

# การพัฒนาเครื่องต้นแบบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ขนาด 10 - kw ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

บทคัดย่อ

แปลเรียบเรียงโดย สร้าวจ อินแบน \*

สำหรับประเทศที่กำลังพัฒนาหลายประเทศที่ได้ให้ความสนใจเกี่ยวกับการพัฒนาหมู่บ้านชนบทขนาดเล็ก โดยการที่จะใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 10 kW. เข้าในหมู่บ้านนั้น ลักษณะปัญหาทางด้านเทคนิคและส่วนเกี่ยวข้องอื่น ๆ หลายด้านมักจะเป็นปัญหาที่สำคัญมาก อุปกรณ์ต้นแบบเครื่องแรกได้กำหนดให้ทดลองได้แล้วที่ประเทศอินเดีย ปีพ.ศ. ๒๕๑๔ (๑๙๗๖) ซึ่งทั้งนี้ก็จะกล่าวถึงและแสดงข้อบกพร่องของแผนงานและการวางแผนโดยสังเขปต่อไป

บทนำ

ดังได้กล่าวแล้วว่าประเทศกำลังพัฒนาต้องการศึกษาวิจัยเพื่อให้ได้ผลทางด้าน *Solar Energy* ผลงานทางด้านพัฒนาพลังงานดวงอาทิตย์นี้จะต้องพัฒนาให้เหมาะสมกับเทคโนโลยีอื่น ๆ อีกด้วย ซึ่งก็สามารถพิจารณาแนวทางให้เหมาะสมกันทั้ง ๔ ประการ ดังนี้ ๑)

- การผลิตที่ให้ผลคุ้มค่า รวมถึงการสร้างประกอบติดตั้งที่ดี
- การใช้วัตถุดิบท้องถิ่นให้เป็นประโยชน์
- ผลิตรกรขนาดเล็ก
- เลือกกำหนดผลิตรกรให้เหมาะสมกับสังคมที่ค่อนข้างยากจนโดยอำนายผลโดยตรงและดีเท่าที่ควร

---

๑) เป็นแนวทางที่ประเทศเยอรมันวางไว้เพื่อการพัฒนาพร้อมกับประเทศกำลังพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีร่วมกัน

\* อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

เครื่องต้นกำลังผลิตไฟฟ้าดวงอาทิตย์ขนาดเล็กนี้ถูกเปิดประมุกต์ใช้กับหมู่บ้านขนาดเล็กที่ต้องพึ่งพาอาศัยพลังงานไว้ใช้สอยทางด้านเกษตรกรรมเป็นพื้นฐาน

พลังงานส่วนใหญ่นี่จะนำไปใช้ในส่วนมากได้แก่ช่วยการบริโภคน้ำใช้น้ำดื่ม การผลิตกรรมในครัวเรือนประเภทผลัดทางเกษตรกรรม การให้แสงสว่าง การอุตสาหกรรมขนาดเล็กในท้องถิ่น แม้ในบางครั้งอาจจะมีความจำเป็นทางด้านการใช้พลังงานไว้สำหรับการปั่นเห็งอีกด้วย

แต่ในขณะที่เดียวกันนี้ ยังมีความจำเป็นในด้านการวางโครงสร้างของเครื่องต้นกำลังขนาด 10 kW ด้วยพลังงานดวงอาทิตย์ โดยบริษัท Messerschmitt Bölkow - Blohm GmbH เมสเซอร์ชมิทท์ เบอลคอฟ โบลมฮ์ จำกัด แห่งสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน เป็นผู้ค้นคว้าวิจัยปัญหาสำคัญ ๆ ทางเทคโนโลยีอยู่ คาดว่า อุปกรณ์ทดลองเครื่องแรก (Prototype) ที่ผลิต สามารถติดตั้งทดสอบเป็นที่เรียบร้อยไปแล้ว และมีสัญญาการติดตั้งทดลองใช้ระหว่างองค์การเกี่ยวกับการค้นคว้าวิจัยทางเทคโนโลยีแห่งเยอรมันกับอินเดีย เพื่อหาข้อมูลทางด้าน economic และสมรรถนะของเครื่องในทางปฏิบัติจริง

ความต้องการและกฎเกณฑ์ประเมินผลคุ้มค่า

เครื่องต้นกำเนิดไฟฟ้าแสงอาทิตย์ขนาดเล็กจะให้ค่าทางไฟฟ้าสูงสุด 10 kW<sub>el</sub> และสำรองกระแสไฟฟ้าสำหรับกลางคืน 12 kWh (220 Volts 50 Hz) ความมุ่งหมายข้อแม้มีอยู่ว่าจะต้องติดตั้งในแนวต่ำกว่าเส้นรุ้ง ( $\neq 30^\circ$ ) เมื่อเป็นเช่นนี้แล้วการ Maintenance เครื่องหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ควรคล่องตัว และประสิทธิภาพสูงเพียงพอ เพราะว่าจะช่วยลดปัญหาอื่น ๆ ตามท้องถิ่นได้ลงบ้าง

ถึงกระนั้นก็ตามการเลือกระบบที่จะใช้สิ่งแวดล้อมทางกายภาพและสังคมทางธรรมชาติเป็นสิ่งที่ละเอียดเสียไม่ได้ หมายความว่าตำแหน่งที่ใช้สามารถให้ผลทาง

*Solar energy* เพียงพอหรือไม่ เพียงใด ยกตัวอย่างเช่น ขนาดของผลลัพธ์ที่ควรจะได้เป็นผลสะท้อนให้มีส่วนกำหนดการเลือกตัว *collector* หรือเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลรักษา ระบบการควบคุมดูแลจะต้องเข้าใจทางด้านเทคโนโลยีพอสมควร

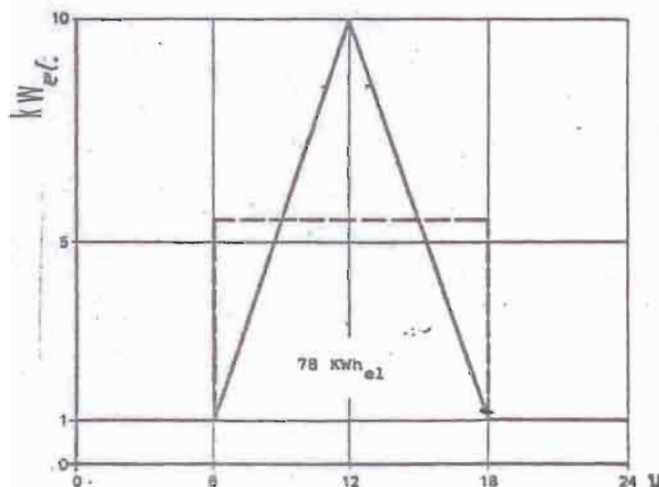
จึงพอสรุปได้ว่าผลที่จะสะท้อนให้พิจารณาต่อ *plant* ทั้งหมดเป็นดังนี้

| จุดมุ่งหวังทางด้านใด ๆ เช่น | คุณสมบัติ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| เทคนิค                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ความสามารถในการทำงาน ในที่นี้หมายถึง กำลังการใช้พลังงานจากดวงอาทิตย์</li> <li>- สร้างประกอบได้ง่ายรวดเร็ว อาจมีการเปลี่ยนแปลงกันได้</li> <li>- การทำงานได้อย่างมั่นคง ให้ผลที่แน่นอน</li> <li>- การควบคุมบังคับเป็นไปแบบง่าย ๆ เช่น ใช้ ในเวลากลางวันและกลางคืน เป็นต้น</li> </ul> |
| <i>economic</i>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ค่าราคาไม่แพงเกินไป</li> <li>- ค่าซ่อมแซมต่ำ</li> <li>- ราคาของอะไหล่ถูก</li> <li>- การขนส่งสะดวก ไม่ยุ่งยาก</li> <li>- ใช้ <i>energy</i> ช่วยสตาร์ทไม่สูงเกินควร</li> </ul>                                                                                                       |
| ความคงทนถาวร                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ความแข็งแรงทนทานเชิงกลดี</li> <li>- สามารถทนการเป็นสนิม</li> <li>- ทนอุณหภูมิทุกบรรยากาศได้ดี</li> </ul>                                                                                                                                                                           |

เนื่องจากการที่จะกำหนดค่าเหมาะสมของระบบอย่างคร่าว ๆ และค่ารายละเอียดต่าง ๆ ที่สัมพันธ์ต่อกัน โดยจะต้องอาศัยการวิเคราะห์ในทุกอุปกรณ์ที่มีอยู่ทั้งหมดที่เป็นไปได้ภายในระบบเสียก่อน ขณะเดียวกันนั้นควรนึกถึงด้วยว่า ส่วนประกอบต่าง ๆ ในระบบเป็นบางส่วนเท่านั้นที่สามารถใช้ร่วมกันได้ จากนั้นแล้วจึงจะพบว่าขอบเขตของระบบจะใช้ได้กว้างขวางเพียงใด

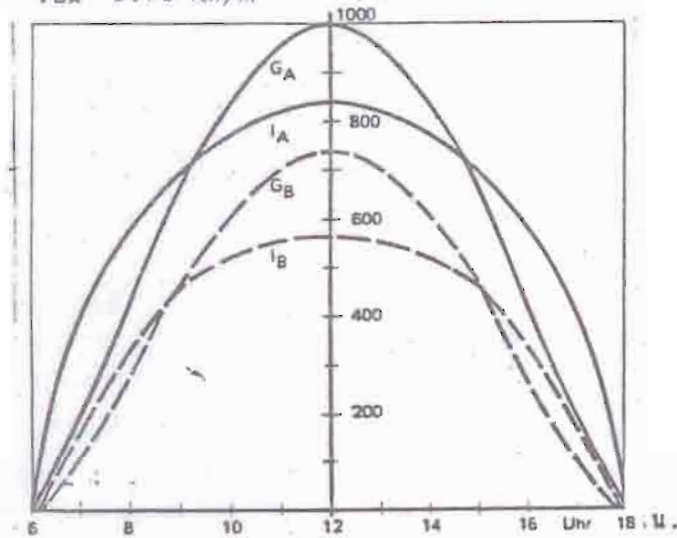
จุดของปัญหาแรกที่เราเห็นได้สำหรับการพิจารณาตัดสินใจก็คือระบบของ *Collector-cycle* ซึ่งราคา *Collector* และราคาของ *Heat Storage* รวมกันแล้วประมาณ ๔๐% ของราคาระบบทั้งหมด โดยที่ *Heat engine machine* ที่จะมีขนาดกำลังการผลิตไฟฟ้าได้  $10 \text{ kW}_{el}$  ได้นั้น อาจเป็นไปได้ว่าค่าใช้จ่ายเพื่อการพัฒนาอาจจะสูงกว่า *Collector* ก็ได้ ซึ่งยังไม่เป็นผลรายงานที่ชัดเจน

พื้นฐานต่อการปฏิบัติจะมีการคิดค่าสะสมพลังงานอย่างต่ำเฉลี่ยตลอดวัน (ดังรูป ๑) จะเห็นว่าเวลา ๖ นาฬิกา จนถึง ๑๘ นาฬิกา ค่าพลังงานสูงสุดจะอยู่ราว ๆ ๑๒ นาฬิกา คืออาจจะใช้ถึง  $10 \text{ kW}_{el}$  ซึ่งจะเพิ่มและลดลงก่อนและหลัง ๑๒ นาฬิกา ตามลำดับ ดังนั้นเมื่อคิดค่ากำลังไฟฟ้าตลอดวันเฉลี่ยแล้วควรจะได้  $5.5 \text{ kW}_{el}$  สำหรับตลอดระบบจะได้พลังงานที่นำมาใช้ถึง  $58 \text{ kWh}_{el}$  ซึ่งก็เป็นพลังงานที่จะสามารถช่วยประชากรที่อยู่ห่างไกลไม่เกิน ๔๐๐ คน



รูป ๑ ปริมาณพลังงานต่อวัน

ณ บริเวณต่ำกว่าเส้นรุ้ง ( $\pm 30^\circ$ ) ได้ทำการทดลองหา *Solar intensity* แล้ว  
ค่าที่วัดได้จะให้ประสิทธิภาพมากที่สุด คือ มีผลต่อการจะได้พลังงานดวงอาทิตย์ได้เกือบ  
ตลอดปี ค่าที่ได้จาก *curve* ในแต่ละวันเมื่ออากาศปลอดโปร่งปราศจากเมฆหมอก  
แสดงค่าที่ได้ไม่มีส่วนผิดพลาดเท่าใดนัก ในรูป ๒ ให้ค่าของ *Intensity cycle*  
ที่ลดค่าลงมาจาก  $1 \text{ kW/m}^2$  เป็น  $0.73 \text{ kW/m}^2$   $\text{Wh/m}^2$



รูปที่ ๒ แสดงลักษณะของ *Solar radiation*

$G_A$  = Total radiation with clear Sky

$G_B$  = Total radiation with cloudy Sky

$I_A, I_B$  = direct radiation

ตามตารางที่ ๑ ข้อมูลสำหรับ *Solar Radiation*

| กรณี | ค่าสูงสุด             | จำนวนในแต่ละวัน                 | ส่วนที่ <i>diffuse</i> |
|------|-----------------------|---------------------------------|------------------------|
| A    | $1 \text{ kW/m}^2$    | $7.2 \text{ kWh/m}^2 \text{ d}$ | 20 %                   |
| B    | $0.73 \text{ kW/m}^2$ | $5 \text{ kWh/m}^2 \text{ d}$   | 40 %                   |



จำนวนวันที่ให้ *Solar intensity* เดิมทีในหนึ่งปีแบบ *Type A* หรือ *Type B* เป็น *curve* ที่ขึ้นอยู่กับลักษณะอากาศเสียมาก และแปรเปลี่ยนไปโดยตำแหน่งที่ตั้งถึง ๔๐% หรืออาจจะเป็น ๑๐๐% ก็ได้ กรณี *Type A* อาจจะเป็น ๔๐% และ *Type B* ถึง ๑๐๐%

*Intensity distribution A* ตามรูป ๒ จะมีลักษณะพื้นฐานทำให้การวิเคราะห์ระบบและกะประมาณการดังต่อไปนี้

- ค่า *Intensity* สูงสุดช่วงเที่ยงวันของวันที่ดีที่สุดเป็น  $1000 \text{ W/m}^2$
- ค่าใกล้เคียงที่เป็นลักษณะของ *Sinusoidal* ปราศจากการที่ผลหรืออิทธิพลของสภาพอากาศเมฆหมอก ( $7.64 \text{ kWh/m}^2$ )
- ช่วงระยะที่พระอาทิตย์ขึ้นจนกระทั่งลง (๑๒ ชั่วโมง)

สำหรับการเลือกหาวิธีการที่จะจัด *Collector cycle* ที่ถูกต้องซึ่งระบุว่าพื้นที่ผิวของ *Collector* จะสัมพันธ์กับแสงตกกระทบของดวงอาทิตย์ที่เหมาะสมในแต่ละวันเพื่อให้ได้มาซึ่งค่าเหมาะสมดังกล่าวแล้ว ซึ่งนั่นก็คือทุก ๆ เที่ยงวัน แสงตกกระทบลงสู่ผิว *Collector* จำเป็นอย่างยิ่งที่กำหนดว่าต้องตั้งจากกันเสมอ ส่วนเรื่องของมุมเอียง ณ เวลาอื่นให้กำหนดเปลี่ยนแปลงไปตามตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ ความจำเป็นในลักษณะสภาพภูมิอากาศแวดล้อมให้ถือเอาว่า

- อุณหภูมิแวดล้อมเฉลี่ยขณะใช้งาน  $30^\circ \text{C}$
- *Emittance* =  $0.5$  สำหรับ  $250^\circ \text{K}$

แผงรับพลังงานแสงอาทิตย์และตัวสะสมพลังงานที่เหมาะสม (*Appropriated Solarenergy - Collectors and Energy Storage*)

ตามที่ได้อธิบายข้างต้นว่าขอข่ายการใช้ *Collector* ให้เป็นไปตามความต้องการโดยไม่มีความยุ่งยากสับสนและยังมีราคาไม่แพงเกินไป การทดลองให้ผลดี

เหมาะสมก็คือ *Collector* แบบแผ่นราบ (*Solar flat plate Collector*)

โดยมีสถานะภาพดังนี้

- เป็น *Collector* ให้อุณหภูมิระดับทำงานระหว่าง  $60^{\circ} - 100^{\circ} C$
- เป็น *Collector* ให้อุณหภูมิสูงกว่า  $100^{\circ} C$

ผลกระทบกระเทือนที่เกิดจากลมไหลผ่านตัว *Collector* นี้สามารถเลือกทำ *Collector* เป็นแบบผิวหน้าที่มีกระจกซ้อน ๒ ชั้น เป็นการช่วยไม่ให้อุณหภูมิภายในตัว *Collector* ถูกพาออกไปโดยเปล่าประโยชน์หรือไม่ก็อาจจะทำให้อุณหภูมิไม่คงที่สม่ำเสมอ ส่วนการทำงานภายในตัว *Collector* เป็นไปตามแบบไม่มีความดัน มีแต่เพียงน้ำที่รับความร้อนถึงจุดเดือดเท่านั้น

เพื่อเป็นการเลือกหาระบบของ *Collector-cycle* ที่มีราคาพอเหมาะและให้เป็นไปสู่จุดเป้าหมายทางด้านกำลังความสามารถของ *Collector* แบบต่าง ๆ เองด้วยแล้ว แนวทางความสัมพันธ์ด้านอื่น ๆ ที่ทำให้ทราบถึงราคาการลงทุนของ *cycle* นั้นชัดเจนไปอีก ซึ่งจะชี้แจงเปรียบเทียบในตารางที่ ๒ ต่อไป

ต่อไปนี้เป็นรายละเอียดข้อปลักย่อยของ *Collector* ที่มีการประดิษฐ์ในแบบต่าง ๆ

- 2-plate *Collector* สำหรับอุณหภูมิการทำงาน
- ใช้ *IR-Reflector* ทาด้านในของกระจกแผ่นนอก
- ใช้ *selective Coating* เป็นตัว *Absorber*
- 2-plate *collector* สำหรับใช้กับอุณหภูมิที่สูงกว่า *IR - Reflector* ( $130^{\circ} C$ )
- ให้มี *selective Coating*
- ให้มี *Vacuumisolation* อุณหภูมิทำงานเพิ่มค่าขึ้นเป็น  $150^{\circ} C$

ตารางที่ ๒ การเปรียบเทียบเพื่อกำหนดขนาดของ Collector-Storage System  
ที่มีขนาดของ Storage ที่  $20\text{m}^3$

| Collector Type                                       | 2-plate Collector | แบบ IR-Reflector | แบบ IR+ Selective Coating | 2-Plate Collector แบบ IR | NIR Selective Coating | IR Selective Coating และใช้เงิน Vanadium |
|------------------------------------------------------|-------------------|------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------------------------|
| ประสิทธิภาพของ Collector                             | 0.40              | 0.50             | 0.53                      | 0.25                     | 0.28                  | 0.66                                     |
| อุณหภูมิ (°C) Storage                                | 90                | 90               | 90                        | 130                      | 130                   | 150                                      |
| ประสิทธิภาพของ Thermal Energy                        | 0.08              | 0.08             | 0.08                      | 0.12                     | 0.12                  | 0.144                                    |
| ค่า Thermal Energy ที่ให้ได้อัน (kWh <sub>th</sub> ) | 975               | 975              | 975                       | 650                      | 650                   | 541                                      |
| Specific Energy demand                               | 3.06              | 3.82             | 4.05                      | 1.91                     | 2.14                  | 2.75                                     |
| Collector (m <sup>2</sup> )                          | 319               | 225              | 241                       | 340                      | 304                   | 197                                      |
| K <sub>x</sub> spec. Dm/m<br>ราคาต่อหน่วย ตารางเมตร  | 100               | 150              | 200                       | 180                      | 230                   | 300                                      |

เป็นราคาต่อตารางเมตรในเยอรมนี Dm = Deutsche Mark = 11.88 บาท



จากค่าเปรียบเทียบตามตารางที่ ๒ พบว่าค่าลงทุน *Collector* แบบ  
ง่าย ๆ อยู่ประมาณ  $100 \text{ Dm/m}^2$  โดยจะให้ผลการวิเคราะห์ได้โดยเลือกผลลัพธ์  
เป็นกรณี ดังนี้

- เป็นการแก้ปัญหาคำที่ดีที่สุด คือเลือกแบบ *2-plate Collector*  
ชนิดมีและไม่มี *IR-Reflector* สำหรับอุณหภูมิทำงานประมาณ  
 $90^\circ \text{C}$
- ปัญหาที่ค่อนข้างจะเสียค่าใช้จ่ายขึ้นอีกคือ ชนิดของ *cycle* ที่ใช้  
อุณหภูมิมากกว่า  $120^\circ \text{C}$  (ซึ่งแล้วแต่การสร้าง)
- เมื่อเทียบค่าที่ได้จริงจากการทดลองราคาต่อหน่วยพื้นที่ ประสิทธิภาพ  
กำลังงานต่อวันแล้ว การที่จะเลือก *Collector* ที่ประกอบด้วย  
*IR-Reflector* หรือ *Selective Coating* อย่างใดก็ตาม  
จะไม่เป็นจุดสนใจแต่อย่างใด

จากสาเหตุนี้เองที่จะเห็นคำตอบที่เด่นชัดว่าเป็นคำตอบที่เกี่ยวข้องกับ  
*economic*

#### Heat engine and Generator

ดังได้ทราบผลของการเลือกแบบ *Collector* แล้ว แต่ก็มีอุปกรณ์ *Heat engine*  
ซึ่งเป็นอุปกรณ์ส่วนประกอบที่สำคัญมากที่จะอำนวยความสะดวกและเป็นองค์ประกอบ  
ใหญ่อีกส่วนหนึ่งที่ใช้อุณหภูมิทำงาน *Working temperature*  $90^\circ \text{C}$  ( $130^\circ \text{C}$ )  
และอุณหภูมิของ *Process temperature* ค่าสุดประมาณ  $40^\circ \text{C}$

เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าน้ำ (*water*) ซึ่งเป็นตัวทำให้เกิดกำลัง  
งานในระบบแล้วยังมีตัว *freon* *R114*, *R11* และ *R113* ช่วยก่อให้เกิด *Working media*  
ได้เช่นกัน

จำนวนค่ากำหนดในระบบไฟฟ้าโดยใช้เครื่องไฟฟ้าระบบดวงอาทิตย์นี้ได้กำหนดแล้วว่าต้องนำกระแสขนาด  $10 \text{ kW}_{el}$  ที่  $220 \text{ Volts } 50 \text{ Hz}$  ทั้งนี้ค่า *Frequency Stabilization* ในส่วนของ *Generator* จะต้องพอเหมาะพอดี นั่นก็คือค่าความเร็วรอบของตัวขับจะต้องมีค่าตั้งแต่ 1500 ถึง 35000 รอบ/นาที เป็นการเหมาะสมที่สุดเมื่อใช้ระบบของเครื่องยนต์ขับแบบ *screw-expander turbine* ให้ใช้ *Freon* เป็น *Working Media* และเพื่อเป็นการหวังผลระยะยาวในลักษณะอายุการใช้งาน ค่าดูแลรักษาเครื่องยนต์แบบนี้มีรอบไม่สูงเกินไปนัก คือประมาณ ๖๐๐๐ รอบต่อนาที ทั้งยังให้ความคงทนสูง ลักษณะโครงสร้างเป็นแบบ *Compact type* ไม่ต้องใช้ระบบ *Valve* และทั้งนี้เป็น *Revolving Workmethod*.

#### Concept of $10 \text{ kW}_{el}$ small power plant (Solar Energy)

จากแนวทางซึ่งได้พิจารณาวิเคราะห์แล้วนั้น ซึ่งประกอบไปด้วยแนวทางของการเลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสม ค่าความสัมพันธ์ที่เป็นไปได้ของอุปกรณ์เอง ยังมีรายละเอียดพอสรุปได้ดังนี้:

รายละเอียดภายในระบบของชุดเครื่องต้นแบบ (*Prototype*)

หลักเกณฑ์ ประกอบด้วยตัว *Collector* แบบ *Flat type* ที่ไม่มี *Pressure Principle* ภายใน *Water Cycle* และ *Storage* การส่งถ่ายความร้อนเกิดขึ้นที่ตัว *heat exchanger* ให้กับ *Freon* ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวนำพาพลังงานไปสู่ระบบเครื่องยนต์

ระบบเครื่องยนต์  $13\text{-kW Screw-expander turbine}$  ต่อเข้ากับตัว *Machine System Generator* ไฟฟ้ากระแสสลับ *Working Media: R114*  
น้ำหล่อเย็นมีอุณหภูมิที่ตัว *Condensor: 35°C*

แผงรับความร้อน 2-plates MBB - Flat plate Collector ชนิด Rollbond  
Solar Collector AL - Absorber ขนาดความโตประมาณ 60 X 170 ซม.  
ต่อกันแบบ Parallel ซึ่งเมื่อตัวรวมกันแล้วรวม Collector area 320m<sup>2</sup>

ตัวกักสะสมพลังงาน 20 m<sup>3</sup> ทรงปริมาตรของถังเก็บน้ำ,  
Energy Storage ชุดแบตเตอรี่ ๔ ชุด แต่ละชุด ๔ ตัว 26 kWh<sub>el</sub>. และเครื่อง  
60 V (แรงเคลื่อนจ่ายไฟย่อย) เพื่อขับ pump และอุปกรณ์บังคับ  
ควบคุม

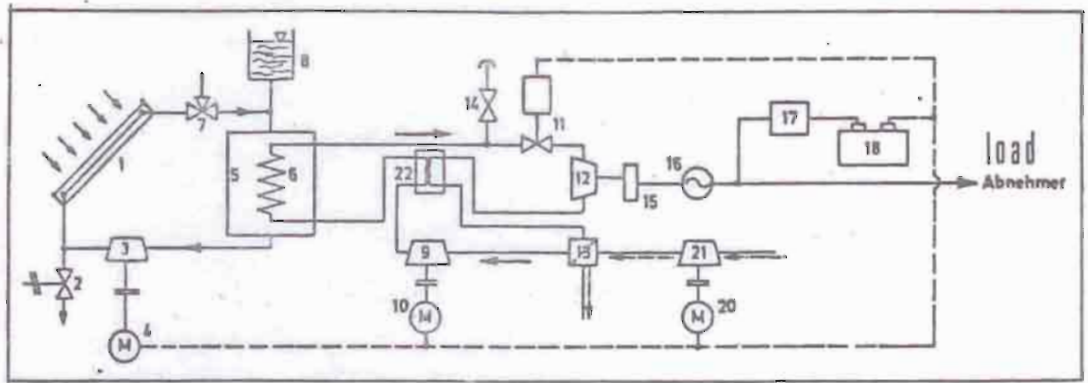
กำลังไฟฟ้า 10 kW<sub>el</sub>. (max.)  
Electric Power 1 kW<sub>el</sub>. (กำลังไฟฟ้าช่วงกลางคืน)

พลังงานที่ใช้ประโยชน์ 28 kWh<sub>el</sub>. Sunny day

ข้อดีพิเศษของ plants concept นี้ก็คือการใช้ Screw-expander  
ขับเคลื่อนตัว Generator โดยอาศัย Freon R114 เป็น Working Media

ในรูป.๓ เป็นการแสดงผังของระบบ Solar-power Plant โดยหลักการ  
สิ่งสำคัญอันดับแรกก็คือน้ำซึ่งบรรจุอยู่ใน Storage (5) เป็นตัวพาการถ่ายเท  
ความร้อนออกและเข้าระบบ Solar Collector (1) หมายถึงเมื่อคายความร้อนลง  
จะไหลเข้าตัว Collector และเมื่อรับความร้อนจาก Collector ก็จะไหลคืนสู่  
Storage อย่างเต็ม

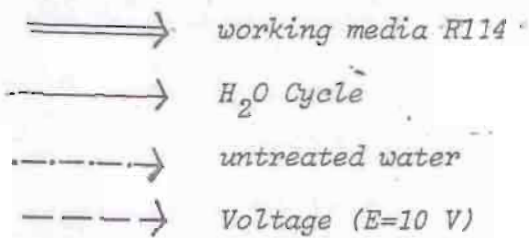
ผลพลอยได้มีส่วนคืออย่าว่าไม่จำเป็นต้องสร้างตัว heat exchanger ขึ้นอีก  
หนึ่งตัว เพราะตัว Water Storage ทำหน้าที่อยู่แล้ว และที่ตัว Storage ติดตั้ง  
equalizing-vessel (8) ขนาดเล็กเอาไว้เพื่อช่วยปรับจำนวนปริมาณน้ำภายในระบบ



รูป ๓ แสดงแผนผังระบบ Solar-power plant ขนาด 10 kW.

1. Solar Collector
2. delivery Valve
3. Circulation pump สำหรับ Solar Collector System
4. Motor สำหรับ Circulation pump
5. Storage
6. Evaporator
7. 3-ways Valve
8. Compensating Vessel
9. Circulation pump สำหรับ Working System
10. Motor สำหรับ circulation pump
11. Control Valve ติดกับ servomotor
12. Screw expander-turbine
13. Condensor

14. relief Valve
15. transmission
16. Generator
17. Battery charging set
18. Battery set สำหรับ control และ supply สำหรับ motor
19. Load
20. Motor สำหรับ untreated water-pump
21. Circulation pump สำหรับการส่ง untreated water
22. heat exchanger





ให้คงที่ตลอดเวลา นอกจากนั้นยังทำหน้าที่เป็น *Safety Valve* ให้กับ *Collector System* อีกด้วย

ใน *Evaporator* (6) ตัว *Medium* ของ *turbine* ซึ่งได้แก่ *Freon R 114* ( $C_2Cl_2F_4$ ) . ที่ความดัน 10.5 bar จะเป็นตัวพาความร้อนไปด้วยผ่าน *Control Valve* (11) เข้า *expander turbine* (12) ในลักษณะที่เป็น *satuated vapor* ทั้งหมด

ความร้อนที่ใช้ควบคุม *turbine* ในตอนกลางวันจะทำให้ *Generator* ขับเคลื่อนพลังงานไฟฟ้า 10 kW ขณะที่ช่วงเวลากลางคืนมีการสะสมพลังงานไฟฟ้าได้คงที่ตลอดคืนอีก 1 kW ถึงแม้จะมีการใช้ไฟฟ้าตอนกลางคืนอยู่บ้างก็ตาม ทั้งนี้โดยจะผลิตขึ้นได้โดยอาศัยความร้อนจาก *Storage* (5) ผ่านเข้า *turbine* ด้วยความเร็วรอบคงที่สม่ำเสมอพร้อมกันจะมีตัวปรับกำลังของ *Motor* ตัว *pump* (10)

หลังจากจังหวะ *Expansion* ที่ตัว *turbine* แล้ว ตัว *Medium* ที่ผ่านออกมาจะเข้า *heat exchanger* โดยยังมีความร้อนหลงเหลืออีกประมาณ ๖% ให้กับ *heat exchanger* (22) หลังจากนั้นจะเข้าไปผ่าน *Condensor* เป็นของเหลวที่ความดัน 3.15 bar

ในระบบ *Machine turbine* ทั้งหมดจะรับ *Freon R114* ประมาณ ๓๐ ลิตร เป็นตัว *Working Media*

สำหรับการ *Start* และการ *Charge* เข้าระบบ *Electrical Storage* จะใช้เวลาในการนี้ประมาณ ๑ วัน ซึ่งขณะนั้นในระบบใดจะไม่มีการดึงพลังงานออกไปใช้ นอกเสียจากระบบ *Collector* ซึ่งจะดึงพลังงานไฟฟ้าไปขับ *Circuration pump* (3) โดย *Motor* (4). เท่านั้น

ส่วนที่ตัว *Condensor* (13) จะต้องใช้น้ำเย็นประมาณ ๔ ลิตร/วินาที  
ที่อุณหภูมิสูงสุด  $35^{\circ}\text{C}$  เข้าไปผ่านโดยมี *pump* (21) เป็นตัวขับ ซึ่งที่น้ำหล่อเย็น  
จะมีอุณหภูมิที่สูงขึ้นอีก  $5^{\circ}\text{C}$

#### สรุป

การพัฒนาเครื่องต้นแบบนี้ถึงจะประสบผลสำเร็จเพียงใดก็ตาม เนื่องจาก  
ใช้ *Rankine cycle* อุณหภูมิที่ตัวรับแสงแผ่นราบ มีตัว *Freon* เป็นสารทำงาน  
ขับเคลื่อน *expander* ถึงจะมีการสร้างง่ายกว่าแบบอื่น ๆ แต่ประสิทธิภาพต่ำ จึงเหมาะ  
กับงานกำลังขนาดเล็ก

#### ข้อเสนอแนะการประยุกต์ในประเทศไทย

ถึงแม้ว่าสถาบันภายในประเทศจะค้นคว้าทดลองลักษณะแบบของ *Flat -  
plate Solar Collector* ได้ผลเป็นที่พอใจแล้วก็ตาม แต่ปัญหาด้านราคา *turbine*  
และอุปกรณ์ในส่วนต่าง ๆ คงจะต้องมีราคาสูงอยู่ในระยะแรก แต่ก็น่าที่จะจัดหาอุปกรณ์  
ตลอดจนระบบที่สำคัญไว้ทดลอง เพื่อหาข้อมูลที่แท้จริงภายใต้สิ่งแวดล้อมแต่ละท้องถิ่นของ  
ประเทศ ซึ่งย่อมที่จะเป็นไปได้ในอนาคต

#### เอกสารอ้างอิง

*Forschung Aktuell*

*Herausgeber : Hans Matthöfer*

*Thema : Prototypenentwicklung eines*

*10 kW - Klein Sonnenkraftwerkes*

*Dipl. - Ing. H. Hopmann*

*Messerschmitt - Bolkow - Blohm GmbH.*