ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่) จะสามารถทำลายสนามแม่เหล็กได้ดีกว่าขดลวดเบอร์ใหญ่ โดยที่สนามแม่เหล็กที่ยังคงเหลือภายในชิ้นงานแต่ละแบบจะมีค่าเท่า ซึ่งขึ้นอยู่กับความเข้มสนามแม่เหล็กที่ตกค้างอยู่เดิม

บทที่ 4

วิเคราะห์และสรุปผล

4.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองทำลายสนามแม่เหล็กด้วยเครื่องล้างสนามแม่เหล็กที่ตกค้างจากการเข้าเครื่องเจียรวิวเรียบในอุตสาหกรรม จะพบว่าเราสามารถทำให้ความเข้มสนามแม่เหล็กที่ตกค้างในชิ้นงานดังกล่าวลดลงได้มากกว่า 85 % ขึ้นไปจนถึง 97 % โดยถือว่าค่าความเข้มสนามแม่เหล็กที่ตกค้างอยู่มีค่าน้อยมากจนไม่สามารถก่อเกิดปัญหาในการใช้งานได้ ซึ่งการทำลายสนามแม่เหล็กดังกล่าวจะถูกทำลายด้วยสนามแม่เหล็กที่ปล่อยออกมาจากขดลวดเหนี่ยวนำที่พันรอบแกนเหล็กอ่อน โดยสนามแม่เหล็กที่ออกมาจะมีการลดทอนความเข้มในแต่ละคาบเวลาของความถี่ของแหล่งกำเนิด จากการเกิดเรโซแนนซ์ของวงจร RLC ที่ต่อกับขดลวดเหนี่ยวนำดังกล่าว

ผลที่ได้จากสร้างเครื่องล้างสนามแม่เหล็กที่ตกค้างจากการเจียรวิวเรียบสนามแม่เหล็ก คือการได้เครื่องมือที่จะสามารถกำจัดปัญหาที่เกิดจากการผลิตในขั้นสุดท้าย ซึ่งเครื่องมือดังกล่าวจะสามารถลดการนำเข้าเครื่องมือจากต่างประเทศได้ ทำให้เป็นผลดีต่อภาคอุตสาหกรรมในการแข่งขันกับต่างประเทศ

4.2 ข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยนี้ถือว่าได้เครื่องมือที่สามารถใช้งานได้ตามจุดประสงค์ของโครงแล้ว แต่ถ้ามีการพัฒนาต่อขุดทางความคิดให้สามารถสร้างเครื่องที่ประสิทธิภาพมากกว่าเดิม โดยที่ใช้วัสดุที่น้อยลงได้ก็จะเป็นผลดีต่อการพัฒนาเป็นอย่างยิ่งซึ่งในการที่จะทำให้เกิดผลดังดังกล่าวก็จะต้องพัฒนาทางด้านต่างๆเพิ่มเติมดังนี้

1. การวิเคราะห์ส่วนกำเนิดสนามแม่เหล็กด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์บนพื้นฐานของทฤษฎีไฟไนต์เอลิเมนต์
2. การพัฒนาวัสดุที่ใช้ในการทำแกนเหล็กอ่อน
3. การพัฒนางจรจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับให้แก่ระบบ

เอกสารอ้างอิง

- Magdy F. Iskander. Electromagnetic field and wave. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice Hall. 1992 , ISBN 0-13-249442-6
- Raymond A. Serway and John W. Jewett, Jr. Principle of physics, 3rd ed. Singapore : Thomson brook/cole. 2002 , ISBN 981-243-042-3
- D.J. Kroon. Laboratory magnets. Netherlands : Philips Technial Library. 1968
- Robert Carrow. Energy Systems. New York : Mc Graw Hill. 1999, ISBN 0-07-014019-7
- Muluktla S. Sarma. Electrical Machines steady- state theory and dynamic performance. USA : West Publishing Company. 1994, ISBN 0-314-01226-5
- Theodore Wildi. Electrical Machines, Drives, and Power System 5th ed. New Jersey : Prentice Hall. 2002, ISBN 0-130-093083-0
- Bent Sorensen. Renewable Energy Its physics, engineering, use, environmental impact, economy and planning aspect 3rd ed. USA : ELSEVIER Academic Press, 2005, ISBN 0-12-656153-2
- I. Ivanova, O. Agren, H. Bernhoff, M. Leijon. "Simulation of a 100 kW permanent magnet octagonal linear generator for ocean wave conversion.", Fifth European wave energy conference 17-19 sept., 2003
- Mats Leijon, "Multiphysics Simulation of Wave Energy to Electric Energy Conversion by Permanent Magnet Linear Generator", IEEE transaction on energy conversion, Volume 20, No. 1, March 2005
- K. Rhinefrank^a, E.B. Agamloh^a, A. von Jouanne^a, A.K. Wallace^a, J. Prudell^a, K. Kimble^a, J. Aills^a, E. Schmidt^a, P. Chan^b, B. Sweeny^b and A. Schacher^a, " Novel ocean energy permanent magnet linear generator buoy.", Sciencedirect, Renewable Energy, Volume 31, Issue 9, July 2006, Pages 1279-1298 School of Electrical Engineering and Computer Science, Oregon State University, Corvallis, OR 97331-3211, USA, Department of Mechanical Engineering, Oregon State University, Corvallis, OR 97331- 3211, USA
- M. Leijon, O. Danielsson, M. Eriksson, K. Thorburn, H. Bernhoff, J. Isberg , J. Sundberg, I. Ivanova, E. Sjöstedt, O. gren, K.E. Karlsson and A. Wolfbrandt." An electrical approach to wave energy conversion.", Sciencedirect, Renewable Energy , Volume 31, Issue 9, July 2006, Pages 1309-1319

Oskar Danielsson, Karin Thorburn, Mikael Erikson and Mats Leijon. "Permanent magnet fixation concepts for linear generator.", Fifth European wave energy conference 17-19 sept, 2003



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้