

มอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวแบบปรับความเร็วได้โดยใช้คาปาซิเตอร์



นาย โกวิท มาศรีตัน

006795

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2524

**VARIABLE-SPEED SINGLE-PHASE INDUCTION MOTOR USING CAPACITORS**

**Mr. Kovit Masarat**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements**

**for the Degree of Master of Engineering**

**Department of Electrical Engineering**

**Graduate School**

**Chulalongkorn University**

**1981**

หัวข้อวิทยานิพนธ์      มอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวแบบปรับความเร็วได้โดยใช้  
คาปาซิเตอร์

ชื่อนิสิต                    นาย โกวิท มาศรีตัน

อาจารย์ที่ปรึกษา        ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พีรศักดิ์ วรสุนทรโรสด  
   ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไพญูย์ ไชยนิล

ภาควิชา                      วิศวกรรมไฟฟ้า

ปีการศึกษา                2523



บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้ เป็นการศึกษาวิจัยมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวชนิดใหม่ที่มีประสิทธิภาพ  
ขึ้น โดยให้การเคลื่อนที่ของคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในช่องอากาศมีลักษณะเช่นเดียวกับ  
การเคลื่อนที่ของคลื่นกระแสและแรงดันไฟฟ้าในสายส่งไฟฟ้า ดังนั้นความเร็วของคลื่น  
สนามแม่เหล็กไฟฟ้า จะไม่ถูกจำกัดโดยความถี่ของระบบไฟป้อนเข้า ซึ่งทำให้สามารถ  
ปรับอัตรามอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวที่เปลี่ยนแปลงความเร็วรอบได้ โดยการเปลี่ยนค่า  
ความจุไฟฟ้า ในขณะที่ความถี่ของระบบไฟป้อนเข้าเฟสเดียวคงที่.

หัวข้อวิทยานิพนธ์ มอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวแบบปรับความเร็วได้โดยใช้คาปาซิเตอร์

โดย นาย โกวิท มาศรีตน

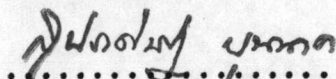
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พีรศักดิ์ วรสุนทรโรสด

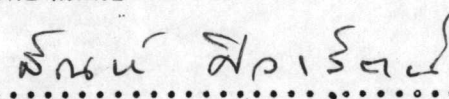
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไพบุลย์ ไชยนิล

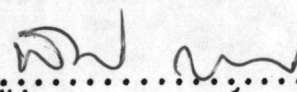
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วน

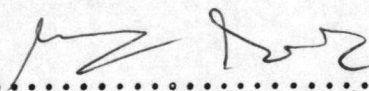
หนึ่งของการศึกษิตตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

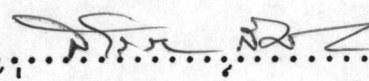
..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
( รองศาสตราจารย์ ดร. สุประสิทธิ์ นุณนาค )

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ  
( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สัตหะ ศิวารัตน )

..... กรรมการ  
( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พีรศักดิ์ วรสุนทรโรสด )

..... กรรมการ  
( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไพบุลย์ ไชยนิล )

..... กรรมการ  
( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ส่ำรวาย สังข์สะอาด )

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Thesis Title      Variable-Speed Single-Phase Induction Motor  
                    Using Capacitors

Name                Mr. Kovit Masarat

Thesis Advisor    Assistant Professor Birasak Varasundharosoth, Ph.D  
                    Assistant Professor Pibol Chainil

Department        Electrical Engineering

Academic Year    1980

ABSTRACT

This thesis introduces studies of a new type of Single-Phase Induction Motor. An airgap travelling magnetic field is produced by Simulated transmission line circuit. The propagation of the travelling magnetic field in the airgap is the same as that of current and voltage waves in a transmission line. Consequently, the propagation velocity is not limited by the frequency of the power supply source. Thus a Variable-Speed Single-Phase Induction Motor can be made using a fixed frequency single phase supply by varying the value of capacitance.

### กิติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยนี้ ผู้เขียนได้รับแนวความคิดจาก ผศ.ดร. พีรศักดิ์ วรสุนทรโรสด  
 ซึ่งเป็นผู้ให้คำปรึกษาทางค่านทฤษฎี และร่วมแก้ไขปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นในทางปฏิบัติให้สำเร็จ  
 โดยตลอด พร้อมทั้งได้รับความช่วยเหลือและการแนะนำที่ดี จาก ผศ. ไพบุลย์ ไชยนิล  
 ตลอดเวลาของการวิจัย ผู้เขียนขอขอบพระคุณท่านทั้งสองไว้อย่างสูง และขอขอบคุณ  
 อาจารย์, เจ้าหน้าที่ทุกท่าน ในภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
 วิทยาเขตเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี  
 ตลอดการวิจัยนี้

และสุดท้ายขอขอบคุณผู้มีรายชื่อดังต่อไปนี้

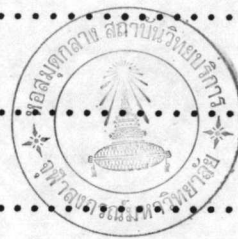
1. คุณ อรุรารา นิวทองงาม
2. คุณ ยุทธยา จารุศิริรังษี
3. คุณ ยงยุทธ จารุศิริรังษี
4. คุณ ยรรยง จารุศิริรังษี

ซึ่งเป็นผู้เอื้ออนุเคราะห์อำนวยความสะดวกแก่เริ่มแรกของการศึกษาของผู้เขียน

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
รายการรูปประกอบ .....	ญ
รายการตารางประกอบ .....	ณ



บทที่

1. บทนำ

1.1 ประวัติการวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรไฟฟ้า	
เหนี่ยวนำเฟสเดี่ยวชนิดคลื่นพา .....	1
1.2 ความคล้ายคลึงกันระหว่างมอเตอร์เหนี่ยวนำ	
เฟสเดี่ยวแบบเกากับสายส่งไฟฟ้า .....	2
1.3 แนวความคิดซึ่งนำไปสู่การประดิษฐ์มอเตอร์	
เหนี่ยวนำเฟสเดี่ยวชนิดคลื่นพา .....	4

## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.	การเปรียบเทียบทฤษฎีระหว่างมอเตอร์เหนี่ยวนำ เฟสเดียวแบบเกากับมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว ชนิดคลื่นพา	
2.1	บทนำ.....	7
2.2	การเกิดแรงบิดและวิธีควบคุมความเร็วรอบ ของมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวแบบเกา .....	7
2.3	การเกิดแรงบิดและวิธีควบคุมความเร็วรอบ ของมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวชนิดคลื่นพา .....	16
3.	มอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวชนิดคลื่นพา เครื่องต้นแบบที่ประดิษฐ์ขึ้นเพื่อการศึกษาวิจัย	
3.1	การเริ่มคํางานประดิษฐ์เครื่องต้นแบบ .....	25
3.2	การพิจารณามอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว ชนิดคลื่นพาที่ประดิษฐ์ขึ้นในทางทฤษฎี .....	34



สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3 ลักษณะการลดขนาดลงของคลื่นเคลื่อนทางในวงจร ปรุฏุมณี .....	40
4. การทดสอบและผลการทดสอบมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว ชนิดคลื่นพา เครื่องต้นแบบ	
4.1 บทนำ .....	44
4.2 ผลการทดสอบปรับความเร็วรอบของมอเตอร์เหนี่ยวนำ เฟสเดียวชนิดคลื่นพาโดยเปลี่ยนค่าความจุไฟฟ้า .	45
4.3 ผลการทดสอบมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวชนิดคลื่นพา ขณะไร้โหลด .....	47
4.4 ผลการทดสอบมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวชนิดคลื่นพา ขณะมีโหลด .....	48
5.. บทสรุปและข้อเสนอแนะในการพัฒนามอเตอร์เหนี่ยวนำ เฟสเดียวชนิดคลื่นพา .....	54
เอกสารอ้างอิง .....	58

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ก. แสดงความคล้ายคลึงกันระหว่างมอเตอร์เหนี่ยวนำ เฟสเดียวกับสายส่งไฟฟ้า .....	61
ภาคผนวก ข. แสดงสมการในช่องอากาศของมอเตอร์เหนี่ยวนำ เฟสเดียวชนิดคลื่นพา .....	68
ภาคผนวก ค. แสดงการวิเคราะห์หม้อเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว ชนิดคลื่นพา .....	72
ภาคผนวก ง. แสดงการวิเคราะห์หม้อเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว แบบเก่า .....	91
ภาคผนวก จ. แสดงผลทดสอบการลดขนาดลงของคลื่นเดินทาง ในรูปของแรงดันไฟฟ้าในวงจรปฐมภูมิของมอเตอร์ เหนี่ยวนำเฟสเดียวชนิดคลื่นพา เครื่องต้นแบบ .....	99

## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ฉ.	แสดงผลทดสอบความสัมพันธ์ ระหว่างเฟสของคลื่นเดินทาง ในวงจรปฐมภูมิของมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวชนิดคลื่นพา เครื่องต้นแบบ .....	164
ภาคผนวก ช.	แสดงผลทดสอบ คุณสมบัติ ความเร็วรอบ-แรงบิด-ประสิทธิภาพ ของมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวชนิดคลื่นพาเครื่องต้นแบบ ...	209
ภาคผนวก ซ.	นิยามศัพท์ที่ใช้ในวิทยานิพนธ์ .....	246
ประวัติ .....		248

รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
1-1	แสดงการเรียงตัวของขดลวดเพื่อเลียนแบบระบบสายส่งไฟฟ้า .....	3
1-2	แสดงวงจรปฐมภูมิของมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวชนิดลื่นพา	6
2-1	แสดงการต่อขดลวดหลักของมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวแบบเก่า กับไฟป้อนเข้าเฟสเดียว .....	9
2-2	แสดงการต่อขดลวดของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3-เฟส จำนวน 2 เครื่อง ที่เทียบเท่ากับมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวแบบเก่า จำนวน 1 เครื่อง .....	10
2-3	แสดงการต่อขดลวดของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3-เฟส จำนวน 2 ชุด อนุกรมกัน .....	11
2-4	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง แรงบิดกับค่าสลิป ของมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวแบบเก่า .....	14

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

	หน้า
2-5 แสดงวงจรปฐมภูมิของมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวชนิดคลื่นพา	17
2-6 แสดงวงจรสมมุติใช้วิเคราะห์มอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว ชนิดคลื่นพา .....	21
3-1 แสดงการพันขดลวดเรียงซ้อนทับกันบนสเตเตอร์ของมอเตอร์ฯ ทดสอบแบบที่ 1 .....	26
3-2 แสดงการพันขดลวดบนสเตเตอร์ของมอเตอร์ฯทดสอบแบบ ที่ 2 .....	27
3-3 แสดงการพันขดลวดเรียงซ้อนทับกันบนสเตเตอร์ของมอเตอร์ฯ ทดสอบ แบบที่ 3 .....	28
3-4 แสดงการต่อวงจรของขดลวดและตัวเก็บประจุไฟฟ้าต้านวงจร ปฐมภูมิ .....	30
3-5 แสดงการพันขดลวดเรียงซ้อนทับกันบนสเตเตอร์ของมอเตอร์ เหนี่ยวนำเฟสเดียวชนิดคลื่นพา เครื่องต้นแบบที่ใช้ในการวิจัย และทดสอบ .....	32

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

	หน้า	
3-6	แสดงโรเตอร์หมุนแผ่นตัวนำ ของมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว ชนิดเคลื่อนพาเครื่องต้นแบบ .....	33
3-7	แสดงการวัดค่าความห่างประสิทธิผลของช่องอากาศของ มอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวชนิดเคลื่อนพา .....	34
3-8	แสดงวงจรปฐมภูมิ ของมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวชนิดเคลื่อนพา	35
3-9	แสดงวงจรวิเคราะห์ ของมอเตอร์ชนิดเคลื่อนพาต่อเมตร	35
4-1	แสดงวงจรปฐมภูมิที่ใช้ในการทดสอบ .....	44
5-1	แสดงวงจรปฐมภูมิกักเก็บของมอเตอร์ชนิดเคลื่อนพา .	56
5-2	แสดงวงจรปฐมภูมิกักเก็บในลักษณะผสม .....	56
ก-1	แสดงวงจรสมดุลย์ของสายส่งไฟฟ้า .....	65
ข-1	แสดงขดลวดบนสเตเตอร์ ของมอเตอร์เหนี่ยวนำชนิดเคลื่อนพา	69
ข-2	แสดงการวิเคราะห์แบบแผ่นแม่เหล็กชนิดมิติเดียว ..	69
ค-1	แสดงการวางเรียงขดลวดซ้อนทับกันในสเตเตอร์ ...	74

## รายการรูปประกอบ (ต่อ)

	หน้า
ก-2    แสดงวงจรสมมูลของมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว ชนิดคัลลิฟา .....	87
ง-1    แสดงวงจรสมมูลของมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว แบบเก๋า .....	92
ง-2    แสดงวงจรสมมูลของมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว แบบเก๋า ในกรณีที่สลิต S อยู่ในช่วงแคบ .....	94
ง-3    แสดงวงจรสมมูลของมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว แบบเก๋า ที่รวมค่าความต้านทานแม่เหล็ก $X_m$ ไว้ด้วย	95
จ-1    สัญลักษณ์ของวงจรปฐมภูมิที่ใช้ทดสอบ .....	100
จ-2    ถึง    จ-25    แสดงผลทดสอบการลดขนาดลงของ คลื่นเดินทางในรูปของแรงดันไฟฟ้า คร่อมตัวเก็บประจุในวงจรปฐมภูมิ (ขณะไร้อโหลด) .....	103-126

## รายการรูปประกอบ (ต่อ)

หน้า

จ-26	ถึง	จ-30	แสดงผลทดสอบเปรียบเทียบการลด ขนาดลงของคลื่นเดินทาง ในรูปของ แรงดันไฟฟ้าคร่อมตัวเก็บประจุในวงจร ปฐมภูมิ (ขณะไร้โหลด และขณะมีโหลด 2 N ) .....	128-132
จ-31	ถึง	จ-54	แสดงผลทดสอบการลดขนาดลงของ คลื่นเดินทางในรูปของแรงดันไฟฟ้า คร่อมตัวเหนี่ยวนำในวงจรปฐมภูมิ (ขณะไร้โหลด) .....	134-157
จ-55	ถึง	จ-59	แสดงผลทดสอบเปรียบเทียบการลด ขนาดลงของคลื่นเดินทาง ในรูปของ แรงดันไฟฟ้าคร่อมตัวเหนี่ยวนำในวงจร ปฐมภูมิ (ขณะไร้โหลด และขณะมีโหลด 2 N )	159-163



รายการรูปประกอบ (ต่อ)

	หน้า
ฉ-1 แสดงวงจรปฐมภูมิที่ใช้ในการทดสอบความสัมพันธ์ ระหว่างเฟสของคลื่นเคินทาง .....	165
ฉ-2 แสดงเวกเตอร์ความสัมพันธ์ระหว่างเฟสของคลื่นเคินทาง .	166
ฉ-3 ถึง ฉ-22 แสดงผลทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างเฟส ของคลื่นเคินทางในวงจรปฐมภูมิของ มอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวชนิดคลื่นพา เครื่องต้นแบบ, (ขณะไร้อโหลด) .....	168-187
ฉ-23 ถึง ฉ-40 แสดงผลทดสอบความสัมพันธ์ระหว่าง เฟสของคลื่นเคินทางในวงจรปฐมภูมิ ของมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวชนิด คลื่นพาเครื่องต้นแบบ, (ขณะมีโหลด 2 N)...	189-206

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

หน้า

- ช-1 ถึง ช-9    แสดงผลทดสอบคุณสมบัติ ความเร็วรอบ-แรงบิด  
 ของมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวชนิดคลื่นพา  
 เครื่องต้นแบบ ..... 211-219
- ช-10 ถึง ช-13    แสดงผลทดสอบความสัมพันธ์ระหว่าง  
 แรงบิด-กระแสป้อนเข้า-พลังงานไฟฟ้าป้อนเข้า-  
 -พลังงานกล ของมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว  
 ชนิดคลื่นพาเครื่องต้นแบบ ..... 221-224
- ช-14 ถึง ช-33    แสดงผลทดสอบคุณสมบัติ ความเร็วรอบ-แรงบิด-  
 -ประสิทธิภาพ ของมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว  
 ชนิดคลื่นพาเครื่องต้นแบบ ..... 226-245

รายการตารางประกอบ

ตารางที่	หน้า
4-1 แสดงความเร็วรอบ/นาที, ที่ค่าความจุไฟฟ้าต่างๆของ การทดสอบขณะไร้อโหลด, (ไฟป้อนเข้าคงที่ 200 โวลต์) ...	46
4-2 แสดงค่าความต้านทานและความเหนี่ยวนำของขดลวด ชุดที่ 1 ถึงชุดที่ 18 ในวงจรปฐมภูมิ .....	50
4-3 แสดงค่าแรงดันไฟฟ้า, โวลต์, ที่ปลายวงจรปฐมภูมิ ในเงื่อนไขต่างๆของการทดสอบ, ขณะไร้อโหลด .....	51
4-4 แสดงค่าแรงดันไฟฟ้า, โวลต์, ที่ปลายวงจรปฐมภูมิ ในเงื่อนไขต่างๆของการทดสอบ โดยมีโหลด 1 N และ 2 N	52
4-5 แสดงค่ากระแสเริ่มหมุน, แอมแปร์, และ (แรงดันไฟฟ้า, โวลต์) ของมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวชนิดคลื่นพา ใน เงื่อนไขต่างๆขณะไร้อโหลด .....	53

รายการตารางประกอบ (ต่อ)

หน้า

ตารางที่

ฉ-1	ตารางแสดงค่าเฟสของคลื่นเดินทางในวงจรปฐมภูมิ ของมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวชนิดคลื่นพาเครื่องต้นแบบ (ขณะไร้อโหลด) .....	207
ฉ-2	ตารางแสดงค่าเฟสของคลื่นเดินทางในวงจรปฐมภูมิ ของมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวชนิดคลื่นพาเครื่องต้นแบบ (ขณะมีโหลด 2 N) .....	208