

จัดประชุมโดย



adiCET



รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ
(Proceedings)

การประชุมสัมมนาวิชาการ รูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชน แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 17

17th Thailand Renewable Energy
for Community Conference

“เทคโนโลยีพลังงานทดแทนที่เหมาะสมสำหรับการขยายผลสู่ชุมชนอัจฉริยะ”

28 - 30 ตุลาคม 2567 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ ศูนย์แม่ริม



หัวข้อวิจัยและบทความ



เทคโนโลยีพลังงานทดแทน
ที่เหมาะสมสำหรับชุมชน



พลังงานทดแทนเพื่อ
การเกษตรอัจฉริยะ



สิ่งแวดล้อมเพื่อความเป็นกลาง
ทางคาร์บอนสำหรับชุมชน



การบริหารจัดการ
พลังงานชุมชนอัจฉริยะ



นวัตกรรมด้านพลังงาน
และยานยนต์สมัยใหม่



นวัตกรรมทางสังคม
เพื่อส่งเสริมพลังงาน
ทดแทนภายในชุมชน

ผู้สนับสนุน



ENOVA

Benefit
K&J Associate Co.,Ltd.

EGAT

WVX/EFT



VMOTO



ELECTRICO
SMART TECHNOLOGY



LEONICS



BANGKOK
GABI ON



วงจรทอน-ทกระดับแรงดันแบบเหลื่อมชนิด 4 เฟส ที่มีการควบคุมแรงดันแบบวงรอบปิด ด้วยตัวควบคุมชนิดพีไอ

พัทธดนย์ ณรงค์ฤทธิ์¹, นันทิพัฒน์ นาคสนธิ¹, อธิธิพล เหลาพรหม¹, วรวิทย์ บุตรดี¹, อานนท์ วงษ์มณี¹ และ อัษฎางค์ บุญศรี¹

Patthadon Narongrit^{1*}, Nantipat Nakson¹, Ittipon Laoprom¹, Worawut Buddee¹,
Arnon Wongmanee¹, and Ussadang Boonsri¹

¹โปรแกรมวิชาวิศวกรรมเทคโนโลยี เอกวิศวกรรมพลังงานและระบบควบคุม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร 62000

¹Program of Technology Engineering, major of Energy and Control System Engineering, Faculty of
Industrial Technology, Kamphaeng Phet Rajabhat University, Kamphaeng Phet 62000
Corresponding author: Tel.: 08-28866087. E-mail address: oodood.kp@gmail.com

Abstract

This research on the voltage control of four phase Interleaved buck -boost converter using PI controller is to study the operation of the circuit and the use of Arduino Nano control board for voltage control with PI controller. The experimental results show that the circuit with PI controller can adjust the output voltage level to increase or decrease according to the behavior of the step-down voltage booster circuit and can control the output voltage according to the setting correctly. The output voltage is set at 15 and 24 volts with an input voltage of 18 volts. The experimental results show that the voltage level can be maintained back to the original state when changing the load at both output voltages. While the switching signal is still working at a distance of 90 electrical degrees all the time, the electric current flowing in the circuit is averaged to the total current to the inductor of the buck -boost converter circuit according to the switching signal. It can also reduce the ripple current.

Keywords: buck -boost converter voltage control PI controller

บทคัดย่อ

งานวิจัยวงจรทอน-ทกระดับแรงดันแบบเหลื่อมเฟสชนิด 4 เฟสที่มีการควบคุมแรงดันแบบวงรอบปิดด้วยตัวควบคุมชนิดพีไอในครั้งนี้ เพื่อศึกษาการทำงานของวงจร และการใช้บอร์ดควบคุมอาดูโนนาโนสำหรับการควบคุมแรงดันไฟฟ้าขาออกด้วยตัวควบคุมชนิดพีไอ โดยผลการทดลองพบว่าวงจรทอน-ทกระดับแรงดันแบบเหลื่อมเฟสชนิด 4 เฟสที่มีการควบคุมแรงดันแบบวงรอบปิดด้วยตัวควบคุมชนิดพีไอ สามารถรักษาแรงดันไฟฟ้าขาออกให้สามารถเพิ่มหรือลดได้ตามพฤติกรรมของวงจรทอน-ทระดับแรงดัน และสามารถควบคุมแรงดันไฟฟ้าขาออกตามการปรับตั้งได้อย่างถูกต้อง ซึ่งมีการปรับตั้งแรงดันไฟฟ้าขาออกที่ 15 และ 24 โวลต์ โดยมีแรงดันไฟฟ้าอินพุตที่ 18 โวลต์ ทั้งนี้ผลการทดลองพบว่า

การเปลี่ยนแปลงโหลดที่แรงดันไฟฟ้าขาออกทั้งสองค่าสามารถรักษาระดับแรงดันไฟฟ้าให้กลับมาสู่สภาวะเดิมได้อย่างดี โดยขณะที่สัญญาณการสวิตช์ยังมีการทำงานที่ห่างกัน 90 องศาทางไฟฟ้า อีกทั้งผลของค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรมีการเฉลี่ยค่ากระแสไฟฟ้ารวมไปที่ตัวเหนี่ยวนำแต่ละตัวของวงจรทอน-ทบระดับแรงดันแบบเหลื่อมเฟสตามสัญญาณการสวิตช์ได้อย่างเท่า ๆ กัน ทำให้ผลของการกระแสเพิ่มของกระแสไฟฟ้าลดลงได้อีกด้วย

คำสำคัญ: วงจรทอน-ทบระดับแรงดัน กาคควบคุมแรงดัน ตัวควบคุมชนิดพีไอ

บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยยังคงมีความจำเป็นในเรื่องของการพัฒนาทางด้านพลังงานให้เจริญและก้าวหน้าทันต่อโลกสมัยใหม่ สืบเนื่องจากความต้องการใช้พลังงานของประเทศที่มีความต้องการที่มากขึ้น ทั้งพลังงานจากแหล่งพลังงานจากธรรมชาติมีปริมาณที่ลดลง ทำให้จำเป็นต้องหาแหล่งพลังงานทางเลือกอื่นเข้ามาทดแทนหรือเป็นทางเลือกสำหรับพลังงานสมัยใหม่ ทั้งนี้พลังงานด้านแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่มีความสะอาดและมีอย่างมากมาย ทำให้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นตัวเลือกแรก ๆ สำหรับการเลือกใช้เป็นพลังงานทดแทนในการพัฒนาทางด้านพลังงานทดแทนสำหรับประเทศต่อไป

โดยในการนำพลังงานแสงอาทิตย์ไปใช้งานนั้น จำเป็นต้องมีการแปลงผันพลังงานจากอาทิตย์เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน แต่เนื่องจากความไม่แน่นอนของพลังงานจากแสงอาทิตย์ที่มีการแปรเปลี่ยนพลังงานตามธรรมชาติและสิ่งรบกวนต่าง ๆ จึงจำเป็นต้องมีการใช้วิธีการเพื่อรักษาและดึงพลังงานในช่วงที่ถูกรบกวนนั้นมาให้มากที่สุด โดยวงจรแปลงผันพลังงานจากแสงอาทิตย์อีกหนึ่งวงจรที่มีความสามารถในการเพิ่มและลดแรงดันไฟฟ้าได้นั้นหนึ่งวงจรคือ วงจรทอน-ทบระดับแรงดัน เพื่อเข้ามาช่วยในการควบคุมแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุตให้คงที่ ซึ่งมีข้อดีคือสามารถลดและเพิ่มแรงดันไฟฟ้าได้ ทำให้เหมาะสมกับวงจรแปลงผันพลังงานทางด้านพลังงานแสงอาทิตย์ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งในการใช้งานสำหรับงานที่ต้องการกำลังไฟฟ้าที่มากขึ้นจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ดังนั้นเพื่อการรองรับพลังงานที่สูงขึ้นจึงมีการนำวงจรแปลงผันพลังงานมาขนานกันเพื่อสามารถเพิ่มกำลังไฟฟ้าให้กับวงจรแปลงผันพลังงานแรงดันได้ แต่เนื่องจากการทำงานของวงจรแบบขนานนั้นเมื่อทำงานพร้อม ๆ กัน จะสร้างการกระเพื่อมของกระแสมากขึ้น ซึ่งทำให้เกิดการกระเพื่อมที่แรงดันไฟฟ้าด้านออกได้ การกำหนดให้วงจรมีการทำงานแบบเหลื่อมเฟสนั้นสามารถที่จะลดการกระเพื่อมของกระแสด้านเข้าและด้านออกได้เป็นอย่างดี [1] โดยเมื่อกระแสมีการกระเพื่อมน้อยจึงทำให้แรงดันไฟฟ้ามีการกระเพื่อมน้อยเช่นกัน จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น จึงทำให้วงจรทอน-ทบระดับแรงดันแบบเหลื่อมเฟสชนิด 4 เฟส มีความน่าสนใจอย่างยิ่งที่จะช่วยให้แรงดันและกระแสมีความคงที่มากขึ้น แต่หากขาดวงจรควบคุมที่ดีแล้วการควบคุมระดับแรงดันไฟฟ้าทางด้านเอาต์พุตก็อาจขาดเสถียรภาพได้ ซึ่งตัวควบคุมชนิดพีไอนั้นเป็นตัวควบคุมที่มีข้อดีเพียงพอต่อระบบที่จะควบคุมระบบแรงดันไฟฟ้าของวงจรให้คงที่ได้ โดยตัวควบคุมชนิดพีไอนี้มีการตอบสนองที่เร็วตามคุณลักษณะของตัวควบคุมแบบพีไอ และสามารถรักษาเสถียรภาพด้วยตัวควบคุมชนิดไอ ทำให้เพียงพอต่อการควบคุมแรงดันไฟฟ้าได้ [2-5]

ดังนั้นวงจรทอน-ทบระดับแรงดันแบบเหลื่อมเฟสชนิด 4 เฟสที่มีการควบคุมแรงดันแบบวงรอบปิดด้วยตัวควบคุมชนิดพีไอ จึงเป็นงานวิจัยที่น่าสนใจในปัจจุบันเพื่อศึกษาการควบคุมระดับแรงดันไฟฟ้าขาออกเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

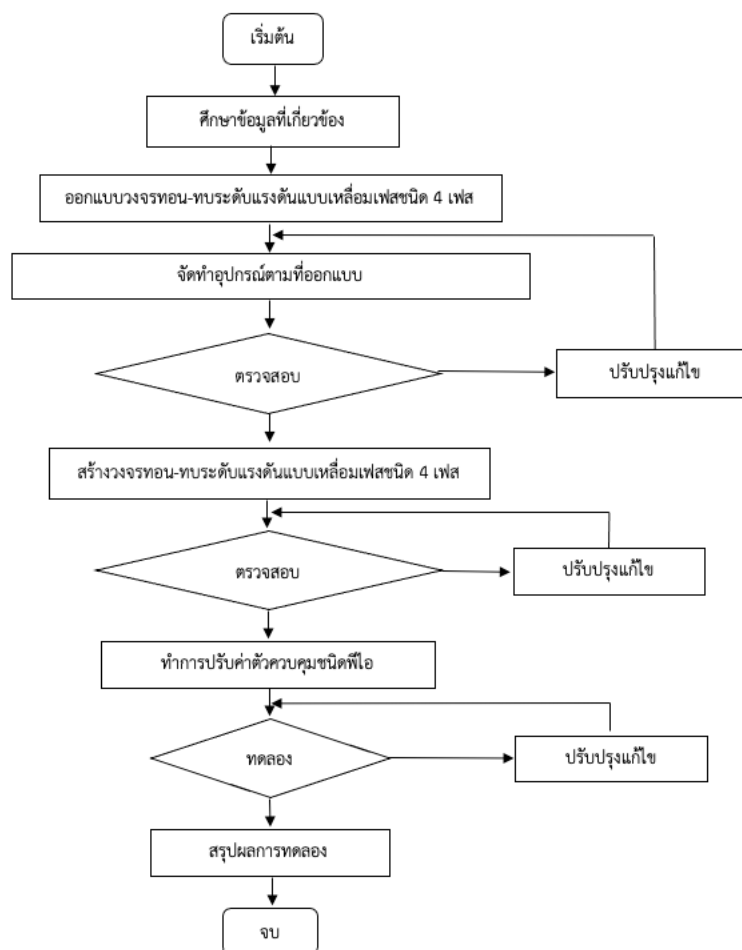
วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของวงจรทอน-ทบระดับแรงดันแบบเหลื่อมเฟสชนิด 4 เฟสที่มีการควบคุมแรงดันแบบวงรอบปิดด้วยตัวควบคุมชนิดพีไอ

2. เพื่อศึกษาการควบคุมแรงดันไฟฟ้าด้วยบอร์ดควบคุมอาดูโนน่าโน
3. เพื่อสร้างวงจรทอน-ทบระดับแรงดันแบบเหลื่อมเฟสชนิด 4 เฟสที่มีการควบคุมแรงดันแบบวงรอบปิดด้วยตัวควบคุมชนิดพีไอ

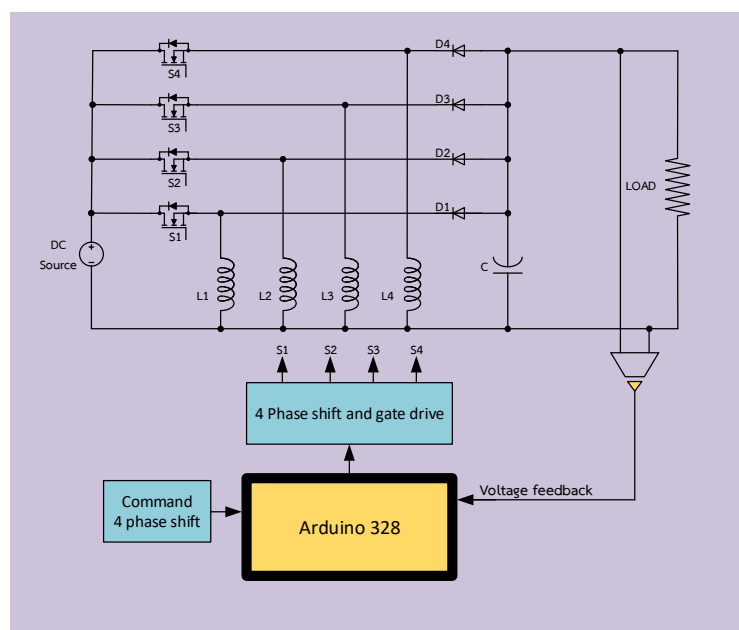
วิธีการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 1 แผนผังการดำเนินงานและขั้นตอนการออกแบบวงจรทอน-ทบระดับแรงดันแบบเหลื่อมเฟสชนิด 4 เฟส ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้ คือ ขั้นตอนแรกศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการทำงานวิจัยเพื่อหาข้อมูลที่จำเป็นในการทำวิจัย เมื่อได้ข้อมูลแล้วจากนั้นจึงทำการออกแบบและจัดทำอุปกรณ์ของวงจรตามข้อมูลที่ได้ออกมา แล้วจึงทำการตรวจสอบอุปกรณ์ที่ได้ทำขึ้น เมื่อตรวจสอบว่าผ่านแล้วจึงสร้างวงจรทอน – ทบระดับแรงดันและทดสอบการทำงานของวงจรในลักษณะไม่มีการควบคุมแบบวงรอบปิด ตรวจสอบแล้วว่าวงจรทำงานได้ปกติ จากนั้นทำการทดลองการทำงานโดยให้วงจรทำงานในลักษณะที่มีการควบคุมแบบวงรอบปิด แล้วจึงทำการเก็บผลการทดลอง เพื่อศึกษาการทำงานของวงจรทอน-ทบระดับแรงดันแบบเหลื่อมเฟสชนิด 4 เฟส ที่มีการควบคุมแรงดันแบบวงรอบปิดด้วยตัวควบคุมชนิดพีไอ ด้วยบอร์ดการควบคุมอาดูโนน่าโน เมื่อเสร็จแล้วจึงสรุปผลการวิจัย โดยสามารถแสดงได้ดังข้อมูลดังต่อไปนี้



ภาพที่ 1 แผนผังการดำเนินงานและขั้นตอนการออกแบบวงจรทอน-ทบระดับแรงดันแบบเหลื่อมเฟสชนิด 4 เฟส

โดยวงจรทอน-ทบระดับแรงดันแบบเหลื่อมเฟสชนิด 4 เฟส ที่มีการควบคุมแรงดันแบบวงรอบปิดด้วยตัวควบคุมชนิดพีไอมีลักษณะของวงจรดังภาพที่ 2 ซึ่งประกอบด้วยวงจรทอน-ทบระดับแรงดันแบบดั้งเดิมจำนวน 4 ชุดต่อขนานกัน และมีบอร์ดาคูโนนาโนเป็นตัวประมวลสัญญาณจากอุปกรณ์ตรวจจับแรงดันไฟฟ้าขาออกเพื่อทำการควบคุมแรงดันไฟฟ้าขาออกให้คงที่ โดยเมื่อได้รับสัญญาณจากอุปกรณ์ตรวจจับแรงดันไฟฟ้าแล้วจะประมวลสัญญาณ และส่งสัญญาณออกไปที่ชุดสัญญาณขับสวิตช์ที่มีการเหลื่อมเฟสกันที่ 90 องศาทางไฟฟ้า เพื่อทำหน้าที่ในการขับสัญญาณสวิตช์ของสวิตช์แต่ละตัว โดยการปรับค่าแรงดันไฟฟ้าขาออกสามารถปรับค่าสัญญาณควบคุมได้จากบอร์ดาคูโนนาโนตามที่แสดงได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงแผนผังการทำงานของ วงจรทอน-ทบระดับแรงดันแบบขนานเหลื่อมเฟสชนิด 4 เฟส ที่มีการควบคุมแรงดันแบบวงรอบปิดด้วยตัวควบคุมชนิดพีไอ

โดยการออกแบบค่าพารามิเตอร์วงจรวงจรทอน-ทบระดับแรงดันแบบขนานเหลื่อมเฟสชนิด 4 เฟส สามารถออกแบบได้จากสมการที่ 1-3 ได้ดังนี้ [6] และ [7]

สมการสำหรับการออกแบบตัวเหนี่ยวนำ

$$L = \frac{(V_{in})(D)}{\Delta i_{on}(f)} \quad (1)$$

สมการสำหรับการออกแบบตัวเก็บประจุ

$$C = \frac{D}{\left[\frac{\Delta V_o}{V_o} \right] Rf} \quad (2)$$

สมการสำหรับการออกแบบองศาในการสวิตช์

$$\theta = \frac{360}{4} = 90^\circ \quad (3)$$

จากการออกแบบวงจรได้ค่าพารามิเตอร์ของวงจรทอน-ทระดับแรงดันแบบขนานเหลื่อมเฟสชนิด 4 เฟส สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 1 ดังนี้

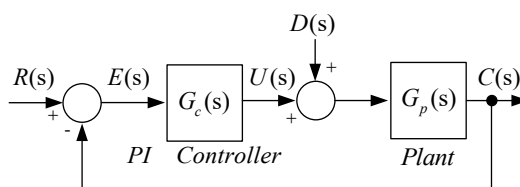
ตารางที่ 1 ตารางสรุปค่าพารามิเตอร์ของวงจร

พารามิเตอร์	ค่าพารามิเตอร์
แรงดันไฟฟ้าอินพุต	18 โวลต์
ตัวเหนี่ยวนำ	576 ไมโครเฮนรี
ตัวเก็บประจุ	100 ไมโครฟารัด
องศาในการสวิตช์	90 องศา
ความถี่ในการสวิตช์	25 กิโลเฮิร์ต

ซึ่งในการควบคุมใช้ตัวควบคุมชนิดพีไอ โดยตัวควบคุมชนิดพีไอเป็นการรวมข้อดีของตัวควบคุมชนิดพีและตัวควบคุมชนิดไอไว้ด้วยกัน โดยการควบคุมชนิดพีนั้นจุดเด่นของตัวควบคุมชนิดนี้ คือ เมื่อทำการปรับค่าเกนให้สูงขึ้นจะมีผลทำให้ระบบมีผลการตอบสนองที่เร็วขึ้น และตัวควบคุมชนิดไอ จุดเด่นของตัวควบคุมชนิดนี้ คือ ตัวควบคุมชนิดนี้สามารถจำกัดค่าความผิดพลาดในสภาวะคงตัวได้ ซึ่งเมื่อนำตัวควบคุมทั้งชนิดนี้มารวมกันก็จะสามารถทำให้ผลตอบสนองมีผลการตอบสนองที่รวดเร็วและความผิดพลาดในสภาวะคงตัวที่น้อยลงได้อีกด้วย โดยที่ฟังก์ชันของตัวควบคุมชนิดพีไอ ระบุไว้ในสมการที่ 4 ดังนี้

$$G_c(s) \Big|_{PI} = K_p + \frac{K_i}{s} = \frac{K_p s + K_i}{s} \quad (4)$$

ทั้งนี้จากระบบการควบคุมด้วยตัวควบคุมชนิดพีไอสามารถแผนผังการทำงานของตัวควบคุมได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แผนผังการทำงานของตัวควบคุมชนิดพีไอ

จากวงจรทอน-ทบระดับแรงดันแบบดั้งเดิมสามารถหาฟังก์ชันถ่ายโอนวงปิด เพื่อนำไปออกแบบค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมชนิดพีโอได้ดังสมการที่ 5-8 [8]

$$\frac{V_0}{V_{ref}} = \frac{\frac{K_{PV}s + K_{IV}}{C}}{s^2 + \left(\frac{K_{PV}R + 1}{RC}\right)s + \frac{K_{IV}}{C}} \quad (5)$$

การออกแบบค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมชนิดพีโอ ทำได้โดยเทียบสัมประสิทธิ์ระหว่างพจน์ฟังก์ชันถ่ายโอนวงปิดกับพจน์พหุนามลักษณะเฉพาะของฟังก์ชันถ่ายโอนระบบอันดับสองมาตรฐานในสมการที่ 6

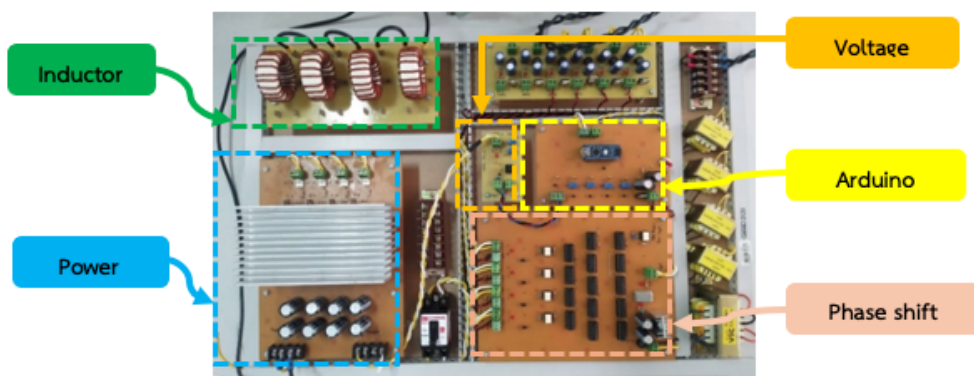
$$G(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2} \quad (6)$$

เมื่อทำการเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์ของพหุนามตัวหารของ $G(s)$ จึงได้ค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมชนิดพีโอสำหรับการควบคุมแรงดันแบบป้อนกลับดังสมการที่ 7 และ 8 ดังนี้

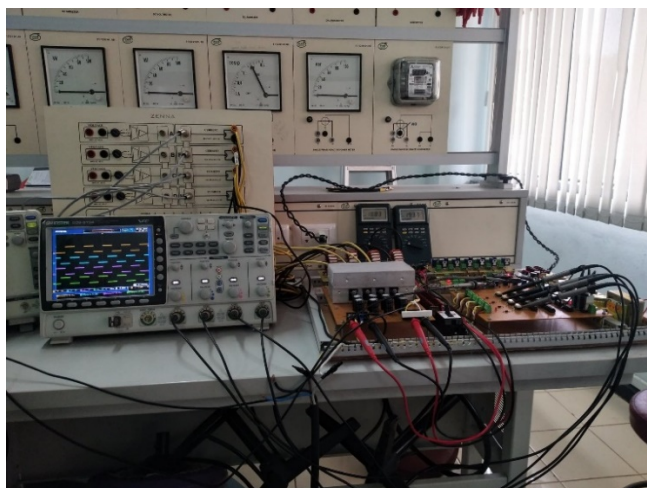
$$K_{PV} = \frac{2\zeta\omega_n RC - 1}{R} \quad (7)$$

$$K_{IV} = \omega_n^2 C \quad (8)$$

โดยเมื่อทำการหาค่าพารามิเตอร์ของอุปกรณ์ของวงจรและหาค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมแล้ว จึงได้ทำการสร้างวงจรเพื่อทดสอบการทำงานของวงจร ซึ่งสามารถแสดงภาพของวงจรได้ภาพที่ 4 และ 5



ภาพที่ 4 ชุดวงจรทอน-ทบระดับแรงดันแบบเหลื่อมเฟสชนิด 4 เฟสที่มีการควบคุมแรงดันแบบวงรอบปิดด้วยตัวควบคุมชนิดพีโอที่ติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว



ภาพที่ 5 การติดตั้งชุดวงจรทอน-ทบระดับแรงดันแบบเหลื่อมเฟสชนิด 4 เฟสที่มีการควบคุมแรงดันแบบวงรอบปิดด้วยตัวควบคุมชนิดพีไอขณะทำการทดลอง

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

สำหรับผลการวิจัยและการอภิปรายผลในครั้งนี้สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 6-10 ดังต่อไปนี้

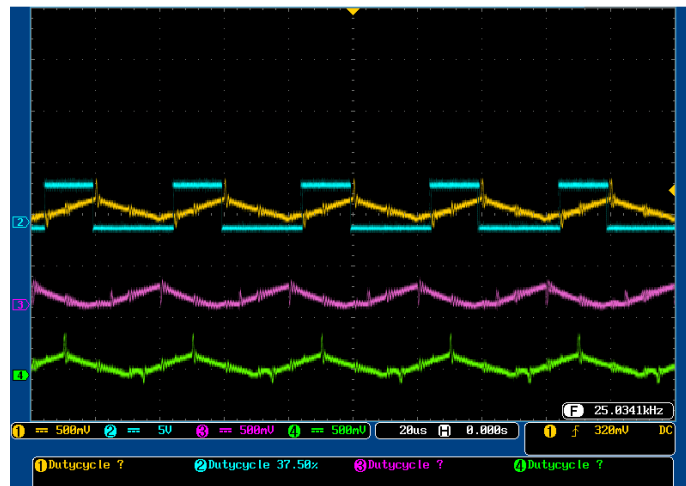
ผลการทำงานของสัญญาณการขับเคลื่อนที่มีการเหลื่อมเฟสกันที่ 90 องศาทางไฟฟ้าของวงจรทอน-ทบแบบขนานแบบเหลื่อมเฟสชนิด 4 เฟสที่มีการป้อนกลับแรงดันแบบวงรอบปิดด้วยตัวควบคุมชนิดพีไอ ซึ่งการทำงานของสัญญาณสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องโดยทำงานห่างกันที่ 90 องศาทางไฟฟ้าได้อย่างพอดี สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 6



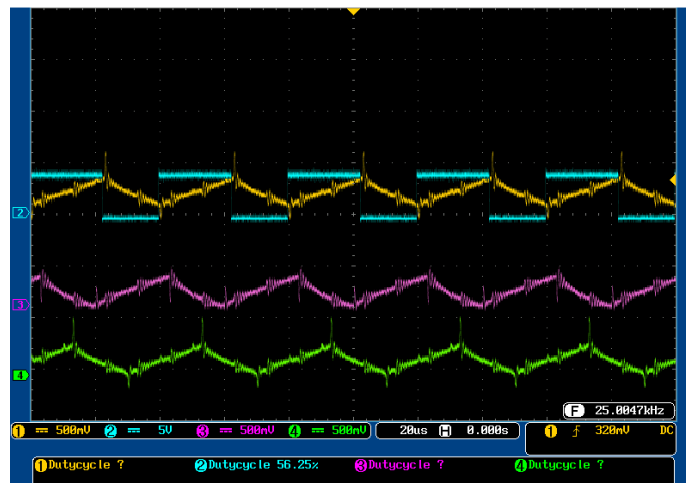
ภาพที่ 6 สัญญาณการขับเคลื่อนที่มีการเหลื่อมเฟสกัน 90 องศาของวงจรทอน-ทบแบบขนานแบบเหลื่อมเฟสชนิด 4 เฟสที่มีการป้อนกลับแรงดันแบบวงรอบปิดด้วยตัวควบคุมชนิดพีไอ

ผลของสัญญาณกระแสของตัวเหนี่ยวนำขณะทำงาน ของวงจรทอน-ทบแบบขนานแบบเหลื่อมเฟสชนิด 4 เฟสที่มีการป้อนกลับแรงดันแบบวงรอบปิดด้วยตัวควบคุมชนิดพีไอขณะควบคุมแรงดันไฟฟ้าขาออกที่ 15 โวลต์ ซึ่งกระแสของตัวเหนี่ยวนำมีคาบเวลาขณะสวิตช์ทำงานและหยุดทำงานตามสัญญาณการสวิตช์ของมอสเฟต โดยสามารถแสดงได้ในภาพ

ที่ 7 และผลของสัญญาณกระแสของตัวเหนี่ยวนำขณะทำงาน ของวงจรทอน-ทบแบบขนานแบบเหลื่อมเฟสชนิด 4 เฟสที่มีการป้อนกลับแรงดันแบบวงจรรอบปิดด้วยตัวควบคุมชนิดพีไอขณะควบคุมแรงดันไฟฟ้าขาออกที่ 24 โวลต์ ซึ่งกระแสของตัวเหนี่ยวนำมีคาบเวลาขณะสวิตช์ทำงานและหยุดทำงานตามสัญญาณการสวิตช์กำลัง โดยสามารถแสดงได้ในภาพที่ 8

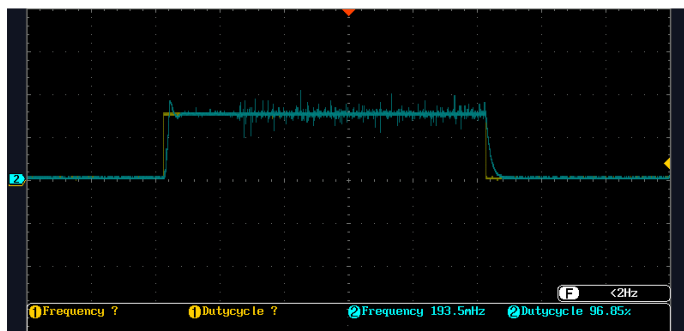


ภาพที่ 7 สัญญาณของกระแสของตัวเหนี่ยวนำขณะทำงาน ของวงจรทอน-ทบแบบขนานแบบเหลื่อมเฟสชนิด 4 เฟสที่มีการป้อนกลับแรงดันแบบวงจรรอบปิดด้วยตัวควบคุมชนิดพีไอขณะควบคุมแรงดันไฟฟ้าขาออกที่ 15 โวลต์



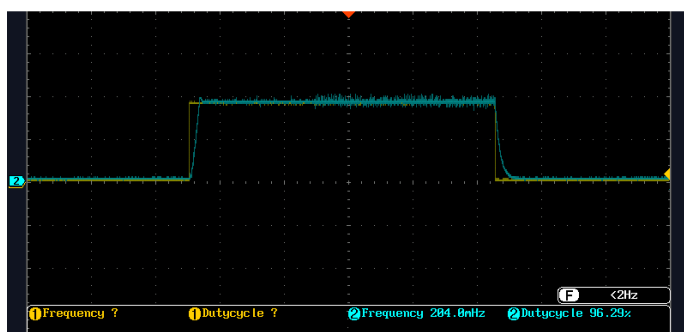
ภาพที่ 8 สัญญาณของกระแสของตัวเหนี่ยวนำขณะทำงาน ของวงจรทอน-ทบแบบขนานแบบเหลื่อมเฟสชนิด 4 เฟสที่มีการป้อนกลับแรงดันแบบวงจรรอบปิดด้วยตัวควบคุมชนิดพีไอขณะควบคุมแรงดันไฟฟ้าขาออกที่ 24 โวลต์

ผลของสัญญาณการตอบสนองต่อการรักษาระดับแรงดันไฟฟ้าขาออกที่ 15 โวลต์ ขณะทำการเปลี่ยนแปลงโหลด โดยวงจรสามารถรักษาระดับแรงดันไว้ได้ ซึ่งสามารถแสดงได้ในภาพที่ 9



ภาพที่ 9 สัญญาณการตอบสนองที่แรงดันไฟฟ้าขาออก 15 โวลต์ ที่มีการป้อนกลับแรงดันแบบวงจรรอบปิดด้วยตัวควบคุมชนิดพีไอขณะทำการเปลี่ยนแปลงโหลด

สัญญาณการตอบสนองที่การรักษาระดับแรงดันไฟฟ้าขาออกที่ 24 โวลต์ ขณะทำการเปลี่ยนแปลงโหลด โดยวงจรสามารถรักษาระดับแรงดันไว้ได้ ซึ่งสามารถแสดงได้ในภาพที่ 10



ภาพที่ 10 สัญญาณการตอบสนองที่แรงดันไฟฟ้าขาออกที่ 24 โวลต์ ที่มีการป้อนกลับแรงดันแบบวงจรรอบปิดด้วยตัวควบคุมชนิดพีไอขณะทำการเปลี่ยนแปลงโหลด

สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลองการทำงานของวงจรทอน - ทบระดับแรงดันแบบเหลื่อมเฟสชนิด 4 เฟสที่มีการควบคุมแรงดันแบบวงจรรอบปิดด้วยตัวควบคุมชนิดพีไอ โดยการรับแรงดันอินพุตจากแผงโซลาร์เซลล์และใช้บอร์ดอาดูโนนาโนในการควบคุมแรงดันไฟฟ้าขาออกที่มีการควบคุมแรงดันแบบวงจรรอบปิดด้วยตัวควบคุมชนิดพีไอเข้ามาช่วยขจัดสัญญาณความผิดพลาดนั้น จากผลการทดลองที่มีการควบคุมแรงดันไฟฟ้าขาออกที่ 15 โวลต์ และ 24 โวลต์ สามารถให้ผลได้ดังนี้

การควบคุมแรงดันไฟฟ้าขาออกที่ 15 และ 24 โวลต์ โดยใช้บอร์ดอาดูโนนาโนที่มีการควบคุมแรงดันไฟฟ้าแบบวงจรรอบปิดด้วยตัวควบคุมชนิดพีไอสามารถควบคุมแรงดันไฟฟ้าขาออกทั้งในสถานะที่ไม่มีโหลดและสถานะการเปลี่ยนแปลงโหลดได้เป็นอย่างดี ซึ่งสังเกตจากผลการทดลองที่ระบบสามารถรักษาระดับแรงดันไฟฟ้าขาออกได้ตามสัญญาณการปรับตั้งที่กำหนดไว้ได้จากภาพที่ 9 และ 10 ทั้งนี้การไหลของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำแต่ละตัวมีการไหลที่เท่า ๆ กันและมีการเหลื่อมเฟสกันที่ 90 องศา ตามสัญญาณการสวิตช์ โดยสังเกตจากผลการทดลองตามภาพที่ 7 และ 8 ซึ่งเป็นผลให้วงจรมีการแบ่งเบาภาระของโหลดได้ โดยจะมีการเฉลี่ยโหลดไปแต่ละวงจรทำให้สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าวรรวมได้มากขึ้น

จากผลการทดลองข้างต้นวงจรทอน - ทบระดับแรงดันแบบเหลื่อมเฟสชนิด 4 เฟสที่มีการควบคุมแรงดันแบบวงรอบปิดด้วยตัวควบคุมชนิดพีไอ ที่ควบคุมด้วยบอร์ดควบคุมอาณานิโนสามารถทำการรักษาระดับแรงดันไฟฟ้าขาออกของระบบทั้งในสภาวะไม่มีโหลดและมีโหลดได้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] Phatiphat, T. and Serge, P. (2010). A New Control Law Based on the Differential Flatness Principle for Multiphase Interleaved DC-DC Converter. IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS—II: EXPRESS BRIEFS. 903-907.
- [2] คมกฤษณ์ อินต๊ะวงศ์ อรรถพร เชิดขาม และอนนท์ นาอิน. (2017). วงจรบัคคัสต์คอนเวอร์เตอร์ต่อกับมอเตอร์ปั้มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์. Innovation for Social Engagement Environment and Enterprise: 3E. 4th CRCI & 2nd ISHPMNB 2017. 445-449.
- [3] ดนุพล ทับทิมอ่อน. (2554). การวิเคราะห์และออกแบบวงจรแปลงผันไฟตรง-ไฟตรงชนิดทอน-ทบระดับแรงดันที่มีการไหลของกำลังไฟฟ้าสองทางเพื่อรักษาเสถียรภาพบัสแรงดันไฟตรง. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมพระนครเหนือ.
- [4] ยุทธนา กันทะพะเยา. (2545). การประยุกต์ใช้บัคคัสต์และซีต้าสำหรับวงจรแปลงผันไฟตรงแบบคู่. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- [5] Deniel, A. and Javier, E.M. (2016). Laboratory Implementation of a Boost Interleaved Converter for PV Applications. IEEE LATIN AMERICA TRANSACTIONS. 14 (6), 2738 - 2743.
- [6] Ittipon, L. and Satean, T. (2020). Design of PI Controller for Voltage Controller of Four-Phase Interleaved Boost Converter Using Particle Swarm Optimization. Hindawi. Journal of Control Science and Engineering.
- [7] วีระชาติ ชัดมัน. (2556). วงจรทบระดับอัตราขยายแรงดันสูงแบบขนานเหลื่อมเฟส. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- [8] รังสรรค์ ชาญพิทยกิจ. (2557). การออกแบบตัวควบคุมและการวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบไฟฟ้ากำลังเอซีเป็นดีซีที่มีโหลดเป็นวงจรแปลงผันแบบบัคค์-บูสต์. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.



จัดประชุมโดย



adiCET

วิทยาลัยพัฒนาเศรษฐกิจและเทคโนโลยีชุมชนแห่งเอเชีย
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ (adiCET)

ร่วมกับ

สมาคมพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย



Organized by:

วิทยาลัยพัฒนาเศรษฐกิจและเทคโนโลยีชุมชนแห่งเอเชีย
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ (adiCET)
Tel: 062-3104908 Email: adicet@cmru.ac.th
Website: www.adicet.cmru.ac.th