

## คอนเวอร์เตอร์แบบซีก้าสำหรับโคมไฟแอลอีดีกำลังสูง

### Zeta Converter for High Power Led Lamps

ศษพจน์ สุมานนท์<sup>1</sup> พลภุสณัฏ จริยตันติเวทย์<sup>1</sup> อานนท์ สิงห์เสถียร<sup>1</sup> มนต์ชัย นรเศรษฐ์สูงสิงห์<sup>1</sup> ฉัตรแก้ว จริยตันติเวทย์<sup>1</sup> เลอพงษ์ พิสนุย์<sup>1</sup> และธีรพล เพลินพนา<sup>1</sup>

<sup>1,2</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1381 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร E-mail:kotchapong.s@rmutp.ac.th

#### บทคัดย่อ

ในอดีตที่ผ่านมา โคมไฟถนนทางเดินมีโครงสร้างมีอยู่หลายรูปแบบ ได้แก่ โคมไฟถนนหลอดแอลอีดีธรรมดา โคมไฟถนนหลอดแอลอีดีพลังงานแสงอาทิตย์ ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตาม โคมไฟเหล่านี้มีข้อบกพร่องเรื่องของ ประสิทธิภาพของวงจรชาร์จแบตเตอรี่และวงจรคอนเวอร์เตอร์ บทความนี้ได้นำเสนอการสร้างและการออกแบบคอนเวอร์เตอร์แบบซีก้าสำหรับโคมไฟแอลอีดีกำลังสูง โดยข้อได้เปรียบของวงจรคอนเวอร์เตอร์แบบซีก้า มีประสิทธิภาพของวงจรสูงจึงได้นำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับวงจรอะเรย์แอลอีดี และมีผลตอบสนองไว นอกจากนี้ยังมีวงจรชาร์จแบตเตอรี่ LT3652 ทำงานควบคู่กับแบตเตอรี่ชนิดลิเทียมไอออนฟอสเฟต (LiFePO<sub>4</sub>) นำมาประยุกต์กับโมดูลเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งผลที่ได้ประสิทธิภาพของวงจรคอนเวอร์เตอร์แบบซีก้าจะมีค่าอยู่ระหว่าง 71.21% ถึง 97.32 % และวงจรชาร์จแบตเตอรี่ LT3652 มีประสิทธิภาพอยู่ระหว่าง 60% ถึง 80% ตามลำดับ

คำสำคัญ: วงจรคอนเวอร์เตอร์, โมดูลเซลล์แสงอาทิตย์, อะเรย์แอลอีดี

#### Abstract

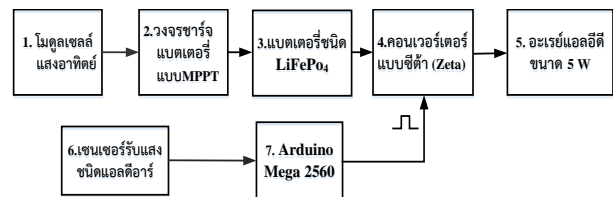
In the past, the street lamp had many types of structures, including ordinary LED street lamp and solar LED street lamp, respectively. However, these lamps suffer from performance degradation of the integrated circuits, battery chargers, and converters. This article presents the design and construction of the zeta converter for high power LED lamps. The advantages of the zeta converter is high circuit efficiency which used in combination with an LED array for fast output response. In addition, the battery chargers of LT3652 operates in connection with a lithium-ion phosphate battery (LiFePO<sub>4</sub>) which is then applied to the photovoltaic module. The resulting efficiency of the zeta converter is between 71.21% and 97% and the LT3652 battery charging circuit is between 60% and 80%, respectively.

Keywords: dc-dc converter, photovoltaic module, led array

#### 1. บทนำ

ในอดีตที่ผ่านมาพลังงานทดแทนมีหลากหลาย เช่น พลังงานลม พลังงานน้ำ และพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งหนึ่งในพลังงานทดแทนที่

ให้พลังงานสะอาด และไม่มีมลภาวะทางเสียง คือพลังงานแสงอาทิตย์ โดยระยะแรกๆพลังงานแสงอาทิตย์ได้ถูกเปลี่ยนเป็นไฟฟ้ากระแสตรงด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่าเซลล์แสงอาทิตย์ และอุปกรณ์ประเภทนี้ราคาค่อนข้างต่ำ อีกทั้งปัจจุบันเซลล์แสงอาทิตย์ได้ถูกนำมาใช้งานกันอย่างแพร่หลาย และอุปกรณ์ชนิดนี้เหมาะสำหรับใช้ในภูมิประเทศที่อยู่ใกล้บริเวณเส้นศูนย์สูตร โดยเฉพาะประเทศไทยได้รับปริมาณแสงอาทิตย์ได้



รูปที่ 1 บล็อกระบบคอนเวอร์เตอร์แบบซีก้าของโคมไฟแอลอีดีกำลังสูง

มากพอตลอดทั้งปี พร้อมทั้งอุปกรณ์ดังกล่าวได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับโคมไฟถนนทางเดิน เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการให้แสงสว่างในเวลาตอนกลางคืน และยังช่วยประหยัดพลังงาน แต่อย่างไรจากการศึกษาคุณลักษณะวงจรคอนเวอร์เตอร์แต่ละชนิดใน [1] มีการขมิ้มเลขชั้น เพื่อแสดงให้เห็นถึงผลตอบสนองทางด้านเอาต์พุตของแต่ละวงจรพร้อมทั้งใน [2] ได้เสนอโคมไฟถนนหลอดแอลอีดีพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งใน [2] มีข้อดีของงาน คือ อุปกรณ์แบตเตอรี่ที่ใช้เป็นแบตเตอรี่แบบตะกั่ว-กรด (Lead acid Battery) ที่มีขนาดใหญ่และไม่สามารถติดตั้งตู้ควบคุมได้ วงจรชาร์จแบตเตอรี่ไม่มีการติดตามจุดกำลังไฟฟ้าสูงสุด (MPPT) จึงทำให้ประสิทธิภาพการชาร์จแบตเตอรี่ต่ำ และ [3] ได้กล่าวถึงการชาร์จแบบ MPPT ที่ให้ประสิทธิภาพของการติดตามที่ดีขึ้น

ดังนั้นในบทความนี้ได้นำเสนอคอนเวอร์เตอร์แบบซีก้าสำหรับโคมไฟแอลอีดีกำลังสูง โดยมีข้อได้เปรียบ คือวงจรคอนเวอร์เตอร์แบบซีก้า มีผลตอบสนองไว และประสิทธิภาพของวงจรสูงจึงเหมาะนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับวงจรอะเรย์แอลอีดี อีกทั้งยังแบตเตอรี่ได้ถูกพัฒนาโดยใช้ลิเทียมไอออนฟอสเฟต (LiFePO<sub>4</sub>) ซึ่งข้อดีของแบตเตอรี่

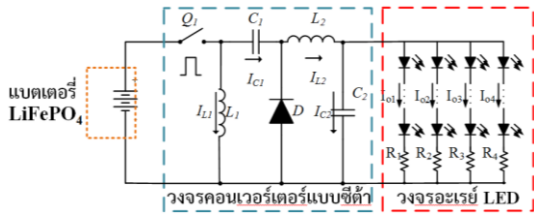
## บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 4  
Proceedings of the 4<sup>th</sup> RMUTP Conference on Engineering and Technology

ชนิดนี้มีน้ำหนักเบา ทนต่อความร้อนได้ดี อายุการใช้งานนานขึ้น และยังสามารถนำไปวางไว้บนตู้ควบคุมของเสาได้

### 2. หลักการทำงานและการออกแบบ

จากรูปที่ 1 ได้แสดงบล็อกไดอะแกรมของระบบที่นำเสนอ เริ่มต้นจากการทำงานของโมดูลเซลล์แสงอาทิตย์ โดยอุปกรณ์นี้จะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง และจ่ายพลังงานไฟให้กับวงจรชาร์จแบตเตอรี่ ซึ่งหน้าที่ของวงจรชาร์จแบต



รูปที่ 2 วงจรคอนเวอร์เตอร์แบบซิงค์ตัวของโคมไฟแอลอีดีกำลังสูง

เตอร์จะจ่ายโอนพลังงานไฟฟ้าเข้าสู่แบตเตอรี่ชนิดLiFePO<sub>4</sub> (ในเวลากลางวัน) ตลอดจนถึงหน้าที่หนึ่งของวงจรชาร์จแบตเตอรี่ยังสามารถติดตามกำลังไฟฟ้าสูงสุดได้เมื่อสภาวะความเข้มแสง และอุณหภูมิเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้กรณิแบตเตอรี่มีที่กักแรงดันไฟฟ้าเกินจึงทำให้วงจรชาร์จสามารถสั่งให้ตัวเองหยุดการชาร์จแบบอัตโนมัติได้อีกด้วย บล็อกถัดไปคือคอนเวอร์เตอร์แบบซิงค์ตัวทำหน้าที่เพิ่มแรงดันไฟฟ้าให้สูงกว่าแรงดันแบตเตอรี่เพื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าไปยังโคมหรืออะเรย์แอลอีดี และนอกจากนี้คอนเวอร์เตอร์แบบซิงค์ตัวจะถูกควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล Arduino Mega 2560 ซึ่ง Arduino ชนิดนี้จะทำหน้าที่ผลิตสัญญาณวัฏจักรงานให้กับวงจรคอนเวอร์เตอร์แบบซิงค์ตัว (ในเวลากลางคืน ด้วยเซนเซอร์รับแสง แอลดีอาร์) โดยอุปกรณ์แอลดีอาร์นี้จะทำหน้าที่เสมือนเป็นสวิทช์ เปิด-ปิดอัตโนมัติที่ขึ้นอยู่กับปริมาณแสงอาทิตย์ ตามลำดับ

#### 2.1 การออกแบบวงจรของคอนเวอร์เตอร์แบบซิงค์ตัวสำหรับโคมไฟแอลอีดีกำลังสูง

การออกแบบลายวงจรได้ใช้โปรแกรม Proteus 8 Professional เป็นโปรแกรมจำลองการทำงานของวงจรไฟฟ้า อีกทั้งได้ออกแบบลายวงจรพิมพ์ และวงจรรวมของการออกแบบคอนเวอร์เตอร์แบบซิงค์ตัวสำหรับโคมไฟแอลอีดีกำลังสูงได้แสดงดังรูปที่ 2 ซึ่งวงจรทั้งหมดที่ใช้ในการออกแบบคอนเวอร์เตอร์แบบซิงค์ตัวสำหรับโคมไฟแอลอีดีกำลังสูงประกอบไปด้วยส่วนที่สำคัญมีดังนี้

- 1). ส่วนแบตเตอรี่ชนิดลิเทียมไอออนฟอสเฟต
- 2). ส่วนวงจรคอนเวอร์เตอร์แบบซิงค์ตัว
- 3). ส่วนวงจรอะเรย์แอลอีดี

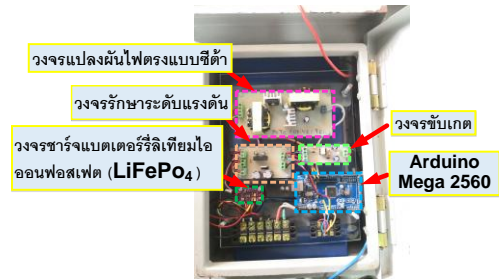
### 3. โครงสร้างและการทดสอบ

จากรูปที่ 3 ได้แสดงโครงสร้างของคอนเวอร์เตอร์แบบซิงค์ตัวสำหรับโคมไฟ สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ส่วน คือ ส่วนที่หนึ่ง คือ โมดูลเซลล์แสงอาทิตย์ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง ส่วนที่สอง คือส่วนแอลดีอาร์ทำหน้าที่ เสมือนเป็นสวิทช์



รูปที่ 3 คอนเวอร์เตอร์แบบซิงค์ตัวสำหรับของโคมไฟแอลอีดีกำลังสูงที่เสร็จสมบูรณ์

เปิด-ปิดแบบอัตโนมัติโดยขึ้นอยู่กับความเข้มแสงอาทิตย์ ส่วนที่สาม คือ ส่วนตู้ควบคุมวงจรต่างๆ สามารถสร้างวงจรได้จากการใช้โปรแกรม Proteus 8 Professional ซึ่งโปรแกรมนี้อาจใช้สำหรับการออกแบบวงจรต่างๆ และลายทองแดงลงบนแผ่น PCB และส่วนที่สี่ คือส่วนวงจรอะเรย์แอลอีดีสามารถสร้างวงจรถ่ายกับในส่วนที่สาม อีกทั้งยังมีหน้าที่ให้ความสว่างบริเวณทางเดินถนนที่นำไปติดตั้ง



รูปที่ 4 วงจรต่างๆภายในตู้ควบคุม

จากรูปที่ 4 แสดงถึงวงจรต่างๆที่อยู่ในตู้ควบคุมจะประกอบไปด้วย คอนเวอร์เตอร์แบบซิงค์ตัว ทำหน้าที่เพิ่มระดับแรงดันให้สูงขึ้นเพื่อป้อนให้อะเรย์แอลอีดี (เวลากลางวัน) วงจรชาร์จแบตเตอรี่ชนิดลิเทียมไอออนฟอสเฟตมีหน้าที่ชาร์จกำลังไฟฟ้าที่มาจากโมดูลเซลล์แสงอาทิตย์ลงแบตเตอรี่ (เวลากลางวัน) วงจรขับเกตทำหน้าที่ขยายสัญญาณพัลส์วิดท์มอดูเลทให้กับคอนเวอร์เตอร์ Arduino Mega2560 ทำหน้าที่ประมวลผลสัญญาณ ที่ต่อกับอุปกรณ์ภายนอก วงจรรักษาระดับ

## บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 4  
 Proceedings of the 4<sup>th</sup> RMUTP Conference on Engineering and Technology

แรงดันมีหน้าที่รักษาแรงดันให้คงที่ และแบตเตอรี่ชนิดลิเทียมไอออน ฟอสเฟต ตามลำดับ

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบคอนเวอร์เตอร์แบบซิงค์สำหรับโคมไฟแอลอีดีกำลังสูง มีดังนี้ 1) โมดูลเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์ 20W 2) มัลติมิเตอร์ ยี่ห้อ Proskit รุ่น MT-5211 3) ตู้ควบคุมวงจรต่างๆ 4) เครื่องวัดอุณหภูมิแบบเทอร์โมมิเตอร์ (PPDeliver) 5) ออสซิลโลสโคป ยี่ห้อ RIGOL รุ่น DS1052E 1 เครื่อง

### 3.1 การทดสอบสมรรถนะวงจรชาร์จแบตเตอรี่ต่อกับโมดูลเซลล์แสงอาทิตย์

การทดสอบครั้งนี้ได้ทดสอบวัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าของโมดูลเซลล์แสงอาทิตย์ขณะต่อร่วมกับวงจรชาร์จแบตเตอรี่ LT3652 (ทำการวัดทั้งหมด 3 วัน ตั้งแต่เวลา 8.00 -17.00 hr ที่บริเวณสาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม มทร.พระนคร (ภาคสนาม) โดยพารามิเตอร์แต่ละวันที่ได้จากการวัด นำค่าพารามิเตอร์เหล่านี้มาคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าอินพุตเฉลี่ยวงจรแบตเตอรี่ ( $V_{i,avg}$ ) แรงดันไฟฟ้าเอาต์พุตเฉลี่ยวงจรแบตเตอรี่ ( $V_{o,avg}$ ) กระแสไฟฟ้าอินพุตเฉลี่ยวงจรแบตเตอรี่ ( $I_{i,avg}$ ) และกระแสไฟฟ้าเอาต์พุตเฉลี่ยวงจรแบตเตอรี่ ( $I_{o,avg}$ ) และคำนวณค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ ( $T_{avg}$ ) และ ขั้นตอนต่อไปทำการบันทึกข้อมูลลงในตารางที่ 1 เพื่อหาประสิทธิภาพของวงจรชาร์จแบตเตอรี่ ( $\eta_c$ )

ตารางที่ 1 พารามิเตอร์ต่างๆ ของวงจรชาร์จแบตเตอรี่ LT 3652

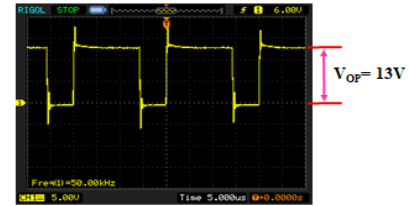
อุณหภูมิ ( $T_{avg}$ ) <sup>o</sup> C	เวลา (t) hr	แรงดันไฟฟ้า $V_{i,avg}$ (V)	แรงดันไฟฟ้า $V_{o,avg}$ (V)	กระแสไฟฟ้า $I_{i,avg}$ (A)	กระแสไฟฟ้า $I_{o,avg}$ (A)	( $\eta_c$ )
29.43	08.00	18.3	13.18	0.33	0.20	44%
30.60	09.00	18.3	13.18	0.32	0.20	45%
33.43	10.00	18.6	13.14	0.34	0.29	60%
35.33	11.00	18.5	13.15	0.34	0.29	60%
37.13	12.00	18.3	13.18	0.26	0.29	80%
36.46	14.00	18.3	13.18	0.26	0.28	77%
35.46	15.00	18.3	13.17	0.33	0.28	61%
35.76	16.00	14.3	13.20	0.13	0.07	50%

จากตารางที่ 1 ตั้งแต่เวลา 10.00 hr -15.00 hr ผลการคำนวณหาประสิทธิภาพของวงจรชาร์จแบตเตอรี่ LT 3652 ซึ่งวงจรชาร์จชนิดนี้จะมีประสิทธิภาพการชาร์จแบตเตอรี่จะอยู่ในช่วง 60% จนถึง 80%

### 3.2 การทดสอบสมรรถนะวงจรคอนเวอร์เตอร์แบบซิงค์

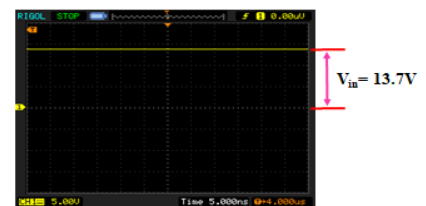
ในหัวข้อนี้จะอธิบายผลการทดสอบ และผลการวัดทางไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่างๆในวงจรคอนเวอร์เตอร์แบบซิงค์ ได้แก่ แรงดันไฟฟ้าคกร้อมระหว่างขาเกต และขาซอส ( $V_{GS}$ ) แรงดันไฟฟ้าที่คกร้อมแบตเตอรี่ ( $V_{bat}$ ) แรงดันไฟฟ้าที่คกร้อมตัวเก็บประจุตัวที่ 1 ( $V_{C1}$ ) แรงดัน-

ไฟฟ้าที่คกร้อมตัวเก็บประจุตัวที่ 2 ( $V_{C2}$ ) แรงดันไฟฟ้าที่คกร้อมขดลวดเหนี่ยวนำตัวที่ 1 ( $V_{L1}$ ) แรงดันไฟฟ้าที่คกร้อมขดลวดเหนี่ยวนำตัวที่ 2 ( $V_{L2}$ ) แรงดันไฟฟ้าคกร้อมอะเรย์แอลอีดี ( $V_{out}$ ) ตามลำดับ ซึ่งผลจากการวัดสัญญาณต่างๆ ได้แสดงสัญญาณให้เห็นดังรูปที่ 5 ถึง รูปที่ 11



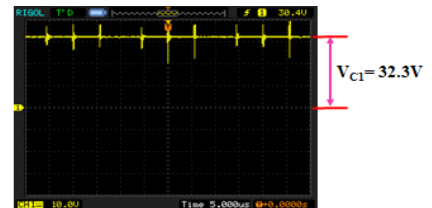
รูปที่ 5 แรงดันไฟฟ้าคกร้อมระหว่างขาเกตและขาซอส ( $V_{GS}$ )

จากรูปที่ 5 แสดงแรงดันที่ขาเกตและซอสมีค่าวัฏจักรงาน (D) มีค่า 70% และความถี่สวิตซ์ที่ความถี่ 50 kHz สำหรับแปลงระดับแรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้น

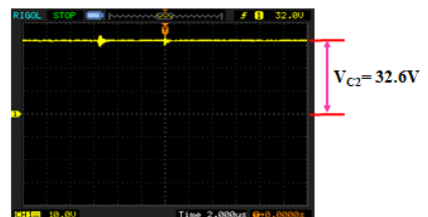


รูปที่ 6 แรงดันไฟฟ้าคกร้อมแบตเตอรี่ ( $V_{bat}$ )

จากรูปที่ 6 แรงดันไฟฟ้าคกร้อมแบตเตอรี่ มีค่า ประมาณ 13.7 V ซึ่งค่าที่ได้มาจากการต่อแบตเตอรี่ชนิด LiFePO<sub>4</sub>อนุกรมกันจำนวน 4 ก้อน



รูปที่ 7 แรงดันไฟฟ้าคกร้อมตัวเก็บประจุตัวที่ 1 ( $V_{C1}$ )

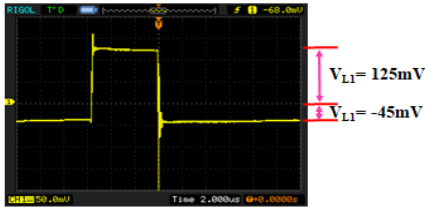


รูปที่ 8 แรงดันไฟฟ้าคกร้อมตัวเก็บประจุตัวที่ 2 ( $V_{C2}$ )

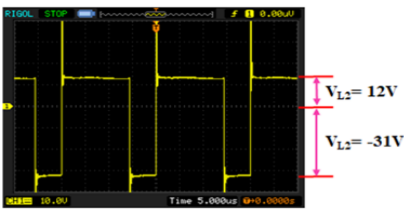
## บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 4  
 Proceedings of the 4<sup>th</sup> RMUTP Conference on Engineering and Technology

จากรูปที่ 7 แรงดันไฟฟ้าตกคร่อม  $C_1$  มีค่า ประมาณ 32.3 V และรูปที่ 8 แรงดันไฟฟ้าตกคร่อม  $C_2$  มีค่าประมาณ 32.6 V เนื่องมาจากคุณสมบัติการทำงานของมอสเฟต และไดโอดสลับกันทำงาน

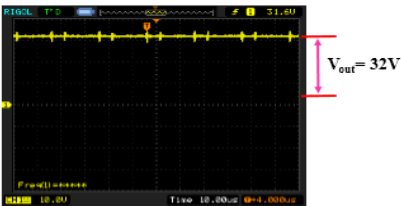


รูปที่ 9 แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมขดลวดเหนี่ยวนำตัวที่ 1 ( $V_{L1}$ )



รูปที่ 10 แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมขดลวดเหนี่ยวนำตัวที่ 2 ( $V_{L2}$ )

ส่วนรูปที่ 9 และ รูปที่ 10 แสดงแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม  $V_{L1}$  และ  $V_{L2}$  มีค่าเป็นทั้งบวกและค่าติดลบ ซึ่งค่าของผลที่ได้ค่า  $V_{L2}$  จะมากกว่าค่า  $V_{L1}$



รูปที่ 11 แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมอะเรย์แอลอีดี ( $V_{out}$ )

ส่วนรูปที่ 11 แสดงสัญญาณแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมอะเรย์แอลอีดี ( $V_{out}$ ) มีค่าเท่ากับ 32 V ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ออกแบบไว้

### 3.3 การทดสอบสมรรถนะของวงจรคอนเวอร์เตอร์แบบซิด้า ต่อร่วมกับแบตเตอรี่ชนิด $LiFePO_4$

การทดสอบสมรรถนะของวงจรซิด้าได้ทำการทดสอบวัดแรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าของวงจรคอนเวอร์เตอร์แบบซิด้า โดยทางอินพุตของวงจรซิด้าต่อร่วมกับแบตเตอรี่ชนิด  $LiFePO_4$  ซึ่งการทดสอบได้ทำแบ่งสถานะแบตเตอรี่ออกเป็น 3 สถานะ (เวลากลางคืน) ซึ่งการวัดแรงดันไฟฟ้าอินพุตวงจรซิด้า ( $V_{i,z}$ ) กระแสไฟฟ้าอินพุตวงจรซิด้า ( $I_{i,z}$ ) และแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุตวงจรซิด้า ( $V_{o,z}$ ) กระแสไฟฟ้าเอาต์พุตวงจรซิด้า ( $I_{o,z}$ ) ได้ถูกแสดงดังตารางที่ 2

จากผลการทดสอบในตารางที่ 2 แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของวงจรแปลงไฟตรงแบบซิด้า ซึ่งประสิทธิภาพของวงจรนี้มีค่าสูงสุดประมาณ 97.32% (สถานะแบตเตอรี่กระแสแสงที่) จึงทำให้สถานะนี้มีภาระส่งถ่ายพลังงานไปยังโหลดได้ดีกว่าสถานะอื่นๆ ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพของวงจรแปลงไฟตรงแบบซิด้า ( $\eta_z$ )

สถานะแบตเตอรี่	D	$V_{i,z}$	$I_{i,z}$	$P_{i,z}$	$V_{o,z}$	$I_{o,z}$	$P_{o,z}$	$\eta_z$
ใกล้หมด	71	10.1	0.32	3.23	25.6	0.09	2.3	71.21
กระแสแสงที่	71	12	0.38	4.40	28.6	0.15	4.2	97.32
เต็ม	71	13.2	0.39	5.14	30.8	0.16	4.9	95.72

## 4. สรุป

บทความนี้ได้แบ่งผลการทดสอบออกเป็น 3 ส่วนด้วยกันคือ ส่วนแรก การทดสอบสมรรถนะของวงจรซิด้าแบบเคอร์รี่ต่อกับโมดูลเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบพารามิเตอร์ต่างๆในตารางที่ 1 ของวงจรซิด้าแบบเคอร์รี่ LT3652 โดยผลการคำนวณประสิทธิภาพของวงจรนี้มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 60% ถึง 80% ณ เวลา 10.00 hr. -15.00 hr. อีกทั้งส่วนที่ 2 ผลการทดสอบสมรรถนะของวงจรคอนเวอร์เตอร์แบบซิด้า ผลลัพธ์ที่ได้รูปสัญญาณแรงดันไฟฟ้าทางด้านอินพุตมีค่า 13.7 V ในรูปที่ 6 และแรงดันไฟฟ้าทางด้านเอาต์พุตมีค่า 32V ในรูปที่ 11 ซึ่งสัญญาณทั้งสองเหล่านี้มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่คำนวณไว้ และส่วนที่สามผลการทดสอบประสิทธิภาพของวงจรคอนเวอร์เตอร์แบบซิด้าที่สถานะแบตเตอรี่แตกต่างกัน ผลลัพธ์ที่ได้ประสิทธิภาพของวงจรซิด้าจะมีค่าอยู่ระหว่าง 71.21% ถึง 97.32 % ตามลำดับ

## 5. เอกสารอ้างอิง

- [1] Deepak, Rupendra Kumar, Pachauri Yogesh K. Chauhan, "Modeling and Simulation Analysis of PV FedCuk, Sepie, Zeta and Luo DC-DC Converter" Electrical Engineering Department, School of Engineering, IEEE International Conference on Power Electronics, Intelligent Control and Energy Systems (ICPEICES-2016).
- [2] เฉลิมพล เรื่องพัฒนาวิวัฒนาการ และยุทธนา กันทะพะเยา "โคมไฟถนนหลอดแอลอีดีพลังงานแสงอาทิตย์" สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
- [3] พันธกานต์ แสนสติ และภาณุภูมิ สายเครื่อง "เครื่องควบคุมการประจุแบตเตอรี่ที่มีจุดจ่ายกำลังสูงสุดสำหรับเซลล์แสงอาทิตย์" สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา