

การควบคุมพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้เทคนิคการแปลงพลังงาน

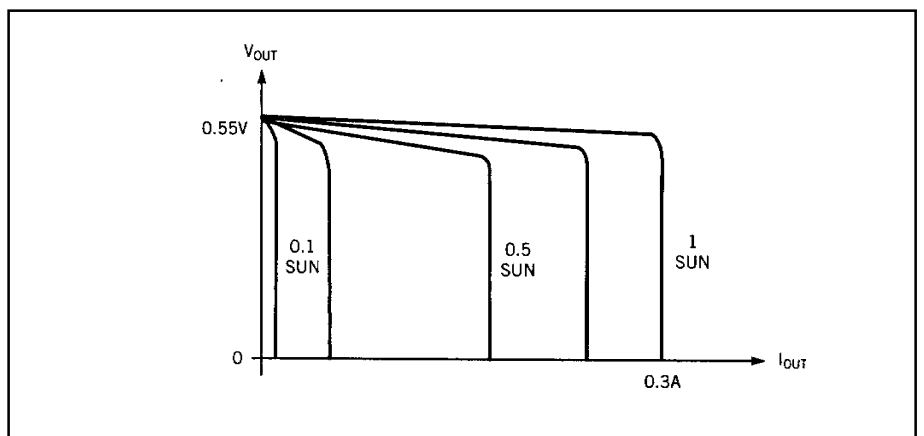
ชัยวัฒน์ ชูสุวรรณ

บทความเรื่องนี้จะพาท่านผู้อ่านไปพบกับกลวิธีในการควบคุมและใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์ (solar power) โดยการใช้เทคนิคการแปลงพลังงานแสงอาทิตย์ไปเป็นพลังงานไฟฟ้า (conversion techniques) ซึ่งอยู่ในรูปที่เราสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้....

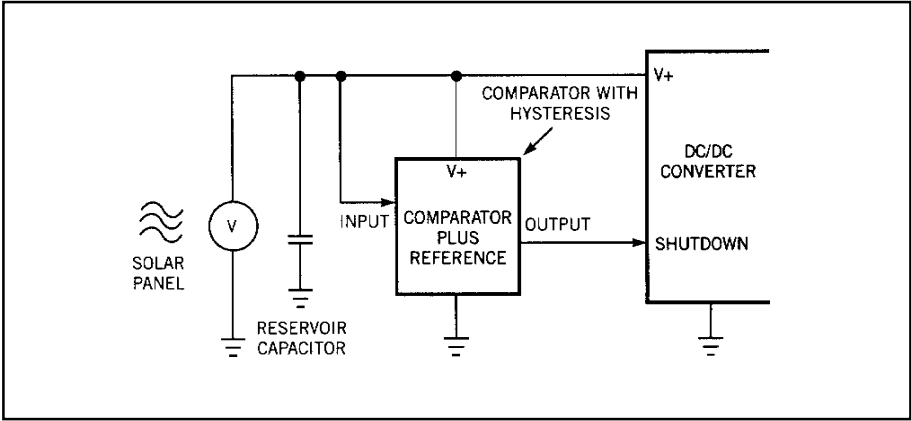
ปัจจุบันนี้ต้องขอขอบคุณประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นและราคาที่ถูกลงของเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ (solar cell) เนื่องจากว่าเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ถูกจัดได้ว่าเป็นทางเลือกหนึ่งเพื่อการนำพลังงานในรูปแบบของแสงอาทิตย์มาใช้งานแทนแหล่งพลังงานแบบเก่าที่เราใช้กันอยู่ แต่การคิดค้นหนทางในการใช้ระบบที่ให้พลังงานโดยอาศัยแสงอาทิตย์นั้นได้ให้ความหมายใหม่ในวลีที่กล่าวติดตลกว่า “ขอให้คุณจงใช้พลังงานอย่างประหยัดในวันที่ฝนตก!” (Saving for a rainy data) ด้วยความรู้ทางด้านการใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ทำทลายความสามารถและไม่เหมือนใคร และการใช้ตัวแปลงพลังงานหรือตัวคอนเวอร์เตอร์ (converter) ที่เรียกว่า DC/DC converter ร่วมด้วย เพียงแค่อสองอย่างนี้ เราก็สามารถสร้างและประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับพลังงานแสงได้แล้ว เนื่องจากดวงอาทิตย์จัดเป็นแหล่งพลังงานชนิดหนึ่งซึ่งได้ให้พลังงานที่จัดได้ว่าสูงกว่าเซลล์-

พลังงานแบตเตอรี่โดยทั่วไปมากนัก ดวงอาทิตย์จะให้พลังงานเสมือนโดยออกมาแบบไม่มีขีดจำกัด ซึ่งไม่จำเป็นที่ตัวมันเองต้องทำการประจุพลังงานใหม่ และมันมีให้เรามากกว่ารายล้านปี ในปัจจุบันเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ที่มีอยู่พอเพียงในท้องตลาดแถมราคาก็ไม่แพง-

ด้วยได้ทำให้เราสามารถแปลงพลังงานแสงอาทิตย์ให้ไปอยู่ในรูปของพลังงานไฟฟ้า เพื่อที่เราสามารถใช้งานกับเครื่องมือหรือสิ่งที่เราประดิษฐ์ขึ้นได้ (ให้ดูหัวเรื่อง จากโฟตอนมาเป็นอิเล็กทรอนิกส์) ปัญหาที่จะเกิดกับระบบของคุณก็คือ-



รูปที่ 1 : ปริมาณกระแสที่ได้จากเอาต์พุตของเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มของพลังงานแสง แต่ส่วนใหญ่แล้วแรงดันแบบ open circuit ของเซลล์จะคงที่ที่ค่าหนึ่ง (จากกราฟคือค่าประมาณ 0.55 โวลต์)



รูปที่ 2 : การแปลงพลังงานที่ได้จากแผ่นพลังงานแสงอาทิตย์นั้นจะใช้ตัว DC/DC converter เป็นตัวแปลง สำหรับวงจรจะประกอบด้วย แผ่นเซลล์สำหรับรับพลังงานแสงอาทิตย์, ตัวเก็บประจุ, วงจร comparator/reference circuit ซึ่งวงจรในส่วนนี้จะทำการทำให้ตัว converter ทำงานเมื่อมีกำลังงานไฟฟ้าเกิดขึ้นพอเพียง

ก่อนเมฆและวันที่ฝนตก ใช้ครบ ก่อนเมฆมีอยู่ทั่วไปบนท้องฟ้าและมันต้องลอยไปบังแสงอาทิตย์เน่าๆ... เพราะว่าเราไม่สามารถเข้าใจพฤติกรรมของดวงอาทิตย์และก่อนเมฆดังนั้นมันจึงเป็นเรื่องที่ยากเอามากๆในการที่เราจะสามารถออกแบบระบบที่เราสามารถไวใจและเชื่อถือได้ว่ามันจะให้พลังงานออกมาได้อย่างไม่มีปัญหาในทุกเวลาขณะใช้งาน

สำหรับเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ที่เป็นชนิดโมโนคริสตัลไลน์ซิลิคอน (monocrystalline silicon solar cells) จะให้กระแสเอาต์พุตออกมาได้มากแค่ไหนนั้นจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณของลำแสงจากดวงอาทิตย์ (ดูรูปที่1) ยกตัวอย่างเช่น เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ที่มีขนาดเท่ากับบัตรเครดิตจะมีวงจรแรงดันแบบ open circuit ที่ 0.55 โวลท์ ความต้านทานภายในจะเป็นตัวการที่ทำให้แรงดันตกลงในขณะที่มีการดึงกระแสออกจาก cell เพื่อนำออกไปใช้งาน แต่ในขณะที่พลังงานแสงตกลงต่ำกว่าในระดับที่จำเป็นที่จะสนับสนุนโหลดทางด้านเอาต์พุต กระแสของ cell จะถูกจำกัดเอาไว้ที่แรงดันคงที่ส่วนมาก สำหรับพลังงานแสงในวันที่พระอาทิตย์ส่องแสงจ้า (การส่องสว่างของแสงอาทิตย์จะมีค่าเป็น 1 กิโลวัตต์ต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร, 1 kW/ตารางเมตร) และ cell แสงอาทิตย์ก็ให้กระแสวงจรแบบ short circuit current โดยทั่วไปขนาด 0.3 แอมป์

พลังงานทางด้านเอาต์พุตที่มากที่สุดจะเกิดขึ้นในช่วงทรานซิชันในการเปลี่ยนจาก constant voltage ไปเป็น constant current โดยปกติแล้วจะมีการแรงดันที่ 0.484 โวลท์ และมีค่ากระแสขนาด 0.25 แอมป์ และกระแสจะมีค่ามากที่สุดถึง 0.275 แอมป์ในวันที่พระอาทิตย์ส่องแสงจ้า แรงดัน 0.484 โวลท์ได้มานี้จัดว่ามีค่าน้อยมากที่ไม่พอที่จะนำไปใช้งานโดยส่วนมาก โดยปกติแล้วแผ่นโซลาเซลล์จะประกอบด้วยเซลล์แสงอาทิตย์หลายๆ ชิ้นที่ต่อรวมกันแบบอนุกรมและแบบขนาน ซึ่งสามารถให้กระแสไฟฟ้าหลายค่าจากแรงดัน 12 โวลท์เอาต์พุตของแรงดันที่ได้นี้จะถูกนำไปใช้สำหรับการประยุกต์ใช้งานด้านต่างๆ โดยที่วางสมมุติฐานไว้ว่าเมื่อเรานำไปใช้งาน application ได้ก็ตาม ณ ขณะนั้นมีแสงอาทิตย์ส่องสว่างเจิดจ้าเต็มพิกัด โชคไม่ดีที่ความสำคัญของสิ่งที่กล่าวมานั้นยากที่จะเป็นอยู่ในเงื่อนไขในทุกตำแหน่งที่มีการใช้งาน application

แสงอาทิตย์ที่เปลี่ยนแปลงจะมีผลกระทบน้อยที่สุดต่อแรงดันแบบ open circuit แต่จะมีผลกระทบโดยตรงกับค่าของกระแสที่มากที่สุด (ดูรูปที่1 แล้วจะเข้าใจครับ) คุณลักษณะที่กล่าวมานี้จะมีผลต่อการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งมีการทำออปติไมซ์การใช้กำลังงานที่มี ณ เวลาใดๆ ก็ตาม โดยมากแล้ว คุณต้องการอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เก็บพลังงานในระดับกลาง เช่นแบตเตอรี่ที่นำกลับ

มาประจุพลังงานได้ใหม่ที่เป็น lead-acid หรือนิกเกิลแคดเมียม (NiCd) เพื่อที่คุณจะได้มั่นใจว่ามันจะเป็นแหล่งพลังงานที่พร้อมที่จะถูกใช้งานเสมอ เมื่อแสงมีเพียงพอ เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์หรือโซลาเซลล์จะทำการประจุพลังงานในแบตเตอรี่ซึ่งแบตเตอรี่ที่จ่ายให้กับโหลดจะทำการจ่ายไฟให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การประจุแบตเตอรี่ทำได้โดยตรงจากแผ่นของเซลล์แสงอาทิตย์ผ่านทางตัวไดโอดหลายตัวที่ถูกนำมาต่ออนุกรมกัน มันเป็นเรื่องยากและอย่างน้อยก็ไม่มีประสิทธิภาพเพราะแรงดันของแบตเตอรี่มีการเปลี่ยนแปลงตามขณะที่มีการประจุแบตเตอรี่

การที่เราสามารถได้พลังงานทั้งหมดมาจากแผ่นเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์นั้นต้องการตัวคอนเวอร์เตอร์ที่มากกว่าที่เป็นตัวสวิทช์โหมด step-up, step-down ขณะที่ใช้งาน และเป็นตัวประจุแบตเตอรี่นอกเหนือจากการใช้แบตเตอรี่เพียงอย่างเดียว สำหรับเจ้าตัวคอนเวอร์เตอร์นั้นจะต้องแน่ใจว่าทุกๆ บิทของพลังงานที่ได้มาจากแผ่นเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์จะต้องมีเก็บไว้ในแบตเตอรี่อย่างพอเพียงสำหรับการนำไปใช้งานในอนาคต ตัวคอนเวอร์เตอร์ที่ทำงานเป็น switch-mode นั้นจะทำงานแบบ 2 ไชเคิล โดยที่ *ไชเคิลแรก* มันจะทำการเชื่อมต่อตัวเหนี่ยวนำเข้ากับแหล่งจ่ายกำลังงานจะทำให้มีกระแสไหลในตัวเหนี่ยวนำซึ่งจะทำให้มีการเก็บพลังงานเกิดขึ้นในตัวเหนี่ยวนำ สำหรับ *ไชเคิลที่ 2* ของการทำงาน มันจะทำให้เกิดการเปลี่ยนเส้นทางเดินของกระแสทำให้ตัวเหนี่ยวนำ (ซึ่งได้เก็บพลังงานไว้แล้วในไชเคิลแรก) นั้นโดยที่ตัวเหนี่ยวนำสามารถถ่ายโอนพลังงานที่สะสมไว้ไปยังโหลดที่ต่ออยู่ที่ด้านเอาต์พุต (แรงดันที่ติดกับโหลดที่สามารถที่จะสูงกว่าหรือต่ำกว่าแหล่งจ่ายพลังงานที่เป็นตัวเหนี่ยวนำ)

อย่างก็ตามแล้ว การเชื่อมต่อตัวเหนี่ยวนำเข้ากับแผ่นเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์โดยตรงนั้นก็ยังไม่พอเพียงที่จะใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์ เพราะปริมาณกระแสที่ได้ทางด้านเอาต์พุตของแผ่นเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์สามารถมีค่าเป็นไมโครแอมป์จนถึงหลายๆ

แอมป์ทั้งนี้ทั้งนั้นก็ขึ้นอยู่กับระดับความเข้มของแสง ถ้าจะให้ดีเราจะต้องมีการเชื่อมต่อตัวเก็บประจุที่หามาทำหน้าที่สะสมประจุเพิ่มเติมเข้ากับแผ่นเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ โดยการที่เราดูแรงดันที่เกิดกับตัวเก็บประจุนี้คุณจะสามารถเปิดใช้งานตัวคอนเวอร์เตอร์ แบบ switch-mode ได้อย่างเดียว ถึงแม้แรงดันของเอาต์พุตของแผ่นเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์นั้นมีค่าที่พอเหมาะคือ 0.484 โวลต์ เมื่อมีการเชื่อมต่อเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์แบบอนุกรม อินพุตที่ได้นี้ยังไม่พอเพียงที่จะทำให้ตัวคอนเวอร์เตอร์ทำงานและตัวเก็บประจุจะให้ค่าอิมพีแดนซ์ที่ต่ำสำหรับเส้นทางเดินของกระแสที่ออกมาจากตัวเหนี่ยวนำ มากไปกว่านั้นตัวเก็บประจุจะสนับสนุนการทำงานของตัวคอนเวอร์เตอร์แบบเต็มไซเคิลโดยที่มันไม่ยอมให้แรงดันอินพุตของตัวคอนเวอร์เตอร์ตกลงต่ำกว่าแรงดันที่มันใช้ทำงานโดยเด็ดขาด เมื่อแรงดันของตัวเก็บประจุตกลงต่ำกว่าระดับที่มันได้กำหนดไว้ในตอนต้น (ซึ่งเป็นแรงดันที่ต่ำที่สุดหรือสูงกว่าที่จะทำให้ตัวคอน-

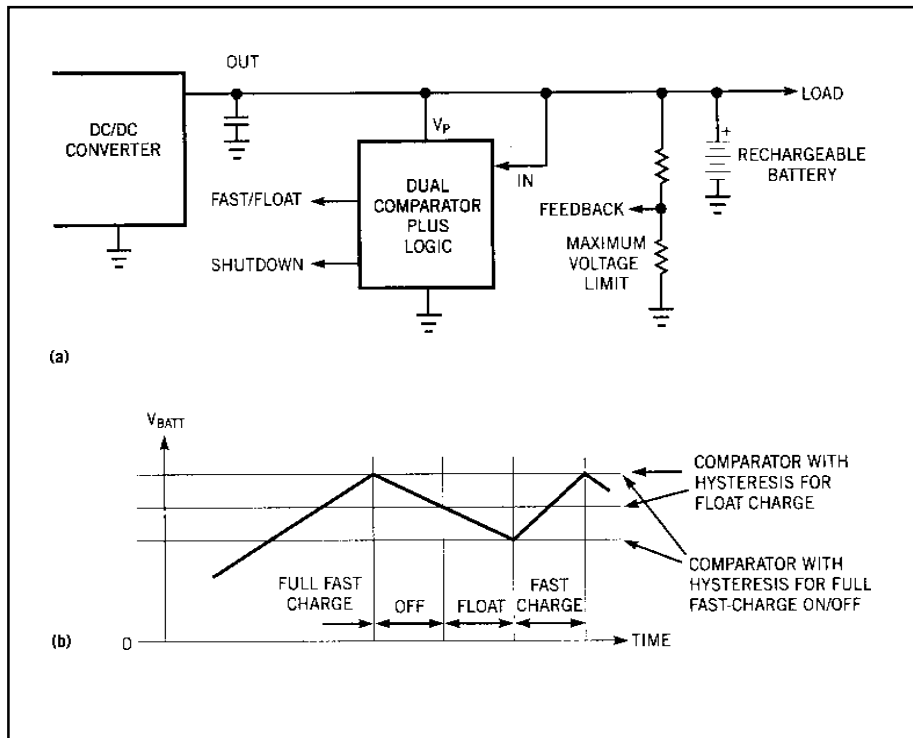
เวอร์เตอร์ทำงาน) เจ้าตัวคอนเวอร์เตอร์จะทำการปิดการทำงานของตัวเองลงจนกระทั่งตัวเก็บประจุได้ทำการประจูกครั้งจนค่าแรงดันได้ถึงจุดที่พอเหมาะที่เราเรียกว่า optimum voltage

จากรูปที่ 2 เป็นวงจรเปรียบเทียบ (comparator) ที่มีการควบคุมการสูญเสีย hysteresis และการต่อเอาต์พุตของ comparator ไปยังขาที่พินที่ปิดการทำงานของตัวคอนเวอร์เตอร์ (เรียกว่าขา shutdown pin) ตัวคอนเวอร์เตอร์จะทำการหยุดการทำงานของตัวเองลงเมื่อแรงดันของตัวเก็บประจุต่ำกว่าแรงดันที่พอเหมาะของโหนดสำหรับแผ่นเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ (0.484 V สำหรับการเชื่อมต่อเซลล์แสงอาทิตย์แบบอนุกรม) เมื่อแรงดัน voltage ของตัวเก็บประจุมีค่าเท่ากับแรงดันที่พอเหมาะของโหนด ตัวคอนเวอร์เตอร์จะเริ่มทำงานจนกว่าแรงดันของตัวเก็บประจุจะลดลงใกล้กับแถบการสูญเสียซึ่งต่ำกว่าค่าจำกัดต่ำสุด (hysteresis) ของตัว comparator.

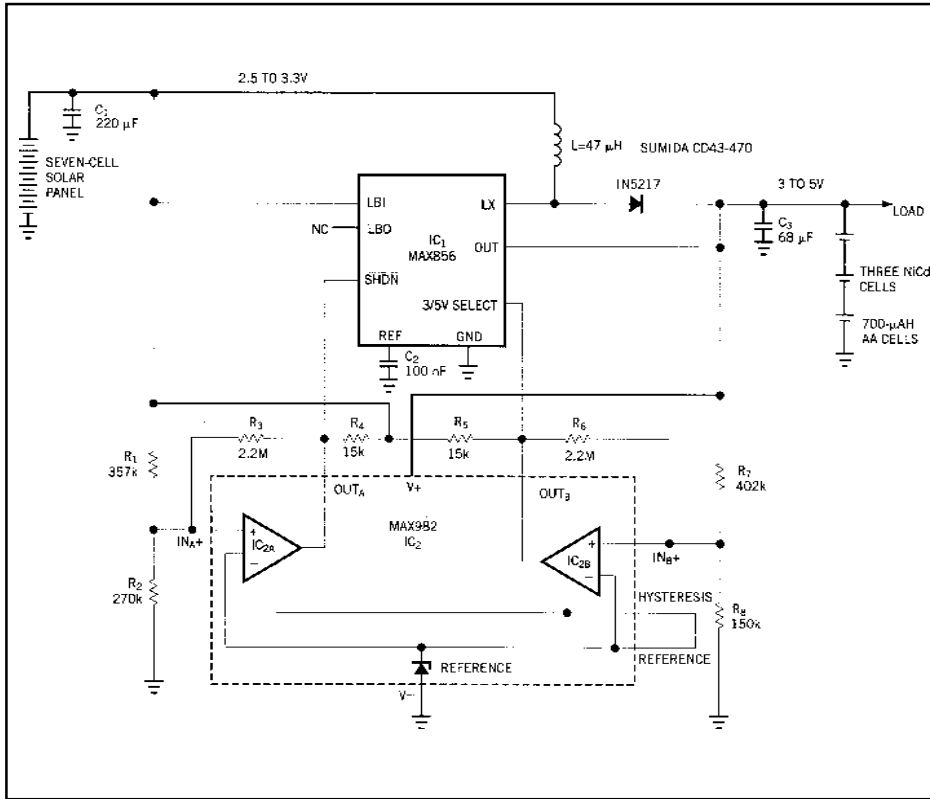
ดังนั้นการทำงานยังคงเกิดขึ้นอยู่เมื่อไหร่ก็ตามที่มีการประจุประจุอย่างพอเพียงของตัวเก็บประจุ ตัวคอนเวอร์เตอร์จะทำการประจุแต่เพียงอย่างเดียวเมื่อค่าแรงดันของตัวเก็บประจุมีค่าพอเหมาะสำหรับแสงอาทิตย์ในทุกระดับความเข้มของแสง โดยผลกระทบนั้นโหนดของแผ่นเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ (เป็นตัวคอนเวอร์เตอร์ที่ทำงานแบบ switch-mode) จะทำการปรับพื้นที่ย่านสำหรับการทำงานที่ดีที่สุดของตัวมัน (V/I Limit)

อัตราส่วนระหว่างแรงดันที่ได้จากแผ่นเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ขณะที่ไม่มีโหลดต่อแรงดันของแบตเตอรี่จะเป็นตัวที่กำหนดการทำงานของตัวคอนเวอร์เตอร์ว่าจะให้ทำงานแบบ step-up หรือว่า step-down ไม่อย่างใดก็อย่างหนึ่ง

ถ้าแรงดันของแผ่นเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ขณะที่ไม่มีโหลด (กำหนดได้จากจำนวนเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์หลายตัวที่นำมาต่ออนุกรมกัน) มีค่าต่ำกว่าแรงดันของแบตเตอรี่ที่คายประจุ ตัวคอนเวอร์เตอร์จะทำหน้าที่เป็น step-up converter. แต่ถ้าแรงดันของแผ่นเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ในขณะที่มีโหลดต่ออยู่มีค่าสูงมากกว่าแบตเตอรี่ที่มีการประจุไว้เต็มคอนเวอร์เตอร์จะทำหน้าที่เป็น step-down converter. อีกอย่างหนึ่ง การจัดจำนวนของแบตเตอรี่และเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ใหม่เพื่อที่จะหาการเชื่อมโยงระหว่างแบตเตอรี่และแผ่นพลังงานแสงอาทิตย์จัดเป็นสภาวะที่เราควรทำ



รูปที่ 3 : (a) ตัวคอนเวอร์เตอร์ dc/dc converter จะทำการเปิดแผ่นเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อที่จะทำการประจุแบตเตอรี่ชนิดที่สามารถประจุไฟใหม่ได้ (b) ตัว comparator จะเป็นตัวที่ให้อัตราส่วนเพื่อที่จะใช้เปิดการทำงานของวงจรเพื่อที่จะใช้ในการควบคุมกระแสการประจุ



รูปที่ 4 : เป็นรูปที่แสดงให้เห็นวงจรที่ใช้แผ่นเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์แบบ 7 เซลล์เพื่อเป็นวงจรสำหรับประจุ-แบตเตอรี่แบบ NiCd แบบ 3 เซลล์

กระแส ดังนั้นในกรณีสิ่งที่เราควรระวังก็คือ- มีการลัดวงจรของแบตเตอรี่เกิดขึ้นซึ่งเราอาจ- ต้องหาวงจรป้องกันส่วนอื่นมาป้องกัน

การเชื่อมต่อกับแบตเตอรี่ (The battery interface)

ในการตรวจสอบเอาท์พุทของตัวคอนเวอร์เตอร์นั้นจัดเป็นเรื่องอื่นที่เราต้องพิจารณา ความต้องการแรงดันเอาท์พุทจะไม่มี- คงที่เสมอไปทั้งนี้ทั้งนั้นจะขึ้นกับสภาวะในการ- ประจุแบตเตอรี่ เมื่อมีการประจุประจุไฟฟ้าคุณ- ต้องการให้การประจุเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วจนกว่า- แบตเตอรี่จะถูกประจุไฟไว้เต็ม ในระหว่างการ- ประจุที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วนี้ ตัวคอน- เวอร์เตอร์จะทำงานเป็นแหล่งจ่ายกระแสโดย- จะส่งพลังงานจากตัวเหนี่ยวนำไปยังแบตเตอรี่- โดยที่ไม่มีการตรวจสอบแรงดันทางด้านเอาท์- พุท ความต้องการกระแสสำหรับการประจุ- แบตเตอรี่ที่รวดเร็วควรที่จะหาได้จากค่าของ- ตัวเหนี่ยวนำและหาจากค่าของตัวต้านทานที่-

เป็น FET current-sense. การทำให้การประจุไฟฟ้าแบบเร็วสั้น- สุดลงนั้นเป็นเรื่องที่ยาก อย่างน้อยที่สุดก็มี- เหตุผล 2 ข้อที่สนับสนุนคำกล่าวนี้นี้ หลังจาก- ที่แรงดันแบตเตอรี่ถึงที่กำหนดแล้ว เราจะไม- รู้เลยว่าขั้นตอนการแปลงพลังงานจะเกิดขึ้นอีก- เมื่อไร แต่ถ้ามันเกิดขึ้นด้วยระยะเวลาภายใน- มิลลิวินาทีบางทีคุณอาจจะต้องหยุดการประจุ- แบบรวดเร็วขึ้น ในกรณีถ้ามันเกิดขึ้นด้วย- ระยะเวลาภายในชั่วโมงหรือวัน (เมื่อแสง-อาทิตย์ไม่พอเพียง) การประจุแบบเร็วควรจะ- มีอยู่อีก เพราะว่าแบตเตอรี่อาจจะคายประจุ- ออกมาก่อนที่จะถึงขีดเคล็ดไป ความยาก- ลำบากอื่นอีกก็คือการหยุดยั้ง เกิดจากการมา- ถึงของกระแสการประจุที่เกิดขึ้นอย่างฉับพลัน- แต่ไม่บ่อยนัก คุณไม่สามารถตรวจจับค่า 0 หรือค่าลบของสัดส่วนของแรงดันและเวลาภาย- ใต้เงื่อนไขนี้

อย่างหนึ่งในการเข้าถึงการประยุกดั- ใช้งานแบตเตอรี่แบบ lead-acid และ NiCd

เป็นการเผื่อแรงดันเอาท์พุทด้วยตัว- compator ตัวอื่น การปิดการใช้งาน- switching เมื่อแรงดันเพิ่มขึ้นถึงค่าสูงสุดที่- จำกัดเอาไว้และทำการเปิดใช้งานอีกครั้งเมื่อ- แรงดันลดลงใกล้เคียงและต่ำกว่าในระดับที่กำหนด- ไว้ การตรวจสอบในระดับที่ 3 ควรถือจะทำ- การเปิดให้มีกระแสลอย (float-current) trickle ขึ้นเพื่อทำการประจุแบตเตอรี่ (ดูรูป- ที่ 3) เมื่อมีการประจุแบตเตอรี่ที่ไม่มีการประจุ- มาก่อน วงจรจะทำการประจุแบบเร็วโดยใช้- กระแสเต็มที่จะจนกระทั่งแรงดันเพิ่มจนถึงค่าสูง- สุดที่กำหนดไว้ วงจรจะทำการปิดการใช้งาน- switching จนกระทั่งแรงดันเพิ่มถึงค่าต่ำสุด (ค่ากลาง) ที่กำหนดไว้ ที่ซึ่งมันได้ทำการเปิด- การ trickle การประจุ การเกิด trickle charging จะเกิดอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งแรง- ดันเพิ่มถึงขีดจำกัดสูงสุดที่กำหนดไว้ (มีการเปิด- การใช้งาน switch) หรือจนกระทั่งแรงดันถึง- ค่าขีดจำกัดด้านต่ำ (จะมีการเปิดการประจุ- แบบประจุเร็วอีกครั้ง)

การใช้ตัวcomparator 2 ตัวที่มีส่วน- ควบคุมการสูญเสียเพื่อควบคุมการปิดตัวเอง- ของตัวคอนเวอร์เตอร์และการเลือกการประจุ- แบบเร็ว (fast charge) เทียบกับการประจุ- แบบtrickle เพื่อที่ป้องกันการคายประจุของ- แบตเตอรี่เมื่อแรงดันของแผ่นเซลล์พลังงาน- แสงอาทิตย์มีค่าเป็น 0 โวลท์ คุณควรที่จะออก- แบบวงจรcomparatorไม่ให้ไปโหลดแบตเตอรี่- ผ่านทางโดยการจัดหาความต้านทานแบบ- divider ที่เทอร์มินอลและภายนอกของตัวมัน- เอง เมื่อแรงดันของแผ่นเซลล์พลังงานแสง-อาทิตย์มีค่าต่ำคุณอาจควบคุมการปิดตัวเอง- ของตัวคอนเวอร์เตอร์จากเอาท์พุทของตัว- คอนเวอร์เตอร์หรืออินพุทของตัวคอนเวอร์ส- เตอร์ไม้อันใดก็อันหนึ่ง ความสามารถตรงนี้- อาจจะต้องหาจลจกมาต่อเพิ่ม

จากวงจรในรูปที่ 4 เป็นรูปที่แสดงให้- เห็นวงจรที่ใช้แผ่นเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์- แบบ 7 เซลล์เพื่อเป็นวงจรสำหรับประจุ- แบตเตอรี่แบบ NiCd แบบ 3 เซลล์ แรง- ดันโวลท์เต็มของแบตเตอรี่ที่การคายประจุจะ- มากกว่า 3 โวลท์และแรงดันที่พอเหมาะของ-

แผ่นเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์เป็น 2.9 โวลต์ (3.8V คือค่าสูงสุด) ดังนั้นวงจรจึงต้องการ step-up dc/dc converter (IC1). ตัว-comparator2 ตัวที่ควบคุมการปิดตัวเองและการสิ้นสุดของการประจุ IC เบอร์ 2A จะเป็นตัวที่ควบคุมการ shutdown โดยตรง จะเป็นตัวที่คงสถานะของตัวคอนเวอร์เตอร์เอาไว้ในสถานะของการ shutdown จนกระทั่งแผ่นพลังงานแสงอาทิตย์ทำการประจุประจุ C1 จนมีค่าแรงดัน 2.9 โวลต์ ตัวคอนเวอร์เตอร์เริ่มที่แอกทีฟและความสูญเสียในแง่ของพลังงานหรือ hysteresis จะทำให้การทำงานดำเนินไปจนกระทั่งแรงดันลดลงต่ำกว่า 2.5V. ขณะเดียวกันตัวคอนเวอร์เตอร์จะให้กระแสเข้าที่พุทออกมาเต็มที่ซึ่งเป็นเรื่องการจำกัดกระแสที่อยู่ภายในแต่เพียงอย่างเดียว

สิ่งที่เป็นเรื่องปกติที่เริ่มต้นเกิดขึ้นเป็นอย่างแรกเมื่อแรงดันแบตเตอรี่เพิ่มถึงค่า 5.0V. แต่เอาที่พุทของตัวคอนเวอร์เตอร์ (IC เบอร์ 2B) จะหยุดการประจุที่แรงดัน 4.6V. การออกแบบจะไม่ทำการควบคุมขา pin ที่เป็นขา shutdown ซึ่งต้องการวงจรลอจิกเพิ่มเติมแต่จะใช้วิธีที่แรงดัน 3/5V เป็นตัวที่กำหนดให้ขา pin ของขา shutdown มีค่า high. เพราะว่าเอาที่พุทมีแรงดัน 4.6V การเลือกแรงดันเอาที่พุท 3V (จริงๆแล้วคือ 3.3V) เป็นสาเหตุให้ตัวคอนเวอร์เตอร์ทำการปิดการทำงานของตัวเอง และอีกครั้งตัว-comparator ต้องแน่ใจว่าตัวคอนเวอร์เตอร์ยังคงปิดการทำงานของตัวเองอยู่นกว่าแรงดันของแบตเตอรี่จะลดลงถึงค่า 4V.

เพราะว่าตัวคอนเวอร์เตอร์จะทำการ shut down เมื่อแรงดันของแผ่นเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์มีค่าลดลงต่ำ แบตเตอรี่จะทำการคายกระแสด้วยค่าน้อยที่สุด (ผลรวมของกระแส shut down ของตัวคอนเวอร์เตอร์, กระแสที่ comparator ให้ออกมา, กระแสที่ได้จาก R7/R8, และกระแสผันกลับจาก Schottky diode) กระแสผันกลับของ Schottky diode จะมีค่าประมาณ 5 ไมโครแอมป์ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และมีค่าประมาณ 50 ไมโครแอมป์ที่อุณหภูมิ

50 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงมากในการนำประยุต์ใช้งานในบางด้าน สำหรับสิ่งเหล่านี้คุณสามารถใช้ Switching diode แทนได้ เช่นเบอร์ 1N4148 ซึ่งประสิทธิภาพของตัวคอนเวอร์เตอร์ชนิดนี้จะต่ำกว่าเล็กน้อย ขณะที่ตัวคอนเวอร์เตอร์อยู่ในสถานะ step-up คุณควรหลีกเลี่ยงทำให้แรงดันด้านเอาที่พุทต่ำกว่าแรงดันด้านอินพุท ในกรณีที่กล่าวมานี้แบตเตอรี่ที่ over โหลดหรือมีการลัดวงจรเกิดขึ้นจะทำให้เกิดกระแสไฟ dc ที่ไม่สามารถทำการควบคุมได้โดยที่กระแสที่เกิดขึ้นนี้จะไหลจากแผ่นเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ผ่านตัวเหนี่ยวนำและตัวไดโอดไปทางอันเอาที่พุทของวงจร อย่างไรก็ตามในกรณีส่วนใหญ่แล้วการจำกัดกระแสในแผ่นเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์จะทำให้แบตเตอรี่ทำการประจุอีกครั้งจนมีแรงดันเป็น 3V โดยที่ตัวเหนี่ยวนำไม่เกิดความเสียหายขึ้น

การใช้งานแรงดันที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์จะมีค่าต่ำกว่าแรงดันที่ต่ำที่สุดของแบตเตอรี่ ซึ่งจำเป็นต้องใช้ step-up converter มาช่วย และการประใช้งานกับ application ที่ต้องการกระแสไปใช้งานมากๆ ต้องใช้ตัวควบคุมแบบ step-up controller. ในการใช้งานกับงานที่แรงดันที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์สูงกว่าแรงดันที่ได้จากการประจุแบตเตอรี่อย่างเต็มที่ที่ต้องการ step-down converter. สำหรับตัวอย่างในการใช้งานกับ application ที่ต้องการ step-down converter ก็คือ การทำการเซตค่าคอนฟิกของตัว controller เบอร์ MAX797 ให้เป็นแหล่งจ่ายกระแสและตัวเลกทูเลเตอร์แบบเชิงเส้นขนาด 5V ภายในตัวของมันสามารถจ่ายกำลังงานไฟฟ้าให้กับตัว-comparator ที่ต่ออยู่นอกได้ เครื่องมือนี้เหมาะสำหรับประจุแบตเตอรี่ในรถยนต์จากแผ่นเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 12V ที่มีอยู่ 2 ชุด

วงจรและเทคนิคที่กล่าวมาทั้งหมดนี้คุณควรที่จะแน่ใจว่าแบตเตอรี่มีการประจุไฟอย่างพอเพียงจากแผ่นเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์โดยไม่คำนึงถึงสภาวะที่เราไม่สามารถทำนายได้ เป้าหมายของของการใช้งานก็คือการใช้กำลังงานไฟฟ้าจากค่าต่ำไปจนถึงค่า

กลาง รวมทั้งให้กำลังแบบไม่กั้วตต์ไปจนถึง 100 วัตต์ สำหรับวงจรสำหรับการประจุไม่ได้มีไว้ใช้สำหรับแบตเตอรี่ แบบ lead-acid และ NiCd เท่านั้น แต่วงจรสามารถที่จะไวต่อกระแสของแบตเตอรี่และใช้สิ่งนี้ในการให้แหล่งจ่ายกระแสแบบคงที่ทางด้านเอาที่พุทด้วยแรงดันที่จำกัด

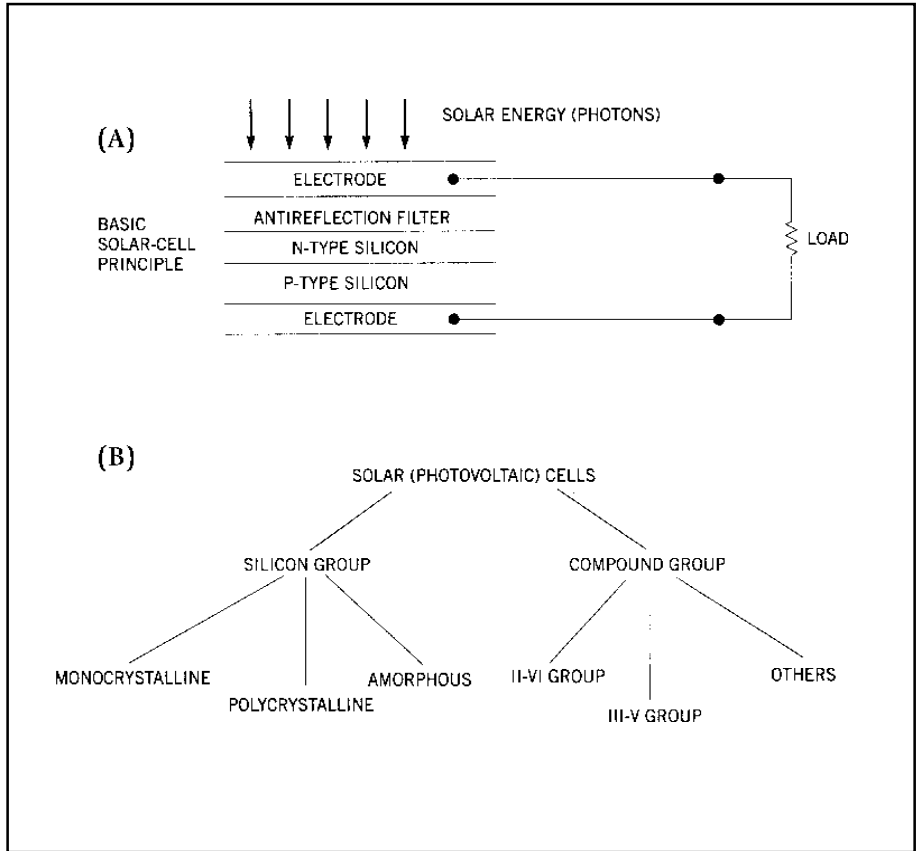
จากโฟตอนมาเป็นอิเล็กตรอน (From Photons to Electrons)

บรรดานักวิทยาศาสตร์ได้ทำการค้นพบการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ไปเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยบังเอิญ ในระหว่างที่มีการผลิตทรานซิสเตอร์ในยุคแรกๆในขณะที่ที่มีผลกระทบเกิดขึ้นกับสารกึ่งตัวนำแบบ pn junction. ด้วยคำถามที่ว่า...แล้วแสงทำให้เกิดพลังงานไฟฟ้าขึ้นได้อย่างไร? เมื่อนูภาคโฟตอนที่เกิดจากดวงอาทิตย์วิ่งเข้าชนชั้นของสารซิลิคอน พลังงานของโฟตอนจะทำให้เกิดอิเล็กตรอนอิสระ (free electron) ขึ้นภายในสารซิลิคอน เมื่อเราทำการใช้สายไฟทำการเชื่อมต่อส่วนบนและส่วนล่างของชิปซิลิคอน คุณสามารถสร้างวงจรขึ้นมาได้โดยที่จะทำให้อิเล็กตรอนเดินทางจากส่วนบนสุดของเซลล์ไปยังส่วนล่างของเซลล์ (ดูรูป A)

การฉายพลังงานลงไปบนรอยต่อ pn ด้วยพลังงานของโฟตอนจะต้องใช้พลังงานที่มีค่ามากกว่าช่องว่างแถบพลังงานของซิลิคอนที่ห่อหุ้มของโฮลล์และอิเล็กตรอนออกมา (hole-electron pairs) เมื่อเราทำการให้กระแสแบบ reverse-bias ที่บริเวณรอยต่อ คู่ของอิเล็กตรอน-โฮลล์จะถูกสร้างขึ้นมาด้วย diffusion length ของบริเวณที่เรียกว่าดีฟิชั่น region ที่แยกออกจากบริเวณอื่นและสิ่งสนับสนุนการไหลของ photocurrent ในวงจรภายนอกสำหรับบริเวณรอยต่อที่ไม่มีกระแสไหลจะถูกละทิ้งออกนอกไปในบริเวณรอยต่อ สนามที่อยู่ในจะให้กระแสไอโอสที่บริเวณรอยต่ออุปกรณ์ที่ทำงานด้วยหลักการที่กล่าวมานี้เราเรียกว่า “photovoltaic cell”. เจ้า photovoltaic cell ที่ได้รับพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์เราจะเรียกมันว่า “solar cells”

ประสิทธิภาพของเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์หรือ Solar-cell (คือการเปลี่ยนโฟตอนไปเป็นอิเล็กตรอน) นั้นจะขึ้นอยู่กับอัตราส่วนระหว่างแสงที่สะท้อนออกจากผิวหน้า ซึ่งเป็นสัดส่วนของการดูดซับแสงก่อนที่แสงจะไปถึงบริเวณรอยต่อ และสัดส่วนของการที่ให้อิเล็กตรอนโฮลล์ที่ใช้งานออกมาซึ่งถูกแยกออกจากกันโดยรอยต่อ สำหรับสารซิลิคอนเป็นสารที่ใช้สำหรับสร้างเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งจะมีประสิทธิภาพโดยทั่วไปมีค่าประมาณ 3 ถึง 15% เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์หรือ Solar-cell จะถูกจำแนกประเภทโดยวัสดุหรือสารที่ใช้ผลิตตัวมันขึ้นมา ไม่ว่าจะเป็น crystalline silicon หรืออยู่ในรูปของสาร amorphous silicon หรือไม่ก็เป็นสารประกอบตัวนำ (compound semiconductor) ซึ่งจะถูกจำแนกตามกลุ่มของสารในตารางธาตุ (กลุ่ม 2 - กลุ่ม 6, กลุ่ม 3 - กลุ่ม 5, หรืออื่นๆ) ดูรูป B

เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์แบบ Monocrystalline-silicon จะมีประสิทธิภาพในทางทฤษฎีประมาณ 30% และจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิมอีก 20% เมื่อมีการทดลองภายใต้สภาวะหนึ่งในห้องแล็บทดลองสำหรับ Amorphous silicon นั้นจะไม่เหมือนกับรูป Crystalline หรือ polycrystalline ซึ่ง Amorphous silicon จะมีโครงสร้างสารแบบ noncrystalline ซึ่งจะดอมของมันจะไม่มีการจัดเรียงตัวที่ปกติ เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์แบบ Amorphous silicon จะมีประสิทธิภาพที่น้อยกว่าแต่มันจำเป็นที่ต้องใช้พลังงานจากซิลิคอนอย่างน้อยที่สุด และโรงงานผู้ผลิตสามารถผลิตมันขึ้นมาจากด้วยพื้นผิวที่มีขนาดใหญ่กว่า เหตุผลที่กล่าวนี้เป็นสิ่งที่ทำให้เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์แบบ Amorphous จะมีราคาที่ไม่แพงในอนาคตสำหรับเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ที่มีราคาถูกและมีประสิทธิภาพสูงคือ เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์แบบ thin-film polycrystalline-silicon solar cell ซึ่งจะขึ้นรูปโดยการให้ความร้อนกับ amorphous silicon เพื่อที่จะทำให้ตัวมันเปลี่ยนรูปผลึกอีกครั้ง บรรดานักวิทยาศาสตร์



รูป A : พลังงานแสงที่เกิดบนเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งได้ทำให้เกิดประจุออกมา ซึ่งประจุนั้นเป็นตัวที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปวงจรที่ต่ออยู่ภายนอก
รูป B : บรรดาผู้ผลิตได้ทำการผลิตเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์จากสารซิลิคอนที่มีอยู่หลายรูปแบบและจากวัสดุสารประกอบกึ่งตัวนำ

ได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีที่จัดการกับสาร thin-film เพื่อที่จะใช้สำรวจหาสารประกอบเช่น CdTe และ CuInSe₂ ซึ่งจะใช้เป็นสารที่ใช้ผลิตเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ไปเป็นพลังงานไฟฟ้าสำหรับสารสารชนิดที่กล่าวมานี้ นั้น จะอยู่ในช่วงประมาณ 13 ถึง 25% ในการผลิตเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ในแง่ทางการค้า นั้น จะมีวิธีเป็นทางเลือกอื่นของการผลิตพลังงาน บรรดาผู้ผลิตจะต้องทำการค้นคว้าวิจัยเป็นอย่างมากและค้นหาวិธีสำหรับการผลิตที่จะทำการเพิ่มประสิทธิภาพของเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ เร็วๆนี้ เรามีความหวังที่ได้จากการปรับปรุงที่กล่าวมาแล้ว แต่บรรดาวิศวกรได้ใช้กำลังงานแสงอาทิตย์เป็นสิ่งหลักสำหรับการประยุกต์ใช้งานเดี่ยวๆ ด้วยความต้องการที่พอประมาณไม่มากนัก เช่นการใช้ในอุปกรณ์การสื่อสารแบบ remote หรือไร้สาย,

กระโจมไฟที่ให้แสงสว่างในการเดินเรือ, อุปกรณ์ที่ให้กำลังงานในกรณีฉุกเฉิน และแหล่งให้กระแสไฟฟ้าประจำท้องถิ่น
จากที่ได้กล่าวมาก็คงเป็นแนวทางและจุดประกายความคิดให้กับท่านผู้อ่านที่อยากจะนำพลังงานแสงอาทิตย์มาประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ แล้วพบกันใหม่ นะครับ
สวัสดีครับ.

