The 9th Conference of Electrical Engineering Network of Rajamangala University of Technology

งานประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 9

EENET2017

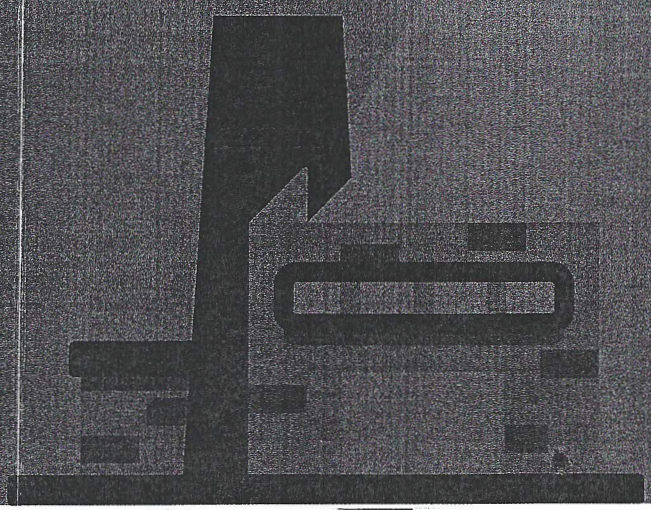
"การพัฒนานวัตกรรมเพื่ออุตสาหกรรมและการเกษตรอย่างยั่งยืน"

Sustainable Development of Innovation for Industry and Agriculture

2-4 May 2017, K.P. Grand Hotel Chanthaburi

Conference Topics

- Electrical Power (PW)
- Power Electronics (PE)
- Energy and Energy Saving (ES)
- Control Systems and Instrumentation (CT)
- Computer and Information Technology (CP)
- Electric Communication (CM)
- Electronics (EL)
- Digital Signal Processing (DS)
- Innovation and Invention (IN)
- General Electrical Engineering (GN)



บริษัท เบต้า เอ็นเนอร์ยี่ โซลูชั่น จำกัด BETA ENERGY SOLUTION COMPANY LIMITED
AI SOLUTION Didactic & Instrument
บริษัท นีโอ ไดแด็กติค จำกัด NEO DIDACTIC CO.,LTD.
phelps dodge International Corp a General Cable company
PTS Combination
STC STC MEDIA & MARKETING
UNITIS CO.,LTD.
ThaiEasyElec enable your design Education
PRIMUS PRIMUS COMPANY LIMITED ศูนย์รวมเครื่องมือวัดและควบคุมทางด้านไฟฟ้าอุตสาหกรรม
SAT บริษัท สยามแอ็คควาเซ็ทเทค จำกัด

สารบัญ (ต่อ)

บทความสาขาอิเล็กทรอนิกส์กำลัง (PE) หน้า

PE10 การออกแบบตัวควบคุม PI/PI สำหรับควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบไร้แปรงถ่าน โดยใช้การหาค่าเหมาะที่สุดแบบสมมาตร 132
นฤเบศวร์ สุขเกษม[1] พิมพิกา ยอมดี[1] เสถียร ธัญญศรีรัตน์[1] และ ดนุพล คาปัญญา[2]
[1]สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน [2]มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

PE11 วงจรแปลงผันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับแบบชุกคอนเวอร์เตอร์ 136
ชลัช สัตยารักษ์ และ อุดมพล หนูหีต
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

PE12 วงจรทวีแรงดันแบบชุกคอนเวอร์เตอร์สองเอาต์พุต 140
ชลัช สัตยารักษ์ และ วรเทพ อินทจักร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

PE13 ระบบเซลล์แสงอาทิตย์เชื่อมต่อกริดการไฟฟ้าขนาด 1 เฟส ด้วยอินเวอร์เตอร์ 11 ระดับ 144
ศักดาวุฒิ บุญตั้ว[2] อัครกิตติ์ ไชยธนกลุวัฒน์[1] เฉลิมชาติ มานพ[2] และ วิจิตร กิณเรศ[2]
[1]มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี สมุทรปราการ [2]สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

PE14 การทดสอบฮาร์มอนิกส์ของวงจรแปลงผันไฟฟ้ากระแสสลับหนึ่งเฟสที่ควบคุมแบบดิวตี้ไซเคิล 148
วิโรจน์ เพชรพันธุ์ศรี วิเชียร หทัยรัตน์ศิริ สายชล ชุดเจือจีน สุทธี ทับทองดี เสาวลักษณ์ แสงแก พุฒิพงศ์ เกิดพิพัฒน์ และ จิรพงษ์ จิตตะโคตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

PE15 ระบบป้องกันเตาหลอมแบบเหนี่ยวนำความร้อน 152
วิเชียร หทัยรัตน์ศิริ[1] วิโรจน์ เพชรพันธุ์ศรี[1] สายชล ชุดเจือจีน[1] สุวัฒน์ กิจเจริญวัฒน์[1] จิรพงษ์ จิตตะโคตร[2] และ ณฐภัทร พันธ์คง[2]
[1]มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ [2]มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

PE16 การเปรียบเทียบสมรรถนะเทคนิคพีดับบลิวเอ็มแบบเลื่อนระดับหลายแคเรียร์แต่ละประเภท สำหรับอินเวอร์เตอร์ 5 ระดับชนิดไดโอดแคลมป์ 156
สถิตย์พร เกตุสกุล ไชยวัฒน์ ทองช้อย และ ปพณ สะอาดยวง
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

การเปรียบเทียบสมรรถนะเทคนิคพีดับบลิวเอ็มแบบเลื่อนระดับหลายแคเรียร์แต่ละประเภท สำหรับอินเวอร์เตอร์ 5 ระดับชนิดไดโอดแคลมป์

Performance Comparison Level-shifted Multi-carrier PWM Schemes for Diode Clamped Multilevel Inverter

สถิตย์พร เกตุสกุล ไชยวัฒน์ ทองช้อย และปพณ สะอาดยวง
สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
เลขที่ 321 ต.ทะเลชุบศร อ.เมือง จ.ลพบุรี 15000 โทรศัพท์ 081-4005018 E-mail: satitporn123g@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการเปรียบเทียบสมรรถนะของเทคนิคการพีดับบลิวเอ็มแบบเลื่อนระดับชนิดหลายแคเรียร์ สำหรับอินเวอร์เตอร์หลายระดับชนิดไดโอดแคลมป์ โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของแรงดันขาออกที่ได้ ความสามารถในการสมดุลพลังงานที่ตัวเก็บประจุ โดยได้นำเสนอเป็นการจำลอง ซึ่งผลที่ได้เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนสำหรับการศึกษาอินเวอร์เตอร์ชนิดดังกล่าวต่อไป

คำสำคัญ: พีดับบลิวเอ็มแบบเลื่อนระดับชนิดหลายแคเรียร์

Abstract

This paper proposes performance comparison level-shifted multi-carrier PWM schemes for diode clamped multilevel inverter (DCMLI). Chooses modulation control strategies is multilevel sinusoidal pulse width modulation (SPWM). The comparison focuses on output voltage THDv and capacitor voltage balancing. The results of the comparison will be used to aid th design of five-level diode clamped inverter (DCI) in the future.

Keywords: DCMLI, DCI, SPWM : IPDPWM, PODPWM, APODPWM

1. บทนำ

การเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีในปัจจุบันทั้งภาคอุตสาหกรรมและครัวเรือนส่งผลทำให้พฤติกรรมของโหลดไฟฟ้าแบบไม่เชิงเส้นอย่างไซโคลนอินเวอร์เตอร์ ไดโอดคอนเวอร์เตอร์และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มีเพิ่มมากขึ้น ก่อให้เกิดผลลัพธ์อันไม่พึงประสงค์ตามมาหลายประการแก่ระบบไฟฟ้า เช่น ฮาร์มอนิกส์ การเพิ่มขึ้นของกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟและแรงดันไฟฟ้ากระเพื่อม ผลกระทบดังกล่าวถือได้ว่ามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง อีกทั้งฮาร์มอนิกส์ยังเป็นสาเหตุการเกิดความร้อนภายในหม้อแปลงไฟฟ้า มอเตอร์ และความสูญเสียในระบบสายส่งที่เพิ่มขึ้นด้วย

อินเวอร์เตอร์หลายระดับได้รับความสนใจและมีการนำมาประยุกต์ใช้กันอย่างแพร่หลายกับระบบไฟฟ้ากำลังสูงที่เชื่อมต่อกับแรงดันไฟฟ้าระดับปานกลาง เนื่องด้วยคุณสมบัติด้านการสูญเสียในการสวิตชิ่งที่น้อยกว่า รูปคลื่นแรงดันขาออกมีความคล้ายคลึงกับสัญญาณไซน์มากกว่า และประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์หลายระดับที่ดีกว่าอินเวอร์เตอร์สองระดับแบบดังเดิม การนำมาประยุกต์ใช้ในอุปกรณ์ที่มีอินเวอร์เตอร์เป็นส่วนประกอบ เช่น วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า วงจรอุปกรณ์ปรับปรุงคุณภาพไฟฟ้าอย่างวงจรกรองแอคทีฟกำลัง DSTATCOM [5] เป็นต้น

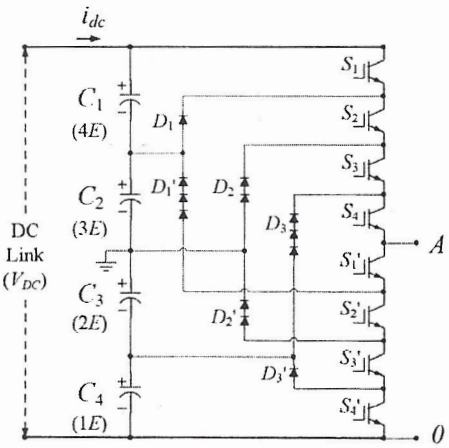
การวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นการศึกษาฮาร์มอนิกส์ของสัญญาณด้านออกอินเวอร์เตอร์ สำหรับอินเวอร์เตอร์ 5 ระดับ ชนิดไดโอดแคลมป์ (Diode Clamped Multilevel Inverter : DCMLI) หรือนิวทรัลพ็อยแคลมป์ (Neutral-Point Clamped Multilevel Inverter : NPCMLI) ด้วยเทคนิคการพีดับบลิวเอ็มแบบไซน์มอดดูเลตชั่น (Sine Plus Width Modulation; SPWM) ชนิดเลื่อนระดับแบบหลายแคเรียร์ (Level-Shift Multi-Carrier) โดยเปรียบเทียบในแต่ละเทคนิคการ PWM (In-Phase Disposition: IPD, Phase opposite disposition: POD, Alternative phase opposite disposition, APOD) โดยผลการจำลองที่ได้จะนำมาวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อดูผลทางด้านฮาร์มอนิกส์ของแรงดันด้านออกของอินเวอร์เตอร์

2. โครงสร้างของอินเวอร์เตอร์แบบฟลายอิ้งคาปาซิเตอร์

โครงสร้างของอินเวอร์เตอร์ 5 ระดับ ชนิดไดโอดแคลมป์ หรือเรียกว่านิวทรัลพ็อยแคลมป์ [1-4] แสดงดังรูปที่ 1 ซึ่งจะมีส่วนประกอบหลักด้วยกัน 3 ส่วน คือ ไดโอด ตัวเก็บประจุ และอุปกรณ์สวิตช์กำลัง โดยตัวเก็บประจุที่ต่อกับดีซีบัสจะทำหน้าที่สะสมพลังงานและเป็นตัวสร้างแรงดันระดับต่างกัน โดยแรงดันที่ได้ในแต่ละระดับ เกิดจากระดับของแรงดันที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุผ่านเส้นทางการไหลของไดโอดตามสถานะการสวิตช์นั้น ซึ่งแรงดันที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุแต่ละตัว คือ $1E$ โดยอินเวอร์เตอร์ที่ศึกษาในบทความนี้เป็นอินเวอร์เตอร์ประเภท 5 ระดับ ($m = 5$) ซึ่งสมการของวงจรสามารถสรุปได้ดังนี้

$$SW = (m-1)\times 2 \tag{1}$$

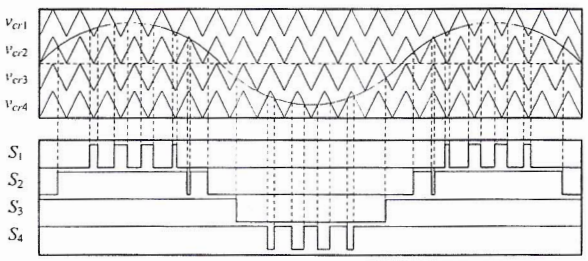
$$m = \frac{SW}{2} + 1 \tag{2}$$



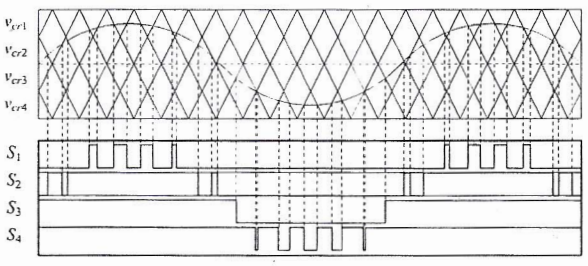
รูปที่ 1 วงจรอินเวอร์เตอร์ 5 ระดับชนิดไดโอดแคลมป์ 1 กิ่ง

3. เทคนิค SPWM

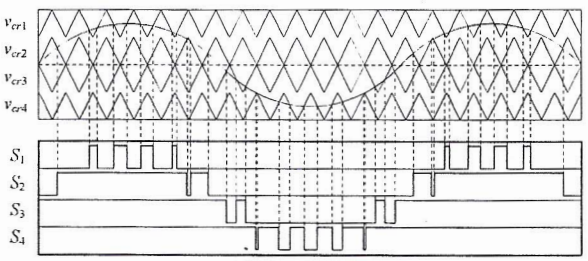
เทคนิคพีดับบลิวเอ็มสำหรับอินเวอร์เตอร์หลายระดับนั้นสามารถทำได้ โดยอาศัยพื้นฐานการสร้างสัญญาณพีดับบลิวเอ็มของวงจรขับแบบ 2 ระดับ เพียงแต่จะเพิ่มจำนวนของแคเรียร์ขึ้นตามจำนวนของสวิตช์กำลัง สำหรับในอินเวอร์เตอร์ 5 ระดับ จะใช้สวิตช์กำลังจำนวน 4 ตัว จึงใช้สัญญาณแคเรียร์จำนวน 4 แคเรียร์ ในการม็อดดูเลตเพื่อสร้างสัญญาณเกตในรูปที่ 2 ซึ่งเป็นตัวอย่างการสร้างสัญญาณเกตของเทคนิคการพีดับบลิวเอ็มแบบเลื่อนระดับหลายแคเรียร์



ก) PWM แบบ IPD (In-Phase Disposition)



ข) PWM แบบ APOD (Alternative Phase Opposite Disposition)



ค) PWM แบบ POD (Phase Opposite Disposition)

รูปที่ 2 ตัวอย่างพีดับบลิวเอ็มชนิดเลื่อนระดับแบบหลายแคเรียร์สำหรับอินเวอร์เตอร์ 5 ระดับ

สมการที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการพีดับบลิวเอ็ม

$$m_a = \frac{V_m}{V_{cr}(\mathrm{m}-1)} \quad \text{สำหรับ } 0 \le m_a \le 1 \tag{3}$$

$$f_{sw,dev} = \frac{f_{cr}}{(m-1)} \tag{4}$$

$$f_{sw,inv} = (m-1) f_{sw,dev} \tag{5}$$

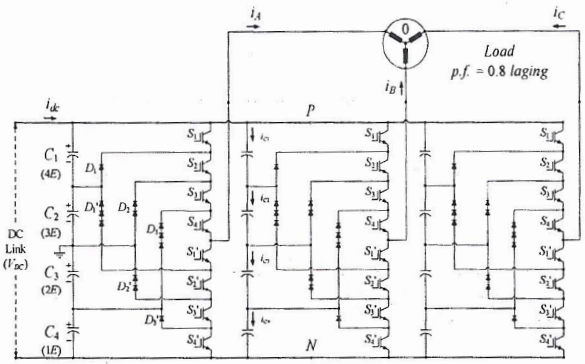
กำหนดให้

f_m	ความถี่ของสัญญาณมูลฐาน
f_{cr}	ความถี่ของสัญญาณพาหะ
$f_{sw,dev}$	ความถี่ของอุปกรณ์สวิตช์กำลัง
$f_{sw,inv}$	ความถี่การสวิตช์ของอินเวอร์เตอร์
m_f	ความถี่การม็อดดูเลตชั่นอินเด็กซ์ (f_{cr}/f_m)
m_a	ม็อดดูเลตชั่นอินเด็กซ์
m	ระดับแรงดัน

จากข้างต้นความถี่การสวิตช์ของอินเวอร์เตอร์ส่งผลโดยตรงต่อการปรากฏของประมาณฮาร์โมนิกส์ในแรงดันด้านออกของอินเวอร์เตอร์โดยจะปรากฏขึ้นรอบๆ m_f

4. ผลการจำลอง

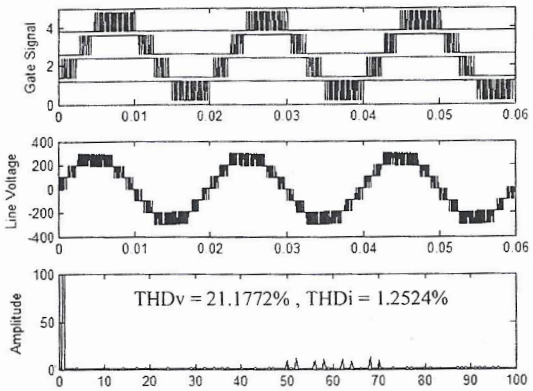
วงจรกำลังที่ใช้ในการจำลองแสดงในรูปที่ 3 ในการจำลองเปรียบเทียบสมรรถนะของเทคนิคการพีดับบลิวเอ็มชนิดเลื่อนระดับหลายแคเรียร์ ได้กำหนดเงื่อนการทำงานของสวิตช์กำลังเฉลี่ยที่ 750 Hz



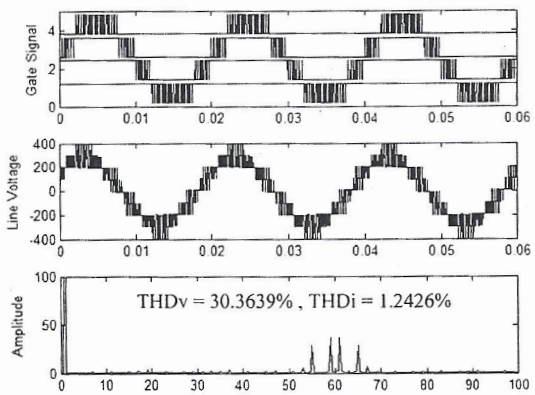
รูปที่ 3 อินเวอร์เตอร์ 5 ระดับ ชนิดไดโอดแคลมป์ 3 เฟส

4.1 ผลการจำลองคุณภาพของแรงดันทางด้านขาออก

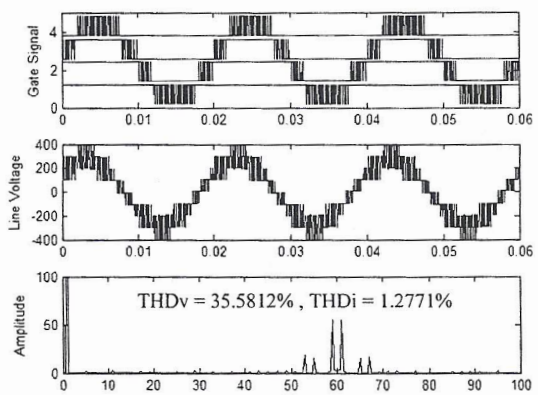
เมื่ออินเวอร์เตอร์ใช้เทคนิคพีดับบลิวเอ็มแบบเลื่อนระดับหลายแคเรียร์แต่ละประเภท แสดงในรูปที่ 4 เทคนิคการพีดับบลิวเอ็มแบบ IPD เทคนิคการพีดับบลิวเอ็มแบบ APOD และเทคนิคการพีดับบลิวเอ็มแบบ POD ซึ่งแต่ละเทคนิคจะประกอบด้วยลักษณะสัญญาณขับเกต แรงดันไลน์ และสเป็คตรัมของฮาร์มอนิกส์ตามลำดับ ซึ่งได้จากการนำผลของสัญญาณไปคำนวณด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ขณะอินเวอร์เตอร์ทำงานที่ค่า $m_a = 0.8, m_f = 60$



ก) ผลการจำลองแรงดันด้านออกระหว่างสาย เทคนิค IPD



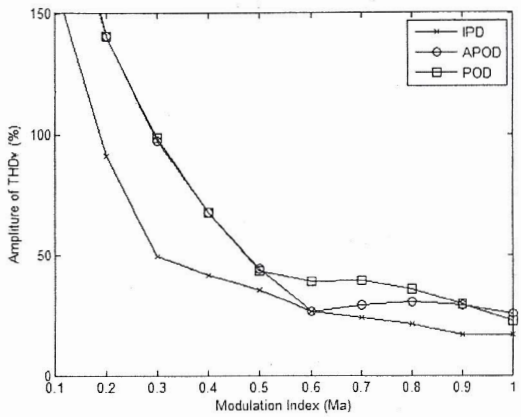
ข) ผลการจำลองแรงดันด้านออกระหว่างสาย เทคนิค APOD



ค) ผลการจำลองแรงดันด้านออกระหว่างสาย เทคนิค POD

รูปที่ 4 ผลการจำลองแรงดันด้านออกระหว่างสาย
($m_f = 60, m_a = 0.8, f_m = 50\text{Hz}, f_{cr} = 3\text{kHz}, fsw,dev = 750\text{Hz}$)

เมื่อนำผลการจำลองของแรงดันทางด้านขาออกที่ได้จากเทคนิคการพีดับบลิวเอ็มทั้ง 3 แบบ มาทำการคำนวณโดยพิจารณาฮาร์มอนิกส์ถึงอันดับที่ 100th และนำมาพล็อตกราฟดังแสดงในรูปที่ 5 จะเห็นได้ว่าเทคนิคการพีดับบลิวเอ็มแบบ IPD ให้ผลทางด้าน THDv ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเทคนิคอื่น ดังแสดงในรูปที่ 5 ผลทางด้าน THDi ต่ำมากที่ Ma =0.8 ผล THDi ประมาณ 1.2 % ในทุกเทคนิคการพีดับบลิวเอ็ม



รูปที่ 5 สรุปผล THDv ที่มือดดูเลตชั่นอินเด็กซ์ค่าต่างๆ

4.1 ผลการจำลองสมรรถนะการรักษาสมดุลระดับพลังงานที่ตัวเก็บประจุ

ในอินเวอร์เตอร์หลายระดับชนิดไดโอดแคลมป์จะต้องพิจารณาถึงเรื่องระดับแรงดันที่ตัวเก็บประจุของแต่ละระดับแรงดันด้วย เนื่องจากแรงดันทางด้านขาออกที่ได้ในแต่ละระดับชั้นนั้นจะมาจากผลระดับแรงดันที่ตัวเก็บประจุโดยตรง จากผลการจำลองพบว่าในอินเวอร์เตอร์ 5 ระดับจะพบปัญหาด้านระดับแรงดันที่ตัวเก็บประจุทุกตัว เนื่องรูปแบบการสวิตช์กำลังเป็นแบบตายตัวดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระดับแรงดันและสถานะการสวิตช์ของอินเวอร์เตอร์ 5 ระดับชนิดไดโอดแคลม

ระดับแรงดัน	สถานะการสวิตช์กำลัง							
	S_1	S_2	S_3	S_4	S_1'	S_2'	S_3'	S_4'
$4E\ (V_{DC})$	1	1	1	1	0	0	0	0
$3E$	0	1	1	1	1	0	0	0
$2E$	0	0	1	1	1	1	0	0
$1E$	0	0	0	1	1	1	1	0
0	0	0	0	0	1	1	1	1

หมายเหตุ : 1 คือ สวิตช์ทำงาน และ 0 คือ สวิตช์ไม่ทำงาน

5. สรุป

เทคนิคพีดับบลิวเอ็มเทคนิค IPD เหมาะแก่การนำไปใช้งานมากที่สุด แต่ต้องแก้ไขเรื่อง การรักษาสมดุลระดับพลังงานที่ตัวเก็บประจุของแต่ละระดับแรงดันด้วยเป็นสำคัญ เนื่องจากอินเวอร์เตอร์ชนิดไดโอดแคลมป์มีข้อดีคือรูปแบบการสวิตช์ไม่ซับซ้อน และจุดต่อร่วมดีซีบัสง่ายต่อการประยุกต์ใช้งาน แต่ข้อเสียที่ตามมาด้วยคือ เนื่องด้วยรูปแบบการสวิตช์ที่ตายตัวทำให้หาเทคนิคการแก้ปัญหาเพื่อรักษาสมดุลระดับพลังงานได้ยาก ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้แหล่งจ่ายอิสระสำหรับกระตุ้นตัวเก็บประจุแต่ละระดับแรงดันเพิ่มอีกเพื่อรักษาสมดุลพลังงานที่ตัวเก็บประจุ

เอกสารอ้างอิง

[1] Bin Wu, High-Power Converters and ac Drives, The Institute of Electrical and Electronics Engineering, Inc.,206, pp.127-136.

[2] F. Zheng Peng, J. Rodriguez, and J. Sheng Lai, Multilevel Inverter: A Survey of Topologies, Control and Application, IEEE Trans. Ind. Applicat, Vol. 49, No.4, August 2002.

[3] L. Tolbert, F.-Z. Peng, and T. Habetler, Multilevel Converter for large electric drives, IEEE Trans. Ind. Applicat., vol. 35, pp.36-44, Jan./Fab. 1999.

[4] S. Ketsakoon, S. Polmai, Comparison Between Phase- and Level-shifted PWM schemes for Flying Capacitor Multilevel Inverter, The 2007 ECTI International Conference (ECTI-CON2007), Mae Fah Luang University, chiang rai, Thailand, May 9-12, 2007.

[5] Pratompong Wijit, Sompob Polmai, Reactive Power and Harmonics Compensation Using A Flying Capacitor Multilevel Inverter, The 2014 17th International Conference on Electrical Machines and System (ICEMS), Hangzhou, China, Oct. 22-25, 2014.

ประวัติผู้เขียนบทความ

สถิตย์พร เกตุสกุล วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า สจล. งานศึกษาและหัวข้อที่สนใจ อิเล็กทรอนิกส์กำลัง เทคโนโลยี และพลังงานทดแทน

ไชยวัฒน์ ทองช้อย วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า สจล. งานศึกษาและหัวข้อที่สนใจ Power electronic applications & Rectifiers and converters

Papol.s M.Eng. from King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, His research interests include power electronics, electrical machines and renew wable energy.

ยกระดับคุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้ตลอดชีวิต

ผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ˌหลัก งานพัฒนานักศึกษา

ห์สกิจกรรม	ชื่อกิจกรรมย่อย	จำนวนเงิน	รหัสกิจกรรมหลัก 201311600L3999
ı04107020221	จัดกิจกรรมการบริการด้านการให้คำปรึกษา	15,000	รหัสงบประมาณ 2013126001000000

แผนงาน ยกระดับคุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้ตลอดชีวิต

ผลผลิต ผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กิจกรรมหลัก โครงการพัฒนาบุคลากรเพื่อเพิ่มศักยภาพและสมรรถนะการปฏิบัติงาน

รหัสกิจกรรม	ชื่อกิจกรรมย่อย	จำนวนเงิน	รหัสกิจกรรมหลัก 201311600L3999
104109010421	โครงการพัฒนาบุคลากรสายวิชาการ	48,140	รหัสงบประมาณ 2013126001000000

แผนงาน ยกระดับคุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้ตลอดชีวิต

ผลผลิต ผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กิจกรรมหลัก โครงการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์

รหัสกิจกรรม	ชื่อกิจกรรมย่อย	จำนวนเงิน	รหัสกิจกรรมหลัก 201311600L3999
104110030252	จัดประชุมวิชาการระดับชาติด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรม	150,000	รหัสงบประมาณ 2013126001700001
104111030352	สนับสนุนการนำเสนอผลงานวิจัย บทความวิจัย บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์และเผยแพร่ระดับชาติหรือนานาชาติ	150,000	

แผนงาน ยกระดับคุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้ตลอดชีวิต

ˌผลผลิต ผู้สำเร็จการศึกษาด้านสังคมศาสตร์

กิจกรรมหลัก งานพัฒนาวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ

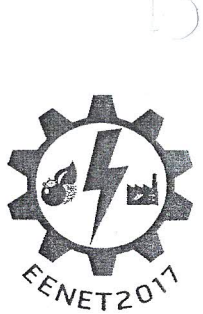
รหัสกิจกรรม	ชื่อกิจกรรมย่อย	จำนวนเงิน	รหัสกิจกรรมหลัก 201311600L4003
104205030552	จัดดำเนินงานห้องสมุดคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม	119,700	รหัสงบประมาณ 2013126006700001

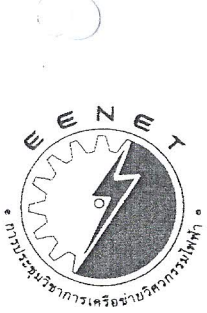
แผนงาน ยกระดับคุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้ตลอดชีวิต

ผลผลิต ผลงานการบริการวิชาการ

กิจกรรมหลัก งานให้บริการทางวิชาการของหน่วยงานในมหาวิทยาลัย

รหัสกิจกรรม	ชื่อกิจกรรมย่อย	จำนวนเงิน	รหัสกิจกรรมหลัก 201311600L4000
104301022052	อบรมและการแข่งขันหุ่นยนต์อัจฉริยะ	198,000	รหัสงบประมาณ 2013126002700002





การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 9

The 9th Conference of Electrical Engineering Network of Rajamangala University of Technology (EENET2017)

ขอมอบเกียรติบัตรฉบับนี้ให้เพื่อแสดงว่า

สถิตย์พร เกตุสกุล ไชยวัฒน์ ทองช้อย และ ปพณ สะอาดยวง

ได้เข้าร่วมนำเสนอบทความเรื่อง

การเปรียบเทียบสมรรถนะเทคนิคพีดับบลิวเอ็มแบบเลื่อนระดับหลายแคเรียร์แต่ละประเภท
สำหรับอินเวอร์เตอร์ 5 ระดับชนิดไดโอดแคลมป์

ระหว่างวันที่ 2-4 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2560 ณ โรงแรม เคพี แกรนด์ จันทบุรี

(รองศาสตราจารย์ ดร.กาณท์ เกิดชื่น)
ประธานคณะกรรมการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์มนัส คงศักดิ์)
คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเกษตร
ประธานกรรมการดำเนินการงานประชุมวิชาการ EENET2017

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 9

The 9th Conference of Electrical Engineering Network of Rajamangala University of Technology (EENET2017)

ขอมอบเกียรติบัตรฉบับนี้ให้เพื่อแสดงว่า

สถิตย์พร เกตุสกุล ไชยวัฒน์ ทองช้อย และ ปพณ สะอาดยวง

ได้เข้าร่วมนำเสนอบทความเรื่อง

การเปรียบเทียบสมรรถนะเทคนิคพีดับบลิวเอ็มแบบเลื่อนระดับหลายแคเรียร์แต่ละประเภท
สำหรับอินเวอร์เตอร์ 5 ระดับชนิดไดโอดแคลมป์

ระหว่างวันที่ 2-4 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2560 ณ โรงแรม เคพี แกรนด์ จันทบุรี

(รองศาสตราจารย์ ดร.กาณฑ์ เกิดชื่น)
ประธานคณะกรรมการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์มนัส คงศักดิ์)
คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเกษตร
ประธานกรรมการดำเนินการงานประชุมวิชาการ EENET2017

ภาพกิจกรรมการเข้าร่วมสัมมนาวิชาการ EENET2017 เมื่อวันที่ 1-4 พฤษภาคม 2560