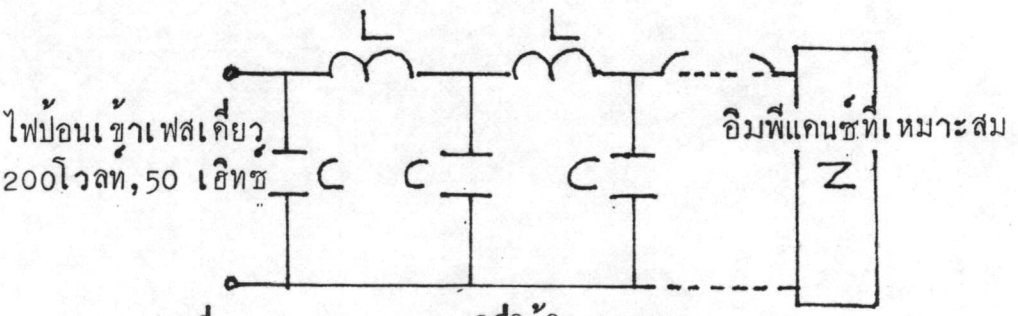
บทที่ 4

การทดสอบ และผลการทดสอบมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดี่ยวชนิดคลื่นพาเครื่องต้นแบบ

4.1 บทนำ

ในบทที่ 4 จะกล่าวถึงการทดสอบมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดี่ยวชนิดคลื่นพาเครื่องต้นแบบที่ประดิษฐ์ขึ้น ดังที่ได้กล่าวผ่านมาแล้วจากบทที่ 3 และในการทดสอบได้ชี้ให้เห็นถึงคุณสมบัติของมอเตอร์ฯชนิดคลื่นพา โดยเฉพาะอย่างยิ่งได้แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนถึงการปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ฯชนิดคลื่นพาได้ โดยการเปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุไฟฟ้า ซึ่งทำให้ความเร็วรอบเปลี่ยนในอัตราประมาณ 2 : 1 และในการทดสอบได้จัดให้วงจรปฐมภูมิของมอเตอร์ฯชนิดคลื่นพาเครื่องต้นแบบมีลักษณะตามที่แสดงในรูปที่ 4-1



รูปที่ 4-1 วงจรปฐมภูมิที่ใช้ในการทดสอบ

โดยทำการทดสอบเครื่องต้นแบบใน 2 สภาวะ คือ สภาวะไร้โหลด และสภาวะมีโหลด ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดในหัวข้อที่ 4.3 และ 4.4 ตามลำดับ และสำหรับแต่ละสภาวะได้กำหนดเงื่อนไขในการทดสอบดังต่อไปนี้ (จากรูปที่ 4-1)

1. เปิดวงจรปฐมภูมิ โดยการปลดอิมพีแดนซ์ Z ออก
2. ลัดวงจรปฐมภูมิ โดยการลัดวงจรปฐมภูมิที่จุดปลายสุด
3. เลือกใช้ค่าความต้านทาน Z = 50 โอห์ม
4. เลือกใช้ค่าความต้านทาน Z = 220 โอห์ม

4.2 ผลการทดสอบปรับความเร็วรอบ โดยการเปลี่ยนค่าความจุไฟฟ้า

เนื่องความเร็วของคลื่นเดินทางของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในช่องอากาศ มีค่าขึ้นอยู่กับ ฟังก์ชั่นการแผ่กระจายคลื่น และค่าสลิพ S แต่จะไม่ขึ้นอยู่กับความถี่ของระบบไฟป้อนเข้ามากนัก[12] การปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ฯชนิดคลื่นพา ทำได้โดยการเปลี่ยนค่าอิมพีแดนซ์ส่วนต่ออนุกรม หรือ อิมพีแดนซ์ส่วนต่อขนานในวงจรปฐมภูมิ ดังรูปที่ 4-1 แต่ในการทดสอบเปลี่ยนความเร็วรอบของมอเตอร์ฯชนิดคลื่นพาเครื่องต้นแบบนี้ ได้ใช้วิธีการเปลี่ยนค่าอิมพีแดนซ์ส่วนต่อขนาน ซึ่งก็คือค่าความจุไฟฟ้าในวงจรปฐมภูมิ และได้แสดงผลการทดสอบไว้ในตารางที่ 4-1 และแสดงลักษณะการลดขนาดลงของคลื่นเดินทางตามระยะทางบนวงจรปฐมภูมิไว้ในภาคผนวก จ. รูปที่ จ-2 ถึง จ-59

ตารางที่ 4-1 (ทดสอบขณะไร้โหลด)

ความจุไฟฟ้า	2.0	4.5	6.5	12.5	14.5
ลัดวงจรปฐมภูมิ	2810	2500	2320	1510	1480
เปิดวงจรปฐมภูมิ	2820	2600	2720	1620	1540
Z = 50 Ω	2830	2700	2570	1580	1520
Z = 220 Ω	2850	2820	2740	1617	1540

ตาราง แสดงความเร็วรอบ/นาที , ที่ค่าความจุไฟฟ้า, (μF) , 5 ค่า ในเงื่อนไขต่างๆของการทดสอบ ขณะไร้โหลด,(ไฟป้อนเข้าคงที่ 200โวลท์ 50 เฮิทซ)

จากผลการทดสอบ เมื่อต้องการเพิ่มความเร็วรอบของมอเตอร์ฯชนิดคลื่นพา ก็ทำได้โดยการลดค่าความจุไฟฟ้าลง แต่ก็ทำได้ในขีดจำกัด เพราะถ้าค่าความจุไฟฟ้าต่ำเกินเหมาะสมแล้ว จะทำให้มอเตอร์ฯชนิดคลื่นพามีแรงบิดต่ำจนกระทั่งไม่อาจเริ่มหมุนได้เอง[1] ซึ่งได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดและค่าความจุไฟฟ้าไว้ในภาคผนวก ช. รูปที่ ช-1 ถึง ช-9 ,และในการลดความเร็วรอบของมอเตอร์ฯชนิดคลื่นพา ก็ทำได้โดยการเพิ่มค่าความจุไฟฟ้า ซึ่งก็ทำได้ในขีดจำกัด เพราะถ้าเพิ่มค่าความจุไฟฟ้ามากเกินเหมาะสม ก็จะทำให้กระแสไหลเข้าวงจรปฐมภูมิมากเกินอัตรา ดังที่ได้แสดงผลทดสอบไว้ในภาคผนวก ช. รูปที่ ช-10 ถึง ช-13

[1] ดังที่แสดงในสมการที่ (4-3) , ภาคผนวก ค.

4.3 ผลการทดสอบขณะไร้โหลด

การทดสอบมอเตอร์ฯชนิดคลื่นพาขณะไร้โหลด ได้ทำการทดสอบใน 4 เงื่อนไข ตามที่ได้กล่าวในหัวข้อ 4.1 โดยการเปลี่ยนค่าความจุไฟฟ้า 5 ค่า เพื่อเป็นการเปรียบเทียบลักษณะคลื่นเดินทางของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ลดขนาดลงในแบบต่างๆกัน ดังที่ได้แสดงผลทดสอบไว้ในภาคผนวก จ. รูปที่ จ-2 ถึง จ-25

ผลทดสอบการลดขนาดลงของคลื่นเดินทาง มีลักษณะแตกต่างจากทฤษฎีเล็กน้อย ทั้งนี้เพราะขดลวดที่พันในสเตเตอร์ มีความต้านทานอยู่ด้วย และจากการทดสอบค่าความเหนี่ยวนำไฟฟ้าของขดลวด พบว่า ขดลวดทุกชุดมีค่าความเหนี่ยวนำแตกต่างกันเล็กน้อย[1] แต่ขดลวดชุดที่ 9,10 มีค่าความต้านทาน และความเหนี่ยวนำมากกว่าขดลวดชุดอื่นๆ ตามที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4 -2 ดังนั้น จะมีผลทำให้วงจรปฐมภูมิเกิดช่วงค่า แทนที่จะต่อเนื่องกันไป เช่นในวงจรสายส่งไฟฟ้า ซึ่งจะทำให้คลื่นเดินหน้าของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าสะท้อนกลับตามจุดต่อต่างๆของวงจรปฐมภูมิได้[1,12]

---

[1] ในทางทฤษฎีไม่ได้คำนึงถึงผลของความต้านทานของวงจรปฐมภูมิ และได้สมมุติให้วงจรปฐมภูมิมีความต่อเนื่องไม่เกิดช่วงค่าดังที่ได้แสดงผลทางทฤษฎีไว้ในภาคผนวก ค.

4.4 การทดสอบขณะมีโหลด

การทดสอบมอเตอร์ฯชนิดคลื่นพา ขณะมีโหลดค่าต่างๆ ได้ทำการทดสอบในเงื่อนไขวงจรปฐมภูมิต่างกันดังที่กล่าวในหัวข้อ 4.1 และได้แสดงผลทดสอบไว้ในภาคผนวก ช. รูปที่ ช -1 ถึง ช-9

พลังงานกลที่ได้จากมอเตอร์ฯชนิดคลื่นพา มีค่าไม่สูงนัก ทั้งนี้เพราะเกิดการสูญเสียพลังงานในรูปความร้อนมาก เช่นสูญเสียในความต้านทานของขดลวดที่มีค่าสูง (ตารางที่4-2)และแรงดันไฟฟ้าที่ส่วนปลายของวงจรปฐมภูมิมีค่าสูงเมื่อเทียบกับแรงดันป้อนเข้า (ตารางที่4-4)ทำให้สูญเสียพลังงานในความต้านทานที่นำมาต่อปลายวงจรปฐมภูมิมากด้วย

และจากตารางที่4-2ซึ่งแสดงค่าความต้านทาน และความเหนี่ยวนำ ของ ขดลวดชุดต่างๆในวงจรปฐมภูมิ ที่มีค่าไม่สม่ำเสมอ โดยเฉพาะขดลวดชุดที่ 9,10 มีความเหนี่ยวนำสูงกว่าขดลวดชุดอื่นๆ ดังนั้นทำให้วงจรปฐมภูมิมีลักษณะเป็นช่วงค่า แทนที่จะต่อเนื่องกันเช่นในวงจรสายส่งไฟฟ้า ซึ่งทำให้คลื่นเดินหน้าของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าสะท้อนกลับตามจุดต่อต่างๆของวงจรปฐมภูมิ และพลังงานของคลื่นสะท้อนกลับนี้จะหักล้างกับพลังงานของคลื่นเดินหน้าได้ ทำให้มีพลังงานเหลือถ่ายทอดไปยังโรเตอร์ลดลงตามส่วน

ลักษณะที่น่าสนใจของมอเตอร์ฯชนิดคลื่นพา คือ พลังงานป้อนเข้าและกระแสป้อนเข้าวงจรปฐมภูมิ มีค่าเกือบคงที่สำหรับโหลดค่าต่างๆกัน ดังที่ได้แสดงผลในภาคผนวก ช. รูปที่ช-10ถึงช-13 และมอเตอร์ฯชนิดคลื่นพาใช้กระแสเริ่มหมุนต่ำ เมื่อเทียบกับกระแสขณะมีโหลดเต็มที่ (ตารางที่ 4-5) ทำให้มอเตอร์ฯชนิดคลื่นพาเหมาะที่จะนำไปใช้งานที่มีการเริ่มหมุน และหยุด บ่อยๆครั้ง ซึ่งเป็นข้อได้เปรียบมอเตอร์เหนี่ยวนำแบบเก่า ซึ่ง กระแสเริ่มหมุนมีค่าสูงกว่ากระแสขณะมีโหลดเต็มที่

ตารางที่ 4-2

ลำดับชุดขดลวด	ความต้านทาน (Ω)	ความเหนี่ยวนำ (mH)
1	17.5	57.23
2	17.5	60.41
3	18.4	61.46
4	17.7	61.87
5	17.6	63.30
6	17.6	57.29
7	18.0	59.10
8	17.6	67.00
9	17.5	67.00
10	19.5	69.93
11	17.3	61.46
12	17.1	65.95
13	17.8	64.04
14	17.5	64.13
15	17.5	62.03
16	17.6	62.83
17	17.6	64.61
18	17.4	64.61

ตารางแสดงค่าความต้านทาน (Ω) และ ค่าความเหนี่ยวนำ (mH)

ของขดลวดชุดที่ 1 ถึง ชุดที่ 18 ในวงจรปฐมภูมิ

ตารางที่ 4-3 (ทดสอบขณะไร้โหลด)

ความจุไฟฟ้า (μF)	เปิดวงจรปฐมภูมิ	Z = 50 Ω	Z = 220 Ω
2.0	63	12	33
4.5	180	31	92
6.5	160	32	85
12.5	64	20	52
14.5	48	18	42

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง แสดงค่าแรงดันไฟฟ้า, โวลท์ , ที่ปลายวงจรปฐมภูมิ ในเงื่อนไขต่างๆ ของการทดสอบ, ขณะไร้โหลด (ไฟป้อนเข้า 200 โวลท์, ความถี่ 50 เฮิทซ์ คงที่)

ตารางที่ 4-4 (ทดสอบขณะมีโหลด)

ความจุไฟฟ้า (/UF)	เปิดวงจรปฐมภูมิ	Z = 50 Ω	Z = 220 Ω
2.0	61 (58)	5 (3)	41 (37)
4.5	176 (166)	27 (25)	81 (79)
6.5	152 (148)	23 (22)	80 (74)
12.5	63 (61)	17 (16)	41 (40)
14.5	47 (45)	16 (15)	32 (31)

ตาราง แสดงค่าแรงดันไฟฟ้า, โวลท์ ที่ปลายวงจรปฐมภูมิ

ในเงื่อนไขต่างๆของการทดสอบ โดยมีโหลด 1 N และ(2 N)

(ไฟป้อนเข้า 200 โวลท์, ความถี่ 50 เฮิทซ์ คงที่)

ตารางที่ 4-5 (ทดสอบขณะไร้โหลด)

ความจุไฟฟ้า (/UF)	เปิดวงจร ปฐมภูมิ	ลัดวงจร ปฐมภูมิ	Z = 50 Ω	Z = 220 Ω
2.0	0.34 (80)	0.46 (70)	0.32 (62)	0.45 (100)
4.5	0.27 (43)	0.33 (57)	0.38 (52)	0.35 (53)
6.5	0.30 (40)	0.35 (50)	0.38 (62)	0.35 (50)
12.5	0.40 (40)	0.50 (47)	0.50 (48)	0.50 (48)
14.5	0.51 (56)	0.45 (40)	0.56 (52)	0.25 (22)

ตาราง แสดงค่ากระแสเริ่มหมุน, แอมแปร์, และ(แรงดันไฟฟ้าเริ่มหมุน,โวลท์) ของมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดี่ยวชนิดคลื่นพา ในเงื่อนไขต่างๆของการทดสอบขณะไร้โหลด

(ไฟป้อนเข้า 200 โวลท์,ความถี่ 50 เฮิทซ์ คงที่)