บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักการออกแบบระบบน้ำพุ และระบบรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ

1. ระบบน้ำพุ

น้ำพุ มีอยู่ 2 ประเภท คือ 1) น้ำพุธรรมชาติ เกิดจากแรงดันของน้ำที่อยู่ใต้ดินพุ่งผ่านรอยแยกของพื้นดินขึ้นมา ส่วนมากจะเป็นน้ำร้อนหรือน้ำอุ่น พุ่งผุดขึ้นมาอาจจะมีหลายจุดในบริเวณเดียวกัน หรือพุ่งแรงจุดเดียว 2) น้ำพุประดิษฐ์ สร้างขึ้นโดยมนุษย์ มีองค์ประกอบสำคัญคือ ภาชนะ เช่น อ่าง หรือสระ เพื่อกักเก็บน้ำ ปั๊มน้ำ เพื่อดูดน้ำส่งผ่านหัวน้ำพุ ซึ่งเครื่องปั๊มจะทำงานโดยการใช้ไฟฟ้าหรือน้ำมัน รูปแบบของน้ำพุประดิษฐ์มีหลายรูปแบบ ได้แก่

1) น้ำพุแบบติดผนัง ส่วนมากจะประกอบด้วยประติมากรรมแบบต่างๆ

2) น้ำพุแบบลอยตัว คือมองได้รอบข้าง มีอ่างน้ำรองรับ ซึ่งจะเป็นลักษณะของน้ำพุแบบยุโรปนิยม น้ำพุอีกประเภท คือ หัวน้ำพุวางไว้กลางสระน้ำธรรมชาติ แบบนี้มักจะใช้เพื่อประโยชน์ในการเติมออกซิเจนให้น้ำในสระนอกเหนือไปจากความ สวยงาม และเสริมบรรยากาศ

สิ่งที่ทำให้น้ำพุมีความแตกต่างกันในด้านความสวยงาม แปลกตาน่าสนใจ นั่นคือ หัวน้ำพุ ซึ่งอาจพุ่งขึ้นเป็นลำ หรือเป็นฝอย หัวน้ำพุมีการพัฒนารูปแบบให้งดงาม อาจพุ่งออกจากจุดศูนย์กลางเป็นช่อเป็นชั้นลดหลั่นกัน หรือพุ่งจากรอบบ่อเข้ามาจุดศูนย์กลาง (สปิงเกลอร์ไทยแลนด์, 2555)

รูปที่ 2.1 ระบบน้ำพุ

1.1 การเลือกใช้หัวน้ำพุ

การเลือกใช้หัวน้ำพุชนิดใดนั้นต้องพิจารณาจากบ่อ สระ หรือภาชนะ ให้มีความสัมพันธ์กันคือ ขนาดของบ่อ สระ หรือภาชนะต้องพอเหมาะพอดีกับสระน้ำที่พุ่งออกมาจากหัวน้ำพุ บ่อ หรือสระที่กว้างมาก ถ้าใช้หัวน้ำพุเล็กเกินไป ก็จะกลายเป็นน้ำที่พุ่งออกจากปากปลา เพื่อจับแมลงกิน แต่ถ้าหัวน้ำพุใหญ่มาก น้ำจะพุ่งเลยขอบสระ และน้ำก็จะหายไปทีละเล็กทีละน้อยต้องเติมน้ำกันบ่อยๆ อีกทั้งรอบสระก็จะเฉอะแฉะไปหมด

น้ำพุที่ใช้ประกอบสวนขึ้นอยู่กับสไตล์ของสวน ถ้าเป็นสวนสไตล์ธรรมชาติ สระน้ำควรมีรูปทรงอิสระไม่ใช่รูปเรขาคณิต หัวน้ำพุอาจพุ่งขึ้นจากจุดเดียว กระจายเป็นฝอยออกรอบทิศ หรือเป็นแท่งเป็นลำขนาดใหญ่ หากเลือกหัวน้ำพุที่มีละอองละเอียดมาก ต้องพิจารณาด้วยว่า กระแสลมจะพัดพาละอองน้ำออกจากบ่อหรือสระหรือไม่

สวนที่มีสไตล์แบบยุโรป คือเป็นสวนประดิษฐ์ (Formal) มักจะมีบ่อรูปทรงเรขาคณิต มีรูปปั้นเหมือนจริงประกอบ เช่น เป็นปลาโผล่หัวขึ้นมาพ่นน้ำ รูปปั้นปลาจะเป็นปูนหรือทองแดงก็ได้

1.2 ตำแหน่งของน้ำพุ

ตำแหน่งขึ้นอยู่กับรูปแบบของอาคาร และวัตถุประสงค์ บางครั้งเราตั้งตำแหน่งของน้ำพุไว้ในสวน เพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหว เกิดเสียง เสริมบรรยากาศ แต่บางครั้งก็เพื่อประกอบให้อาคารงดงามขึ้น บางครั้งการสร้างน้ำพุก็เพราะความเชื่อโชคลาง ทำตามซินแสบอกเรื่องฮวงจุ้ย อันนี้ทำเพื่อความสบายใจ และตำแหน่งของน้ำพุมักจะไว้หน้าบ้าน สรุปว่าตำแหน่งของน้ำพุขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของเจ้าของบ้าน ไม่มีข้อกำหนดในเรื่องตำแหน่ง

1.3 พื้นที่ที่ต้องเตรียมติดตั้งน้ำพุ

ไม่มีข้อกำหนดอีกเช่นกัน ขึ้นอยู่กับรูปแบบ สิ่งที่สำคัญคือ ไม่ควรอยู่ใต้ต้นไม้ที่ใบร่วงมาก จะทำให้เกิดปัญหาการหมุนเวียนของน้ำเพราะเกิดการอุดตัน ไม่ควรวางไว้ในทิศทางที่ลมพัดแรงมาก เพราะลมจะทำให้น้ำพุ่งออกมาผิดจากลักษณะที่ต้องการ

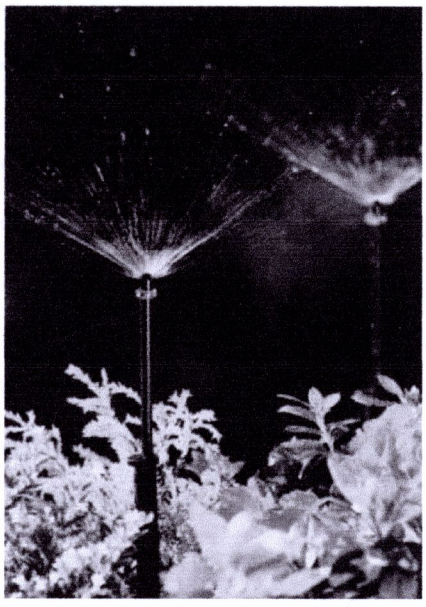
1.4 การดูแลน้ำพุ

การดูแลน้ำพุ คือ การทำให้น้ำซึ่งหมุนเวียนสะอาดใสอยู่เสมอ หัวน้ำพุเมื่อใช้ไปนานๆ อาจมีการอุดตันเพราะหินปูนในน้ำ ควรถอดออกมาทำความสะอาดบ้าง

2. ระบบรดน้ำต้นไม้

การออกแบบระบบรดน้ำสปริงเกอร์ ที่ดีอันดับแรกต้องขึ้นอยู่กับว่ามีปริมาณน้ำเท่าไร ที่ใช้ในการรดน้ำสนามหญ้า และต้นไม้ภายในบ้านนั้นๆ โดยปกติทั่วไปเราสามารถเลือกใช้น้ำได้ดังนี้ คือ1) การใช้น้ำประปา ซึ่งอาจเป็นน้ำประปาจาก การประปานครหลวง การประปาส่วนภูมิภาค ฯลฯ ดังนั้นปริมาณน้ำประปาที่จะใช้รดน้ำในแต่ละวันย่อมขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ผ่านมิเตอร์น้ำประปาหักกับปริมาณน้ำใช้ของคนที่พักอาศัยในบ้านปกติ ซึ่งน้ำประปาที่ไหลผ่านมิเตอร์น้ำของการประปานคร

หลวงและภูมิภาคนั้นจะมีความดันน้ำค่อนข้างอ่อนไม่พอในการใช้กับ หัวฉีดสปริงเกอร์ดังนั้นการออกแบบต้องออกแบบใช้ปั๊มเพิ่มความดัน (Booster Pump) เพื่อช่วยให้เป็นการประหยัดจึงออกแบบใช้ปั๊มเพิ่มความดันใช้ร่วมทั้งภายในบ้านพักอาศัยและใช้รดน้ำสปริงเกอร์ 2) การใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น เช่น น้ำจากบ่อน้ำในบ้าน ทะเลสาปข้างบ้าน หรือบ่อซับน้ำใต้ดินที่ไหลมาจากน้ำทิ้งหรือ น้ำใต้ดินในการนี้ต้องหาข้อมูลที่แน่นอนว่าสามารถมีน้ำได้วันละเท่าไร และเลือกขนาดปั๊มและอัตราไหลของระบบสปริงเกอร์ให้เหมาะสมกับอัตราสูบน้ำที่หาได้ (บริษัท คงสงวนเอ็นจิเนียริ่ง (1993) จำกัด, 2555)



รูปที่ 2.2 ระบบรดน้ำ

2.1 กำหนดจุดหัวฉีดสปริงเกลอร์

เพื่อความสะดวกจะใช้รูปแบบสี่เหลี่ยมในการกำหนดจุดหัวฉีดสปริงเกอร์โดยใช้ระยะระหว่างหัวฉีดสปริงเกอร์สำหรับพื้นที่ใหญ่ห่าง 9-12 เมตร และสำหรับพื้นที่เล็กห่าง 2.4-5.0 เมตร เพื่อให้หัวสปริงเกอร์สามารถฉีดน้ำได้ครอบคลุมทั้งพื้นที่อย่างสม่ำเสมอ

2.2 วิธีการเลือกระยะห่างและชนิดหัวสปริงเกอร์

2.2.1 เลือกช่วงพื้นที่ใหญ่หรือเล็กทีละช่องแล้วเลือกขนาดชนิดหัวสปริงเกอร์ ใส่ลงไปโดยพยายามจะไม่ผสมหัวสปริงเกอร์ ต่างชนิดลงในพื้นที่เดียวกัน เช่น หัวฉีดฝอยไม่รวมกับหัวฉีดแบบลำหมุน

2.2.2 ใช้แบบปรับมุม 900 เข้าที่จุดมุม

2.2.3 ใช้แบบปรับมุม 1800 ที่จุดตามแนวรั้วขอบถนนหรือข้างบ้าน

2.2.4 ใช้แบบฉีดรอบตัวที่จุดกึ่งกลาง

2.2.5 พยายามให้หัวฉีดในแต่ละช่องสี่เหลี่ยมมีเท่ากันหมดหรือตามระยะรัศมีการฉีด

2.2.6 กำหนดจุดสปริงเกอร์ สำหรับช่องสี่เหลียมอื่นๆ ต่อไปโดยให้รัศมีการฉีดครอบคลุมพื้นที่การรดน้ำทั้งหมด

2.3 กำหนดจำนวนหัวสปริงเกอร์ ที่จะเปิดในแต่ละครั้ง เพื่อความสะดวกในการเปิดรดน้ำ เมื่อได้พื้นที่และตำแหน่งของหัวสปริงเกอร์ และรุ่นที่จะใช้งานตามข้อ 4 ให้นำอัตราการจ่ายน้ำของแต่ละหัวในพื้นที่ที่แบ่งไว้มารวมกันโดยดูอัตราการจ่ายน้ำจากแค๊ทตาล็อคของสปริงเกอร์แต่ละรุ่นเมื่อนำมารวมกันก็จะได้จำนวนปริมาณน้ำที่จะจ่ายในแต่ละกลุ่มในการคำนวณปริมาณการเปิดในแต่ละกลุ่มจะต้องให้อัตราการจ่ายน้ำเท่ากันหรือใกล้เคียงกันในทุกกลุ่มเพื่อจะได้สะดวกต่อการเลือกปั๊มสูบน้ำเท่าใด

2.3.1 ในการคำนวณหาแรงดันของปั๊มในการใช้งานให้คำนวณดังนี้

สูตร คุณสมบัติแรงดันที่หัวสปริงเกอร์ใช้งาน เพิ่มการสูญเสียระยะทางของเส้นท่อถึงตำแหน่งปั๊ม เพิ่มค่าเผื่อ (+,-) อีก 10% = แรงดันที่ปั๊มทำงานได้

2.3.2 การกำหนดการเปิดน้ำในแต่ละกลุ่ม เพื่อเลือกขนาดของปั๊มใช้งาน

อัตราการเปิดน้ำในแต่ละกลุ่มเพื่อเลือกขนาดของปั๊มใช้งาน

1) อัตราการเปิดน้ำ 3-4 m3/hr. จะใช้ปั๊ม 1-1.5 HP

2) อัตราการเปิดน้ำ 5-7 m3/hr. จะใช้ปั๊ม 2-3 HP

3) อัตราการเปิดน้ำ 8-12 m3/hr. จะใช้ปั๊ม 4-10 HP

4) อัตราการเปิดน้ำ 12-20 m3/hr. จะใช้ปั๊ม 12.5-20 HP

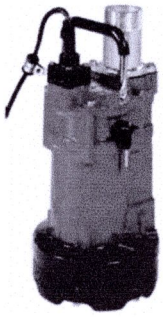
3. การเลือกขนาดเครื่องสูบน้ำ

เครื่องสูบน้ำมักเป็นปัญหาสำหรับผู้เลือกใช้เสมอ ไม่ว่าเพื่อนำมาใช้การใด ถ้าเลือกที่ให้น้ำมากไปก็เสียเงินเกินจำเป็น เลือกตัวที่ให้น้ำน้อยเกินไปก็เสียเงินซื้อเครื่องใหม่น้ำตกจะสวยมากต้องมีปริมาณน้ำตกลงมามากพอ แต่ไม่มากเกินไป ซึ่งต้องใช้เครื่องสูบน้ำที่มีขนาดเหมาะสม บางคนอาจใช้เครื่องสูบน้ำเครื่องเดียวกันนี้ต่อแยกไปยังระบบอื่น เช่น น้ำพุ หัวพ่นอากาศ จึงควรมีความเข้าใจในการเลือกใช้เครื่องสูบน้ำ เพื่อให้ได้เครื่องที่มีกำลังส่งและปริมาณน้ำอย่างพอเพียง (ขวัญชัย จิตสำรวย, 2553)

3.1 ประเภทของเครื่องสูบน้ำ

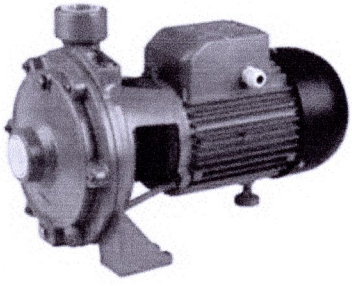
เครื่องสูบน้ำที่ใช้กับน้ำตกทั่วไป ไม่ใช่น้ำตกขนาดใหญ่ในสวนสาธารณะจะใช้เครื่องสูบที่มีต้นกำลัง (มอเตอร์)ติดกับเครื่องสูบบนแกนเพลาเดียวกัน ซึ่งประกอบสำเร็จจากโรงงาน ใช้พลังจากไฟฟ้าเพื่อให้มอเตอร์หมุนใบพัดของเครื่องสูบน้ำ เครื่องสูบที่นิยมใช้กับน้ำตกมี 2 ชนิด คือ

3.1.1 เครื่องสูบน้ำชนิดที่วางจุ่มหรือแช่ในน้ำ เรียกว่า Submersible Pump เรียกกันทั่วไปว่าปั๊มจุ่มหรือปั๊มไดรโว่



รูปที่ 2.3 เครื่องสูบน้ำชนิดที่วางจุ่มหรือแช่ในน้ำ

3.1.2 เครื่องสูบที่วางบนบก เรียกว่า Centrifugal Pump เรียกกันว่าปั๊มหอยโข่ง



รูปที่ 2.4 เครื่องสูบชนิดหอยโข่ง

เครื่องสูบน้ำทั้งสองชนิดนี้มีหลักการเลือกใช้อย่างเดียวกัน การเลือกจึงพิจารณาจากอัตราการไหล ซึ่งบอกปริมาณน้ำ (Quantity-Q) ต่อหน่วยเวลาและแรงดันหรือแรงกระแสน้ำ (Head-H) บอกความสูงเป็นเมตรทั้ง Q และ H จะเป็นตัวกำหนดกำลัง (แรง) ของเครื่องสูบน้ำนั้นๆ ซึ่งอาจบอกเป็นวัตต์ (W) กิโลวัตต์ (kW) หรือแรงม้า (HP) เช่น เครื่องสูบน้ำมีแผ่นป้ายประจำมอเตอร์ (Name Pleat) บนตัวเครื่องระบุว่า

Q = 300-950 ลิตรต่อนาที

H = 12-6 เมตร

หมายความว่า ถ้าเครื่องสูบน้ำส่งน้ำสูงที่ระยะไม่เกิน 6 เมตรจะได้ปริมาณน้ำ 950 ลิตรต่อวินาที แต่ถ้าต้องส่งน้ำสูงที่ระยะ 12 เมตรจะได้น้ำเพียง 300 ลิตรต่อนาทีเท่านั้น ส่วนปริมาณที่ระยะสูงระหว่าง 6-12 เมตร จะบอกในคู่มือเป็นฉลากที่เรียกว่าเส้นโค้งแสดงสมรรถนะ (Performance Curve) การแจ้งข้อมูลดังกล่าวนี้ส่วนใหญ่มักเป็นเครื่องสูบน้ำที่ผลิตจากต่างประเทศ

ในเบื้องต้น ถ้าต้องการปริมาณน้ำมากจะเลือกเครื่องสูบน้ำที่บอกปริมาณน้ำ (Q) มากๆ แต่ถ้าต้องการส่งน้ำไปไกลๆ หรือส่งขึ้นที่สูงก็ต้องเลือกเครื่องสูบที่บอกค่า H สูงๆ และสังเกตว่าถ้าค่าของ H จะต่ำและถ้าค่า Q น้อย ค่าของ H ก็จะสูง

3.2 การเลือกเครื่องสูบให้เหมาะกับขนาดน้ำตก

3.2.1 นอกจากพิจารณาน้ำ (Q) และแรงดัน (H) แล้วต้องดูที่แรงม้า (HP) ด้วย บางเครื่องจะบอกแรงม้า (HP) บางเครื่องบอกกำลังไฟเป็นวัตต์ (W) หรือกิโลวัตต์ (kW) 1 แรงม้าเท่ากับ 746 วัตต์หรือเทียบกับตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบขนาดมอเตอร์

หน่วย	**ขนาดมอเตอร์มาตรฐาน**						
กิโลวัตต์ (kW)	0.4	0.75	1.1	1.5	2.2	3	3.7
(แรงม้า HP)	(0.5)	(1)	(1.5)	(2)	(3)	(4)	(5)

3.2.2 ความเร็วรอบเครื่อง (มอเตอร์) ในเครื่องสูบที่มีประสิทธิภาพและกำลังเท่ากัน ควรเลือกรอบหมุนต่ำดีกว่า เพราะเครื่องที่มีรอบหมุนของเครื่องจะบอกหน่วยเป็นรอบต่อนาที (RPM)

3.2.3 เครื่องสูบมาตรฐานจะบอกชั้นของฉนวน (Insulation Class) และระดับการป้องกันฝุ่นละอองและน้ำ (IP) ชั้นของฉนวนกันความร้อนจะบอกถึงอุณหภูมิสูงสุดที่มอเตอร์จะทนได้ ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงระดับการป้องกันฝุ่นละอองและน้ำ ชั้นของฉนวนกันความร้อน

ชั้นของฉนวน (Class)	A	E	B	F
อุณหภูมิสูงสุด (°C)	105	120	130	155

3.2.4 ข้อมูลไฟฟ้าจะต้องดูว่าใช้ไฟกี่โวลต์ (V) ใช้กระแสไฟกี่แอมแปร์ (A) ใช้ไฟ 1 เฟส หรือไฟ 3 เฟส เพื่อเลือกเครื่องสูบที่ใช้ไฟฟ้าให้ตรงกับระบบไฟฟ้าของสถานที่ที่ทำน้ำตกและจัดหาอุปกรณ์ประกอบ เช่น สายไฟ เซฟตี้เบรกเกอร์ ได้ถูกต้อง ดังตารางที่ 2.3

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ตารางที่ 2.3 แสดงลักษณะแผ่นป้ายประจำมอเตอร์ของเครื่องสูบน้ำ แจ้งข้อมูลสมรรถนะของเครื่อง

BORE	80 MM.	HEAD MAX.	12.5 M.
TYPE	SGT-750 (N)	CAP MAX.	820 2/MIN
OUTPUT	750 W.	PHASE	1 Ø
VOLT	220V	AMP	6A
FREQ	50 Hz	SPEED	2800 p.m.
WORK NO	T 010301		

3.2.5 เลือกท่อน้ำของระบบน้ำตกมีผลต่อการเลือกเครื่องสูบน้ำด้วยท่อน้ำที่ใช้ทำน้ำตกนิยมใช้ท่อพีวีซีชั้นความหนา 8.5 มิลลิเมตรให้ใช้ข้อต่อที่มีความหนาเท่ากันและเป็นยี่ห้อเดียวกัน เพื่อป้องกันการรั่วซึมท่อแต่ละขนาดจะมีอัตราการไม่ไหลไม่เท่ากัน เช่น ถ้าในเวลาเท่ากันเครื่องสูบน้ำเท่ากัน ท่อขนาดใหญ่ย่อมส่งน้ำได้ในปริมาณมากกว่าท่อขนาดเล็ก ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 แสดงขนาดท่อและอัตราการไหลของน้ำในท่อ

เส้นผ่านศูนย์กลาง		**อัตราการไหลสูงสุด (ลิตร/นาที)**	**อัตราการไหลสูงสุดโดยประมาณ (ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง)**
มิลลิเมตร	**นิ้ว**		
16	$\frac{1}{2}$	18	1
20	$\frac{3}{4}$	28	1.7
25	1	44	2.6
32	$1\frac{1}{4}$	72	4.3
40	$1\frac{1}{2}$	112	6.7
50	2	176	10.6
63	$2\frac{1}{2}$	280	16.8
75	3	396	23.8
100	4	706	42.3

จากตาราง เมื่อเราเลือกใช้ท่อขนาดใดก็พอรู้ปริมาณน้ำที่ไหลออกและเลือกเครื่องสูบน้ำได้ใกล้เคียงกับที่ต้องการใช้งานจริง

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 22 ต.ค. 2555
เลขทะเบียน 249981
เลขเรียกหนังสือ

ตัวอย่าง ในบ่อเลี้ยงปลาได้เดินระบบท่อดังนี้

ท่อน้ำพุขนาด ¾ นิ้ว 1 หัว อัตราการไหลของท่อ 28 ลิตร/นาที

ท่อพ่นอากาศขนาด 1 นิ้ว 2 หัว (หัวพ่นอากาศ 1 นิ้ว มีทางน้ำที่ถูกบีบให้ออกเท่ากับท่อ ¾ นิ้ว) มีอัตราการไหลรวม (18x2) 36 ลิตร/นาที

ท่อน้ำวนเพื่อให้ตะกอนก้นบ่อลงสะดือบ่อขนาด 1 นิ้ว 2 ท่อมีอัตราการไหลรวม (44x2) 88 ลิตร/นาที

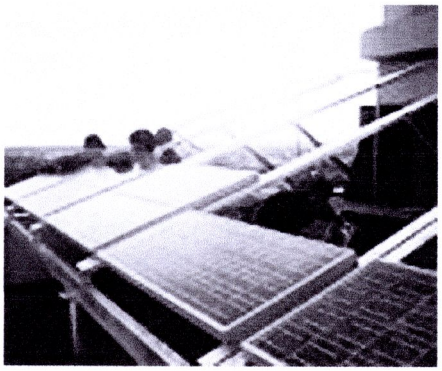
รวม (28+36+88) 152 ลิตร/นาที (ไม่คิดการสูญเสียแรงดันในท่อ)

ดังนั้น ถ้าเลือกเครื่องสูบน้ำสำหรับการนี้ควรเลือกที่มี Q ไม่น้อยกว่า 152 ลิตรต่อนาที และควรเดินท่อเมนออกจากเครื่องสูบไม่ต่ำกว่าขนาด 2 นิ้วแล้วค่อยต่อแยกออกไป

หลักการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

1. ความหมายของ Solar Cell หรือ PV

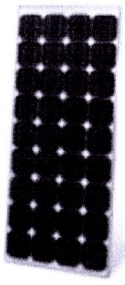
Solar Cell หรือ PV มีชื่อเรียกกันไปหลายอย่าง เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ เซลล์สุริยะ หรือ เซลล์ photovoltaic ซึ่งต่างก็มีที่มาจากคำว่า Photovoltaic โดยแยกออกเป็น Photo หมายถึง แสง และ volt หมายถึง แรงดันไฟฟ้า เมื่อรวมคำแล้วหมายถึง กระบวนการผลิตไฟฟ้าจากการตกกระทบของแสงบนวัตถุที่มีความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง แนวความคิดนี้ได้ถูกค้นพบมาตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1839 แต่เซลล์แสงอาทิตย์ก็ยังไม่ถูกสร้างขึ้นมาจนกระทั่งใน ปี ค.ศ. 1954 จึงมีการประดิษฐ์เซลล์แสงอาทิตย์ และได้ถูกนำไปใช้เป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้กับดาวเทียมในอวกาศ เมื่อปี ค.ศ. 1959 ดังนั้น สรุปได้ว่าเซลล์แสงอาทิตย์ คือ สิ่งประดิษฐ์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน (Silicon), แกลเลี่ยม อาร์เซไนด์ (Gallium Arsenide), อินเดียม ฟอสไฟด์ (Indium Phosphide), แคดเมียม เทลเลอไรด์ (Cadmium Telluride) และคอปเปอร์ อินเดียม ไดเซเลไนด์ (Copper Indium Diselenide) เป็นต้น ซึ่งเมื่อได้รับแสงอาทิตย์โดยตรงก็จะเปลี่ยนเป็นพาหะนำไฟฟ้า และจะถูกแยกเป็นประจุไฟฟ้าบวกและลบเพื่อให้เกิดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วทั้งสองของเซลล์แสงอาทิตย์ เมื่อนำขั้วไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ต่อเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรง กระแสไฟฟ้าจะไหลเข้าสู่อุปกรณ์เหล่านั้น ทำให้สามารถทำงานได้ (LEONICS CO., LTD., 2549)



รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะของเซลล์แสงอาทิตย์

2. ชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์

ชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์ แบ่งตามวัสดุที่ใช้เป็น 3 ชนิดหลักๆ คือ

		
Single Crystalline Silicon Solar Cell	Polycrystalline Silicon Solar Cell	Amorphous Silicon Solar Cell

รูปที่ 2.6 แสดงชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์

1) เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอน ชนิดผลึกเดี่ยว (Single Crystalline Silicon Solar Cell) หรือที่รู้จักกันในชื่อ Monocrystalline Silicon Solar Cell และชนิดผลึกรวม (Polycrystalline SiliconSolar Cell) ลักษณะเป็นแผ่นซิลิคอนแข็งและบางมาก

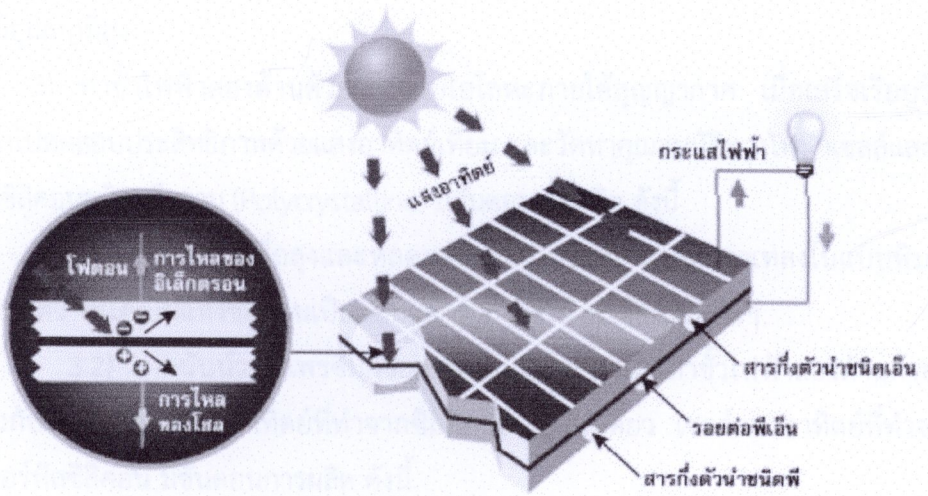
2) เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากอะมอร์ฟัสซิลิคอน (Amorphous Silicon Solar Cell) ลักษณะเป็นฟิล์มบางเพียง 0.5 ไมครอน (0.0005 มม.) น้ำหนักเบามาก และประสิทธิภาพเพียง 5-10%

3) เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำอื่นๆ เช่น แกลเลี่ยม อาร์เซไนด์, แคดเมียมเทลเลอไรด์ และคอปเปอร์ อินเดียม ไดเซเลไนด์ เป็นต้น มีทั้งชนิดผลึกเดี่ยว (Single Crystalline) และ

ผลึกรวม (Polycrystalline) เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากแกลเลี่ยม อาร์เซไนด์ จะให้ประสิทธิภาพสูงถึง 20-25%

3. โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์

โครงสร้างที่นิยมมากที่สุด ได้แก่ รอยต่อพีเอ็นของสารกึ่งตัวนำ สารกึ่งตัวนำที่ราคาถูกที่สุดและมีมากที่สุดบนโลก คือ ซิลิคอน จึงถูกนำมาสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ โดยนำซิลิคอนมาถลุง และผ่านขั้นตอนการทำให้บริสุทธิ์ จนกระทั่งทำให้เป็นผลึก จากนั้นนำมาผ่านกระบวนการแพร่ซึมสารเจือปนเพื่อสร้างรอยต่อพีเอ็น โดยเมื่อเติมสารเจือฟอสฟอรัส จะเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น (เพราะนำไฟฟ้าด้วยอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบ) และเมื่อเติมสารเจือโบรอน จะเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดพี (เพราะนำไฟฟ้าด้วยโฮลซึ่งมีประจุบวก) ดังนั้น เมื่อนำสารกึ่งตัวนำชนิดพีและเอ็นมาต่อกัน จะเกิดรอยต่อพีเอ็นขึ้น24 โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิคอน อาจมีรูปร่างเป็นแผ่นวงกลมหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส ความหนา 200-400 ไมครอน (0.2-0.4 มม.) ผิวด้านรับแสงจะมีชั้นแพร่ซึมที่มีการนำไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้าด้านหน้าที่รับแสงจะมีลักษณะคล้ายก้างปลาเพื่อให้ได้พื้นที่รับแสงมากที่สุด ส่วนขั้วไฟฟ้าด้านหลังเป็นขั้วโลหะเต็มพื้นผิว



รูปที่ 2.7 แสดงหลักการทำงานทั่วไปของเซลล์แสงอาทิตย์

เมื่อมีแสงอาทิตย์ตกกระทบเซลล์แสงอาทิตย์ จะเกิดการสร้างพาหะนำไฟฟ้าประจุลบและบวกขึ้นได้แก่ อิเล็กตรอน และโฮล โครงสร้างรอยต่อพีเอ็นจะทำหน้าที่สร้างสนามไฟฟ้าภายในเซลล์เพื่อแยกพาหะนำไฟฟ้าชนิดอิเล็กตรอนไปที่ขั้วลบ และพาหะนำไฟฟ้าชนิดโฮลไปที่ขั้วบวก (ปกติที่ฐานจะใช้สารกึ่งตัวนำชนิดพี ขั้วไฟฟ้าด้านหลังจึงเป็นขั้วบวก ส่วนด้านรับแสงใช้สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น ขั้วไฟฟ้าจึงเป็นขั้วลบ) ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าแบบกระแสตรงที่ขั้วไฟฟ้าทั้งสอง เมื่อต่อให้ครบ

วงจรไฟฟ้าจะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลขึ้น เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิคอนที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง4 นิ้ว จะให้กระแสไฟฟ้าประมาณ 2-3 แอมแปร์ และให้แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดประมาณ 0.6 โวลต์ เนื่องจากกระแสไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ไม่มากนัก ดังนั้นเพื่อให้ได้กำลังไฟฟ้ามากเพียงพอสำหรับใช้งาน จึงมีการนำเซลล์แสงอาทิตย์หลายๆ เซลล์มาต่อกันเป็น เรียกว่า แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Modules) ลักษณะการต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขึ้นอยู่ว่าต้องการกระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้า

1) การต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบขนาน จะทำให้ได้กระแสไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น

2) การต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอนุกรม จะทำให้ได้แรงดันไฟฟ้าสูงขึ้น

4. ขั้นตอนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอนชนิดผลึกเดี่ยว (Single Crystal) หรือ Monocrystalline มีขั้นตอนการผลิต ดังนี้

1) นำซิลิคอนที่ถลุงได้มาหลอมเป็นของเหลวที่อุณหภูมิประมาณ 1400 °C แล้วดึงผลึกออกจากของเหลว โดยลดอุณหภูมิลงอย่างช้าๆ จนได้แท่งผลึกซิลิคอนเป็นของแข็ง แล้วนำมาตัดเป็นแว่นๆ

2) นำผลึกซิลิคอนที่เป็นแว่น มาแพร่ซึมด้วยสารเจือปนต่างๆ เพื่อสร้างรอยต่อพีเอ็นภายในเตาแพร่ซึมที่มีอุณหภูมิประมาณ 900-1000 °C แล้วนำไปทำชั้นต้านการสะท้อนแสงด้วยเตาออกซิเดชั่น ที่มีอุณหภูมิสูง

3) ทำขั้วไฟฟ้าสองด้านด้วยการฉาบไอโลหะภายใต้สุญญากาศ เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องนำไปทดสอบประสิทธิภาพด้วยแสงอาทิตย์เทียม และวัดหาคุณสมบัติทางไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอนชนิดผลึกรวม (Polycrystalline) มีขั้นตอนการผลิต ดังนี้

3.1) นำซิลิคอนที่ถลุงและหลอมละลายเป็นของเหลวแล้วมาเทลงในแบบพิมพ์ เมื่อซิลิคอนแข็งตัว จะได้เป็นแท่งซิลิคอนเป็นแบบผลึกรวม แล้วนำมาตัดเป็นแว่นๆ

3.2) จากนั้นนำมาแพร่ซึมด้วยสารเจือปนต่างๆ และทำขั้วไฟฟ้าสองด้านด้วยวิธีการเช่นเดียวกับที่สร้างเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอนชนิดผลึกเดี่ยว เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากที่ทำจากอะมอร์ฟัสซิลิคอน มีขั้นตอนการผลิต ดังนี้

3.2.1) ทำการแยกสลายก๊าซไซเลน (Silane Gas) ให้เป็นอะมอร์ฟัสซิลิคอน โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า เครื่อง Plasma CVD (Chemical Vapor Deposition) เป็นการผ่านก๊าซไซเลนเข้าไปในครอบแก้วที่มีขั้วไฟฟ้าความถี่สูง จะทำให้ก๊าซแยกสลายเกิดเป็นพลาสมา และอะตอมของซิลิคอนจะตกลงบนฐาน หรือสแตนเลสสตีลที่วางอยู่ในครอบแก้ว เกิดเป็นฟิล์มบางขนาดไม่เกิน 1 ไมครอน (0.001 มม.)

3.2.1) ขณะที่แยกสลายก๊าซไซเลน จะผสมก๊าซฟอสฟีนและไดโบเรนเข้าไปเป็นสารเจือปน เพื่อสร้างรอยต่อพีเอ็นสำหรับใช้เป็นโครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์

5. ลักษณะเด่นของเซลล์แสงอาทิตย์

1) ใช้พลังงานจากธรรมชาติ คือ แสงอาทิตย์ ซึ่งสะอาดและบริสุทธิ์ ไม่ก่อปฏิกิริยาที่จะทำให้สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ

2) เป็นการนำพลังงานจากแหล่งธรรมชาติมาใช้อย่างคุ้มค่าและไม่มีวันหมดไปจากโลกนี้

3) สามารถนำไปใช้เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ทุกพื้นที่บนโลก และได้พลังงานไฟฟ้าใช้โดยตรง

4) ไม่ต้องใช้เชื้อเพลิงอื่นใดนอกจากแสงอาทิตย์ รวมถึงไม่มีการเผาไหม้ จึงไม่ก่อให้เกิดมลภาวะด้านอากาศและน้ำ

5) ไม่เกิดของเสียขณะใช้งาน จึงไม่มีการปล่อยมลพิษทำลายสิ่งแวดล้อม ไม่เกิดเสียงและไม่มีการเคลื่อนไหวขณะใช้งาน จึงไม่เกิดมลภาวะด้านเสียง

6) เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่กับที่ และไม่มีชิ้นส่วนใดที่มีการเคลื่อนไหวขณะทำงาน จึงไม่เกิดการสึกหรอ

7) ต้องการการบำรุงรักษาน้อยมาก

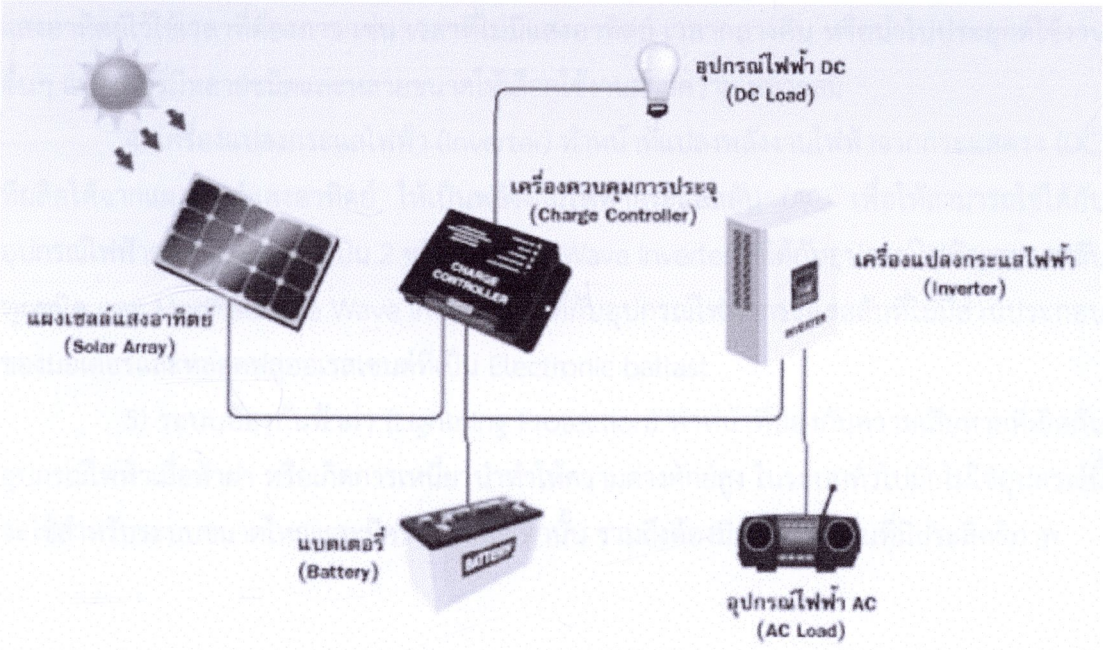
8) อายุการใช้งานยืนยาวและประสิทธิภาพคงที่

9) มีน้ำหนักเบา ติดตั้งง่าย เคลื่อนย้ายสะดวกและรวดเร็ว

10) เนื่องจากมีลักษณะเป็นโมดูล จึงสามารถประกอบได้ตามขนาดที่ต้องการช่วยลดปัญหาการสะสมของก๊าซต่างๆ ในบรรยากาศ เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์, ซัลเฟอร์ไดออกไซด์, ไฮโดรคาร์บอน และก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ ฯลฯ ซึ่งเป็นผลจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจำพวกน้ำมัน ถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติ ล้วนแล้วแต่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เกิดปฏิกิริยาเรือนกระจกทำให้โลกร้อนขึ้น เกิดฝนกรด และอากาศเป็นพิษ ฯลฯ

6. อุปกรณ์สำคัญของระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้ากระแสตรง จึงนำกระแสไฟฟ้าไปใช้ได้เฉพาะกับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรงเท่านั้น หากต้องการนำไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับหรือเก็บสะสมพลังงานไว้ใช้ต่อไป จะต้องใช้ร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ อีก โดยรวมเข้าเป็นระบบที่ผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์สำคัญๆ มีดังนี้



รูปที่ 2.8 แสดงการทำงานทั่วไปของเซลล์แสงอาทิตย์

1) แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Module) ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นไฟฟ้ากระแสตรงและมีหน่วยเป็นวัตต์ (Watt) มีการนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์หลายๆ เซลล์มาต่อกันเป็นแถวหรือเป็นชุด (Solar Array) เพื่อให้ได้พลังงานไฟฟ้าใช้งานตามที่ต้องการ โดยการต่อกันแบบอนุกรม จะเพิ่มแรงดันไฟฟ้า และการต่อกันแบบขนาน จะเพิ่มพลังงานไฟฟ้า หากสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์แตกต่างกัน ก็จะมีผลให้ปริมาณของค่าเฉลี่ยพลังงานสูงสุดในหนึ่งวันไม่เท่ากันด้วย รวมถึงอุณหภูมิก็มีผลต่อการผลิตพลังงานไฟฟ้า หากอุณหภูมิสูงขึ้น การผลิตพลังงานไฟฟ้าจะลดลง

2) เครื่องควบคุมการประจุ (Charge Controller) ทำหน้าที่ประจุกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์เข้าสู่แบตเตอรี่ และควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าให้มีปริมาณเหมาะสมกับแบตเตอรี่ เพื่อยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ รวมถึงการจ่ายกระแสไฟฟ้าออกจากแบตเตอรี่ด้วย ดังนั้น การทำงานของเครื่องควบคุมการประจุ คือ เมื่อประจุกระแสไฟฟ้าเข้าสู่แบตเตอรี่จนเต็มแล้ว จะหยุดหรือลดการประจุกระแสไฟฟ้า (และมักจะมีคุณสมบัติในการตัดการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า กรณีแรงดันของแบตเตอรี่ลดลงด้วย) ระบบพลังงานแสงอาทิตย์จะใช้เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าในกรณีที่มีการเก็บพลังงานไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่เท่านั้น

3) แบตเตอรี่ (Battery) ทำหน้าที่เป็นตัวเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไว้ใช้เวลาที่ต้องการ เช่น เวลาที่ไม่มีแสงอาทิตย์ เวลากลางคืน หรือนำไปประยุกต์ใช้งานอื่นๆ แบตเตอรี่มีหลายชนิดและหลายขนาดให้เลือกใช้งานตามความเหมาะสม

4) เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter) ทำหน้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าจากกระแสตรง (DC) ที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ให้เป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เพื่อให้สามารถใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับ แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ Sine Wave Inverter ใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับทุกชนิด และ Modified Sine Wave Inverter ใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับที่ไม่มีส่วนประกอบของมอเตอร์และหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่เป็น Electronic ballast

5) ระบบป้องกันฟ้าผ่า (Lightning Protection) ทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายที่เกิดกับอุปกรณ์ไฟฟ้าเมื่อฟ้าผ่า หรือเกิดการเหนี่ยวนำทำให้ความต่างศักย์สูง ในระบบทั่วไปมักไม่ใช้อุปกรณ์นี้ จะใช้สำหรับระบบขนาดใหญ่และมีความสำคัญเท่านั้น รวมถึงต้องมีระบบสายดินที่มีประสิทธิภาพ

หลักการทำงานของวงจรคอนเวอร์เตอร์ สำหรับระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

1. อุปกรณ์ควบคุมการประจุ

อุปกรณ์ควบคุมการประจุ (Regulator) เป็นอุปกรณ์อีกชนิดหนึ่งที่มีราคาแตกต่างกันมากขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของอุปกรณ์นั้นๆ อุปกรณ์ควบคุมที่สามารถควบคุมการประจุหรือชาร์จได้แน่นอน มีระบบควบคุมให้การประจุหรือชาร์จเร็วเมื่อแบตเตอรี่ไม่มีไฟหรือไฟอ่อน (Boot Charge) และตัดการประจุหรือการชาร์จเมื่อแบตเตอรี่เต็มหรือแรงดันแบตเตอรี่สูงจนถึงระดับที่ตั้งเอาไว้ จากนั้นก็จะควบคุมรักษาระดับการประจุหรือชาร์จให้แรงดันของแบตเตอรี่อยู่คงที่ (Float Charge) ในจุดที่ตั้งเอาไว้ อีกทั้งยังมีการควบคุมอุณหภูมิของแบตเตอรี่ (Temperature Compensation) เพื่อให้แน่ใจว่าแบตเตอรี่เต็มจริงก่อนที่ระบบจะทำการตัดการประจุ ซึ่งในอุปกรณ์ควบคุมที่ไม่มีตัวควบคุมอุณหภูมินี้จะทำการตัดการประจุหรือชาร์จเมื่อแรงดันของแบตเตอรี่ขึ้นสูง ซึ่งบ่อยครั้งแรงดันของแบตเตอรี่ขึ้นสูงไม่ใช่จากแบตเตอรี่เต็ม แต่เนื่องจากอุณหภูมิของแบตเตอรี่สูง เพราะอากาศร้อนทำให้การประจุหรือชาร์จแบตเตอรี่ไม่ได้ประสิทธิภาพสูงสุด อุปกรณ์ควบคุมบางชนิดยังมีคุณสมบัติพิเศษสามารถต่อเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อเก็บข้อมูลต่างๆ ตามที่ต้องการได้ ซึ่งอุปกรณ์ควบคุมที่มีคุณสมบัติครบถ้วนทุกอย่าง ย่อมมีราคาแพงกว่าอุปกรณ์ควบคุมประจุธรรมดา ที่ไม่มีระบบดังกล่าวมาก เพราะฉะนั้นแม้ราคาจะแตกต่างกันมากแต่เมื่อพิจารณาถึงคุณสมบัติแล้วจะเห็นได้ว่ามีความแตกต่างกันมากเช่นกัน ขึ้นอยู่กับผู้ใช้แต่ละท่านว่าต้องการคุณสมบัติเช่นไร (องอาจ แสดใหม่, 2553)

2. อินเวอร์เตอร์

อินเวอร์เตอร์ก็เป็นอีกอุปกรณ์หนึ่งที่มีความแตกต่างด้านราคาสูงมาก เช่น อินเวอร์เตอร์ขนาด 500 วัตต์ เท่ากันจะมีราคาแตกต่างกันมาก เช่น ชนิดคุณภาพไม่ดีอาจมีราคาเพียงตัวละ 3-4 พันบาทแต่ชนิดคุณภาพไม่ดีนั้น ประสิทธิภาพการทำงานจะต่ำมากอาจไม่ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ เช่น อินเวอร์เตอร์ขนาด 500 วัตต์ ชนิดคุณภาพไม่ดีอาจจะใช้ไฟได้ไม่ถึง 250 วัตต์ โดยที่กินกระแสไฟเท่ากับ 500 วัตต์ เพราะฉะนั้นเมื่อติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 500 วัตต์ ในระบบ และผ่านอินเวอร์เตอร์คุณภาพต่ำไฟที่ออกมาจะเหลือไม่ถึงครึ่ง ทำให้ผู้ใช้ไม่สามารถใช้ไฟตามที่ต้องการได้ ส่วนอินเวอร์เตอร์ที่มีคุณภาพดี จะมีประสิทธิภาพการทำงานสูงคืออาจจะสูงถึง 90-95 เปอร์เซ็นต์ทำให้ไฟที่ออกมาจากอินเวอร์เตอร์ใกล้เคียงกับปริมาณที่ต้องการ ข้อแตกต่างที่สำคัญอีกข้อหนึ่งคือ อินเวอร์เตอร์คุณภาพดีจะมีความสามารถในการรับแรงกระชากในกรณีที่อุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทมอเตอร์ที่กินกระแสสูงเวลาเปิด เช่น อินเวอร์เตอร์คุณภาพดีขนาด 500 วัตต์ จะสามารถรับแรงกระชากได้ถึง 2-3 เท่า (ในช่วงเวลาสั้นๆ) ซึ่งก็เพียงพอต่อการเปิดใช้อุปกรณ์ประเภทมอเตอร์ที่กินกระแสสูงเวลาเปิดใช้ เช่น ปั๊มน้ำขนาด 150 วัตต์ ซึ่งต้องการแรงกระชาก 1,000 วัตต์ ถ้าใช้อินเวอร์เตอร์คุณภาพดีขนาด 500 วัตต์จะสามารถใช้ได้ (องอาจ แสดใหม่, 2553)

แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจ

ความพึงพอใจเป็นปัจจัยหนึ่งที่มนุษย์ทุกคนปรารถนา เมื่อคนเราเกิดความพอใจแล้ว ย่อมทำให้มีความรู้สึกที่ดีต่อสิ่งนั้น และจะส่งผลต่อความสำเร็จของงานที่ทำ ทำให้งานที่ทำบรรลุเป้าหมายที่วางไว้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีผู้ให้คำนิยาม และสรุปเกี่ยวกับความพึงพอใจไว้ ดังเช่น

นงลักษณ์ วานิช (2545, 8) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่ดีของบุคคลต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ซึ่งเป็นความรู้สึกที่ดีที่เกิดจากการตอบสนองทั้งทางร่างกายและจิตใจ จนทำให้เกิดความพึงพอใจ

ในความคิดของ กาญจนา อรุณสุขรุจี (2546, 5) กล่าวว่า ความพึงพอใจของมนุษย์เป็นการแสดงออกทางพฤติกรรมที่เป็นนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปร่างได้ การที่เราจะทราบว่าบุคคลมีความพึงพอใจหรือไม่ สามารถสังเกตโดยการแสดงออกที่ค่อนข้างสลับซับซ้อน และต้องมีสิ่งเร้าที่ตรงต่อความต้องการของบุคคล จึงจะทำให้บุคคลเกิดความพึงพอใจ ดังนั้นการสร้างสิ่งเร้าจึงเป็นแรงจูงใจของบุคคลนั้นให้เกิดความพึงพอใจในงานนั้น

ส่วน ระพินทร์ โพธิ์ศรี (2549 ก, 38) กล่าวว่า ความพึงพอใจ คือ ความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบของบุคคลแต่ละคนที่มีต่อสิ่งแวดล้อมต่างๆเป็นความรู้สึกที่อาจดำรงอยู่ได้นานพอสมควรและอาจมากหรือน้อยก็ได้

แต่ Risser (1975, 45-51) กล่าวว่า ความพึงพอใจของแต่ละคนเกิดจากการได้รับประสบการณ์หรือบรรลุในสิ่งที่คาดหวัง

ขณะที่ Campbell (1976, 117-124) กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกภายในที่แต่ละคนเปรียบเทียบระหว่างความคิดเห็นต่อสภาพการณ์ที่อยากให้เป็นหรือคาดหวัง หรือรู้สึกว่าสมควรจะได้รับ ผลที่ได้จะเป็นความพึงพอใจหรือไม่พึงพอใจเป็นการตัดสินของแต่ละบุคคล

และ Donabedian (1980) กล่าวว่า ความพึงพอใจของผู้รับบริการ หมายถึง ผู้บริการประสบความสำเร็จในการทำให้สมดุลระหว่างสิ่งที่ผู้รับบริการให้ค่ากับความคาดหวังของผู้รับบริการและประสบการณ์นั้นเป็นไปตามความคาดหวัง

จากความหมายที่กล่าวมาทั้งหมด สรุปความหมายของความพึงพอใจได้ว่า เป็นความรู้สึกของบุคคลในทางบวก ความชอบ ความสบายใจ ความสุขใจต่อสภาพแวดล้อมในด้านต่างๆ และเป็นความรู้สึกที่บรรลุถึงความต้องการซึ่งความรู้สึกเช่นนี้จะทำให้เกิดแรงจูงใจ ซึ่งสามารถทำให้บรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ

1. แนวคิดเกี่ยวกับความคิดเห็น

สำหรับแนวคิดด้านความคิดเห็นซึ่งเป็นการแสดงออกถึงความรู้สึก ทัศนคติ ความเชื่อ และค่านิยมของแต่ละบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งอันเป็นผลจากประสบการณ์ของแต่ละบุคคลนั้น ได้มีนักการศึกษาอธิบายถึงความหมายความคิดเห็นไว้ อาทิเช่น

อาทิตย์ ภูมิสวัสดิ์ (2548, 12) กล่าวว่า ความคิดเห็นเป็นการแสดงออกถึง ความรู้สึก ทัศนคติ ความเชื่อและค่านิยมของแต่ละบุคคลที่มีต่อบุคคลสิ่งของเรื่องราวหรือประสบการณ์ต่างๆ ที่ประสบในสังคม โดยมีภูมิหลังทางสังคม ความรู้ ประสบการณ์และสภาพแวดล้อมต่างๆ ของบุคคลโดยไม่มีเกณฑ์ตายตัว ซึ่งความคิดเห็นนี้ ไม่อาจบอกได้ว่าถูกต้องหรือไม่ อาจได้รับการยอมรับหรือการปฏิเสธจากบุคคลอื่นก็ได้ และต้องยอมรับว่าประชาชนทั่วไปนั้น อาจมีความคิดเห็นที่แตกต่างกันและความคิดเห็นนี้ อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามกาลเวลา

ส่วน กฤษณา สิงโตแก้ว (2550, 27) สรุปความหมายของความคิดเห็นว่า ความคิดเห็นเป็นการแสดงออกด้านเจตคติ ความเชื่อ การตัดสินใจ ความนึกคิด ความรู้สึกและวิจารณญาณ ที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ด้วยการพูด การเขียน ฯลฯ โดยอาศัยความรู้ ประสบการณ์และสภาพแวดล้อมของแต่ละบุคคลเป็นส่วนประกอบในการพิจารณา

ในขณะที่ กวิสรา สุวรรณบุตร (2550, 10) กล่าวว่า ความคิดเห็นเป็นการแสดงออกถึงความรู้สึก ทัศนคติ ความเชื่อและค่านิยมของแต่ละบุคคลที่มีผลต่อบุคคล สิ่งของ เรื่องราวหรือสถานการณ์ต่างๆ ที่ประสบในสังคมโดยมีพื้นฐานมาจากภูมิหลังทางสังคม ความรู้ ประสบการณ์และสภาพแวดล้อมต่างๆ ของบุคคลนั้นๆ โดยไม่มีกฎเกณฑ์ตายตัว

แต่ Remmer (อาทิตย์ ภูมิสวัสดิ์, 2548, 12; อ้างอิงจาก Remmer, H.H.. Introduction to Opinion and Attitude, 1954, 50) กล่าวว่า ความคิดเห็นมี 2 ประการ คือ

1. ความคิดเห็นเชิงบวก – เชิงลบ (Extreme Opinion) เป็นความคิดเห็น ที่เกิดจากการเรียนรู้และประสบการณ์ ซึ่งสามารถทราบทิศทางได้ ทิศทางบวกสุด ได้แก่ ความรักจนหลง ทิศทางลบสุด ได้แก่ ความรังเกียจ ความคิดเห็นนี้รุนแรงเปลี่ยนแปลงยาก

2. ความคิดจากความรู้ความเข้าใจ (Cognitive Contents) การมีความเห็นต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ขึ้นอยู่กับความรู้ความเข้าใจที่มีต่อสิ่งนั้น เช่น ความรู้ความเข้าใจในทางที่ดี ชอบ ยอมรับ เห็นด้วย ความรู้ความเข้าใจในทางที่ไม่ดี ได้แก่ ไม่ยอมรับ ไม่เห็นด้วย

และ Best (กวิสรา สุวรรณบุตร, 2550, 12 ; อ้างอิงจาก Best, J.W.. Research in Education, 1977, 171) กล่าวว่า การวัดความคิดเห็นโดยทั่วๆ ไปจะต้องมีองค์ประกอบ 3 อย่าง คือ บุคคลที่จะถูกวัดสิ่งเร้า และมีการตอบสนองซึ่งจะออกมาในระดับสูงต่ำ มาก น้อย วิธีวัดความคิดเห็นโดยมากจะใช้ตอบแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ โดยให้ผู้ที่จะตอบคำถามเลือกตอบแบบสอบถามและผู้ถูกวัดจะเลือกตอบความคิดเห็นของตนในเวลานั้น การใช้แบบสอบถามสำหรับวัดความคิดเห็นใช้การวัดแบบ Likert's rating scale โดยเริ่มต้นจากการรวบรวมหรือการเรียบเรียงข้อความที่เกี่ยวข้องกับความคิดเห็น จะต้องระบุให้ผู้ตอบตอบว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับข้อความกำหนดให้ ซึ่งข้อความแต่ละข้อความจะมีความเห็นเพื่อให้เลือกตอบ 5 ระดับได้แก่ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ส่วนการให้คะแนนขึ้นอยู่กับข้อความว่า เป็นไปในทางเดียวกัน (เชิงนิยมหรือไม่นิยม) เป็นข้อความเชิงบวก (Positive) หรือข้อความเชิงลบ (Negative)

จากความหมายของความคิดเห็นดังที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ สรุปได้ว่า ความคิดเห็นเป็นการแสดงออกถึงความรู้สึก ทัศนคติ ความเชื่อและค่านิยมของแต่ละบุคคล ต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งเป็นผลจากประสบการณ์ของแต่ละบุคคล ความคิดเห็นอาจแตกต่างกัน และอาจจะได้รับการยอมรับหรือปฏิเสธก็ได้

2. แบบวัดความพึงพอใจ

แบบวัดความพึงพอใจเป็นเครื่องมือวัดต่อความรู้สึกต่อสิ่งต่างๆ หลังจากการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือการจัดการอบรมในเรื่องนั้นๆ

ระพินทร์ โพธิ์ศรี (2549 ก, 38) กล่าวว่า แบบวัดความพอใจ คือ เครื่องวัดต่อสิ่งต่างๆ เช่น ความพอใจต่อการให้บริการต่อห้องสมุดมหาวิทยาลัย ความพอต่อการทำงานของอธิบดีหรือความพอใจต่อชุดการสอนที่ใช้ประกอบการสอน เป็นต้น

แบบวัดความพอใจเป็นเครื่องมือที่ควรสร้างโดยใช้ทฤษฎีการวัดแบบอิงกลุ่ม เพราะกรอบประเด็นเนื้อหาที่เป็นความพอใจนั้นมีจำนวนมาก แต่ด้วยเวลาที่จำกัดเราจะใช้เพียงตัวอย่างเนื้อหาความพอใจเพียงบางส่วนมาสร้างเป็นเครื่องมือวัดความพอใจ

2.1 การสร้างแบบวัดความพึงพอใจ

ระพินทร์ โพธิ์ศรี (2549 ก, 38-40) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างแบบวัดความพึงพอใจ การแปลความความหมายการวัดความพอใจ ระบบความพอใจแบบ (Semantic Differential) และการปรับปรุงแบบความพอใจ ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดกรอบเนื้อหาความพึงพอใจ คือ ให้เขียนนิยามซึ่งสามารถกระทำได้โดย

1. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องและกำหนดนิยาม

2. สัมภาษณ์กลุ่มบุคคลที่เกี่ยวข้องอย่างน้อย 5 คน

ขั้นที่ 2 เลือกประเด็นที่วัดความพอใจและกำหนดวิธีการวัด

1. ประเด็นที่วัดความพอใจให้เลือกมาจากกรอบเนื้อหาที่กำหนดไว้ในขั้นที่ 1

2. วิธีการวัดความพอใจ โดยทั่วไปนิยมใช้วิธีการจัดอันดับคุณภาพ 5 ระดับและประเด็นวัดความพอใจเป็นทางบวกคะแนนจะเป็นดังนี้

5	หมายถึง	พอใจอย่างยิ่ง/มากที่สุด
4	หมายถึง	พอใจมาก
3	หมายถึง	พอใจปานกลาง
2	หมายถึง	พอใจน้อย
1	หมายถึง	พอใจน้อยที่สุด

ในบางกรณีที่มีความพอใจทางลบด้วย ให้กำหนดวิธีการวัดความพอใจเป็นแบบ Semantic Differential ซึ่งจะอธิบายในตอนต่อไป

ขั้นที่ 3 จัดทำแบบวัดความพอใจฉบับร่าง

ขั้นที่ 4 ทดลองกลุ่มย่อย 1 คน เพื่อตรวจสอบความมั่นคงเฉพาะหน้าขั้นต้น

ขั้นที่ 5 ทดลองกลุ่มย่อยประมาณ 3-5 คน เพื่อตรวจสอบความแม่นตรงเฉพาะหน้า

ขั้นที่ 6 ให้ผู้เชี่ยวชาญประมาณ 3 ท่านตรวจสอบความแม่นตรงเฉพาะหน้า และความแม่นตรงเชิงเนื้อหา

ขั้นที่ 7 ทดลองภาคสนาม เพื่อการวิเคราะห์ปรับปรุงคุณภาพแบบวัดความพอใจโดยการหาค่าอาจจำแนก (Rnr) และความเชื่อมั่น (Rxxa) ด้วยวิธีการครอนบัค (Cronbach)

ขั้นที่ 8 นำไปใช้จริง ถือว่าเป็นการทดลองภาคสนามไปด้วย

3.2 การแปลความหมายการวัดความพอใจ

ในกรณีความพอใจด้วยการจัดอันดับคุณ 5 อันดับ (5 พอใจมากที่สุด ถึง 1 พอใจน้อยที่สุด) สามารถแปลความหมายระดับความพอใจดังนี้

1-1.50	หมายถึง	พอใจน้อยที่สุด
1.51-2.25	หมายถึง	พอใจน้อย
2.26-3.50	หมายถึง	พอใจค่อนข้างน้อย
2.51-3.50	หมายถึง	พอใจพอสมควร
3.51-3.75	หมายถึง	พอใจค่อนข้างมาก
3.76-4.50	หมายถึง	พอใจมาก
4.51-5.00	หมายถึง	พอใจเป็นอย่างยิ่ง/มากที่สุด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วสันต์ เพชรพิมูล (2553, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการออกแบบวงจรคอนเวอร์เตอร์สำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 1 กิโลวัตต์ งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการออกแบบวงจรคอนเวอร์เตอร์สำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้า ที่มีแรงดันและความถี่ด้านออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดแม่เหล็กถาวร เปลี่ยนแปลงตามความเร็วลม ซึ่งมีการควบคุมแรงดันไฟฟ้า และความถี่ด้านออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยใช้วงจรคอนเวอร์เตอร์

ส่วนองอาจ แสดใหม่ (2553, บทคัดย่อ) ได้ทำการออกแบบและวิเคราะห์การติดตั้งระบบโฟโตโวลตาอิคขนาด 10 กิโลวัตต์ สูงสุดสำหรับปั๊มน้ำพุ 3 เฟส เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายการไฟฟ้า ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากการติดตั้งจริงและการจำลองระบบ พบว่า ระบบสามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับโหลดที่เป็นปั๊มน้ำพุได้ประมาณร้อยละ 14 เมื่อผลรวมการใช้งานของโหลดอยู่ที่ 270 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน หรือเงื่อนไขการวิเคราะห์อยู่ที่การใช้งาน 9 ชั่วโมงต่อวัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล เปรียบเทียบกับผลจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ พบว่า พลังงานไฟฟ้าที่ระบบโฟโตโวลตาอิกผลิตได้สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับปั๊มน้ำพุร้อยละ 14 มีค่าใกล้เคียงกับผลจำลองระบบ นอกจากนี้การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ พบว่า พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากระบบโฟโตโวลตาอิกมีราคาประมาณ 17 บาทต่อหน่วย ซึ่งข้อมูลที่ได้รับนี้มีประโยชน์ต่อการพิจารณานำระบบพลังงานแสงอาทิตย์ไปใช้ในอนาคต

ขณะที่รัฐพล ดุลยะลา (2549, บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาและออกแบบเครื่องให้อาหารปลาบ่อพันธุ์ปลานิลแบบทุ่นลอยโดยพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านการเกษตรกรรมและเพื่อ ทดแทนการใช้แรงงานคน โดยมีลักษณะเป็นทุ่นลอยน้ำปล่อยอาหารปลานิลแบบเม็ดลงสู่ในบ่อที่มีพื้นขนาด 200 ต.ร.ม. แบบให้อาหารอยู่กลางบ่อ แบบใช้ Real Time Clock เป็นตัว เก็บข้อมูลเวลาที่ให้อาหารเป็นช่วงเวลาโดยมีไมโครคอนโทรลเลอร์ (PIC16F877) เป็นตัวรับค่า

และประมวลผลหลักแล้วควบคุมมอเตอร์ในชุดเปิดปิดลิ้นให้อาหาร และควบคุมการ เคลื่อนตัวเครื่องเข้าฝั่งเมื่ออาหารหมด จากผลการทดลองพบว่า ทุ่นลอยสามารถรับน้ำหนักและทรงตัวได้ดีตัวเครื่องให้อาหารปลาบ่อพันธุ์ปลานิลแบบทุ่นลอยโดยพลังงานแสงอาทิตย์สามารถปล่อยอาหารได้แต่ยังมีติดขัด ที่ลิ้นเปิดปิดอาหาร

และกิตติพงษ์ พุ่มโภชนา (2549, บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาการวิเคราะห์และออกแบบวงจรแปลงผันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ สำหรับเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อกับระบบของการไฟฟ้า ผลการศึกษาพบว่า การวิเคราะห์และออกแบบวงจรแปลงผันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับสำหรับเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อกับระบบของการไฟฟ้าโดยใช้วงจรแปลงผันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสตรงแบบฟลายแบ็ก มีหม้อแปลงความถี่สูงเป็นตัวแยกกันทางไฟฟ้าและสร้างแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 400 V เพื่อป้อนเข้าสู่วงจรแปลงผันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับแบบเต็มบริดจ์ ที่มีการควบคุมกระแสแบบมอดูเลตความกว้างพัลส์ที่มีความถี่การสวิตช์คงที่และมีการชดเชยแบบป้อนไปหน้าเพื่อลดความผิดเพี้ยนของสัญญาณ วงจรต้นแบบได้มีการทดสอบเชื่อมต่อกับแรงดันการไฟฟ้า 220 V 50 Hz โดยรับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงด้านเข้าจากแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 36 V สามารถจ่ายกระแสเป็นรูปคลื่นไซน์มีผลรวมความผิดเพี้ยนของกระแส 6.3 % กำลังไฟฟ้าด้านออกสูงสุด 160 W ประสิทธิภาพสูงสุด 78.7 %