

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 6

Proceeding of The 6<sup>th</sup> Conference of Electrical Engineering Network of Rajamangala University of Technology (EENET 2014)

วงจรรับรีเลย์แบบนิรภัยและการประยุกต์ใช้งานกับระบบขับเคลื่อนมอเตอร์  
A Fail-safe Relay Drive Circuit and its Application to Motor Drive System

แสนศักดิ์ คืออ่อน<sup>1</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

833 ถ.พระราม 1 แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร โทรศัพท์ : 02-1049099 ต่อ 7001 E-mail: sansak@ptwit.ac.th

บทคัดย่อ

บทความได้นำเสนอวงจรรับรีเลย์แบบนิรภัย โดยวงจรรับจะมีสัญญาณปรากฏด้านขาออกเพื่อขับรีเลย์จำนวนสองชุดเฉพาะในกรณีที่ไม่พบความเสียหายที่อาจเป็นอันตรายเกิดขึ้นภายในจากฟังก์ชันการตรวจสอบตัวเองของระบบ และสัญญาณขับรีเลย์จำนวนสองชุดทางด้านขาออกจะถูกคั่งค่าให้มีกรหน่วงของเวลาทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายจากความผิดพลาดร่วมที่อาจเกิดขึ้นได้จากการทำงานของหน้าสัมผัสทั้งสองชุด ในวงจรได้ใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็กร่วมกับวงจรพักดับสัญญาณ และวงจรรักษาระดับแรงดันแบบเชิงเส้นเพื่อให้แรงดันขาออกสำหรับขับรีเลย์มีค่าคงที่และมีลำดับการทำงานที่ถูกต้อง ทั้งนี้เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของสัญญาณขับเคลื่อนได้ทำการเพิ่มวงจรตรวจสอบความผิดปกติโดยอาศัยคุณลักษณะเฉพาะของวงจรกรองแถบความถี่ผ่านมาประยุกต์ใช้งานกับวงจรรับอีกด้วย และเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาของความผิดปกติที่ระดับแรงดันใกล้เคียงแหล่งจ่าย และสัญญาณรบกวนต่างๆ ภายในวงจร แรงดันด้านขาออกของวงจรรับได้ถูกยกระดับให้มีค่าสูงกว่าระดับแรงดันของแหล่งจ่ายไปปกติ โดยอาศัยการออกแบบชุดวงจรรับเคลื่อนแบบพิเศษร่วมกับ หม้อแปลง ไฟฟ้าแบบสามขดลวด นอกจากนี้ในบทความยังได้นำเสนอการทำงานแบบลำดับขั้นที่มีความปลอดภัยสำหรับการขับรีเลย์ และออกแบบวงจรให้อยู่ในโหมดการทำงานแบบผิดพลาดนิรภัย รวมถึงการประเมินความเสี่ยงและวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือทางด้านระบบนิรภัย คือการวิเคราะห์คุณลักษณะของความเสียหายและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น เพื่อเป็นการยืนยันการทำงานที่ถูกต้องที่ตรง และเพื่อประโยชน์สำหรับการนำไปประยุกต์ใช้งานที่หลากหลายกับระบบนิรภัยอื่นๆ ต่อไป

คำสำคัญ: ระบบนิรภัย, ความผิดพลาดนิรภัย, ตัวขับรีเลย์, การวิเคราะห์คุณลักษณะของความเสียหายและผลกระทบ

Abstract

A fail-safe relay drive circuit, which outputs only under normal-function situations and which outputs to two relays with some time difference to avoid the common mode failure of the welding of contacts, is proposed. The output and the correct safe timing of

driving/de-driving the relays is achieved by CMOS inverters and linear regulators, as well as the relay drive circuit with constant output voltage by a transformer. The relay drivers output high powered with stability and band-pass filter characteristics, and booting ground voltage level of ICs by the similar transformers increases tolerance to line-cross at lines to relays or noise by EMC coupling within the circuit. This paper describes the relay drive circuit for the safe operation order and the fail-safe measures to realise the function, as well as safety analyses of these by using Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), and reveals the validity and expandability of these safety measures.

Keywords: Safety system, Fail-safe, Relay driver, Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)

1. บทนำ

ในบทความนี้เริ่มต้นจากการสร้างแนวคิดในการออกแบบวงจรรับรีเลย์ให้เป็นไปตามแนวทางของระบบนิรภัยในเบื้องต้น จากนั้นได้ดำเนินการจัดสร้างวงจรและเลือกใช้งานอุปกรณ์ให้สอดคล้องกับหลักคิดดังกล่าว โดยทำงานควบคู่ไปกับการวิเคราะห์และประเมินผลของการออกแบบแต่ละส่วนด้วยเครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ด้านระบบนิรภัย[1] ซึ่งในบทความนี้ได้เลือกใช้ การวิเคราะห์ลักษณะความเสียหายและผลกระทบ(FMEA) อันเป็นเครื่องมือที่เหมาะสมกับวงจรรับที่ได้จัดสร้างขึ้น เนื่องจากเป็นวงจรรองง่ายและเลือกใช้อุปกรณ์พื้นฐานไม่มีหน่วยประมวลผล(CPU) หรือวงจรรีเฟกทรอนิกส์ขั้นสูงที่มีการทำงานซับซ้อนแต่อย่างใด ต่อจากนั้นได้ดำเนินการตรวจสอบ ประเมินค่าและเซ็นอินผลที่ได้จากการออกแบบและวิเคราะห์วงจรก่อนทำการผลิตมาใช้งานจริง ทั้งก่อนการจัดสร้างด้วยโปรแกรมจำลองการทำงานของวงจร(PSpice) และในขณะที่ทำการจัดสร้างโดยตรวจสอบจากวงจรต้นแบบที่จัดสร้างขึ้นอีกด้วย ทั้งนี้เมื่อพิจารณาจากผลกระทบของสัญญาณจากชุดวงจรรับแบบที่ได้จัดสร้างขึ้น และการประเมินผลกระทบอันอาจเกิดขึ้นจากความเสียหายของอุปกรณ์ภายในวงจร ผลลัพธ์ที่ได้เป็นไปตามที่ออกแบบไว้ในเบื้องต้นและสอดคล้องกับหลักคิดของการจัดสร้างวงจรรับให้เป็นแบบระบบนิรภัยดังกล่าวข้างต้น

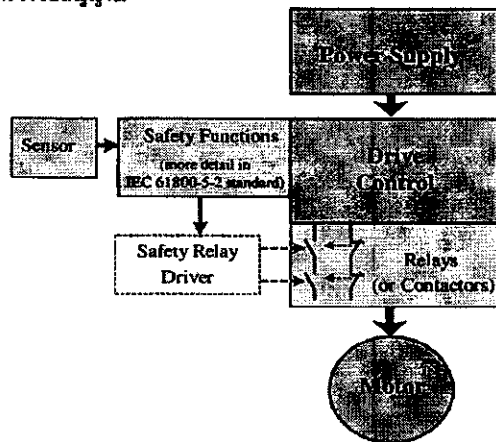
## บทความวิจัย

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 6

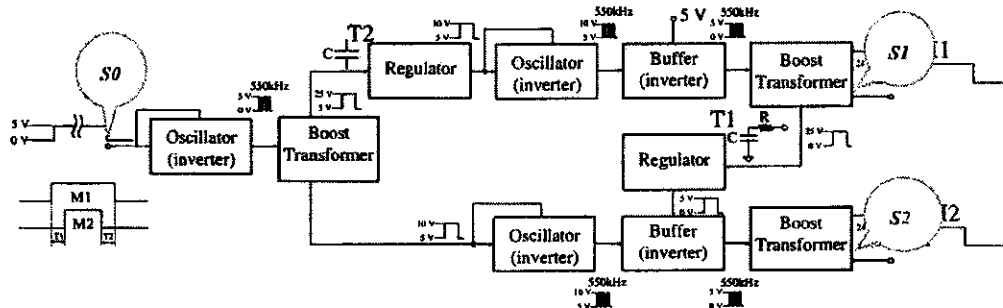
Proceeding of The 6<sup>th</sup> Conference of Electrical Engineering Network of Rajamangala University of Technology (EENET 2014)

### 2. หลักคิดและการออกแบบวงจรขับเคลื่อนนิรภัย

บทความนี้จะกล่าวถึงการประยุกต์หลักการออกแบบระบบนิรภัยกับวงจรขับเคลื่อนเพื่อการใช้งานร่วมกับชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าที่ถูกต้องอิงตามมาตรฐาน IEC 61800-5-2 [2] ดังบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 1 และมีไดอะแกรมการทำงานอย่างง่ายของวงจรขับเคลื่อนแสดงดังรูปที่ 2 ตามลำดับ หลักคิดสำคัญสำหรับวงจรขับเคลื่อนนิรภัย ที่มีฟังก์ชันการตรวจสอบความคิดปกติภายในตัวเองของวงจร (diagnosis function) คือการทำงานแบบลำดับขั้นที่มีความปลอดภัยสำหรับการขับเคลื่อนจำนวนสองชุด [3] ที่มีการต่อหน้าสัมผัสร่วมกันแบบอนุกรมดังที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 3 จากรูปจะมีกระแสไหลเข้าสู่มอเตอร์ก็ต่อเมื่อหน้าสัมผัสของรีเลย์ทั้งสองทำงานเป็นปกติทั้งคู่ (ปิดวงจร) นอกจากนี้ยังต้องมีการหน่วงเวลาและลำดับการทำงานเพื่อเป็นการตรวจสอบสถานะซึ่งกันและกันที่ถูกต้องคือ กล่าวคือ กรณีที่ 1) ช่วงเวลาขณะ ON รีเลย์ชุดที่ 1 ซึ่งถูกขับด้วยสัญญาณ S1 จะเริ่มทำงานก่อน หลังจากการหน่วงเป็นเวลา T1 รีเลย์ชุดที่ 2 จึงจะทำงาน กรณีที่ 2) ช่วงเวลาขณะ OFF รีเลย์ชุดที่ 2 ซึ่งถูกขับด้วยสัญญาณ S2 จะเริ่มหยุดทำงานก่อน หลังจากการหน่วงเป็นเวลา T2 รีเลย์ชุดที่ 1 จึงหยุดทำงานตามลำดับ หากกรณีที่นอกเหนือจากนี้อาจเกิดจากความผิดปกติใดๆ ภายในวงจร หรือความคลาดเคลื่อนของชุดขับเคลื่อนสัญญาณ



รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานร่วมกันของวงจรขับเคลื่อนนิรภัย และระบบขับเคลื่อนมอเตอร์



รูปที่ 2 ไดอะแกรมการทำงานอย่างง่ายของวงจรขับเคลื่อนนิรภัย

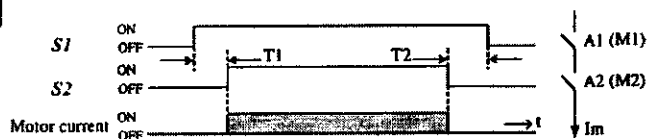
ระบบจะทำการแจ้งเตือนหรือหยุดการทำงานของชุดขับเคลื่อน [4] ตามที่ผู้ใช้งานได้ออกแบบไว้ในทันที ทั้งนี้วงจรขับเคลื่อนจะตรวจสอบความผิดปกติซึ่งอาจมีลักษณะเฉพาะของวงจรกรองแถบความถี่ผ่านมาประยุกต์ใช้งาน โดยความถี่ที่สัมพันธ์ดังกล่าวแสดงไว้ในสมการที่ 1

$$P_o = \frac{E^2 \cdot T_{on}}{4L_1} \quad (1)$$

เมื่อ  $P_o$  คือกำลังไฟฟ้าด้านขาออกของวงจร,  $L_1$  คือค่าความเหนี่ยวนำของขดลวดด้านขาเข้า,  $E$  คือแรงดันของแหล่งจ่ายไฟ, และ  $T_{on}$  คือช่วงเวลาขณะทำงาน (ON) ของทรานซิสเตอร์สวิตช์ กล่าวคือ เมื่อวงจรมีความผิดปกติส่งผลให้ความถี่สูงขึ้น  $T_{on}$  จะมีค่าต่ำ กรณีนี้จะไม่สัญญาณปรากฏทางด้านขาออก และในทางกลับกัน ถ้าความถี่ส่งผลให้มีความถี่ต่ำลง  $T_{on}$  จะมีค่าสูง วงจรขับเคลื่อนจะหยุดการทำงานโดยอัตโนมัติ

### 3. การวิเคราะห์ด้านนิรภัยของวงจรขับเคลื่อน

เมื่อทำการออกแบบใช้งานวงจรที่เกี่ยวข้องกับงานด้านระบบนิรภัย มีความจำเป็นอย่างสูงที่จะต้องทำการวิเคราะห์และประเมินผลของการออกแบบจัดสร้างแต่ละส่วนย่อยด้วยเครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ด้านนิรภัย ซึ่งในที่นี้คือ การวิเคราะห์คุณลักษณะความเสียหายและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น (FMEA) โดยเงื่อนไขสำหรับการตรวจสอบคุณลักษณะความเสียหายอันอาจเกิดขึ้นได้ของแต่ละอุปกรณ์ในวงจรขับเคลื่อนได้ถูกกำหนดและมีการแสดงไว้ในมาตรฐาน IEC 61496-1 โดยมีตัวอย่างผลลัพธ์ของการวิเคราะห์แสดงไว้ในตารางที่ 1 ทั้งนี้ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ดังกล่าวจะเป็นการยืนยันว่า หากเกิดความเสียหายขึ้นกับอุปกรณ์ใดๆ ภายในระบบ วงจรขับเคลื่อนจะต้องทำงานแบบนิรภัย (Fail-safe) และไม่ทำให้ระบบโดยรวมเกิดความผิดพลาดที่เป็นอันตราย (Fail-dangerous) ขึ้นได้

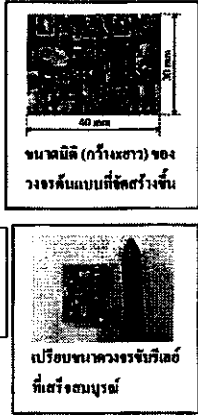
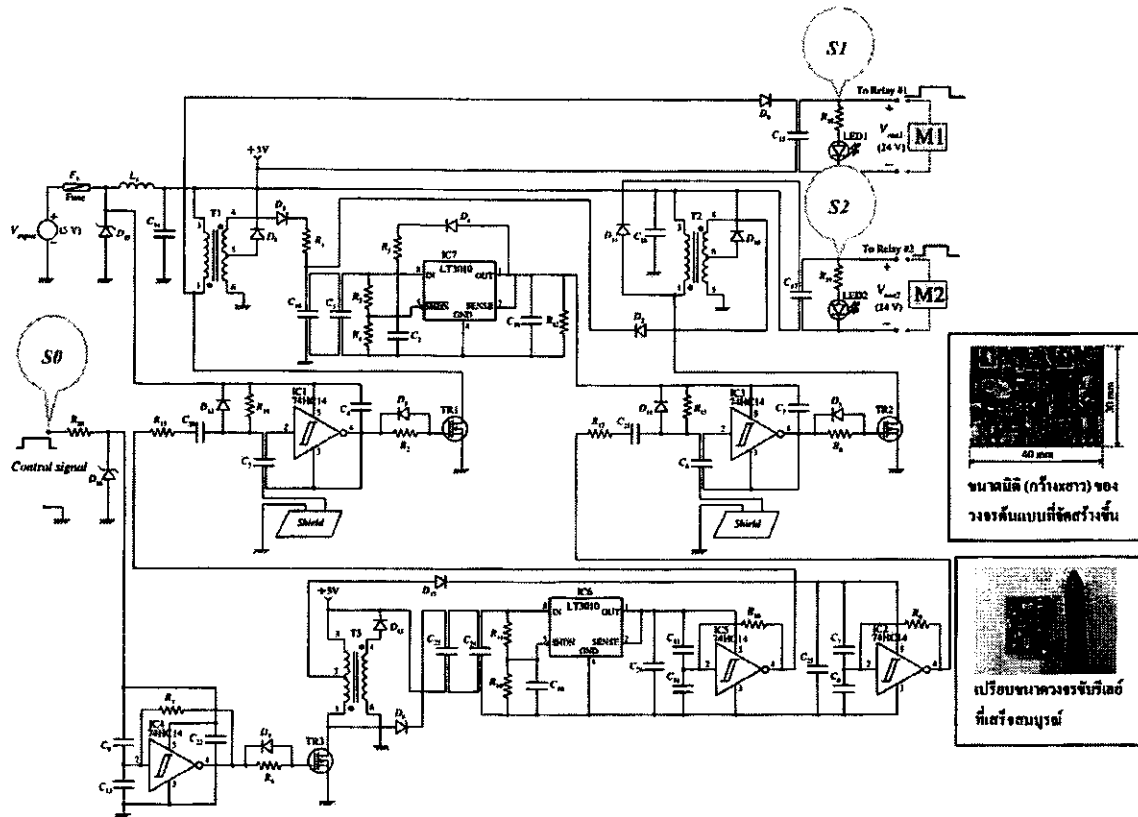


รูปที่ 3 กรการทำงานแบบลำดับขั้นที่มีความปลอดภัยสำหรับการขับเคลื่อนจำนวนสองชุด ที่มีการต่ออนุกรมกัน

**บทความวิจัย**

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 6

Proceeding of The 6<sup>th</sup> Conference of Electrical Engineering Network of Rajamangala University of Technology (EENET 2014)



รูปที่ 4 วงจรรีเลย์แบบนิรภัย และชุดคั่นแบบที่จัดสร้างขึ้น

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะของความเสียหายและผลกระทบที่ตามมา (FMEA) ของวงจรช่วงเวลา T1

รายการอุปกรณ์	ลักษณะของความเสียหาย	ผลกระทบต่อวงจรช่วงเวลา	ผลกระทบต่อสัญญาณเอาท์พุท S2	ผลกระทบต่อวงจรรีเลย์แบบนิรภัย
R <sub>1</sub>	เปิดวงจร	ไม่มีสัญญาณปรากฏด้านขาออก	1	○
	ลัดวงจร	ไม่มีสัญญาณช่วงเวลา	3	○
	การเพิ่มค่า (* 2 เท่า)	คุณลักษณะของวงจรถัดหน้าเข้าเปลี่ยนไป	2	○
	การลดค่า (* 0.5 เท่า)	คุณลักษณะของวงจรถัดหน้าเข้าเปลี่ยนไป	2	○
R <sub>2</sub>	เปิดวงจร	ไม่มีสัญญาณปรากฏด้านขาออก	1	○
IC7 (Regulator)	ขั้ว 1 และ ขั้ว 2	คงสถานะ 1 (ON)	ไม่มีสัญญาณ S2	○
		คงสถานะ 0 (OFF)	ไม่มีสัญญาณปรากฏด้านขาออก	○
	ขั้ว 5	คงสถานะ 1 (ON)	IC7 ไม่ทำงาน	○
		คงสถานะ 0 (OFF)	IC7 ไม่ทำงาน	○
ขั้ว 18	คงสถานะ 1 (ON)	ไม่มีสัญญาณช่วงเวลา	3	○
	คงสถานะ 0 (OFF)	IC7 ไม่ทำงาน	1	○

หมายเหตุ (\* 0.5 เท่า) และ (\* 2 เท่า) อ้างอิงตามมาตรฐาน IEC 61496-1

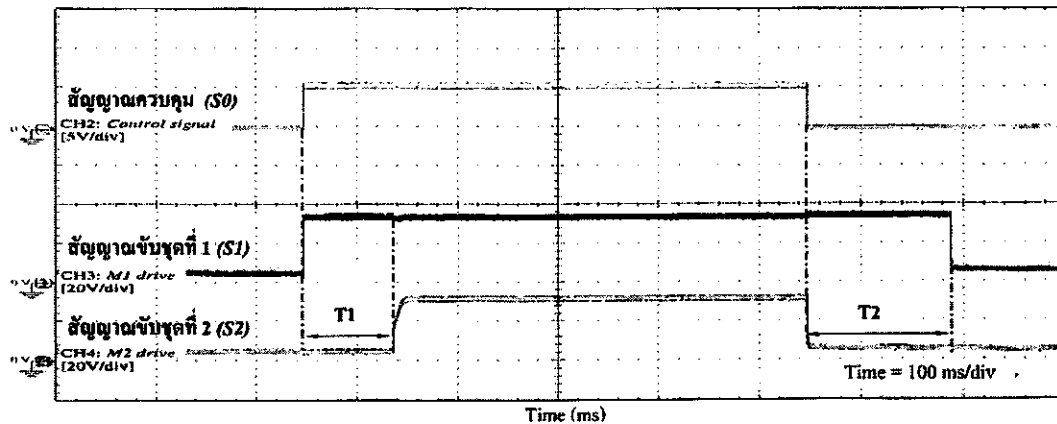
(1) คือ ไม่มีสัญญาณ S2 (2) คือ สัญญาณช่วงเวลาไม่อยู่ในย่านที่ถูกกำหนดไว้ (3) คือ ไม่มีสัญญาณช่วงเวลา T1

○ หมายถึง ไม่ส่งผลกระทบต่อเป็นอันตรายต่อวงจรรีเลย์ Δ หมายถึง ส่งผลกระทบต่อวงจรรีเลย์และเป็นสถานการณ์ที่อันตราย

## บทความวิจัย

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 6

Proceeding of The 6<sup>th</sup> Conference of Electrical Engineering Network of Rajamangala University of Technology (EENET 2014)



รูปที่ 5 ผลการวัดสัญญาณจากชุดคั่นแบบที่ได้ทำการจัดสร้างขึ้นในสภาวะการทำงานปกติ

### 4. การทดสอบใช้งาน

หลังจากผ่านขั้นตอนการออกแบบและประเมินผล พร้อมทั้งจัดสร้างวงจรคั่นแบบออกมาเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ดังแสดงในรูปที่ 4 ในหัวข้อนี้ได้แสดงให้เห็นผลของการทดสอบใช้งานวงจรจับแบบนิรภัยที่ได้จัดสร้างขึ้น โดยนำมาทดสอบร่วมกับชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ YASKAWA รุ่น A1000 ซึ่งมีฟังก์ชันพิเศษสำหรับรองรับการต่ออุปกรณ์หรือสัญญาณควบคุมนิรภัยจากภายนอกเป็นการเฉพาะ (EN954-1 Safety Category 3) โดยจัดทำเป็นช่องรับสัญญาณเพิ่มเติมภายในชุดขับเคลื่อน ผลลัพธ์ของการวัดสัญญาณควบคุมรีเลย์ทั้งสองชุด (S1 และ S2) เป็นดังรูปที่ 5 จากผลการทดลองได้แสดงให้เห็นว่าวงจรจับสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องเป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้ และมีลำดับขั้นการทำงานที่ปลอดภัยสอดคล้องกับแผนภาพโคจรแตรแสดงสัญญาณรีเลย์ทั้งสองชุดที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 3 ข้างต้น โดยสามารถพิจารณาได้จากกรณของเวลา  $T1 = 84\text{ms}$  (ช่วงเวลาขณะ ON) และ  $T2 = 142\text{ms}$  (ช่วงเวลาขณะ OFF) ตามลำดับ

### 5. บทสรุปงานวิจัย

บทความวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการจับรีเลย์จำนวนสองชุดโดยมีการหน่วงเวลาการทำงานและมีลำดับขั้นการทำงานที่ปลอดภัย ด้วยวงจรจับที่มีการออกแบบให้ทำงานเป็นแบบนิรภัย (Fail-safe) เพื่อการป้องกันผลกระทบจากความเสียหาย หรือความผิดพลาดที่เป็นอันตราย (Fail-dangerous) ต่างๆ อันอาจเกิดขึ้นได้จากความผิดปกติของระบบที่ทำการตรวจจับสัญญาณ หรือเกิดจากอุปกรณ์ภายในวงจรจับเอง ซึ่งเป็นที่ทราบดีว่าหลักคิดดังกล่าวเป็นเงื่อนไขที่สำคัญและจำเป็นยิ่งสำหรับการออกแบบใช้งานระบบนิรภัย อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นแนวทางสำหรับการออกแบบระบบนิรภัยขั้นสูงที่มีขนาดใหญ่และมีความซับซ้อนของระบบมากขึ้นในลำดับต่อไป

### 6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ Mr. Kiyoshi Tanaka, Professor Dr. Yuji Hirao และ Professor Dr. Koichi Futsuhara ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบนิรภัยจากประเทศญี่ปุ่น สำหรับข้อเสนอแนะ และข้อมูลอ้างอิงที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้

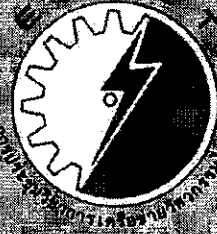
### เอกสารอ้างอิง

- [1] S. Decon, Y. Hirao, and K. Futsuhara, "A Fail-safe Counter and its Application to Low-speed Detection", Journal of Reliability Engineering Association of Japan, Vol.33, No.3, pp.137-146, 2011.
- [2] IEC 61800-5-2:2007, Adjustable speed electrical power drive systems – Part 5-2: Safety requirements – Functional, 2007.
- [3] K. Futsuhara and N. Sugimoto, "A Logical Consideration of the Safety Operation System of the Safety Confirmation Type", Transactions of the Japan Society of Mechanical Engineers, Vol.56-529, pp.60-67, 1990-9.
- [4] D. Macdonald, "Practical Machinery Safety", Newnes, (Emergency-stop monitoring and the safety relays), pp.112-131, 2004.



### ประวัติผู้เขียนบทความ

แสนศักดิ์ คืออ่อน สำเร็จการศึกษา D.Eng จาก Nagaoka University of Technology สนใจงานวิจัยทางด้าน การขับเคลื่อนเครื่องจักรกลไฟฟ้า ระบบควบคุมนิรภัย และระบบนิรภัยทางไฟฟ้า



# การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า

## มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล **กรุงเทพ**

6<sup>th</sup> Electrical Engineering Network 2014  
of Rajamangala University of Technology Conference

นวัตกรรมวิจัยและเทคโนโลยี ตอบสนองเออีซีด้านโครงข่ายพลังงาน  
Technology Research Innovation for Responding to the Energy Network of AEC



ไฟฟ้ากำลัง (PW)

พลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน (ES)

อิเล็กทรอนิกส์กำลัง (PE)

เทคนิคการวัดและสิ่งประดิษฐ์ (IN)



๒๖ - ๒๘ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๕๗

ณ มารีไทม์ ปาร์คแอนสปาร์ตอร์ท จังหวัดกระบี่



ดำเนินการโดย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

บทความทางอิเล็กทรอนิกส์กำลัง (PE)		หน้า
<b>PE-A</b>		
PE02	การพัฒนาการมอดูเลตโคออร์ดิเนตสำหรับอินเวอร์เตอร์ 3 ระดับ บทควาาม 'ไพบูลย์ เกียรติสุขกามาธร 'สมบุญ แสงวงศ์วานิชย์ ดีเด่น 'มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ 'จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	337
PE03	การหาค่าที่เหมาะสมแบบฝูงผึ้งเพื่อปรับปรุงองค์ประกอบกำลังไฟฟ้าในวงจรแปลงผันไฟฟ้า กระแสสลับ วัน ไซย คำแสน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา	341
PE04	วงจรแปลงผันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสตรงแบบทบสัญญาณชนิดหลายอุปกรณ์เหลื่อมกระแส หลายเฟส ชูธง สัมมัตตะ จิรพันธ์ ทาแกง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา	345
PE05	การจับวงจรแปลงผันไฟฟ้ากระแสสลับหนึ่งเฟสโดย ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ TMS320F2808 ธงชัย ปานสุวรรณ ปรมนฐ์ รัชมณี วิเชียร หทัยรัตน์ศิริ สายชล ชุกเชื้อจีน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ	349
PE06	การควบคุมค่าความเหนี่ยวนำร้วในการออกแบบหม้อแปลงความถี่สูงของวงจรหลายแบคคอนเวอร์เตอร์ ชนิดหลายเอาต์พุต 'ไพโรจน์ แสงอำไพ 'กุสุมาลย์ เฉลิมขานนท์ 'ธัญฐิตา จิรโสภณ 'มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย 'มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	353
PE07	การทดสอบเปรียบเทียบการแปลงผันแรงดัน 1 เฟสด้วย PWM แบบไบโพลาร์ ยูนิโพลาร์ และดับเบิ้ลพาส์ 'มงคล คำนำรุ่งตระกูล 'ตฤณ แสงสุวรรณ 'พินิจ ศรีธร 'วุฒิชัย สง่างาม 'มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน 'มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	357
<b>PE-B</b>		
PE08	วงจรขับรีเลย์แบบนิรภัยและการประยุกต์ใช้งานกับระบบขับเคลื่อนมอเตอร์ [Redacted] [Redacted]	361
PE09	การให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำความถี่สูงที่ใช้อินเวอร์เตอร์คลาสซีเรโซแนนซ์สำหรับงานชุบแข็ง ผิวไบเล็อย อนุศักดิ์ บิสลาม จุฑาทิพย์ แหมมา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	365

# EENET2014

The 6<sup>th</sup> Conference of Electrical Engineering Network of Asia (EENET) will be held at the University of Technology, Bangkok, Thailand.

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้าของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้  
 Technology Research Innovation for Responding to the Energy Network of AEC

Call for Papers : March 26-28, 2014

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้าของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้



### คณะกรรมการวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า

1. ศ.ดร.สุวิทย์ เจริญเลิศ (ประธาน)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
2. ศ.ดร.สุวิทย์ เจริญเลิศ (รองประธาน)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
3. ศ.ดร.สุวิทย์ เจริญเลิศ (รองประธาน)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
4. ศ.ดร.สุวิทย์ เจริญเลิศ (รองประธาน)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
5. ศ.ดร.สุวิทย์ เจริญเลิศ (รองประธาน)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
6. ศ.ดร.สุวิทย์ เจริญเลิศ (รองประธาน)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
7. ศ.ดร.สุวิทย์ เจริญเลิศ (รองประธาน)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
8. ศ.ดร.สุวิทย์ เจริญเลิศ (รองประธาน)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
9. ศ.ดร.สุวิทย์ เจริญเลิศ (รองประธาน)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
10. ศ.ดร.สุวิทย์ เจริญเลิศ (รองประธาน)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
11. ศ.ดร.สุวิทย์ เจริญเลิศ (รองประธาน)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
12. ศ.ดร.สุวิทย์ เจริญเลิศ (รองประธาน)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
13. ศ.ดร.สุวิทย์ เจริญเลิศ (รองประธาน)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

### คณะกรรมการดำเนินการประชุมวิชาการประจำปีวิศวกรรมไฟฟ้า

1. ศ.ดร.สุวิทย์ เจริญเลิศ (ประธาน)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
2. ศ.ดร.สุวิทย์ เจริญเลิศ (รองประธาน)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
3. ศ.ดร.สุวิทย์ เจริญเลิศ (รองประธาน)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
4. ศ.ดร.สุวิทย์ เจริญเลิศ (รองประธาน)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
5. ศ.ดร.สุวิทย์ เจริญเลิศ (รองประธาน)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
6. ศ.ดร.สุวิทย์ เจริญเลิศ (รองประธาน)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
7. ศ.ดร.สุวิทย์ เจริญเลิศ (รองประธาน)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
8. ศ.ดร.สุวิทย์ เจริญเลิศ (รองประธาน)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
9. ศ.ดร.สุวิทย์ เจริญเลิศ (รองประธาน)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
10. ศ.ดร.สุวิทย์ เจริญเลิศ (รองประธาน)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
11. ศ.ดร.สุวิทย์ เจริญเลิศ (รองประธาน)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
12. ศ.ดร.สุวิทย์ เจริญเลิศ (รองประธาน)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
13. ศ.ดร.สุวิทย์ เจริญเลิศ (รองประธาน)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
14. ศ.ดร.สุวิทย์ เจริญเลิศ (รองประธาน)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
15. ศ.ดร.สุวิทย์ เจริญเลิศ (รองประธาน)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
16. ศ.ดร.สุวิทย์ เจริญเลิศ (รองประธาน)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
17. ศ.ดร.สุวิทย์ เจริญเลิศ (รองประธาน)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

EENET เป็นเครือข่ายความร่วมมือด้านวิศวกรรมไฟฟ้าของกลุ่มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ทั้ง 9 แห่งและสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลงานวิจัยด้านวิศวกรรมไฟฟ้า และสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง โดยเริ่มจัดประชุมวิชาการครั้งแรกเมื่อปี 2551 จนถึงปัจจุบัน โดยปี 2556 เป็นครั้งที่ 6 ซึ่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ได้ร่วมมือจัดเป็นเจ้าภาพดำเนินการจัดประชุม

### สาขาวิชาที่สนใจ

- ไฟฟ้ากำลัง (PW)
- ไฟฟ้าสื่อสาร (CM)
- คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ (CP)
- การประมวลผลสัญญาณดิจิทัล (DS)
- วิศวกรรมเครื่องกล (IN)
- อิเล็กทรอนิกส์ (EL)
- อิเล็กทรอนิกส์กำลัง (PE)
- ระบบควบคุมและการวัด (CT)
- พลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน (ES)
- งานวิจัยอื่นที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมไฟฟ้า (GN)

### วัตถุประสงค์ของการประชุม

การพบกันทางวิชาการและการเผยแพร่ผลงานวิจัยด้านวิศวกรรมไฟฟ้าและสาขาที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมไฟฟ้าและสาขาที่เกี่ยวข้อง

### การส่งบทความ

บทความจัดทำเป็นภาษาอังกฤษความยาวไม่เกิน 4 หน้ากระดาษ A4 ตามรูปแบบของ EENET Template ส่งผ่านระบบการออนไลน์ โดยขึ้นตอนและรายละเอียดในการส่งบทความสามารถดูได้ที่ <http://www.eenet2014.org>

### การพิจารณาบทความ

การพิจารณาบทความดำเนินการโดยผู้ทรงคุณวุฒิในแต่ละสาขาจำนวน 3 ท่านต่อบทความ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จะได้รับการคัดเลือกจากสถาบันการศึกษาและหน่วยงานต่าง ๆ ของรัฐทั่วประเทศ บทความที่ผ่านการพิจารณา จะได้รับการตีพิมพ์ในเอกสารประชุม (Proceedings) ของ EENET 2014 และจะจัดจำหน่ายในงานประชุม บทความที่ตีพิมพ์ในแต่ละสาขาก็จะได้รับการคัดเลือกให้ลงตีพิมพ์ในวารสารทางวิชาการในเครือข่าย EENET

### กำหนดการ

หมดเขตรับบทความ	12 มกราคม 2557
ประกาศผลการพิจารณาบทความ	15 กุมภาพันธ์ 2557
หมดเขตรับบทความฉบับสมบูรณ์	26 กุมภาพันธ์ 2557
การลงทะเบียนล่วงหน้า	1-28 กุมภาพันธ์ 2557
การนำเสนอบทความ	26-28 มีนาคม 2557

### ติดต่อ

ดร.พิพัทธ์ บุญนุ่น โทรทัศน์ 0-8505-37350  
 ผศ.สมศักดิ์ อิศรางกูรชัยนภวัชร โทรทัศน์ 0-8929-96222  
 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย  
 เขตที่ 1 ถนนท่าศาลยั้งเมือง อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา 90000  
 โทรศัพท์ โทรสาร 0-7431-2168 E-mail : eenet2014@gmail.com