

การสร้างชุดติดตามกำลังงานสูงสุดสำหรับเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยอัลกอริทึมแบบ ความนำส่วนเพิ่ม

Implementation of Maximum Power Point Tracking for photovoltaic array with Incremental Conductance

เวคิน ปิยรัตน์ ฉลอง โสดาบัน และวิทยา ชัยสงคราม
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์
ถนนรังสิต-องครักษ์ อำเภอองครักษ์ จังหวัดนครนายก 26120

Wekin Piyarat Chalong Sodaban and Vittaya Chaisongkham
Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Srinakharinwirot University Ongkharak
Rangsit-Ongkharak Rd. Ongkharak Nakhonnayok 26120 chalong@swu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างชุดติดตามจุดให้กำลังไฟฟ้าสูงสุด (Maximum Power Point Tracker; MPPT) ด้วยการ์ดอินเทอร์เฟซ dSPACE เนื่องจากการใช้งานแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อเป็นแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้านั้น แผงเซลล์แสงอาทิตย์จะมีจุดทำงานจุดหนึ่งที่เหมาะสมซึ่งเรียกว่าจุดให้กำลังไฟฟ้าสูงสุด ซึ่งแปรเปลี่ยนตามอุณหภูมิของเซลล์ ระดับความเข้มแสง และระดับแรงดันแผง บทความนี้ใช้วิธีความนำส่วนเพิ่ม (Incremental Conductance) เป็นอัลกอริทึมเพื่อติดตามจุดให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์สร้างอัลกอริทึมด้วยกล่องเครื่องมือ Stateflow บนโปรแกรม Matlab/Simulink แล้วเชื่อมโยงผ่านการ์ดอินเทอร์เฟซเพื่อควบคุมให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 75 วัตต์สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้สูงสุดภายใต้สภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว

Abstract

This paper presents the design and implementation of Maximum Power Point Tracker Using dSPACE interface card. Using the photovoltaic array as a source of electrical power supply, every photovoltaic (PV) array has an optimum operating point, called the maximum power point (MPP), which varies depending on cell temperature, the insolation level and array voltage. In this paper, the Incremental Conductance method is adopted as an algorithm to track the maximum power point of the PV array by designing with toolbox, Stateflow on Matlab/Simulink, and then interfacing to dSPACE for controlling the 75 W PV array that can be able to give maximum power quickly under rapidly changing atmospheric condition.

1. บทนำ

พลังงานเป็นสิ่งสำคัญในส่วนหนึ่งของชีวิตประจำวัน และนับวันจะหมดสิ้นไป อีกทั้งการใช้พลังงานบางชนิดก็ก่อให้เกิดปัญหามลพิษและปัญหาสิ่งแวดล้อมตามมา การรู้จักประเภทของพลังงานที่ใช้แต่ละชนิดช่วยให้ได้รับความรู้ถึงแหล่งที่มาของพลังงาน รวมทั้งการแสวงหาพลังงานทดแทนมาใช้ก็เป็นเรื่องที่สำคัญและมีความน่าสนใจมากในยุคปัจจุบัน ตัวอย่างเช่น การนำเอาเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้กับแสงแดดจากธรรมชาติ เพื่อประโยชน์ในการใช้พลังงานรูปแบบต่างๆ หรือที่เรียกว่า พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่ง ที่นอกจากช่วยประหยัดพลังงานแล้วยังปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อมและมีอายุยาวนานอีกด้วย

ด้วยเทคโนโลยีที่พัฒนาในปัจจุบัน กระบวนการแปรรูปพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า นับเป็นกระบวนการที่สะอาดและไร้มลภาวะและเมื่อเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายทั้งในด้านการลงทุนเพื่อให้ได้มาซึ่งพลังงานโดยรวมถึงผลกระทบที่อาจมีต่อสิ่งแวดล้อมด้วยแล้ว เห็นได้ว่าต้นทุนพลังงานที่ผลิตจากเซลล์แสงอาทิตย์ (Photovoltaic) มีราคาไม่สูงกว่าแหล่งพลังงานประเภทอื่น และประการสำคัญก็คือ พลังงานจากแสงอาทิตย์เป็นหนึ่งในพลังงานที่มีความยั่งยืนอย่างไม่มีที่สิ้นสุด

ปัจจัยที่สำคัญของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ คือค่าใช้จ่ายในการผลิตที่ค่อนข้างสูงและประสิทธิภาพในการแปลงผันพลังงานที่ค่อนข้างต่ำ อันเนื่องมาจากความไม่เป็นเชิงเส้น (non-linear) และคุณลักษณะของกระแส-แรงดัน และ กำลังไฟฟ้า-แรงดัน ที่ขึ้นกับอุณหภูมิและความเข้มแสงของเซลล์แสงอาทิตย์ ดังนั้นจึงมีวิธีเพื่อปรับปรุงข้อเสียดังกล่าวคือ การปรับปรุงกระบวนการผลิตของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ การควบคุมความเข้มแสงให้กับแผงเซลล์แสงอาทิตย์และการทำให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพจากการใช้ชุดติดตามจุดให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดด้วยความสำคัญและปัญหาตั้ง

กล่าวข้างต้น เพื่อให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้สูงสุด จึงนำเสนอบทความในส่วนของกรอกรออกแบบและสร้างชุดติดตามจุดให้กำลังไฟฟ้าสูงสุด (Maximum Power Point Tracker, MPPT) ซึ่งเป็นตัวที่ำหนดจุดทำงานของแผงเซลล์หรือชุดแผงเซลล์ที่จุดให้กำลังงานสูงสุดโดยต่อไปใช้คำว่า MPPT แทน โดยใช้ทฤษฎีความนำส่วนเพิ่ม (Incremental Conductance, IncCond)

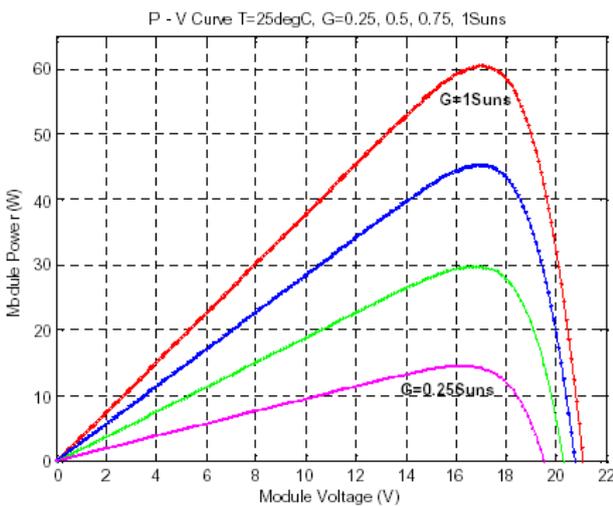
2. ทฤษฎี

2.1 หลักการของการติดตามจุดให้กำลังงานสูงสุด

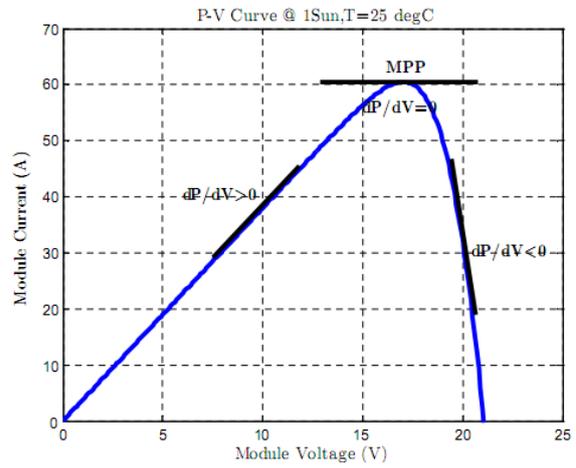
ชุดติดตามจุดให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดถูกนำมาควบคุมการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะของกระแส-แรงดันและกำลังไฟฟ้าแรงดันของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยมีเป้าหมายของชุดติดตามจุดให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดก็เพื่อให้แน่ใจว่าระบบทำงานใกล้กับจุดให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดเมื่ออยู่ภายใต้การเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อม และรักษาการติดตามในช่วงกว้างของสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงและให้ค่าเอาต์พุตกับโหลดได้ตามต้องการ คุณลักษณะของกำลังไฟฟ้าแรงดันของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ได้มาจากคุณลักษณะของกระแส-แรงดันและความสัมพันธ์ของกำลังไฟฟ้าเอาต์พุต โดยกำลังไฟฟ้าเอาต์พุตมีค่าลดลงอย่างมาก สำหรับการลดลงของความเข้มแสง และกำลังไฟฟ้าเอาต์พุตถูกลดลงโดยการเพิ่มอุณหภูมิของแสง ซึ่งสามารถอธิบายได้โดยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่กำหนดของแรงดัน (V_{oc}) เห็นได้ว่ากำลังไฟฟ้าเอาต์พุตของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไม่ขึ้นกับอุณหภูมิและความเข้มแสงเพียงอย่างเดียว แต่มันมีผลอย่างมากกับแรงดัน ณ จุดปฏิบัติงาน จุดของกำลังไฟฟ้าถูกแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งเป็นจุดปฏิบัติงานที่ต้องการสำหรับเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้ความชันเป็น 0 หรือ $\frac{dP}{dV} = 0$ แต่หากแรงดันต่ำกว่าหรือสูง

กว่าแรงดันที่จุดให้กำลังไฟฟ้าสูงสุด ก็จะส่งผลให้ $\frac{dP}{dV} > 0$ หรือ

$\frac{dP}{dV} < 0$ ตามลำดับ



(ก)



(ข)

รูปที่ 1 (ก) เส้นโค้งกำลังไฟฟ้า-แรงดัน (P-V) ที่ระดับความเข้มแสง (ข) จุดปฏิบัติงานที่ให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดและจุดปฏิบัติงานอยู่ต่ำและสูงกว่าจากเส้นโค้งกำลังไฟฟ้า-แรงดัน (P-V)

2.2 อัลกอริทึมความนำส่วนเพิ่ม (Incremental Conductance Algorithm)

วิธีความนำส่วนเพิ่มเป็นวิธีในการค้นหาจุดให้กำลังไฟฟ้าสูงสุด ซึ่งมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีบวกรวมและสังเกตการณ์ รวมทั้งไม่ขึ้นกับอุปกรณ์หรือวิธีการทางกายภาพของแรงดันและกระแสเอาต์พุตจากแหล่งจ่ายถูกควบคุม ซึ่งชุดควบคุมชุดติดตามจุดให้กำลังสูงสุดอาศัยการคำนวณค่าความนำและค่าความนำส่วนเพิ่ม แล้วทำการตัดสินใจที่จะลดหรือเพิ่มค่าแรงดันจากดิฟเฟอเรนเชียล โดยใช้เซนเซอร์ในการวัดแรงดันและกระแสที่จุดปฏิบัติงานของแผงเซลล์อาทิตย์ กำลังไฟฟ้าเอาต์พุตจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์

$$P = VI \quad (1)$$

เมื่อใช้กฎลูกโซ่กับสมการกำลังไฟฟ้าเอาต์พุตจะได้

$$\frac{dP}{dV} = \frac{d(VI)}{dV} \quad (2)$$

$$\frac{dP}{dV} = I \frac{dV}{dV} + V \frac{dI}{dV} \quad (3)$$

$$\frac{dP}{dV} = I + V \frac{dI}{dV} \quad (4)$$

จะได้
$$\left(\frac{1}{V}\right) \frac{dP}{dV} = \left(\frac{I}{V}\right) + \frac{dI}{dV} \quad (5)$$

เมื่อกำหนดให้ความนำของแผงเซลล์แสงอาทิตย์คือ

$$G = \frac{I}{V} \quad (6)$$

และค่า
$$\Delta G = \frac{dI}{dV} \quad (7)$$

โดยปกติแรงดันเอาต์พุตจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าเป็นบวก จากสมการ (5) แสดงว่าแรงดันที่จุดปฏิบัติงานอยู่ต่ำกว่าแรงดันที่จุดให้กำลังไฟฟ้าสูงสุด ถ้าความนำมีค่ามากกว่าความนำส่วนเพิ่มตั้งนั้นหน้าที่หลักของอัลกอริทึมดังกล่าวคือการค้นหาจุดปฏิบัติงานของ

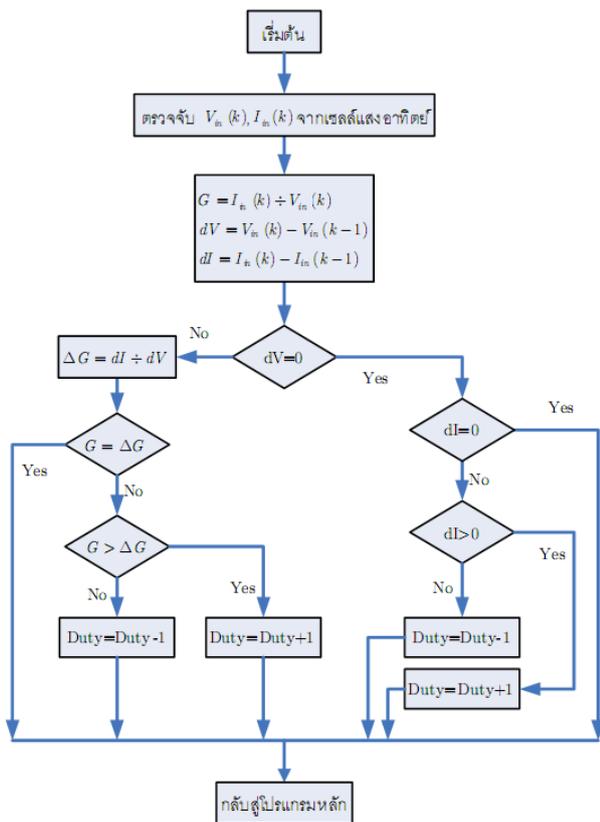
แรงดัน ณ จุดที่ความนำมีค่าเท่ากับความนำส่วนเพิ่มโดยสามารถแสดงได้ดังในสมการที่ (8) - (9)

$$-\frac{dP}{dV} > 0 \text{ ถ้า } G > \Delta G \quad (8)$$

$$-\frac{dP}{dV} < 0 \text{ ถ้า } G < \Delta G \quad (9)$$

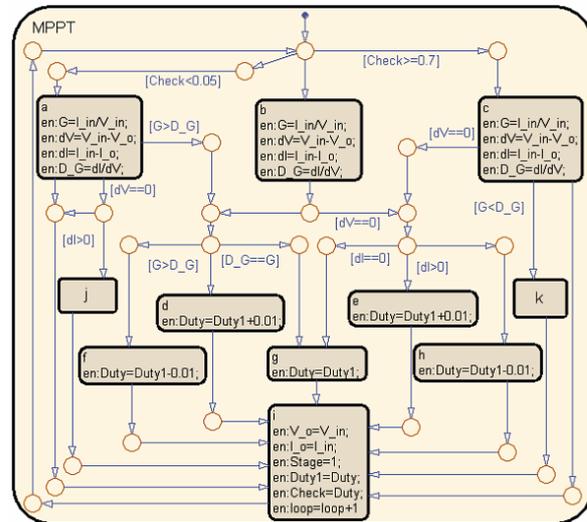
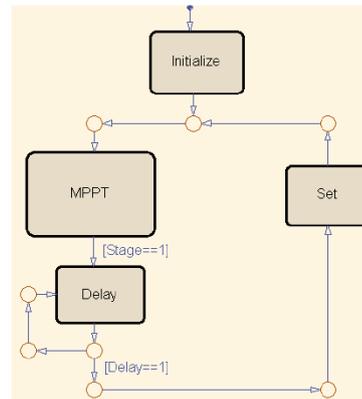
3. การออกแบบชุดติดตามกำลังสูงสุดด้วยวิธีความนำส่วนเพิ่ม

การออกแบบชุดติดตามกำลังไฟฟ้าสูงสุดประกอบด้วย 2 ส่วนคือ วงจรบวสคอนเวอร์เตอร์ที่ทำหน้าเพิ่มและลดระดับแรงดันจากตัวไซเคิลและส่วนควบคุมซึ่งอัลกอริทึมของวิธีความนำส่วนเพิ่มสามารถแสดงได้ตามแผนผังในรูปที่ 2 ผู้วิจัยได้เลือกใช้อัลกอริทึมความนำส่วนเพิ่มในการติดตามจุดให้กำลังไฟฟ้าสูงสุด โดยนำทฤษฎีการหาค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดและเงื่อนไขในการสังการควบคุม มาพิจารณาออกแบบโปรแกรมที่ทำหน้าที่เป็นอัลกอริทึมความนำส่วนเพิ่ม



รูปที่ 2 แผนผังการทำงานของวิธีความนำส่วนเพิ่ม

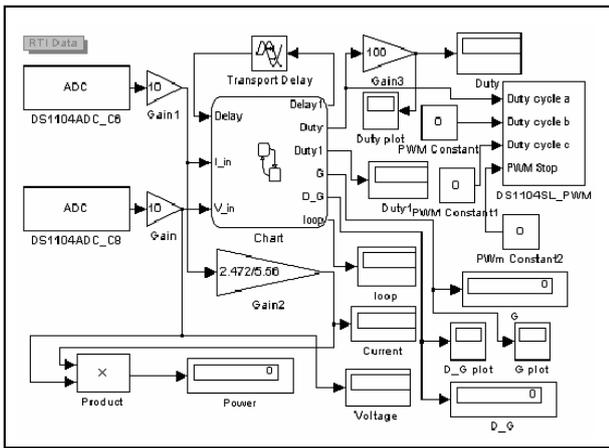
ผู้วิจัยได้เลือกใช้อัลกอริทึมความนำส่วนเพิ่มในการติดตามจุดให้กำลังไฟฟ้าสูงสุด โดยนำทฤษฎีการหาค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดและเงื่อนไขในการสังการควบคุม มาพิจารณาออกแบบโปรแกรมที่ทำหน้าที่เป็นอัลกอริทึมความนำส่วนเพิ่ม โดยทำการออกแบบบน Stateflow เครื่องมือบน Matlab/Simulink โดยใช้แผนผังการทำงานในรูปที่ 3



รูปที่ 3 Stateflow ที่ออกแบบสำหรับอัลกอริทึมแบบความนำส่วนเพิ่ม

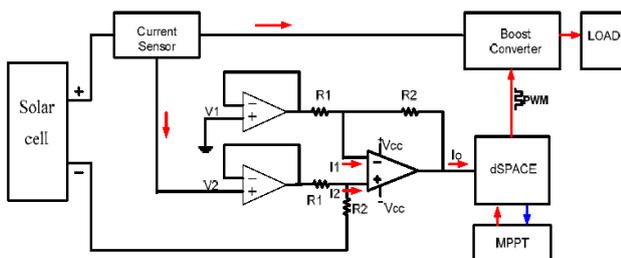
ในการออกแบบโปรแกรม ซึ่งโมดูล PWM ทำหน้าที่ในการส่งค่าอัตราส่วนตัวที่คำนวณได้จากโปรแกรมออกไปขับขาเกตของมอสเฟตในบวสคอนเวอร์เตอร์ ซึ่งภายในบล็อกการซาร์จกระแสสูงมีการทำงาน สามารถแสดงได้ดังแผนผังการทำงานในรูป ซึ่งเห็นได้ว่ามีการหน่วงเวลา 1 นาที่เป็นการรอให้ฮาร์ดแวร์ทำงานเพื่อป้องกันการรบกวนกันและภายในวงจรตรวจจذبกำลังไฟฟ้าสูงสุดโดยใช้วิธีความนำส่วนเพิ่ม มีอัลกอริทึมความนำส่วนเพิ่มอยู่ในซึ่งแสดงได้ดังแผนผังการทำงานในรูปที่ 4 โดยเริ่มจากการวัดค่ากระแสและแรงดันจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าความนำและค่าความนำส่วนเพิ่ม ผลต่างของกระแสและผลต่างของแรงดัน จากนั้นนำค่าที่คำนวณได้มาทำการประมวลผลว่าควรเพิ่มหรือลดค่าอัตราส่วนตัวที่โดยแบ่ง

ออกเป็น 4 กรณีคือถ้า ค่าความนำมีค่ามากกว่าค่าความนำส่วนเพิ่ม ผลต่างของกระแสมีค่ามากกว่าศูนย์และผลต่างของแรงดันมีค่าเท่ากับศูนย์ ทั้ง 2 กรณีนี้มีผลทำให้อัตราส่วนตัวที่เพิ่มขึ้น และถ้าค่าความนำมีค่าน้อยกว่าค่าความนำส่วนเพิ่ม ผลต่างของกระแสมีค่าน้อยกว่าศูนย์และผลต่างของแรงดันมีค่าเท่ากับศูนย์ ทั้ง 2 กรณีนี้มีผลทำให้อัตราส่วนตัวที่ลดลง โดยโปรแกรมแสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 โปรแกรม Simulink ควบคุมระบบผ่านการ์ดิอินเตอร์เฟส dSPACE

จากโปรแกรมในรูปที่ 4 เป็นการรับค่าผ่านการ์ดิ dSPACE โดยกระแสผ่านทางช่องสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอลช่องที่ 6 ซึ่งมีค่า Gain = 1 เป็นอัตราส่วนเพื่อแปลงค่าจากค่าแรงดันที่ได้ให้เป็นค่ากระแสและแรงดันผ่านทางช่องสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอลช่องที่ 8 โดยการรับอินพุตเข้าสู่ dSPACE ต้องคูณด้วย 10 ส่วนค่าอัตราส่วนดิวิตที่ได้ออกมาต้องคูณด้วย 100 เพื่อให้อยู่ในรูปของเปอร์เซ็นต์ จากโปรแกรมในรูปที่ 4 ในบล็อก Initialize เป็นการกำหนดค่าเริ่มต้นของการคำนวณบล็อก MPPT เป็นบล็อกที่ใช้ในการคำนวณค่าอัตราส่วนดิวิตโดยบล็อกนี้ถูกสร้างมาจากอัลกอริทึมความน่าส่วเพิ่มบล็อก Delay เป็นการหน่วงเวลาของโปรแกรม และบล็อก set เป็นบล็อกที่ใช้เคลียร์ค่าตัวแปรของโปรแกรม และในรูปที่ 3 ภายในประกอบด้วยเงื่อนไข 2 เงื่อนไขคือการเพิ่มค่าและการลดค่าของอัตราส่วนดิวิต และได้ทำการกำหนดค่าตั้งแต่ 5%–60% ในส่วนของ dSPACE มีบล็อกที่เรียกว่า DS1104SL_DSP_PWM3 จากรูป เมื่อรวมแหล่งกำเนิดรูปคลื่นสามเหลี่ยมและวงจรเปรียบเทียบสำหรับวงจรแปลงผัน เพื่อสร้างสัญญาณพีดับเบิลยูเอ็มแบบ 3 เฟสกับสัญญาณเอาต์พุตแบบธรรมดาและแบบกลับเฟส โดยการเปลี่ยนแปลงของค่าอัตราส่วนดิวิตและการเปลี่ยนแปลงของเดดแบนด์ในแบบพีดับเบิลยูเอ็มสมมาตร ดังนั้นเมื่อสร้างระบบเวลาจริง ใช้บล็อก dSPACE เพื่อจ่ายสัญญาณพีดับเบิลยูเอ็มอินพุตของ DS1104SL_DSP_PWM3 คืออัตราส่วนดิวิตของบัสคอนเวอร์เตอร์ โดยเอาต์พุตที่ได้จากอัลกอริทึมความน่าส่วเพิ่มนั้นออกมาในรูปของพัลส์วิทมอดดูเลชั่น

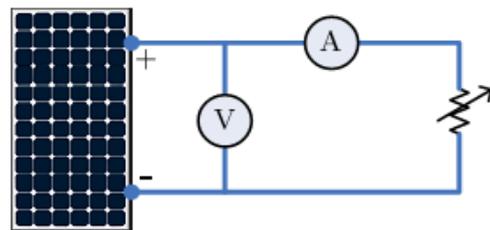


รูปที่ 5 บล็อกโตะแกรมของระบบทดสอบอัลกอริทึมที่นำเสนอ

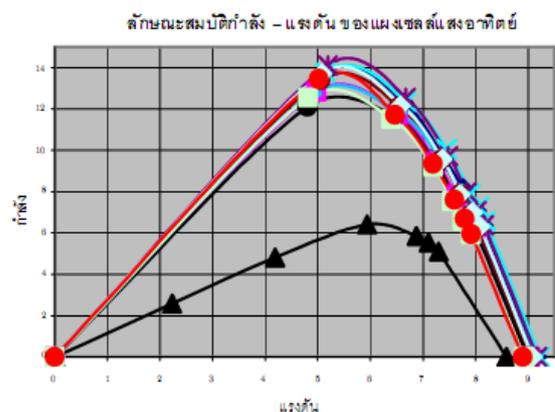
4. ผลการทดลอง

วงจรบัสคอนเวอร์เตอร์สามารถส่งกำลังไฟฟ้าอินพุตที่ได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไปยังโหลดได้สูงสุดจากการทดสอบพฤติกรรมของคอนเวอร์เตอร์ภายใต้การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนดิวิตไซเคิลนั้น ส่งผลต่อประสิทธิภาพของกำลังไฟฟ้าของวงจร ดังนั้นแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้ค่าแรงดันและกระแสที่คงที่ เพราะฉะนั้นอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการทดลอง สามารถใช้ในการจำลองแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ และใช้ความต้านทาน 10 โอห์มและ 15 โอห์มเป็นโหลดที่เอาต์พุตของวงจร โดยการสร้างอัลกอริทึมด้วย Stateflow นั้นมีข้อดีคือสามารถแสดงให้การทำงานของอัลกอริทึมเหมือนกับแผนผังการทำงานและเหมาะสมสำหรับการสร้างระบบด้วยการควบคุมแบบทันเวลา

การทดสอบสมรรถนะของชุดติดตามจุดให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดและระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยรวม จึงจำเป็นต้องทราบถึงลักษณะสมบัติ จุดปฏิบัติงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ในบทความก่อน โดยการประเมินลักษณะสมบัติของ กระแส – แรงดัน และกำลัง – แรงดัน ของแผงด้วยการเชื่อมต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์อนุกรมกับความต้านทานปรับค่าได้ แล้วทำการวัดกระแส และแรงดันของช่วงความต้านทาน $0 - \infty \Omega$ จากรูปที่ 6 พบว่ากำลังสูงสุดที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์จ่ายได้มีค่า 14.5 วัตต์ ที่ $I_{mp} = 2.59 \text{ A}$ และ $V_{mp} = 5.6 \text{ V}$ และจากการทดสอบพบว่าเมื่อปรับค่าความต้านทานที่ค่า 10 โอห์มและ 15 โอห์ม ได้กำลังสูงสุดคือ 6.467 วัตต์โดยค่าดังกล่าวถูกใช้เป็นค่าอ้างอิงเพื่อเปรียบเทียบผลจากการที่ระบบมีและไม่มีชุดติดตามจุดให้กำลังไฟฟ้าสูงสุด



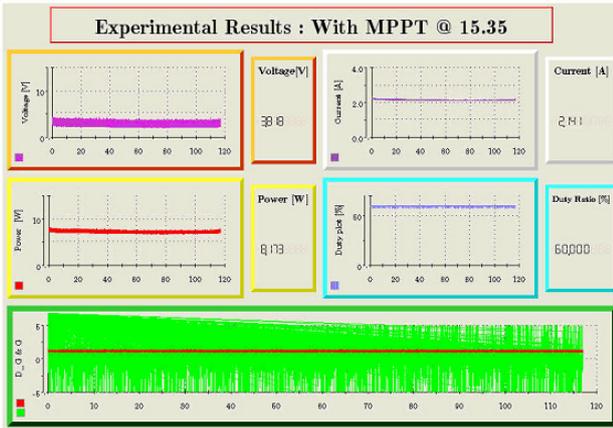
(ก)



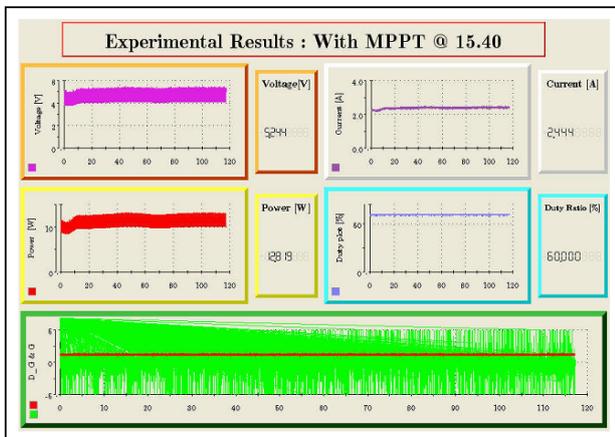
(ข)

รูปที่ 6 (ก) วงจรทดสอบคุณสมบัติกระแสและแรงดัน

(ข) กราฟคุณสมบัติกระแสและแรงดันของแผงเซลล์แสงอาทิตย์เมื่อเปลี่ยนความต้านทานโหลด $0 - \infty \Omega$



รูปที่ 7 การทดสอบขณะที่มีการทดสอบระบบจริงที่มีชุดติดตามให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่โหลดความต้านทาน 10Ω



รูปที่ 8 การทดสอบขณะที่มีการทดสอบระบบจริงที่มีชุดติดตามให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่โหลดความต้านทาน 15Ω

5. สรุปผล

จากผลการทดสอบระบบเมื่อขณะที่ไม่มี MPPT สังเกตได้ว่า กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ได้ในขณะนั้นมีค่าอยู่ที่ประมาณ 6.467 วัตต์และเมื่อทำการทดสอบในขณะที่มี MPPT สังเกตได้เช่นกันว่า กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ได้มีค่าอยู่ที่ 12.819 วัตต์ ซึ่งเป็นจุดให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดขณะนั้น จากผลการเปรียบเทียบดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า ระบบที่มี MPPT มีจุดให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่สูงกว่าระบบที่ไม่มี MPPT เมื่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ถูกใช้เป็นแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับโหลดพฤติกรรมของจุดให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดจึงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อให้ได้กำลังไฟฟ้าสูงสุดจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ สำหรับบทความนี้ MPPT ถูกสร้างขึ้นโดยการใช้วงจรแปลงผันไฟตรงเป็นไฟตรงแบบบัส ซึ่งถูกออกแบบที่จุดปฏิบัติงานภายใต้โหมดการทำงานที่สภาวะต่อเนื่อง และใช้ Stateflow เครื่องมือบนโปรแกรม Matlab/Simulink ในการควบคุมสัญญาณ PWM ที่ออกจาก dSPACE ให้กับวงจรแปลงผันไฟตรงเป็นไฟตรงแบบบัส โดยอัลกอริทึมความนำส่วนเพิ่มถูกเลือกเป็นอัลกอริทึมในการควบคุมใน MPPT จากผลการทดสอบแสดงว่า MPPT มีประสิทธิภาพทางกำลังไฟฟ้าที่ 85.538% และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการติดตามจุดให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดได้มากถึง 49.55%

7. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่ได้ให้เงินวิจัยปีงบประมาณ 2553 และอาจารย์ชาญฤทธิ์ ชาราสันติสุข อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการจัดระบบเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อทดสอบอัลกอริทึม รวมทั้งนายจตุรงค์ ประทุมวงษ์ นายฉันทเชษฐ เจริญทรัพย์ และนายวีระยุทธ บุญรอง ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ ที่ได้ทุ่มเทช่วยเหลือจัดทำและทดสอบระบบวงจรกำลัง

เอกสารอ้างอิง

1. Xuejun, L. "AN IMPROVED PERTURBATION AND OBSERVATION MAXIMUM POWER POINT TRACKING ALGORITHM FOR PV PANELS", Thesis, 2004, Concordia University.
2. Castaner, L. and S. Silvestre, S. "Modelling Photovoltaic Systems using PSpice", Universidad Politecnica de Cataluna, Barcelona, Spain, John Wiley&Sons, LTD.
3. Hansen, A. D., Sorensen, P., Hansen, L. H. and Bindner, H. "Models for a Stand-Alone PV System" Roskilde, Riso National Laboratory.
4. วรพล กัณเฑียรย์ และ รัฐมนต์ พุ่มพวงย์, "การพัฒนาแบบจำลองแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบแยกอิสระด้วย MATLAB/SIMULINK", ปรียญานินพนธ์, 2547, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์