



2020 CreTech

4th National Conference on Creative Technology

Multidisciplinary

to Drive Economy and Social

<http://utkcretech.rmutk.ac.th>

วงจรเรียงกระแสสามเฟสชนิดลดแรงดันประยุกต์ใช้กับงานเหนี่ยวนำให้ความร้อน
Three-Switch Buck-Type PWM Rectifiers for Induction Heating Application

ปณิธาน จักขุจันทร^{1*}, ภราดร เตชะสกลศรี¹, จิรพงษ์ จิตตะโคตร², สุวัฒน์ กิจเจริญวัฒน์¹ สายชล ชุตเจ็จจิน¹

Panithan Chakkuchan, Jirapong Jittakort, Suwat Kitcharoenwat, Saichol Chudjuarjeen

¹ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

²คณะครุศาสตร์ อุดสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Electrical and Telecommunication Engineering, Rajamangala University of Technology Krungthep

Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

*Corresponding author. Tel: 086-088-5904, E-mail: panithan2828@gmail.com

บทคัดย่อ

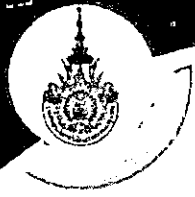
บทความนี้นำเสนอการ ออกแบบเครื่องให้ความร้อนที่ปรับกำลัง โดยใช้วงจรเรียงกระแส 3 เฟส แบบพัลส์วิดมอดูเลชันชนิดลดแรงดันและวงจรอินเวอร์เตอร์เรโซแนนซ์อนุกรม แบบฮาร์ฟบริดจ์ ภายใต้สภาวะการขับนำสวิตช์ที่แรงดันเป็นศูนย์ ซึ่งสามารถปรับกำลังได้โดยการปรับความถี่การสวิตช์ของอินเวอร์เตอร์โดยใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC33F ในการควบคุมการทำงาน ได้นำเสนอการออกแบบ วงจรเรียงกระแส 3 เฟส แบบพัลส์วิดมอดูเลชันชนิดลดทอนแรงดัน โดยการใช้สวิตช์ 3 ตัว ทำงานที่ความถี่สูง 15 กิโลเฮิร์ตซ์ สำหรับปรับกำลังให้กับวงจรอินเวอร์เตอร์ความถี่สูง สามารถสร้างแรงดันให้กับโหลดที่ความถี่อยู่ระหว่าง 45-55 kHz จากผลการจำลองการทำงานและผลการทดลองจริงยืนยันถึงความเป็นไปได้ของแนวคิดที่นำเสนอ

คำสำคัญ : วงจรเรียงกระแส 3 เฟส, วงจรอินเวอร์เตอร์เรโซแนนซ์ความถี่สูง, สวิตช์แรงดันศูนย์

ABSTRACT

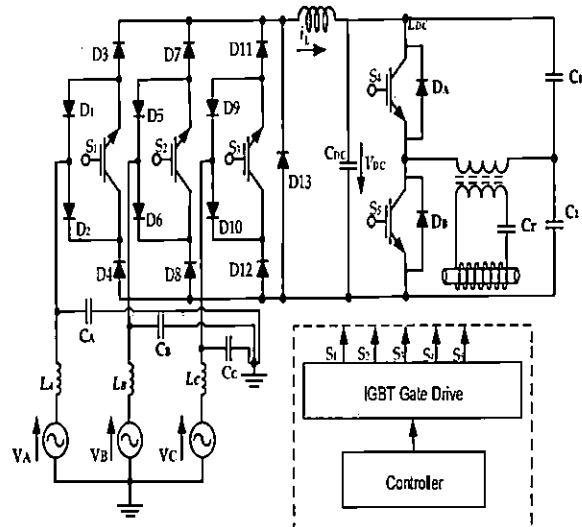
This paper presents a design of a induction heating with output power control adjustable by a using 3-phase rectifier, Pulse-width modulation (PWM) buck type and half-bridge series resonant inverter. It controls both under zero voltage switching (ZVS) conditions and frequency adjustment for output power inverter using microcontroller dsPIC33F. In control of the proposed system, The 3-phase rectifier employ a pulse-width modulation (PWM) control by using 3 IGBTs as controllable switches that operate at the switching frequency of 15 kHz. A high switching frequency can be created an output load voltage at output frequency 45-55 kHz. The proposed system has verified performance in both computer simulation results and experimental results.

Keywords: Three-Phase Rectifier, High-frequency resonance inverter, zero-voltage-switching.



1. บทนำ

ระบบไฟฟ้ากำลังในปัจจุบันโดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านอิเล็กทรอนิกส์กำลังมีความจำเป็นมากที่ต้องใช้วงจรเรียงกระแส เพื่อแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่างๆ เช่น ระบบควบคุมมอเตอร์ หรือระบบสำรองไฟฟ้า ในภาคอุตสาหกรรม เนื่องจากเป็นแรงดันสามเฟสดังนั้นไดโอดไม่สามารถทำงานได้ตลอดทุกย่านองศาได้ จึงทำให้รูปคลื่นกระแสฝั่งด้านขาเข้าไม่เป็นรูปคลื่นไซน์ และในอดีตที่ผ่านมา [1] มีการนำเสนอการออกแบบวงจรอินเวอร์เตอร์ เรโซแนนซ์แบบอนุกรมโดยใช้ร่วมกับวงจรฮาล์ฟบริดจ์ ต่อมา [2] แสดงรายละเอียดการวิเคราะห์วงจรอินเวอร์เตอร์ ฟูลบริดจ์ เรโซแนนซ์แบบอนุกรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของวงจรให้มีค่าสูงขึ้น ในส่วนของการควบคุมกำลังไฟฟ้ามียุคสมัยหลายเทคนิคอาทิเช่นโดยทั่วไปวงจรเรียงกระแส 3 เฟสจะใช้เป็นแบบไดโอด 6 ตัว ที่มีการต่ออนุกรมเข้ากับวงจรกรองซึ่งประกอบไปด้วยอินดักเตอร์ขนานกับคาปาซิเตอร์ เนื่องจากเป็นแรงดันสามเฟสดังนั้นไดโอดไม่สามารถทำงานตลอดทุกย่านองศาได้ จึงมีผลทำให้กระแสด้านเข้าไม่เป็นรูปคลื่นไซน์ และแรงดันที่ ดีซีบัสไม่สามารถปรับได้ ในกรณีที่ต้องการให้ปรับได้จะใช้ เอสซีอาร์ปรับแรงดันดีซีโดยการควบคุมมุมทริกที่มุมเฟสของเอสซีอาร์ วิธีนี้มีผลเสียคือแรงดันดีซีมี รีปเปิ้ลที่ความถี่ต่ำสูง ดังนั้นวงจรกรองจึงมีขนาดใหญ่ การปรับปรุงกระแสด้านเข้าให้เป็นรูปคลื่นไซน์ โดยใช้สวิตช์ 6 ตัว วงจรแปลงผันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรงแบบ SVPWM ที่ใช้ตัวเก็บประจุขนาดเล็กอยู่ในการเชื่อมต่อแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงกับโหลด โดยใช้เทคนิคของการกำจัดผลของสิ่งรบกวน ที่มีผลต่อขนาดของตัวเก็บประจุ ด้วยวิธีการชดเชยแบบป้อนไปหน้า วั้หลังตัวควบคุมแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อลดขนาดของตัวเก็บประจุ ถูกออกแบบให้ทำงานที่ แรงดันด้านเข้า 3 เฟส 3 สาย 380 V 50 Hz การปรับความหนาแน่นของสัญญาณพัลส์ [3],[4] และใน [5],[6] ใช้เทคนิคปรับความกว้างพัลส์เพื่อควบคุมกำลังไฟฟ้าด้านออก



รูปที่ 1 วงจรเรียงกระแส 3 เฟสที่ต่อกับวงจรอินเวอร์เตอร์

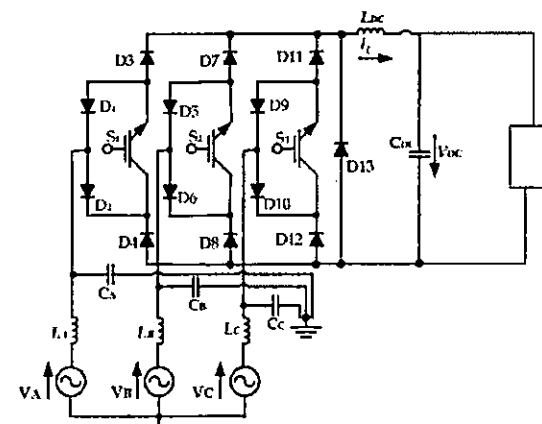
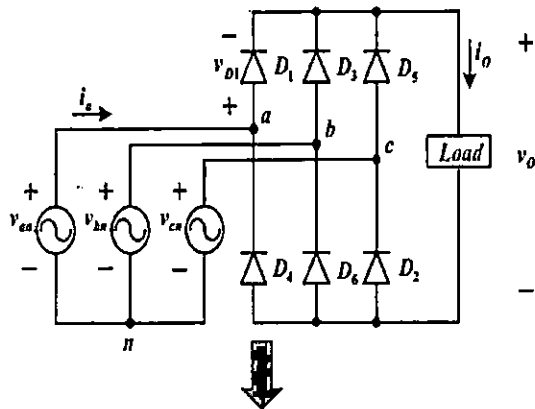
ตารางที่ 1 พารามิเตอร์วงจรเรียงกระแสและอินเวอร์เตอร์

พารามิเตอร์	สัญลักษณ์	รายละเอียด
แรงดันอินพุต 3 เฟส	V_A, V_B, V_C	0-400 V
คาปาซิเตอร์ ทางด้านอินพุต	C_A, C_B, C_C	1.5 μ F
อินดักเตอร์ ทางด้านอินพุต	L_A, L_B, L_C	/600VDC
ความถี่สวิตช์	f_{SW_BCK}	15 kHz
สวิตช์ของชุดเรกติไฟ์	S_1, S_2, S_3	IRG4PF50W
ไดโอดเรกติไฟ์	$D_1 - D_{12}$	RHR15120
สวิตช์ของชุดอินเวอร์เตอร์	S_4, S_5	CM100DU-12H
ความถี่สวิตช์ของอินเวอร์เตอร์	f_s	45-55 kHz
ดีซีคาปาซิเตอร์ ความถี่สูง	C_r	1.5 μ F
ดีซีคาปาซิเตอร์ เรโซแนนซ์	C_r	6 μ F
ขดลวดตัวเหนี่ยวนำ	L_{coil}	1.98 μ H
ค่าความต้านทานในขดลวด	R_{eq}	45.6 μ Ω



2. การออกแบบวงจรเรียงกระแส 3 เฟส แบบลดแรงดัน

แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าจะใช้ระบบ 3 เฟสผ่านเข้าไดโอดเรียงกระแสเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงและปรับกำลังไฟฟ้าด้วยวงจรเรียงกระแสสามเฟสชนิดลดแรงดันทางด้านออกจะต่ออนุกรมกับตัวเหนี่ยวนำเป็นแหล่งจ่ายแรงดันให้กับวงจรอินเวอร์เตอร์



รูปที่ 2 วงจรเรียงกระแส 3 เฟส

2.1 วงจรเรียงกระแส

วงจรเรียงกระแสสำหรับงานวิจัยจะรับไฟฟ้าระบบ 3 เฟส 380 โวลต์ เข้าสู่วงจรเรียงกระแสแบบไดโอด โดยมี สวิตช์ ไอจีบีที คั่นกลางอยู่ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวปรับแรงดันให้กับแรงดันทางด้านเอาต์พุต โดยที่ มีกิ่งของเฟส A เฟส B และ เฟส C ซึ่งทำให้สามารถหาแรงดันไฟฟ้าที่ไหลเข้าระหว่างสายได้ดังนี้

$$V_{ab} = \frac{1}{\pi/3} \int_{\pi/3}^{2\pi/3} \sqrt{2V_{L-L}} \cos \omega t d(\omega t) \quad (1)$$

$$V_{ab} = \frac{3}{\pi} \sqrt{2V_{L-L}} \quad (2)$$

คำนวณค่าความเหนี่ยวนำ

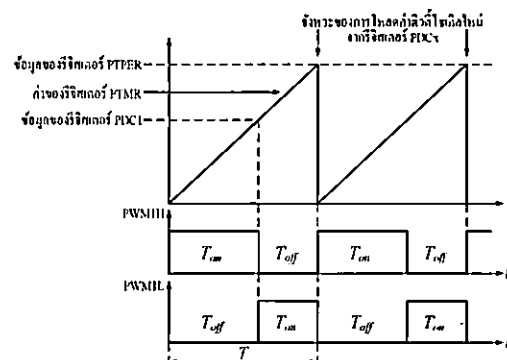
$$L = \frac{V_o(1-D)}{\square I_s f_s} \quad (3)$$

คำนวณตัวเก็บประจุ สำหรับตัวเก็บประจุเพื่อลดระลอกคลื่นแรงดัน

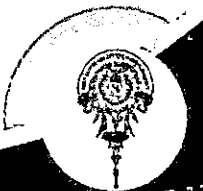
$$\left(\frac{\square V_o}{V_o} \right) = \frac{1-D}{8LCf^2} \quad (4)$$

2.2 วงจรควบคุมการทำงาน

วงจรควบคุมการทำงานของสวิตช์ที่วงจรเรียงกระแส 3 เฟส และวงจรอินเวอร์เตอร์จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC33FJ16GS404 ด้วยโหมดการทำงานของส่วนกำเนิดสัญญาณพัลส์ พัลส์ (pulse width modulation, PWM) ในโหมด MCPPWM ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งจะทำงาน ในโหมดปรับขอบสัญญาณ (Edge aligned mode) สำหรับสร้างสัญญาณ ออกจากพอร์ต PWM1H/ PWM1L ให้กับวงจรขับเคลื่อน TLP250 เพื่อสร้างสัญญาณขับนำสวิตช์กำลังสำหรับควบคุมการทำงานของวงจรเรียงกระแส 3 เฟส และวงจรอินเวอร์เตอร์



รูปที่ 3 โดอะแกรมเวลาแสดงการเกิดสัญญาณ PWM เมื่อทำงานในโหมดปรับขอบสัญญาณ



CreTech 2020

4th National Conference on Creative Technology

Multidisciplinary
to Drive Economy and Social
<http://utkretech.rmutk.ac.th>

3. ผลการจำลองการทำงาน

ใช้โปรแกรม Power sim ในการจำลองการทำงานโดยนำ

ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ได้จากค่าคำนวณของเทคนิคนี้มา ไป

จำลองการทำงานในภาวะคงตัว (Steady State) เพื่อให้ทราบถึง

การคำนวณการทำงานของวงจรและกระแสที่ผ่านตัวต่างๆ ของ

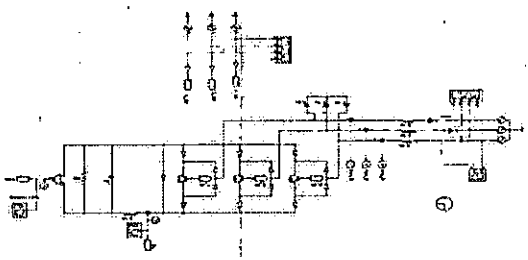
อินเวอร์เตอร์ ขนาดของแรงดันและกระแสที่ผ่านตัวต่างๆ ของ

อุปกรณ์ในวงจรเพื่อให้เห็นภาพในการทำงานจริงจะไม่เกินขีด

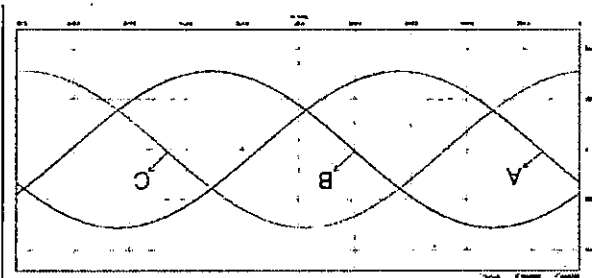
ของอุปกรณ์

3.1 ผลการจำลองทางคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม

Power sim (Converter)



(ก) ภาพการทำงานของวงจร

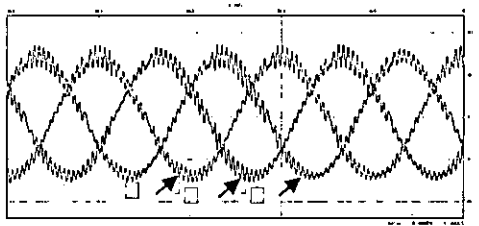


(ข) ภาพการทำงานของวงจร

รูปที่ 4 ผลการจำลองทางคอมพิวเตอร์

(ก) วงจรที่ใช้ในการจำลองการทำงานของวงจรและ

(ข) สัญญาณแรงดันอินพุต □ □ 380 V, 50 Hz



รูปที่ 5 ผลการจำลองทางคอมพิวเตอร์ สัญญาณกระแสไฟฟ้า

อินพุต

3.2 ผลการจำลองทางคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม

Power sim (Inverter)

รูปที่ 6 แสดงสัญญาณสัญญาณแรงดันและกระแส

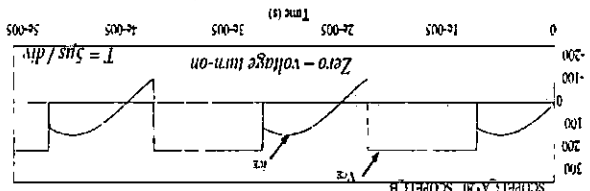
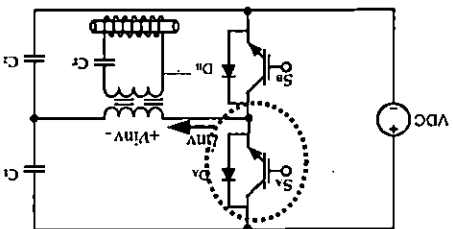
ไหลผ่านสวิตช์ไอจีบีที โดยรูปคลื่นแรงดันไฟฟ้า (V_{CE}) (ค)

คร่อมไดโอดที่ขอบขาออกจะแสดงเป็นสัญญาณ แล้วสวิตช์จึง

นำกระแสไฟฟ้า (I_{CE}) จะเห็นได้ว่ารูปคลื่นที่ได้จากการจำลอง

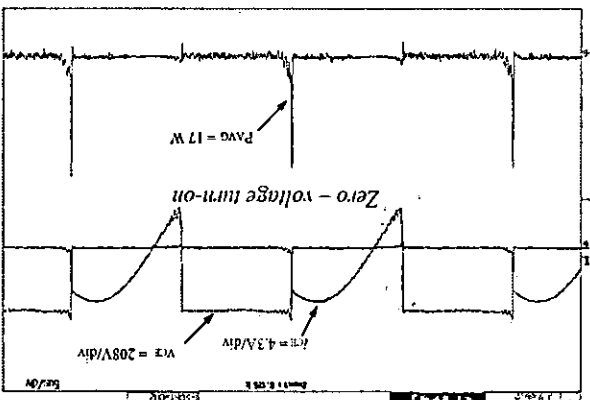
การทำงานและผลการวัดของจริงสอดคล้องกัน ผลที่ได้ทาง

ทฤษฎีตามเงื่อนไขการสวิตช์เป็นศูนย์ (ZVS)



(ก) ผลการจำลองการทำงานและจุดที่วัดสัญญาณแรงดัน

กับกระแสไฟฟ้า

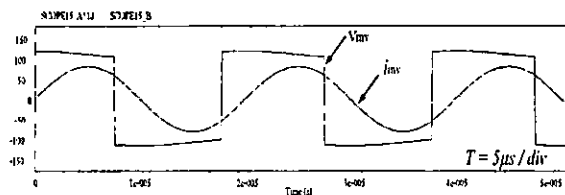
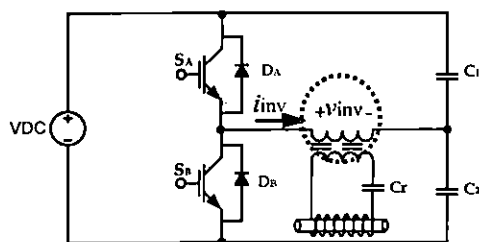


(ข) ผลการทดลอง

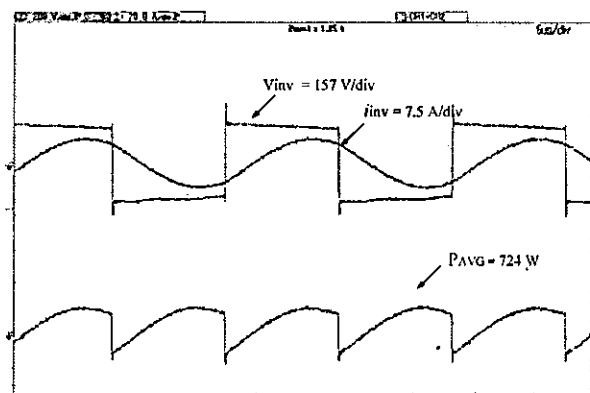
รูปที่ 6 รูปคลื่นแรงดันไฟฟ้า, กระแสและค่ากำลังไฟฟ้าสวิตช์

3.2.1 รูปคลื่นสัญญาณแรงดันและกระแสที่เอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์แบบครึ่งบริดจ์

รูปที่ 7 แสดงรูปคลื่นสัญญาณของแรงดันและกระแสที่ไหลผ่านเข้าก่อนเข้าหม้อแปลงความถี่สูง โดยรูปคลื่นกระแส (i_{inv}) เป็นรูปไซน์และรูปคลื่นของแรงดัน (V_{out}) เป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมแหลมของแรงดันนำหน้ากระแสเป็นมุม 10 องศา

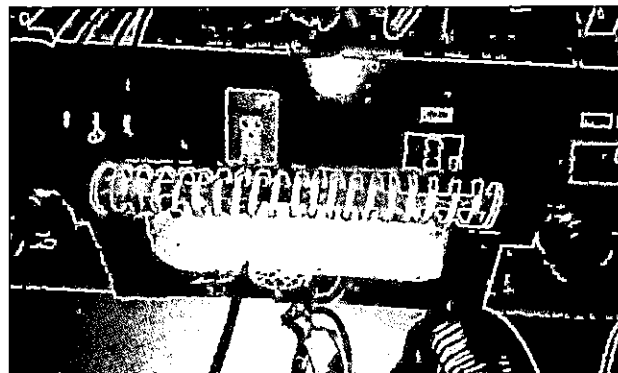


(ก) ผลการจำลองการทำงานและจุดที่วัดสัญญาณแรงดันกับกระแสที่เอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์



(ข) ผลการทดลอง

รูปที่ 7 รูปคลื่นแรงดันไฟฟ้า กระแสและกำลังไฟฟ้าที่ขาออกของอินเวอร์เตอร์



รูปที่ 8 ภาพถ่ายชุดทดลองเหนี่ยวนำ

4.ผลการทดลองการทำงานของระบบ

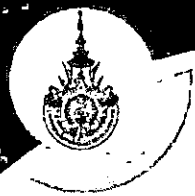
รูปที่ 4-5 เป็นผลการจำลองการทำงานของวงจรเรียงกระแส 3 เฟส ที่โดยวัดสัญญาณแรงดันทางฝั่งอินพุต และวัดกระแสทางด้านอินพุต การทำงานของวงจรนี้จะเป็นแหล่งจ่ายไฟตีสืบปัสให้กับวงจรอินเวอร์เตอร์เรโซแนนซ์

รูปที่ 6-7 เป็นผลการจำลองการทำงานและผลจริงของวงจรอินเวอร์เรโซแนนซ์ ที่ประยุกต์ใช้สำหรับงานเหนี่ยวนำให้ความร้อนค่าที่ได้จากการคำนวณแล้วนำค่าพารามิเตอร์ไปใส่ใน โปรแกรม (Power Sim) จำลองการทำงาน และมีการปรับตั้งค่าต่างๆตามความเหมาะสม โดยแสดงผลการจำลองของแรงดันและกระแสที่ไหลผ่านสวิตช์ของชุดวงจรอินเวอร์เตอร์

รูปที่ 8 เป็นรูปผลการทดลองให้ความร้อนกับชิ้นงานโดยให้ความร้อนกับชิ้นงาน ท่อสแตนเลสที่มีความยาว 47 เซนติเมตรจากอุณหภูมิห้องไปที่อุณหภูมิ 300 °C

5.สรุป

บทความนี้นำเสนองานออกแบบสร้างชุดวงจรเรียงกระแส 3 เฟส ที่เป็นแรงดัน ตีสืบปัส โดยการควบคุมความกว้างของสัญญาณพัลส์วามอดูเลตชั้นของแต่ละกิ่ง เฟส A, B, C เพื่อควบคุมแรงดัน ตีสืบปัส เป็นแหล่งจ่ายไฟ ให้กับวงจรอินเวอร์เตอร์เรโซแนนซ์ ควบคุมความถี่ของอินเวอร์เตอร์ให้ทำงานอยู่ในช่วงความถี่สูงกว่าเรโซแนนซ์ตลอดเวลา ทำให้ได้มีการสวิตช์ที่แรงดันเป็นศูนย์ช่วยลดการสูญเสียที่สวิตช์ได้ และในสถานะที่ไม่มีโหลดระบบสามารถตอบสนองการทำงานเพียงพอที่จะทำให้กระแสที่สวิตช์ลดลง เพื่อป้องกันความเสียหายกับวงจรได้



2020 CreTech

4th National Conference on Creative Technology

Multidisciplinary

to Drive Economy and Social

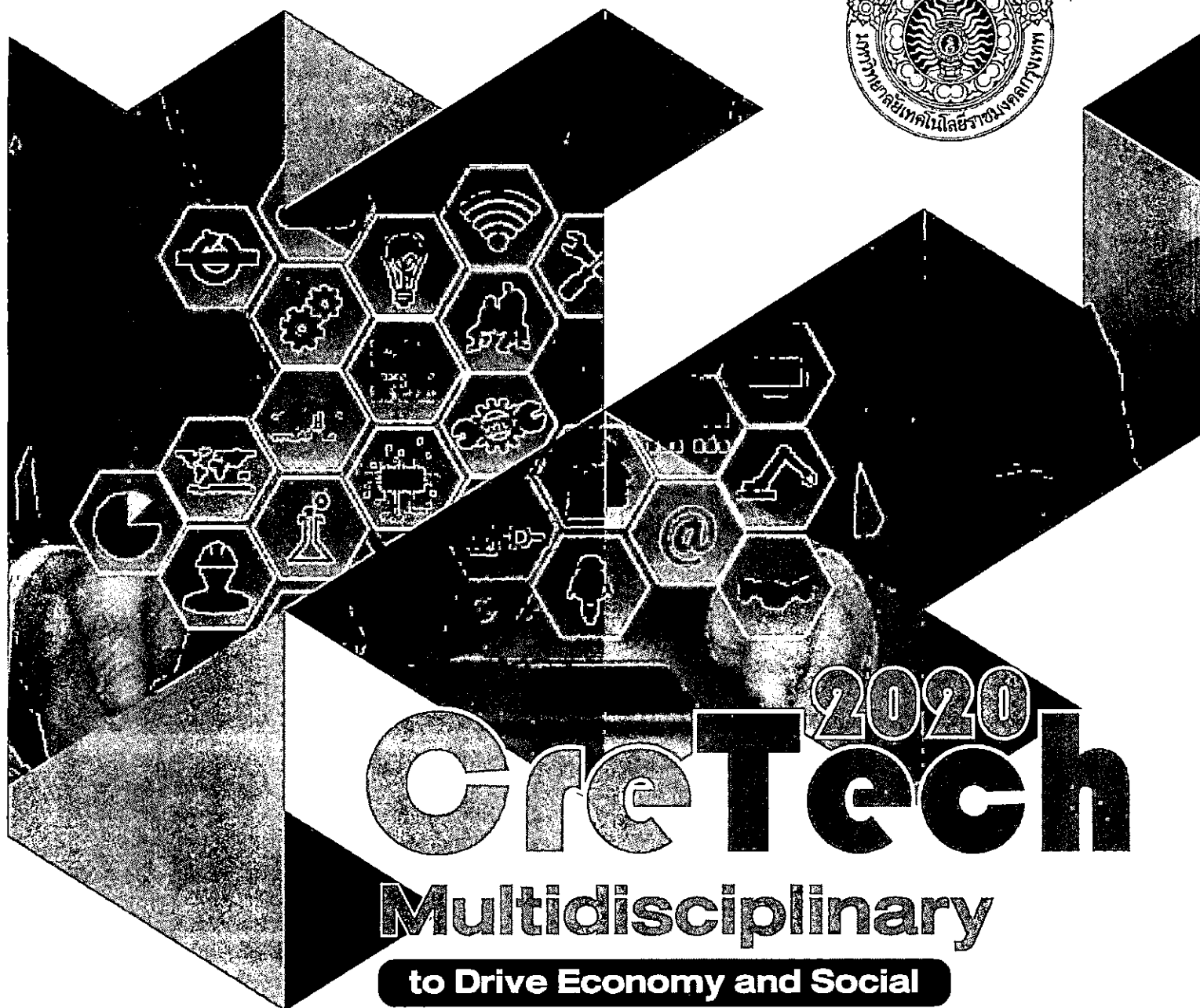
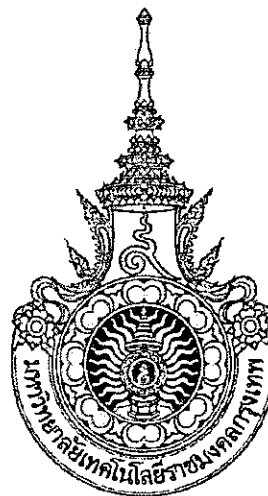
<http://utkcretech.rmutk.ac.th>

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] H.W.Koertzen, J.D. Van Wyk and J.A. Ferreira, "Design of the half- bridge series resonant converters for induction cooking", *IEEE Power Electronics Specialist Conference Rec*, 1995, pp. 729-735.
- [2] Pimentel. D, Cheriti, A, Ben Slima. M, Sicard. P, "Pulse Density Modulation Pattern Optimization using Genetic Algorithms", *IEEE Industrial Electronics, IECON 2006- 32nd Annual Conference on*, 2006, pp. 1655 – 1660.
- [3] Dede. E.J, Esteve. V, Garcia. J, Navarro. A.E, Carrasco. J.A, "On the Design of High Frequency Series Resonant", *IEEE Industrial Electronics, Control, and Instrumentation*, 1993, pp. 1303-1307.
- [4] Thomas Nussbanumer,,Martina Baumann,and Johann W.Kolar " Comprehensive Design of a Three- Phase Three- Switch Buck- Type PWM Rectifier"*IEEE Tranasation on Power Electronics*, Vol.22.no2,March 2007, pp. 551-562.
- [5] S.Chudjuarjeen, A.Sangswang, and C. Koompai, " An Improved LLC Resonant Inverter for Induction Heating with Asymmetrical Control," *in Proc. IEEE Int.Sym.on Ind. Electron. Conf.*,2009 pp.1612-1617
- [6] P. Chakkuchan, S. Po- ngam, " The High-Frequency Resonance Inverter for Induction Heating Zone" in *Proc. 38th Thailand's Electrical Engineering Conference (EECON-38)* Oct. 2015, Thailand, pp. 505 - 508

4th National Conference on Creative Technology

4th National Conference on Creative Technology



Multidisciplinary

to Drive Economy and Social

5-7 August 2020

**Grand Pacific Sovereign Resort and Spa
Cha-am, Petchaburi, Thailand**

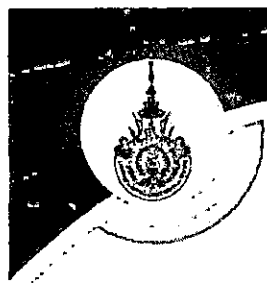


**UTK RAJAMANGALA
KRUNGTHEP**

For Further Information
Rajamangala University of Technology Krungthep

Tel : +(66) 2 287 9600 EXT 1177 Fax : +(66) 2 287 9684

utkcretech@mail.rmutk.ac.th



2020 CreTech

4th National Conference on Creative Technology

Multidisciplinary

to Drive Economy and Social

<http://utkcretech.rmutk.ac.th>

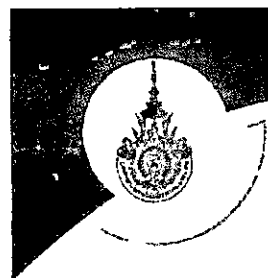
“การประชุมวิชาการระดับชาติเชิงสร้างสรรค์ ราชมนคลกรุงเทพมหานครวิชาการ 2563” ครั้งที่ 4

เอกสารรวบรวมบทความวิจัย “การประชุมวิชาการระดับชาติเชิงสร้างสรรค์ ราชมนคลกรุงเทพมหานครวิชาการ 2563”

ครั้งที่ 4 ณ โรงแรมแกรนด์ แปซิฟิก ซอฟเฟอริน รีสอร์ท แอนด์ สปา

โดย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ เลขที่ 2 ถนนนางลิ้นจี่ พุ่่งมหาเมฆ สาทร กรุงเทพฯ 10120

เมื่อ สิงหาคม 2562



2020 CreTech

4th National Conference on Creative Technology

Multidisciplinary

to Drive Economy and Social

<http://utkcretech.rmutk.ac.th>

Content				
No.	Paper ID	Title	Author	Page
1	TR1402-10-1-1-1	แบบจำลองการควบคุมอินเวอร์เตอร์สามเฟสด้วยตัวควบคุมแบบทำนายค่ากระแสไฟฟ้า	เฉลิม จินาตุน	1
2	TR1403-04-1-1-2	การหาค่าที่เหมาะสมของพารามิเตอร์การกัดเซาะเหล็ก AISI H13 โดยอิเล็กโทรดไทเทเนียมในกระบวนการ EDM	ทวี หมดสี	8
3	TR1404-13-1-1-1	กังดับเพลิงอัตโนมัติ	ชูศักดิ์ กมลขันดิตร	16
4	TR1405-04-1-2-1	การลดปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด กรณีศึกษา โรงงานเคลือบสีอุตสาหกรรม	ปิยะวรรณ สุนาสวน	23
5	TR1407-06-1-2-1	การประดิษฐ์วัสดุฐานรองสำหรับการปลูกกล้วยไม้สกุลหวายด้วยดินเอร์ทเทนแวร์และเพอร์ไลต์	เรวดี วงศ์ณีนุ่่ง	31
6	TR1409-01-1-3-1	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมาร์ทฟาร์มสำหรับระบบควบคุมแปลงผักปลอดสารพิษ : กรณีศึกษาวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีสงขลา	กนกคุณ มะหาหมัด	39
7	TR1411-10-1-1-1	การลดอุณหภูมิเซลล์แสงอาทิตย์ โดยเทคนิคการสะท้อนแสง	ณัฐพล แจ่งจดี	47
8	TR1413-01-1-1-1	พาหนะเคลื่อนที่ด้วย Node MCU ESP 8266 ในระบบ IoT และการจำลองระบบรถเคลื่อนที่แบบอัตโนมัติ	นภัสดล สิงหะตา	53
9	TR1415-01-1-1-1	เตาปิ้งไฟฟ้าจากพลังงานแบตเตอรี่	วิเชียร หทัยรัตน์ศิริ	58
10	TR1421-11-1-2-1	ระบบส่งข้อความอัตโนมัติผ่านเครือข่ายโซเชียลมีเดีย (Line OA)	ปิติวัฒน์ จุลเกษมศักดิ์	64
11	TR1423-01-1-1-1	วงจรเรียงกระแสสามเฟสชนิดลดแรงดันประยุกต์ใช้กับงานเหนี่ยวนำให้ความร้อน	ปณิธาน จักขุจันทร์	70



2020 CreTech

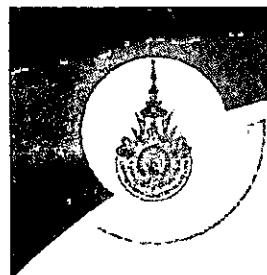
4th National Conference on Creative Technology

Multidisciplinary

to Drive Economy and Social

<http://utkcretech.rmutk.ac.th>

Content				
No.	Paper ID	Title	Author	Page
12	TR1427-01-1-1-1	ชุดปรับความสว่างหลอดแอลอีดีแบบตั้งเวลา	จิรพงษ์ จิตตะโคตร ✓	76
13	TR1428-01-1-1-1	เครื่องนับกระดาษอัจฉริยะ	จิรพงษ์ จิตตะโคตร ✓	81
14	TR1429-04-1-1-1	การประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการสร้างระบบฐานการเบิกจ่ายเครื่องมือ	พิษณุ ทองขาว	85
15	TR1430-03-1-1-1	การศึกษาเพื่อปรับปรุงมาตรการควบคุมการจราจรบริเวณจุดตัดทางรถไฟโดยใช้แบบจำลอง ระดับจุลภาค และสัญญาณไฟอัตโนมัติแบบพรีเอ็มชัน	รัชชัย ปัญญาคิด	90
16	TR1432-04-1-1-1	การลดของเสียกระบวนการการฉีดพลาสติกถาดร่อนน้ำทิ้งแอร์	ปริญญ์ ศรีสัตยกุล	107
17	TR1433-04-1-1-1	การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยเทคนิคการจัดลำดับการผลิต	ภาณุเดช แสงสีด้า	114
18	TR1434-01-1-1-1	ชุดปรับความสว่างหลอดไฟแอลอีดี T8 โดยใช้รีโมทคอนโทรล	พนม ท้าวดี	121
19	TR2401-07-1-1-1	การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการระบบการตลาดออนไลน์ของเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลาตู้ กูการยกระดับเป็นผู้ประกอบการ 4.0 กรณีศึกษากลุ่มเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลาตู้ บ้านดอนตะเคียน ต.ยั้งทะลาย อ.อุ้มทอง จ.สุพรรณบุรี	ศรีสุดา สรนันต์ศรี	125
20	TR2403-01-1-1-1	การเตรียมผ้าไม่ทอจากเส้นใยผลตาลสุก	ว่าที่ร้อยตรีธีระพงษ์ ฐานะ	133
21	TR2405-04-1-2-1	การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากข้าวโพด	รุ่งทิwa วงศ์ไพศาลฤทธิ์	140
22	TR2411-04-1-2-1	การพัฒนาผลิตภัณฑ์นมเสริมโปรตีนไข่ขาว	รุ่งทิwa วงศ์ไพศาลฤทธิ์	150
23	TR2413-04-1-2-1	น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่เสริมสารสกัดจากเปลือกกล้วยด้วยวิธีการเอนแคปซูเลชัน	รุ่งทิwa วงศ์ไพศาลฤทธิ์	158



CreTech²⁰²⁰

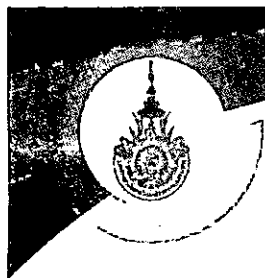
4th National Conference on Creative Technology

Multidisciplinary

to Drive Economy and Social

<http://utkcretech.rmutk.ac.th>

Content				
No.	Paper ID	Title	Author	Page
24	TR2415-04-1-2-1	ฟิล์มย่อยสลายได้จากพอลิไวนิลแอลกอฮอล์และแป้ง	ธวัฒน์ สร้อยทอง	171
25	TR2417-01-1-1-1	การพัฒนาผลิตภัณฑ์สบู่ก้อนบำรุงผิวที่มีส่วนผสมของผงมะหาด	ประนัตถา พิมพ์สี	176
26	TR2419-01-1-2-1	ผลของถ่านกัมมันต์ต่อการลดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในลำไย	สุพัตรา วงศ์แสนใหม่	182
27	TR2421-01-1-2-1	การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีเอจิสต์ในรายวิชาภาพสามมิติและการเคลื่อนไหว	สกวารัตน์ จงพัฒนานกร	188
28	TR2423-02-1-1-1	การพัฒนาผลิตภัณฑ์กวนเชียงปลาตุ๋นไขมันต่ำในบรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศ	ชญาณิษฐ์ พราหมณ์เกทย์	193
29	TR2425-02-1-1-1	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาตุ๋นในบรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศ	ธนวิทย์ ลายิ้ม	207
30	TR2427-02-1-2-2	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาตุ๋นในบรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศ	วรพร คำแป้น	221
31	TR3401-02-2-1-1	การออกแบบและผลิตอุปกรณ์ส่งเสริมสมรรถนะด้านกล้ามเนื้อสำหรับผู้สูงอายุ	สุริยา สงค์อินทร์	231
32	TR3402-02-1-1-1	การพัฒนาเฟอร์นิเจอร์ต้นแบบเพื่อการพาณิชย์ กรณีศึกษา ชุดโต๊ะ เก้าอี้ สำหรับอ่านหนังสือ สำหรับบุคคลทั่วไป	เดือนใจ แดงศรี	238
33	TR3403-03-1-1-1	การสร้างสรรค์ชุดว่ายน้ำสำหรับสตรีที่มีน้ำหนักเกินมาตรฐานเจนเนอเรชั่นวัย ด้วยหลักการศิลปะลงตา เพื่อจัดจำหน่ายในตลาดสินค้าแฟชั่นสำเร็จรูป	ธีร์ โคตรธา	248
34	TR3404-01-1-2-1	แนวทางการออกแบบกรอบอาคารเพื่อลดความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร	สุขุม แสนแก้วทอง	257
35	TR3406-02-1-3-1	การออกแบบเครื่องประดับเซรามิกจากลวดลายกระเบื้อง ประดับพระปรางค์วัดอรุณราชวราราม	วิไลลักษณ์ บินดาร์	268



2020 CreTech

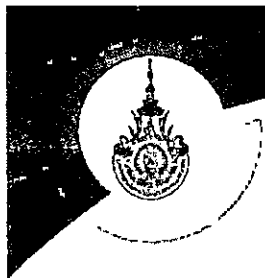
4th National Conference on Creative Technology

Multidisciplinary

to Drive Economy and Social

<http://utkcretech.rmutk.ac.th>

Content				
No.	Paper ID	Title	Author	Page
36	TR4403-01-1-1-1	อิทธิพลของการรับรู้ถึงประโยชน์และความพึงพอใจที่มีต่อความน่าเชื่อถือของระบบ Mobile Banking ในเขตกรุงเทพมหานคร	ลลิตา อุดรชัยนิตย์	276
37	TR4404-01-1-1-1	ปัจจัยทางเศรษฐกิจที่ส่งผลต่อมูลค่าหนี้ที่ไม่ก่อให้เกิดรายได้ (NPLs) ของธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs)	บุษบา ตากุล	284
38	TR4405-02-1-1-1	การตลาดเชิงเนื้อหาบนยูทูบ ที่ส่งผลในการท่องเที่ยวเมืองรองของผู้บริโภค	อรอนงค์ สรรเสริญ	294
39	TR4406-02-1-1-1	ปัจจัยที่มีผลต่อผู้บริโภคในการเลือกใช้บริการแอปพลิเคชันสั่งอาหาร	อรอนงค์ สรรเสริญ	304
40	TR4407-02-1-1-1	ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้บริการ GRABBIKE ของผู้บริโภค	อรอนงค์ สรรเสริญ	314
41	TR4409-04-1-1-2	การจัดการท่องเที่ยว OTOP นวัตวิถีเชื่อมโยงภูมิปัญญา วิถีชุมชน บ้านกลางอำเภ 2 หมู่ 14 ตำบลบางมะพร้าว อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร.	ชนทัต บุญรัตนกิตติภูมิ	328
42	TR4411-04-1-1-2	การท่องเที่ยวเกาะไข่ หาดทรายสวยสี่ร้อยลี้ มีเวทีให้ผจญภัย อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร	ชนทัต บุญรัตนกิตติภูมิ	338
43	TR4413-01-1-1-2	การบริหารจัดการด้านคุณธรรมและความโปร่งใสในการดำเนินงานของการปกครองส่วนท้องถิ่นในประเทศไทย	ชนทัต บุญรัตนกิตติภูมิ	347
44	TR4415-02-1-2-1	แนวทางการเพิ่มรายได้จากค่าธรรมเนียมและค่าบริการของลูกค้านาคาการออมสินสาขาแม่เอย จังหวัดเชียงใหม่	ปณยาพร น้อยไพโรจน์	356
45	TR4417-02-1-2-1	การสื่อสารที่ส่งผลต่อทัศนคติเกี่ยวกับ บัตร Debit Accident ของลูกค้า ธนาคารออมสินสาขาแม่เอย จังหวัดเชียงใหม่	สโรชา ฝันปะละ	365



2020 CreTech

4th National Conference on Creative Technology

Multidisciplinary

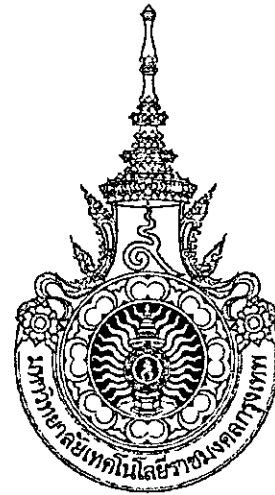
to Drive Economy and Social

<http://utkcretech.rmutk.ac.th>

Content				
No.	Paper ID	Title	Author	Page
46	TR4423-01-1-3-1	แนวทางการเพิ่มจำนวนบัตรเครดิตเปิดใหม่ ให้ได้ผลงานตามเป้าหมาย ของธนาคารออม สินสาขาเอนเนอร์ยี คอมเพล็กซ์	ธราทิพย์ อุทุมภา	373
47	TR4425-01-2-3-1	ปัญหาและแนวทางแก้ไขการลดลงของปริ มาณสินเชื่อที่มีหลักประกัน ของธนาคารออม สิน สาขาเตาปูน	วรรณพร เมฆขลา	385

Proceeding

4th National Conference on Creative Technology



CreTech 2020

Multidisciplinary

to Drive Economy and Social

5-7 August 2020

**Grand Pacific Sovereign Resort and Spa
Cha-am, Petchaburi, Thailand**



UTK RAJAMANGALA
KRUNGTHEP

For Further Information
Rajamangala University of Technology Krungthep

Tel : +(66) 2 287 9600 EXT 1177 Fax : +(66) 2 287 9684

utkcretech@mail.rmutk.ac.th