

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การควบคุมการผลิตกำลังไฟฟ้าตามความต้องการของภาระในระบบประจุไฟรถยนต์ (Control of Power Generation with Time-varying Load Demand in Automotive Charging System)
ชื่อผู้เขียน	นาย วีรชัย พัฒนพิบูล (Mr. Werachai Pattanapiboon)
ระดับปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา/คณะ/มหาวิทยาลัย	สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพฑูริย์ นาคมหาชาติสินธุ์
ปีการศึกษา	2549

### บทคัดย่อ

ระบบประจุไฟรถยนต์เป็นส่วนที่มีความสำคัญต่อการควบคุมการผลิตกำลังไฟฟ้าเอาต์พุตของอัลเทอร์เนเตอ์ในรถยนต์ เนื่องจากกำลังไฟฟ้าเอาต์พุตที่ผลิตได้ในแต่ละความเร็วรอบของอัลเทอร์เนเตอ์ขึ้นอยู่กับแรงดันบัสไฟฟ้าโดยมีโวลต์เตจเรกูเลเตอร์ (Voltage Regulator) เป็นตัวควบคุมการทำงาน แต่อย่างไรก็ตามการทำงานของโวลต์เตจเรกูเลเตอร์มีจุดประสงค์หลักในการจำกัดแรงดันบัสไฟฟ้าขอบบน (Upper Voltage Limiter) เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการอัดประจุไฟแบตเตอรี่ที่มากเกินไป (Overcharge) ซึ่งหากพิจารณาในเรื่องการควบคุมกำลังไฟฟ้าตามความต้องการของภาระแล้ว ระบบประจุไฟยังคงมีขีดความสามารถในการควบคุมกำลังไฟฟ้าอยู่ที่เฉพาะขอบเขตบนของแรงดันบัสไฟฟ้าที่ค่าหนึ่ง ทั้งที่แบตเตอรี่ที่เชื่อมต่อกับอัลเทอร์เนเตอ์ได้ให้ความเป็นอิสระในการผลิตกำลังไฟฟ้าของอัลเทอร์เนเตอ์ ซึ่งความเป็นอิสระนี้เกิดขึ้นได้เนื่องจากผลต่างของแรงดันไฟฟ้าระหว่างแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วแบตเตอรี่ขณะเปิดวงจร ( $V_{bat,oc}$ ) กับแรงดันบัสไฟฟ้า ( $V_{bus}$ ) แต่ความเป็นอิสระของแบตเตอรี่ไม่ได้ถูกนำมาใช้งานเพื่อประโยชน์ในการควบคุมกำลังไฟฟ้าอย่างเด่นชัด เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการควบคุมกำลังไฟฟ้าอัลเทอร์เนเตอ์ งานวิจัยนี้จึงนำเสนอแนวทางการพัฒนาระบบประจุไฟรถยนต์โดยอาศัยตัวควบคุมกระแสและแรงดันไฟฟ้าของอัลเทอร์เนเตอ์ (Voltage and Current Controller: VCC) แทนโวลต์เตจเรกูเลเตอร์ เพื่อควบคุมการผลิตกำลังไฟฟ้าของอัลเทอร์เนเตอ์ให้เป็นไปตามความต้องการของภาระ การทำงานวิจัยแบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก คือ การสร้างแบบจำลองระบบอัลเทอร์เนเตอ์โดยอาศัยข้อมูลผลทดสอบคุณลักษณะของอัลเทอร์เนเตอ์แบบคันเดิลล์

ขนาด 50 แอมป์ 12 โวลต์ สำหรับศึกษาผลการนำเทคนิคและหลักการทางอิเล็กทรอนิกส์กำลังมาประยุกต์ใช้เพื่อควบคุมการผลิตของอัลเทอร์เนเตอร์ และการสร้างวงจรต้นแบบ VCC สำหรับตรวจสอบแนวคิดการควบคุมกำลังไฟฟ้าตามความต้องการของภาระ ผลการทดสอบแบบจำลองอัลเทอร์เนเตอร์แสดงให้เห็นการทำนายกำลังไฟฟ้าอัลเทอร์เนเตอร์ได้ถูกต้องมากขึ้น และครอบคลุมย่านการทำงานของอัลเทอร์เนเตอร์ ส่วนผลทดสอบการทำงานของวงจรต้นแบบ VCC แสดงให้เห็นความสามารถในการควบคุมกำลังไฟฟ้าตามภาระและผลต่างกำลังไฟฟ้าเมื่อเปรียบเทียบกับ การควบคุมแบบโวลเตจเร็กกูเลเตอร์ในกรณีที่กระแสไหลเข้าแบตเตอรี่เท่ากับ 0 และ 5 A แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสฟิวด์กับกระแสอัลเทอร์เนเตอร์และความเร็วรอบของอัลเทอร์เนเตอร์ ( $i_f \propto (I_{dir}, \omega)$ ) เพื่อยืนยันผลการทำงานของวงจร VCC อย่างมีแบบแผน

Thesis Title	Control of Power Generation with Time-varying Load Demand in Automotive Charging System
Author	Mr. Werachai Pattanapiboon
Degree	Master of Engineering
Faculty	Faculty of Engineering
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Paiboon Nakmahachalasint
Year Submitted	2006

## ABSTRACT

The automotive charging system is necessary for controlling power output generation of an alternator for a vehicle. The generation of output power in each speed of the alternator is dependent upon the bus voltage, controlled by a voltage regulator. In general, the automotive charging system emphasizes on the alternator's generated power. However, the main duty of voltage regulator is to limit upper voltage limiter in order to prevent an overcharge. If considering in voltage control as needed by load, the automotive charging system still has a limited potential even that a battery connected to the alternator allows the alternator to generate a voltage freely. This freedom is from the difference between terminal voltage of battery and the bus voltage. Even that, the freedom can't be used clearly for controlling voltage in order to increase its ability to control a alternator power. The research presents the way to develop the automotive charging system by bringing voltage and current controller: VCC, instead of voltage regulator, to use to control the power generation of alternator as needed by load. The research methodology can be divided into 2 parts: First, to build an alternator system modeling, and to apply any techniques or electronic theories to the model in order to make use of controlling the alternator's generation, Second to produce a prototype of VCC to audit the idea of voltage control as needed by load. The result of the alternator modeling shows that using an averaged armature synchronous inductance varying with field current can predict power alternator more precisely and cover its operation. In the case of VCC prototype, it shows the potential in controlling power generation with time-varying load demand, and the difference of power when compared with the voltage

regulator (when the alternator currents flowing to the battery are 0 and 5 A). Moreover, it shows the relationships between the fields current versus the alternator current, the field current versus a speed of the alternator. These results ensure that VCC works properly.