# ระบบควบคุมการจ่ายไฟฟ้าอัจฉริยะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังเครื่องยนต์ไบโอดีเซล

# Bio-Diesel Engine Generator Intelligent Control System

ลงทะเบียนวันที่ 11 ก.พ. 2552
เลขทะเบียน 099480
เลขหมู่ วพ TK 2782 ส2395
หัวเรื่อง เครื่องกำเนิดไฟฟ้า - วิจัย

นายสมชาย เบียนสูงเนิน หัวหน้าโครงการวิจัย
นายวินัย จันทร์เพ็ง ผู้ร่วมวิจัย
นายนิติพงศ์ ปานกลาง ผู้ร่วมวิจัย
นายพร้อมศักดิ์ อภิรติกุล ผู้ร่วมวิจัย
นายไพศาล บุญเจียม ผู้ร่วมวิจัย
ดร.บุญยัง ปลั่งกลาง ที่ปรึกษาโครงการวิจัย

คณะวิศวกรรมศาสตร์

ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
งบประมาณประจำปี 2550

# ระบบควบคุมการจ่ายไฟฟ้าอัจฉริยะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังเครื่องยนต์ไบโอดีเซล

**Bio-Diesel Engine Generator Intelligent Control System**


| | |
|---|---|
| นายสมชาย เบียนสูงเนิน | หัวหน้าโครงการวิจัย |
| นายวินัย จันทร์เพ็ง | ผู้ร่วมวิจัย |
| นายนิติพงศ์ ปานกลาง | ผู้ร่วมวิจัย |
| นายพร้อมศักดิ์ อภิรติกุล | ผู้ร่วมวิจัย |
| นายไพศาล บุญเจียม | ผู้ร่วมวิจัย |
| ดร.บุญยัง ปลั่งกลาง | ที่ปรึกษาโครงการวิจัย |

**คณะวิศวกรรมศาสตร์**



**ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี**

**งบประมาณประจำปี 2550**

โครงการวิจัย ระบบควบคุมการจ่ายไฟฟ้าอัจฉริยะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังเครื่องยนต์ไบโอดีเซล
Bio-Diesel Engine Generator Intelligent Control System


| | | |
|---|---|---|
| ชื่อนักวิจัย | นายสมชาย เบียนสูงเนิน | หัวหน้าโครงการวิจัย |
| | นายวินัย จันทร์เพ็ง | ผู้ร่วมวิจัย |
| | นายนิติพงศ์ ปานกลาง | ผู้ร่วมวิจัย |
| | นายพร้อมศักดิ์ อภิรติกุล | ผู้ร่วมวิจัย |
| | นายไพศาล บุญเจียม | ผู้ร่วมวิจัย |
| | ดร.บุญยัง ปลั่งกลาง | ที่ปรึกษาโครงการวิจัย |



ประจำปี 2550


## บทคัดย่อ


โครงการวิจัยนี้ได้สร้างและวิเคราะห์ระบบควบคุมการจ่ายไฟฟ้าอัจฉริยะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังเครื่องยนต์ไบโอดีเซล เริ่มจากการสร้างระบบควบคุมการขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้เครื่องยนต์เป็นต้นกำลังเข้าระบบไฟฟ้าแบบอัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำให้เกิดความสะดวกในการตรวจสอบเงื่อนไข การทดสอบพฤติกรรมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ทดสอบกับเครื่องกำเนิดชนิด 1 เฟส ขนาด 3 kW 220 V โดยพบว่าสัญญาณรูปคลื่นแรงดันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีฮาร์มอนิกส์ประกอบอยู่ด้วย แต่ระบบควบคุมยังสามารถสั่งการให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงานเมื่อแหล่งจ่ายหลักไม่สามารถจ่ายโหลดได้ตามต้องการ พร้อมทั้งสั่งงานให้หยุดการทำงานเมื่อแหล่งจ่ายหลักสามารถจ่ายโหลดได้ และเมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซลทำการขนานเข้ากับระบบไฟฟ้าความถี่และแรงดันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะถูกควบคุมโดยความถี่และแรงดันของระบบ แต่กระแสยังมีสัญญาณฮาร์โมนิกส์ปนอยู่ ซึ่งในการพัฒนางานวิจัยขั้นต่อไปจะต้องออกแบบชุดกำจัดสัญญาณฮาร์โมนิกส์ เพื่อไม่ให้ส่งผลต่อคุณภาพระบบไฟฟ้า ส่วนภาคแสดงผลทำงานได้ตามที่ออกแบบ โดยสามารถส่งและรับค่าผ่านคลื่นความถี่วิทยุได้ ทำให้สามารถเก็บข้อมูลปริมาณทางด้านไฟฟ้า ดูสถานะของระบบ และสั่งการการทำงานผ่านคอมพิวเตอร์ได้ สำหรับการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น สามารถทำได้ที่โหลดต่ำ โดยจากการทดสอบอัตราการใช้พลังงานเทียบที่โหลดขนาดต่างๆ ที่โหลดต่ำประมาณ 0% ถึง 30 % จะมีการใช้พลังงานที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงควรนำพลังงานไฟฟ้าที่เหลือจากการจ่ายโหลดเก็บที่แบตเตอรี่ เพื่อนำมาใช้สลับกับการเดินเครื่องยนต์ การหาตำแหน่งติดตั้งที่เหมาะสมในแบบ 1 เฟส หาได้จากการพิจารณากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่เกิดจากสายนิวตรอล

# กิตติกรรมประกาศ

ทางคณะนักวิจัยต้องขอขอบพระคุณ คณาจารย์และเจ้าหน้าที่ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ให้การสนับสนุนในทุกๆ ด้าน และขอขอบคุณหน่วยงานและบุคคลต่อไปนี้

นายอาทิตย์ เจริญยิ่ง และนายจรัล เกาะแก้ว ที่ช่วยงานด้านทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

โครงการวิจัยบ้านพลังงานราชมงคล ของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนานเข้ากับระบบบ้านพลังงานจนทำให้โครงการวิจัยบรรลุตามวัตถุประสงค์

**คณะนักวิจัย**

# สารบัญ


| รายการ | หน้า |
|---|---|
| บทคัดย่อ | ค |
| กิตติกรรมประกาศ | ง |
| สารบัญ | จ |
| สารบัญรูป | ช |
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| 1.1 ความเป็นมาของงานวิจัย | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ | 1 |
| 1.3 ขอบเขตงานวิจัย | 1 |
| 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 1 |
| 1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย | 2 |
| บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง | 4 |
| 2.1 หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า | 5 |
| 2.2 การคำนวณปริมาณทางไฟฟ้า | 9 |
| 2.3 อุปกรณ์ประมวลผล | 14 |
| 2.4 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ | 16 |
| บทที่ 3 การออกแบบระบบควบคุม | 17 |
| 3.1 การออกแบบวงจรควบคุม | 17 |
| 3.2 การวัดขนาดของแรงดัน | 19 |
| 3.3 วงจรเปรียบเทียบมุมเฟสและความถี่ | 20 |
| 3.4 วงจรการสตาร์ทและหยุดเดินเครื่องยนต์ดีเซล | 21 |
| 3.5 การควบคุมการขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้าระบบไฟฟ้า | 22 |
| 3.6 วงจรวัดกำลังไฟฟ้า | 22 |
| 3.7 การเขียนโปรแกรมควบคุม | 23 |
| 3.8 การออกแบบส่วนแสดงผล | 24 |
| บทที่ 4 การทดสอบและวิเคราะห์ผล | 25 |
| 4.1 การทดสอบภาคการควบคุม | 26 |
| 4.2 การทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า | 27 |
| 4.3 การทดสอบขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้ากับระบบไฟฟ้า | 29 |
| 4.4 การทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุม | 31 |
| 4.5 การปรับปรุงระบบควบคุม | 34 |

## สารบัญ(ต่อ)


| รายการ | หน้า |
|---|---|
| 4.6 การทดสอบส่วนแสดงผล | 36 |
| 4.7 การทดสอบควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้า | 38 |
| 4.8 การวิเคราะห์หาตำแหน่งติดตั้งที่เหมาะสม | 41 |
| บทที่ 5 การทดสอบและเก็บผล | 43 |
| 5.1 สรุปผลงานการวิจัย | 43 |
| 5.2 การพัฒนาในขั้นต่อไป | 44 |
| เอกสารอ้างอิง | 45 |
| ภาคผนวก | 46 |
| ภาคผนวก ก ส่วนประกอบของระบบทดสอบ | 47 |
| ภาคผนวก ข ข้อมูลเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซล | 48 |
| ภาคผนวก ค บทความเผยแพร่ | 49 |
| ประวัตินักวิจัย | 61 |

# สารบัญรูป


| รายการ | หน้า |
|---|---|
| รูปที่ 2.1ระบบควบคุมการจ่ายพลังงานไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า | 4 |
| รูปที่ 2.2 แผนผังของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบไร้แปลงถ่าน | 6 |
| รูปที่ 2.3 วงจรการสตาร์ทและหยุดเดินเครื่องยนต์ดีเซล | 8 |
| รูปที่ 2.4 ลักษณะสัญญาณแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ | 9 |
| รูปที่ 2.5 การหาค่าเฉลี่ยของรูปคลื่นสัญญาณใด ๆ | 10 |
| รูปที่ 2.6 สัญญาณกระแสแบบไซน์ | 11 |
| รูปที่ 2.7 กราฟกระแส แรงดันและกำลังไฟฟ้า | 12 |
| รูปที่ 2.8 ความถี่จากการตรวจสอบเวลาที่เกิดการเปลี่ยนของสัญญาณ | 13 |
| รูปที่ 2.9 มุมต่างเฟสของสองสัญญาณ | 14 |
| รูปที่ 2.10 ส่วนประกอบของ dsPIC30F4011 | 14 |
| รูปที่ 2.11 การจัดวางขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC30F4011 | 15 |
| รูปที่ 2.12 ส่วนประกอบที่สำคัญของโปรแกรมวิชวลเบสิก | 16 |
| รูปที่ 3.1 แผนผังระบบควบคุม | 17 |
| รูปที่ 3.2 กราฟการจ่ายพลังงานไฟฟ้าของแหล่งจ่ายทั้ง 2 แหล่ง | 17 |
| รูปที่ 3.3 วงจรแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง | 19 |
| รูปที่ 3.4 การยกระดับสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ | 20 |
| รูปที่ 3.5 วงจรเปรียบเทียบมุมเฟสและความถี่ | 20 |
| รูปที่ 3.6 วงจรการสตาร์ทและหยุดเดินเครื่องยนต์ดีเซล | 21 |
| รูปที่ 3.7 วงจรต่อขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้ากับระบบไฟฟ้า | 22 |
| รูปที่ 3.8 วงจรแปลงกระแสเป็นแรงดัน | 22 |
| รูปที่ 3.9 ส่วนประกอบการแสดงผล | 24 |
| รูปที่ 4.1 วงจรควบคุมของระบบ | 25 |
| รูปที่ 4.2 การทดสอบสัญญาณแรงดัน | 26 |
| รูปที่ 4.3 สัญญาณวงจรเปรียบเทียบมุมเฟสและความถี่ | 27 |
| รูปที่ 4.4 สัญญาณแรงดันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขณะไม่มีโหลด | 27 |
| รูปที่ 4.5 สัญญาณแรงดันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขณะป้อนโหลด 1500 W | 28 |
| รูปที่ 4.6 สัญญาณแรงดันของเครื่องกำเนิดเต็มพิกัด 3000 W | 28 |
| รูปที่ 4.7 สัญญาณขณะเริ่มเดินและหยุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า | 29 |

# สารบัญรูป(ต่อ)


| รายการ | หน้า |
|---|---|
| รูปที่ 4.8 สัญญาณของระบบและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก่อนสตาร์ท | 29 |
| รูปที่ 4.9 สัญญาณของระบบและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหลังสตาร์ท | 30 |
| รูปที่ 4.10 สัญญาณของระบบและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหลังการขนาน | 30 |
| รูปที่ 4.11 การเทียบสัญญาณแรงดันและกระแสขณะปรับเร่งความเร็วรอบ | 31 |
| รูปที่ 4.12 สัญญาณการตรวจสอบเงื่อนไข | 32 |
| รูปที่ 4.13 สัญญาณสั่งต่อและปลดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้าระบบไฟฟ้า | 33 |
| รูปที่ 4.14 สัญญาณการต่อวงจรของรีเลย์และแมคเนติกส์คอนแทคเตอร์ | 33 |
| รูปที่ 4.15 การทดสอบการขนานเข้าระบบ | 33 |
| รูปที่ 4.16 การปรับเปลี่ยนวงจรขนานเข้าระบบ | 34 |
| รูปที่ 4.17 วงจรทดสอบเปรียบเทียบเวลาการทำงานของอุปกรณ์ตัดต่อ | 35 |
| รูปที่ 4.18 สัญญาณการทดสอบช่วงเวลาตัดต่อ | 35 |
| รูปที่ 4.19 สถานะของระบบขณะยังไม่ขนานเข้าระบบ | 36 |
| รูปที่ 4.20 กราฟปริมาณทางไฟฟ้าขณะยังไม่ขนานเข้าระบบ | 36 |
| รูปที่ 4.21 สถานะของระบบเมื่อขนานเข้าระบบ | 37 |
| รูปที่ 4.22 กราฟปริมาณทางไฟฟ้าเมื่อขนานเข้าระบบ | 37 |
| รูปที่4.23 ส่วนประกอบการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องกำเนิดไฟฟ้า | 38 |
| รูปที่ 4.24 กราฟอัตราการใช้เชื้อเพลิง | 39 |
| รูปที่ 4.25 วงจรเก็บประจุแบบควบคุมกระแสด้วย PWM | 40 |
| รูปที่ 4.26 ระบบทดสอบ 20 บัส | 41 |
| รูปที่ 4.27 ตัวอย่างผลการคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้า | 42 |
| รูปที่ 4.28 กำลังไฟฟ้าสูญเสียเมื่อติดตั้งที่บัสต่างๆ | 42 |