

การออกแบบและสร้างเครื่องควบคุมความถี่และแรงดันของเครื่อง  
กำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับขั้วเคลื่อนโดยเครื่องยนต์ขนาดเล็ก

นาย อีรพัฒน์ ไชคชัยศิริวัฒน์



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2528

I S B N 974-566-122-8

DESIGN AND CONSTRUCTION OF FREQUENCY AND VOLTAGE REGULATOR  
FOR A SMALL ENGINE ALTERNATOR SET

Mr. Teerapat Chochaisiriwat



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering  
Department of Electrical Engineering  
Graduate School  
Chulalongkorn University

1985

หัวข้อวิทยานิพนธ์      การออกแบบและสร้าง เครื่องควบคุมความถี่และแรงดันของ เครื่อง  
กำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ขับ เคลื่อนโดย เครื่องยนต์ขนาดเล็ก  
โดย                           นาย อีรพัฒน์ ไชคชัยศิริวัฒน์  
ภาควิชา                        วิศวกรรมไฟฟ้า  
อาจารย์ที่ปรึกษา        รองศาสตราจารย์ สัมภ์ ศิวารัตน์  
                                      รองศาสตราจารย์ พูลพร แสงบางปลา

---

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัตินับให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาคตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

.....  
(รองศาสตราจารย์ ดร.มนู วีรบุรุษ)  
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ  
รักษาการในตำแหน่งคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ศิริ อัจฉรินทร์ ..... ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ วิชัย สังข์จันทรานนท์)

..... Dr. Somchai Jitapantgul ..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย จิตะพันธ์กุล)

..... Dr. Yuthana Kulwittid ..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุธนา กุลวิฑิต)

..... สมันต์ ศิวารัตน์ ..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ สัมภ์ ศิวารัตน์)

..... Dr. Puang ..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ พูลพร แสงบางปลา)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบและสร้าง เครื่องควบคุมความถี่และแรงดันของ เครื่อง กำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับขับเคลื่อนโดย เครื่องยนต์ขนาดเล็ก
ชื่อนิสิต	นาย อีรพัฒน์ ไชคชัยศิริวัฒน์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ สัมภ์ ศิวารัตน์ รองศาสตราจารย์ พูลพร แสงบางปลา
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา	2528

#### บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อศึกษาวิจัย เกี่ยวกับการออกแบบและสร้างระบบควบคุม เพื่อป้องกันความเสียหายของอุปกรณ์ไฟฟ้า อันเกิดจากความเปลี่ยนแปลงมากของแรงดันและความถี่ของระบบจ่ายไฟฟ้า

งานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

- 1) ออกแบบและสร้างระบบควบคุมความเร็วของ เครื่องยนต์ขนาดเล็กซึ่งใช้หมุน เครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยให้สามารถรักษาความถี่ให้อยู่ในย่าน  $50 \text{ Hz} \pm 1\frac{1}{2} \%$  ที่โหลด ต่าง ๆ กัน
- 2) ออกแบบและสร้างระบบควบคุมแรงดันของ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยให้สามารถรักษาแรงดันออกมีค่าคงที่  $220 \text{ V} \pm 5\%$

การทดสอบระบบควบคุมที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นได้ผล เป็นที่น่าพอใจ คือสามารถ ควบคุมทั้งความถี่และแรงดันให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

Thesis Title      Design and Construction of Frequency and Voltage  
Regulator for a Small Engine Alternator Set  
Name              Mr. Teerapat Chochaisiriwat  
Thesis Advisor    Associate Professor Sun Sivaratana  
                    Associate Professor Phulporn Saengbangpla  
Department       Electrical Engineering  
Academic Year    1985

#### ABSTRACT

The purpose of this thesis is to study and to research on the design and construct of a control system to prevent damage of the electrical equipment caused by the fluctuation of the voltage and frequency owing to the changing of load.

The work is divided in two stages:

1. Design and construct an electrical governor system to control the speed of a small engine which drives a particular alternator. The system is designed to keep the frequency output in the limit of  $50 \text{ Hz} \pm 1\frac{1}{2} \%$  at various load.

2. Design and construct a voltage regulator to control the alternator keeping the voltage regulation within  $\pm 5\%$  at various load.

The tests on both stages of the control system were satisfactory. It could controlled both the frequency and voltage regulation in the limits required.

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้จะสำเร็จลงได้ด้วยดี ก็ได้รับความอนุเคราะห์ ให้ความ  
แนะนำและความช่วยเหลือในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากบุคคลหลายท่าน คือ

- ศาสตราจารย์ วิชัย สังข์จันทร์รานนท์
- รองศาสตราจารย์ สัมภ์ ศิวารัตน์
- รองศาสตราจารย์ พูลพร แสงบางปลา
- รองศาสตราจารย์ ดร. ชาศรี ศรีไพรรณ
- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไคยม อารียา
- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยุทธนา กุลวิฑิต
- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไพโรจน์ เฟื่องสุระ
- คุณพิภพ ประพันธ์ศิลป์
- คุณสมชาติ นนทะนาคร
- คุณวิโรจน์ วิวัฒน์รังสรรค์

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณทุกท่านที่กล่าวนามมาแล้วทั้งหมดที่ให้ความช่วยเหลือมา  
โดยตลอดจนกระทั่งวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ได้สำเร็จลงในที่สุด

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
รายการรูปประกอบ.....	ช
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.4 ขั้นตอนการทำวิจัย.....	2
1.5 หลักการที่สำคัญ.....	2
บทที่ 2 หลักการเบื้องต้น.....	3
2.1 เครื่องยนต์ดีเซล.....	3
2.2 เครื่องควบคุมความถี่.....	4
2.3 เครื่องรักษาแรงดัน.....	5
บทที่ 3 ระบบควบคุมผสม.....	8
3.1 วงจรหลักของระบบผสม.....	8
3.2 การออกแบบระบบรักษาแรงดัน.....	9
3.3 การออกแบบระบบควบคุมความถี่.....	16
บทที่ 4 วงจรระบบควบคุมผสม.....	28
4.1 วงจรระบบรักษาแรงดัน.....	28
4.2 วงจรระบบควบคุมความถี่.....	46
บทที่ 5 วิธีและผลการทดสอบ.....	52
5.1 วิธีทดสอบโดยการกระตุ้นแยก.....	52
5.2 วิธีทดสอบการคงค่าแรงดันของเครื่องรักษาแรงดัน (ความเร็วของ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าคงที่).....	53

	หน้า
5.3 วิธีการทดสอบการคงค่าแรงดันของเครื่องรักษาแรงดัน (ความเร็วของ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเปลี่ยน-โหลดคงที่) .....	55
5.4 ลักษณะสมบัติของ F/V converter.....	56
5.5 การทดสอบโหลดภาวะชั่วครู่.....	57
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย.....	64
เอกสารอ้างอิง.....	65
ภาคผนวก.....	66
ประวัติ.....	81



## รายการรูปประกอบ

รูปที่	หน้า
2.1	3
2.2	4
2.3	5
2.4	5
2.5	7
3.1	8
3.2	9
3.3	9
3.4	10
3.5	12
3.6	12
3.7	15
3.8	16
3.9	17
3.10	17
3.11	18
3.12	19
3.13	19
3.14	20
3.15	21
3.16	22
3.17	22
3.18	23
3.19	24

รูปที่	หน้า
3.20 แสดงวงจรเปรียบเทียบแบบ Double End output	25
3.21 แสดงวงจรควบคุมกำลังแบบบริดจ์	25
3.22 แสดงวงจรมอเตอร์แม่เหล็กถาวร	26
3.23 มอเตอร์แม่เหล็กถาวร	27
4.1 แรงดันคร่อมคาปาซิเตอร์ $C_6$ ขณะที่แรงดันออกของเครื่องรักษาแรงดันมีค่าสูง	33
4.2 แรงดันคร่อมอิมิตเตอร์คาปาซิเตอร์ $C_6$ ขณะที่แรงดันออกของเครื่องรักษาแรงดันต่ำ	37
4.3 วงจรสมมูลของ VOLTAGE REGULATOR สำหรับ ALTERNATOR	48
4.4 วงจรภาคเปลี่ยนแปลงสัญญาณ	49
4.5 วงจรจ่ายไฟของภาคควบคุมความถี่	49
4.6 แสดงวงจรระบบ DC SERVOMOTOR CONTROL	50
4.7 วงจรจ่ายไฟเซอร์โวมอเตอร์	51
5.1 แสดงวงจรทดสอบการกระตุ้นแยกของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	53
5.2 แสดงวงจรทดสอบวงบิตของระบบรักษาแรงดัน	53
5.3 แสดงเส้นโค้งเปรียบเทียบเครื่องรักษาแรงดัน	54
5.4 แสดงเส้นโค้งกระแสสร้างสนามแม่เหล็กกับกระแสไหล	55
5.5 แสดงความสัมพันธ์กระแสสร้างสนามแม่เหล็กกับความเร็วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	56
5.6 แสดงการหาลักษณะสมบัติของ F/V Converter	57
5.7 แสดงลักษณะสมบัติของเครื่อง F/V Converter	59
5.8 ก การแปรปรวนของความถี่ ( ขณะไร้อโหลดไม่ใช้เครื่องควบคุมความถี่ )	60
5.8 ข การแปรปรวนของความถี่ ( ขณะไร้อโหลดใช้เครื่องควบคุมความถี่ )	60
5.9 ภาวะการแปรปรวนของความถี่ เมื่อใช้เครื่องควบคุมความถี่	61

## รูปที่

## หน้า

5.10	แรงดันภาวะชั่วคราว ( ไม่ใช้เครื่องรักษาแรงดัน )	62
5.11	แรงดันภาวะชั่วคราว ( ใช้เครื่องรักษาแรงดัน )	62
5.12	ความถี่ภาวะชั่วคราว ( ไม่ใช้เครื่องควบคุมความถี่ )	63
5.13	ความถี่ภาวะชั่วคราว ( ใช้เครื่องควบคุมความถี่ )	63