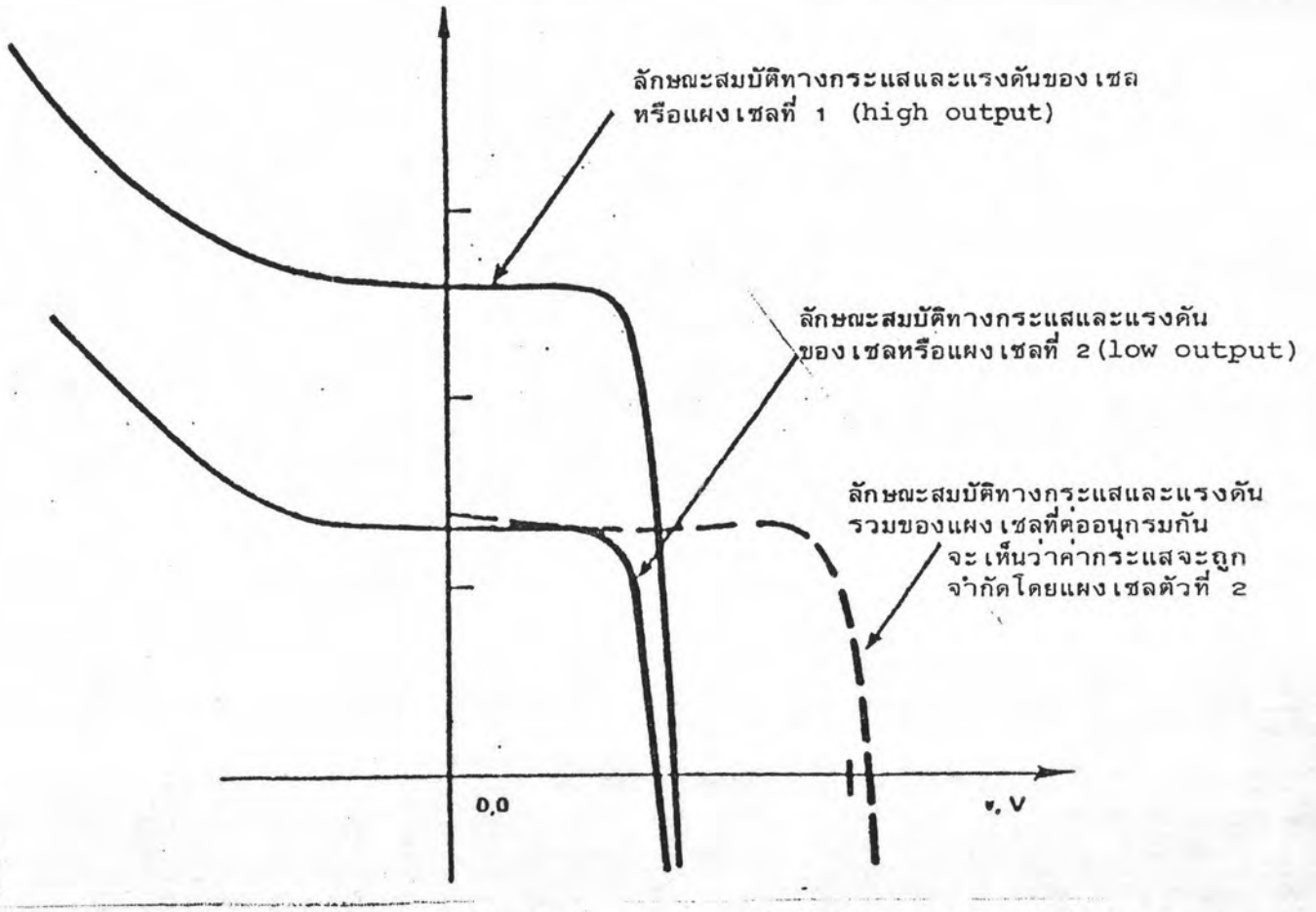
# บทที่ 6

## การวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าไฟโตโวลตาอิคที่ออกแบบสำหรับหมู่บ้านชนบทไทย

หลังจากที่ได้ออกแบบระบบไฟฟ้าไฟโตโวลตาอิค ซึ่งมีขนาดเหมาะสมกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าภายในหมู่บ้านชนบทไทยที่ได้ประเมินปริมาณการใช้ไฟฟ้าภายในหมู่บ้านขึ้นดังกล่าวแล้ว สิ่งที่จะต้องพิจารณาต่อไปก็คือการวิเคราะห์การทำงานของระบบ เช่นการลัดวงจรหรือการเปิดวงจรที่แผงเซลแสงอาทิตย์ การเกิดการบังเงา (Shading) ในบางส่วนของแผงเซลแสงอาทิตย์ หรือเซลล์ที่มีลักษณะสมบัติกระแส - แรงดันไม่เท่ากัน เป็นต้น อย่างไรก็ดีผลของการนำเอาเซลแสงอาทิตย์หรือแผงเซลแสงอาทิตย์ย่อยที่เรียกว่าโมดูล ที่มีลักษณะสมบัติกระแส - แรงดันไฟฟ้าที่ไม่เท่ากันมาต่อกันเป็นขนาดแผงเซลแสงอาทิตย์ จะมีผลต่อการทำงานและประสิทธิภาพของแผงเซลแสงอาทิตย์ กล่าวคือ เมื่อนำเอาแผงเซลแสงอาทิตย์ย่อย (โมดูล) มาประกอบเป็นแถวแผง (อาเรย์) เพื่อให้ได้ลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าที่เหมาะสมต่อการใช้งาน ก่อนที่จะใช้นำไปติดตั้งควรที่จะทดสอบแต่ละแผง เพื่อเลือกแผงย่อยที่มีลักษณะสมบัติทางกระแสและแรงดันไฟฟ้าที่มีลักษณะเหมือนกัน (Identical) ทั้งนี้เพราะถ้าตัวเซลแสงอาทิตย์หรือแผงย่อยใด มีลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าที่เลว ก็จะเป็นตัวกำหนดลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าของตัวเซลอื่นหรือแผงย่อยอื่น กล่าวคือถ้านำเอาเซลแสงอาทิตย์หรือแผงย่อยที่มีกำลังไฟฟ้าออก (output) ต่างกันมาต่ออนุกรมกัน ผลที่ได้ตามมาจะพบว่าตัวที่มีกำลังไฟฟ้าออกที่ต่ำกว่าจะเป็นตัวกำหนดค่าผลรวมของกำลังไฟฟ้าออก ดังรูปที่ 6.1 [8] และเนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างกระแสและแรงดันไฟฟ้าของแผงเซลแสงอาทิตย์จะมีลักษณะเหมือนกับเซลแสงอาทิตย์เพียงเซลเดียว เพียงแต่ขนาดของกระแสและแรงดันไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้น ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนเซลที่มาต่อขนานหรืออนุกรม ดังนั้นจึงมีข้ออนุโลมเกี่ยวกับการเลือกแผง โดยที่ถ้าหากต้องการนำแผงเซลย่อยมาอนุกรม ก็ควรเลือกแผงที่มีค่ากระแสลัดวงจรในแต่ละแผงให้เท่ากัน หรือใกล้เคียงกันที่สุด โดยอาจจะไม่ต้องคำนึงถึงด้านค่าแรงดันเปิดวงจรมากนัก ในทำนองเดียวกันถ้าหากต้องการนำแผงเซลย่อยมาขนานกัน ก็ควรเลือกแผงที่มีค่าแรงดันเปิดวงจร ในแต่ละแผงให้เท่ากัน หรือใกล้เคียงกันที่สุดโดยอาจจะไม่



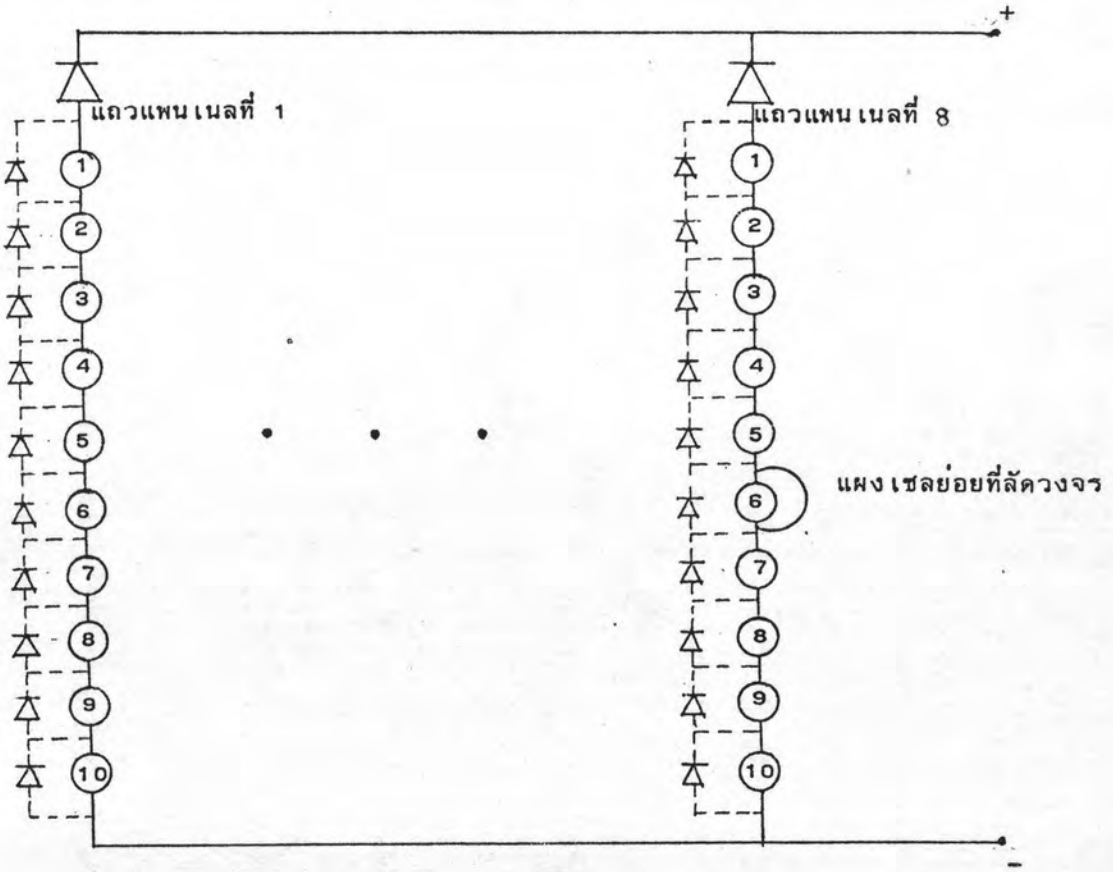

รูปที่ 6.1 แสดงการต่อเซลที่อนุกรม โดยที่ตัวแผงเซลที่เลวกว่าเป็นตัวกำหนดลักษณะสมบัติรวม

ต้องคำนึงถึงค่ากระแสลัดวงจรมากนัก การเลือกแผงเซลย่อยที่มีลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าที่เหมือนกันจึงเป็นสิ่งสำคัญประการแรกก่อนที่จะนำมาคิดตั้งในระบบ และเมื่อนำแผงเซลแสงอาทิตย์ที่ต่อกันในลักษณะที่เหมาะสมไปใช้งาน อาจเกิดเงื่อนไขที่ผิดปกติขึ้นในแบบต่างๆ ดังนี้

## 6.1 เงื่อนไขผิดปกติเกี่ยวกับเซลลัดวงจร

ในระบบไฟฟ้าไฟโตไวลตาอิคที่ต้องการกำลังไฟฟ้าสูงขึ้นไป เรามีความจำเป็นที่จะต้องนำ แผงเซลมาต่อแบบอนุกรม - ขนาน หรือแบบขนาน - อนุกรม แล้วแต่ความต้องการ การนำเอาเซลแสงอาทิตย์จำนวนมากๆ มาต่อกัน อาจจะมีผลเสีย

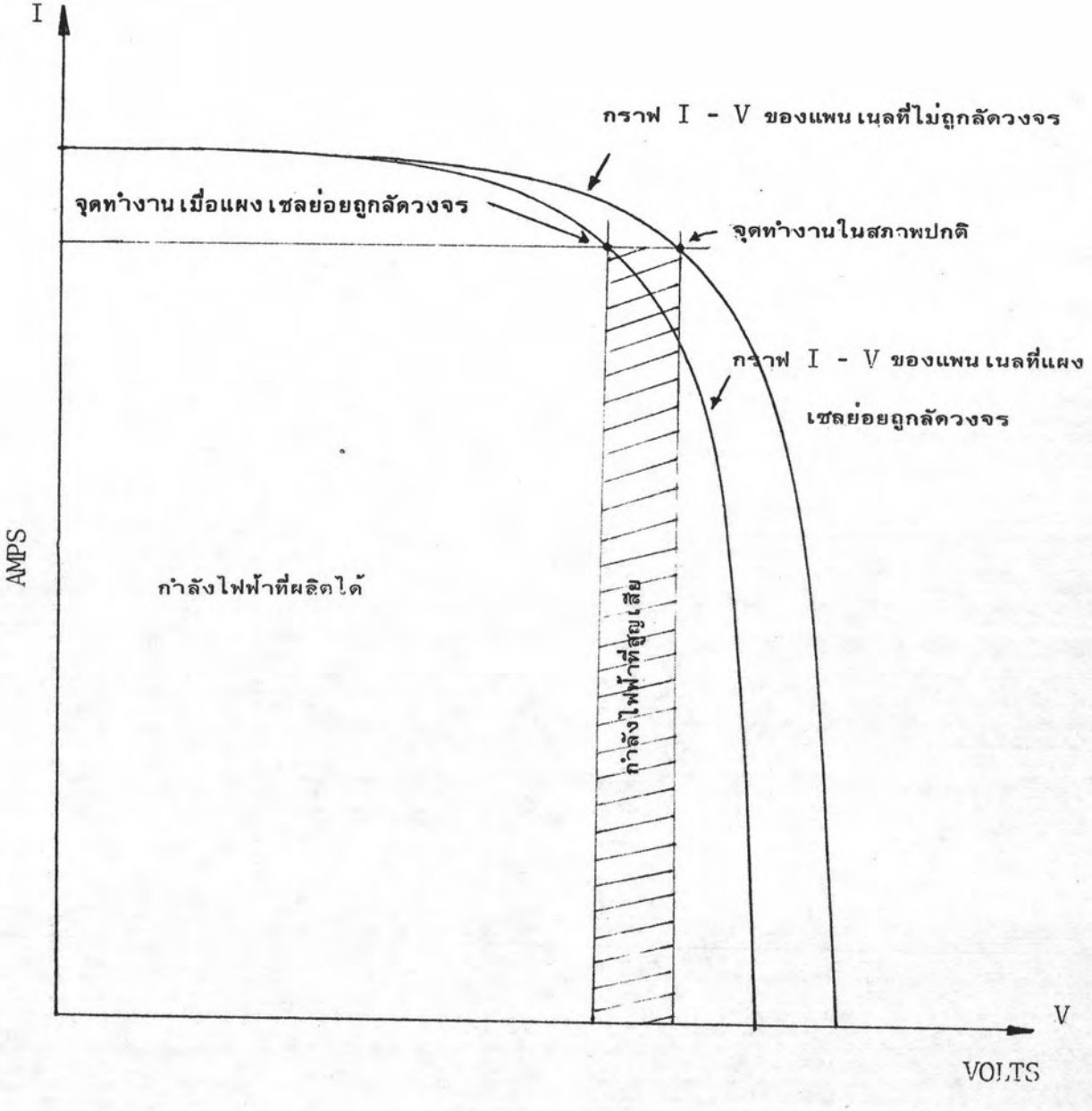
ต่อความเชื่อถือได้ของระบบ เช่น กรณีที่เซลถูกลัดวงจร เราอาจจะพิจารณากรณีได้โดยการนำเอาวิธีการต่อเซลแสงอาทิตย์ในระบบ 2.72 $KW_p$ ที่ได้ออกแบบไว้มาพิจารณา ดังภาพที่ 3.6 ซึ่งเป็นการต่อเซลแสงอาทิตย์ที่ได้ออกแบบไว้เป็นแบบลักษณะอนุกรมขนาน ถ้าหากแผงเซลแสงอาทิตย์ย่อยแผงใดแผงหนึ่งในแถวแพนเนลที่อนุกรมกันเกิดลัดวงจร เพื่อที่จะอธิบายให้ง่ายขึ้นพิจารณาได้จากรูปที่ 6.2




รูปที่ 6.2 แสดงการถูกลัดวงจรของแผงเซลแสงอาทิตย์

โดยการสมมติว่า แผงเซลย่อยตัวที่ 6 ในแถวแผงแพนเนลที่ 8 เกิดการลัดวงจรขึ้น กำลังไฟฟ้าที่จะได้จากแผงเซลย่อยตัวที่ 6 จะสูญเสียไป ในสภาวะปกติเซลในแถว

แพน เนลหนึ่งจะให้กำลังไฟฟ้าสูงสุด คิด เป็นแรงดันไฟฟ้า 146 Vdc. และกระแส ไฟฟ้า 2.33 Adc. ตามที่ได้ออกแบบไว้ ดังนั้นในแถวแพน เนลที่ ๘ แรงดันไฟฟ้า เปิดวงจรของแถวจะน้อยกว่าแพน เนลอื่นที่แผง เซลย่อยในแถวไม่ถูกลัดวงจร ลักษณะ เช่นนี้ก็ เหมือนกับการนำ เอาแผง เซลที่มีลักษณะสมบัติทางกระแสและแรงดันไฟฟ้า (I - V curve) ที่ไม่ เหมือนกันมาต่อขนานกัน ซึ่งทำให้แผง เซลที่มีแรงดัน เปิดวงจร ต่ำกว่า เป็นตัวจำกัดแรงดัน เปิดวงจรของระบบ เป็นผลให้กำลังไฟฟ้ารวม (output) ต่ำกว่าสภาพการณ์ทำงานปกติ ซึ่งสามารถที่จะหาค่าการสูญ เสียและกำลังไฟฟ้ารวม ของระบบได้ โดยการนำ เอาลักษณะสมบัติทางกระแสและแรงดันไฟฟ้าของแผง เซลมา ทำการวิ เคราะห์ ซึ่งต้องอาศัยวิธีการใน เชิงปฏิบัติหรือจะต้องมีการทดลอง เพื่อหา I - V curve ตามสภาพความ เป็นจริง อย่างไรก็ตามพอที่จะกล่าวได้อย่างคร่าว ๆ ได้ตามรูปที่ ๖.๒ ข) ถ้าลักษณะ I - V curve ที่ได้มา เป็นไปตามนี้ ก็จะหาค่า การสูญ เสียในระบบได้ ณ ค่าความ เข้มแสงที่ค่าหนึ่ง และ เนื่องจากกระแสลัดวงจร ($I_{sc}$) ที่แพน เนลที่ ๘ ผลิตออกมายังคง เป็นค่า เดียวกับแพน เนลอื่นที่แผง เซลย่อยไม่ ถูกลัดวงจร เพียงแต่ค่าแรงดัน เปิดวงจรของแพน เนลที่ ๘ จะต่ำลงกว่าแพน เนลอื่น ถึงแม้ว่าแรงดัน เปิดวงจรของแพน เนลอื่นจะมีค่ามากกว่าแพน เนลที่ ๘ ก็ตาม จะไม่ มีกระแสไฟฟ้าไหล เข้าไปในแพน เนลที่ ๘ เพราะในทางปฏิบัติจะมีการใส่ตัวบล็อกกิ้ง-ไดโอดไว้ในแต่ละแถวแพน เนล เป็นการป้องกันไม่ให้กระแสไหลย้อนกลับดังได้กล่าวมา แล้ว การหาค่าการสูญ เสียในระบบ เนื่องจาก เซลถูกลัดวงจร สามารถพิจารณาได้ ตามรูปที่ ๖.๒ ข) ดังนี้




รูปที่ 6.2 ข) การหาจุดทำงานของแผงเซลในกรณีที่แผงเซลย่อยถูกลัดวงจร

## 6.2 เงื่อนไขผิดปกติเกี่ยวกับเซลวงจรเปิด

จากการออกแบบในระบบไฟฟ้าไฟโตโวลตาอิคที่ผ่านมา การต่อแผงเซลแสงอาทิตย์จะเป็นลักษณะแบบอนุกรม - ขนาน ซึ่งเมื่อเกิดการผิดปกติเกี่ยวกับเซลวงจรเปิดในแผนเนลหนึ่งแผนเนลใดแล้ว จะทำให้กำลังไฟฟ้าของเซลที่อยู่ในแผนเนลที่วงจรเปิดสูญเสียไปทั้งแถว กล่าวคือ ถ้าสมมุติว่าถ้าแผงเซลย่อยระหว่างแผงที่ 5 และ 6 ในแถวแผนเนลที่ 8 (ตามรูปที่ 6.2) เกิดวงจรเปิดขึ้น ผลที่ตามก็คือ กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ของแถวแผนเนลที่ 8 ที่ต่อกับเซลวงจรเปิดจะสูญเสียไป แต่แผนเนลอื่นที่ไม่ผิดปกติก็ยังคงผลิตกำลังไฟฟ้าไปใช้ได้เหมือนเดิม เนื่องจากเซลแสงอาทิตย์ในแต่ละแถวสามารถให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดคิดเป็นแรงดัน 146 Vdc. และกระแส 2.33 Adc. ถ้าระบบไฟโตโวลตาอิคขนาด 2.72 $KW_p$ (30 หลังคาเรือน ตามโหลดที่ประเมินไว้) แถวหนึ่งแถวใดเกิดวงจรเปิดขึ้น จะทำให้

กำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไปมีค่า = 146 × 2.33 = 0.34 $KW_p$

กำลังไฟฟ้าที่จ่ายออก 2.72 - 0.34 = 2.38 $KW_p$

ในทำนองเดียวกันถ้าแผงเซลเกิดวงจรเปิดมากกว่า 1 แถวแผนเนล สามารถแสดงได้ตามตารางที่ 6.2 ดังนี้

| แถวแผงเซลแสงอาทิตย์ ในระบบที่ประกอบด้วยจำนวนแพนเนลที่ขนานกัน | | | | |
|---|---|---|---|---|
| จำนวนแถวแพนเนลที่เปิดวงจร | กำลังไฟฟ้าสูญเสีย | กำลังไฟฟ้าที่จ่ายออก | | |
| | | 2.72 $KW_p$ | 5.44 $KW_p$ | 9.87 $KW_p$ |
| 1 | 0.34 | 2.38 | 5.10 | 9.53 |
| 2 | 0.68 | 2.04 | 4.76 | 9.19 |
| 3 | 1.02 | 1.70 | 4.42 | 8.85 |
| 4 | 1.36 | 1.36 | 4.08 | 8.51 |
| 5 | 1.70 | 1.02 | 3.74 | 8.17 |
| 6 | 2.04 | 0.68 | 3.40 | 7.83 |
| 7 | 2.38 | 0.34 | 3.06 | 7.49 |
| 8 | 2.72 | 0 | 2.72 | 7.15 |
| 9 | 3.06 | × | 2.38 | 6.81 |
| 10 | 3.40 | × | 2.04 | 6.47 |
| 11 | 3.74 | × | 1.70 | 6.13 |
| 12 | 4.08 | × | 1.36 | 5.79 |
| 13 | 4.42 | × | 1.02 | 5.45 |
| 14 | 4.76 | × | 0.68 | 5.11 |
| 15 | 5.10 | × | 0.34 | 4.77 |
| 16 | 5.44 | × | 0 | 4.43 |
| 17 | 5.78 | × | × | 4.09 |
| 18 | 6.12 | × | × | 3.75 |
| 19 | 6.46 | × | × | 3.41 |
| 20 | 6.80 | × | × | 3.07 |
| 21 | 7.14 | × | × | 2.73 |
| 22 | 7.48 | × | × | 2.39 |

| แถวแผงเซลแสงอาทิตย์ ในระบบที่ประกอบด้วยจำนวนแพนเนลที่ขนานกัน | | | | |
|---|---|---|---|---|
| จำนวนแถวแพนเนลที่เปิดวงจร | กำลังไฟฟ้าสูญเสีย | กำลังไฟฟ้าที่จ่ายออก | | |
| | | 2.72 $KW_p$ | 5.44 $KW_p$ | 9.87 $KW_p$ |
| 23 | 7.82 | × | × | 2.05 |
| 24 | 8.16 | × | × | 1.71 |
| 25 | 8.50 | × | × | 1.37 |
| 26 | 8.84 | × | × | 1.03 |
| 27 | 9.18 | × | × | 0.69 |
| 28 | 9.52 | × | × | 0.34 |
| 29 | 9.87 | × | × | 0 |
| | | 30 | 60 | 100 |
| | | จำนวนหลังคาเรือน | | |

หมายเหตุ : ค่ากำลังไฟฟ้าเป็น $KW_p$

: × หมายถึงแถวแพนเนลที่ไม่มีในระบบ

ตารางที่ 6.1 แสดงผลของการเกิดวงจรเปิด ในลักษณะจำนวนแพนเนลที่ต่างกัน ของระบบไฟฟ้าไฟโตโวลตาอิคที่มีขนาดและจำนวนหลังคาเรือนต่างกัน (ตามที่ออกแบบไว้ข้างต้น)

สำหรับระบบที่ใหญ่ขึ้นจะมีลักษณะการคิดในทำนองเดียวกันกับที่ได้กล่าวมาแล้ว อย่างไรก็ตาม การเกิดเงื่อนไขผิดปกติที่แถวแผงเซลแสงอาทิตย์ ยังมีลักษณะการเกิดอีกอย่างหนึ่งซึ่งเรียกว่า การบังเงา (Shading) ซึ่งจะทำให้เซลหรือกลุ่มของเซลนั้นเสียหายได้ ในตอนต่อไปนี้จะพิจารณาถึงกรณีที่เซลต่อขนานกัน ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับการต่อแผงเซลแสงอาทิตย์ในระบบที่ได้ออกแบบไว้

## 6.3 เงื่อนไขผิดปกติเกี่ยวกับการที่แผงเซลถูกบัง

ในระบบที่ออกแบบไว้นั้นแสดงการต่อได้ตามรูปที่ 3.6 เราสามารถที่จะคิดจำนวนโมดูลที่ต่ออนุกรมกันอยู่ในแถวแผนเนลเดียวกันให้เป็นแผงเซลย่อยแผงหนึ่ง หรือมองให้เป็น element เดียวกัน [8] ตามรูปที่ 6.3 ในกรณีที่มีเซลหรือแผงเซลย่อยจำนวน n เซลหรือแผงขาต่อขนานกัน เมื่อแผงหนึ่งถูกบังแสง แผงนั้นย่อมจะถูกไบอัสตาม [8] อธิบายได้ตามรูปที่ 6.3 ข. ซึ่งเป็นวงจรสมดุลย์ของแผงเซลแบบต่อขนาน จะเห็นว่าเซลที่ถูกบังแสงนั้น ขณะนี้เปรียบเสมือนไดโอด ซึ่งถูกไบอัสตามด้วยแรงดัน V จากแผงเซลที่ทำงานตามปกติ

สมมุติว่ามีจำนวนแผงเซล $\eta$ แผง ขนานกันอยู่พบว่า [8]

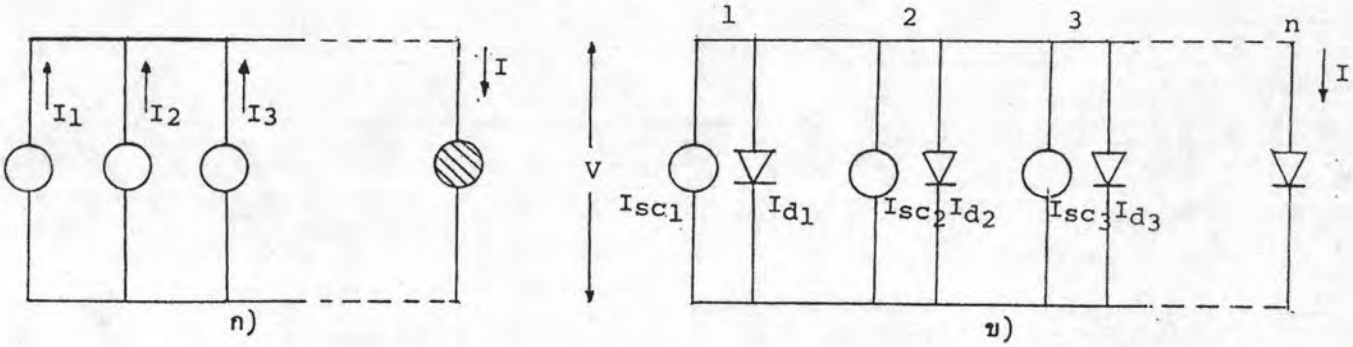
$$(n - 1)(I_{sc} - I_D) = I \quad \ldots\ldots\ldots (6.1)$$

เมื่อ

$I_{sc}$ คือ กระแสที่เกิดจากแสงอาทิตย์

$I_D$ คือ กระแสภายในของเซล (Internal diode current)

$I$ คือ กระแสไหลในเซลที่ถูกบัง




รูปที่ 6.3 ก) การถูกไบอัสตามของเซลที่ถูกบังแสงในแผงเซลต่อขนาน

ข) วงจรสมมูลย์ของ ก)

ในกรณีที่แผงเซลมีลักษณะเหมือนกัน (Identical) เมื่อแผงเซลใดแผงเซลหนึ่งถูกบัง จะทำให้ $I_{sc}$ ของแผงเซลนั้นลดลง อันจะทำให้แรงดันของแผงเซลนั้นลดลง แต่เนื่องจากเซลทั้งหมดต่อขนานกันอยู่ ดังนั้นแผงเซลที่ถูกบังจะถูกไบอัสตามเพื่อให้แรงดันเท่ากันกับเซลที่ไม่ถูกบัง กระแสที่ไหลผ่านไดโอด Id ก็เท่ากับ I ด้วย

เราทราบว่า จากคุณสมบัติของไดโอด พบว่า [8]

$$I = I_o \left(\exp \frac{V}{AV_T} - 1\right)$$

โดยการประมาณให้ $I_o$ มีค่าน้อยมาก, $I = I_o \left(\exp \frac{V}{AV_T}\right)$ .....(6.2)

จากสมการ (6.1) และ $I = Id$ พบว่า

$$I = \frac{n-1}{n} \cdot I_{sc} \qquad .....6.3)$$

จากสมการ (6.3) จะเห็นว่า ถ้าจำนวนแผงเซลที่ขนานกันมีจำนวนมากใกล้อนันต์ (Infinity) กระแสที่ไหลในแผงเซลที่ถูกบังแสง ย่อมเข้าใกล้กระแสลัดวงจร พลังงานแผ่ความร้อน (Power dissipation) ในกรณีนี้เป็นไปตาม

$$\lim_{n \to \infty} Pd = I_{sc} \cdot V_oc \qquad .....(6.4)$$

Pd คือ พลังงานแผ่ความร้อน

จะเห็นได้ว่า ถึงแม้จะมีจำนวนเซลหรือแผงเซลที่มาต่อกันมากมายอย่างไรก็ตาม ค่ากระแสที่ไหลเข้าในเซลจะมีค่าไม่เกิน $I_{sc}$ และแรงดันคร่อมเซลจะมีค่าไม่เกิน $V_oc$ ดังนั้นกำลังสูงสุดที่แผงเซลที่ถูกบังแสงได้รับ จะมีค่าไม่เกิน Isc . $V_oc$ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะไม่ทำให้แผงเซลเสียหายได้

ในกรณีที่แรงดันเปิดวงจรของแผงเซลที่ถูกบัง มีค่าน้อยกว่าแรงดันเปิดวงจรของกลุ่มแผงเซลที่ไม่ถูกบังแล้ว กระแส I ที่ไหลเข้าเซลที่ถูกบัง อาจจะมีค่ามากกว่า Isc ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของ $V_oc$ และค่าความแตกต่างนี้จะเป็นตัวกำหนดจำนวนเซลหรือแผงเซลสูงสุดที่จะมาขนานกันโดยเซลไม่เสียหาย เมื่อถูกบังแสง จากการวิเคราะห์สมการที่จะนำไปหาค่า I พบว่า [8]

$$I = \frac{(n - 1) \cdot Isc}{(n - 1) \exp\left(\frac{-\Delta Voc}{AV_T}\right) + 1} \quad \ldots\ldots\ldots(6.5)$$

$$Voc = Voc - V^*oc \quad \ldots\ldots\ldots(6.6)$$

Voc คือ แรงดันเปิดวงจรของแผงเซลที่ไม่ถูกบังแสง

$V^*oc$ คือ แรงดันเปิดวงจรของแผงเซลที่ถูกบังแสง

A คือ แฟคเตอร์แห่งความสมบูรณ์แบบ (Junction perfection factor)

$V_T$ คือ แรงดันจากความร้อน (Thermal Voltage)

$V_T = KT/g$ หน่วยเป็นโวลต์

K คือ ค่าคงที่โบลท์ซแมน มีค่า $1.38 \times 10^{-23}$ จูลต่อองศาสัมบูรณ์

T คือ อุณหภูมิของเซล หน่วยเป็นองศาสัมบูรณ์

g คือ ประจุไฟฟ้าอีเลคตรอน มีค่า $1.602 \times 10^{-19}$ คูลอมบ์

พลังงานแผ่ความร้อนในเซลที่ถูกบังแสงหาได้จาก [8]

$$Pd = VI \quad \ldots\ldots(6.7)$$

จากสมการที่ 6.5 นำไปหากระแสไหลในแผงเซลที่ถูกบังแสง เมื่อ Voc ของเซลไม่เท่ากับเซลที่ได้รับแสง และจะเห็นว่าเมื่อ $\Delta$ Voc มีค่ามากขึ้น ค่าของ $\exp\left[\frac{-\Delta Voc}{AV_T}\right]$ ย่อมน้อยลง และมีค่าน้อยกว่า 1 ทำให้ค่า I มีค่ามากกว่า Isc

สมมุติว่ากรณีที่แผงเซลทุกแผงมีลักษณะสมบัติเหมือนกันตามที่ได้ออกแบบไว้ และถ้าแผงแพนเนลที่ 8 (ตามรูปที่ 6.2) ถูกบังแสงทุกแผงในแถว ค่ากระแสที่ไหลในแผงเซลที่แพนเนล 8 จะหาได้ดังนี้

เมื่อเซลทุกแผงทำงานปกติ ในแต่ละแถวจะมี Isc = 2.59 Adc. และ Voc = 18.5 × 10 = 185 Vdc. (ตามตารางที่ 3.1) โดย n ในที่นี้มีค่า = 8

จากสมการที่ (6.3) พบว่า

$$I = \frac{8 - 1}{8} \times 2.59 = 2.266 \text{ Adc.}$$

โดยที่กำลังไฟฟ้าที่ได้รับจะมีค่าไม่เกิน ตามสมการ (6.4)

$$Pd = 2.59 \times 185 \approx 479.15 \text{ Watts}$$

สำหรับค่าจำนวนแถวแพนเนล (n) มีค่ามากขึ้น ก็สามารถหาค่า I และ Pd ได้ตามลักษณะเดียวกัน แต่ในทางปฏิบัติจะมีบล็อกกิ้งไดโอด ต่ออยู่ในแต่ละแถว

## 6.4 การวิจัยสมรรถนะของระบบ

ระบบไฟฟ้าไฟโตไวลตาอิคที่เป็นกระแสตรงและกระแสสลับ ประสิทธิภาพและการทำงานของระบบจะดี ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่นข้อมูลเกี่ยวกับสถานที่ที่จะใช้ในการติดตั้งระบบในด้านพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้รับ ปัญหาเกี่ยวกับการควบคุมระบบให้มีสภาพการทำงานที่เหมาะสมกับปริมาณแสงอาทิตย์ที่เข้ามา และกำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลด หรือสมรรถนะที่ดีของอุปกรณ์ที่ใช้ เป็นต้น อย่างไรก็ตามทั้งแบบกระแสตรงและกระแสสลับ ยังต้องมีการพิจารณาถึงความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในสถานที่แยกอิสระจากแหล่งพลังงานอื่นๆ เช่นในหมู่บ้านชนบทไทยที่ยังไม่มีไฟฟ้าใช้ สภาพท้องถิ่นของชนบทจะเป็นส่วนที่จะเลือกใช้ในระบบใดได้ดีกว่ากัน อาจจะต้องคำนึงถึงด้านเศรษฐกิจและสังคม เข้าไปมีส่วนในการพิจารณาด้วย

### 6.4.1 การเปรียบเทียบระบบไฟฟ้าไฟโตไวลตาอิค ชนิดโหลดที่เป็นกระแสไฟฟ้าตรงกับโหลดที่เป็นกระแสไฟฟ้าสลับ

จากการออกแบบระบบไฟฟ้าไฟโตไวลตาอิคที่ผ่านมา ทั้งกระแสตรงและกระแสสลับ พอที่จะกล่าวเปรียบเทียบด้าน performance ของระบบในด้านองค์ประกอบที่สำคัญได้ดังนี้

ก) ข้อมูลแสงอาทิตย์

เมื่อจะมีการนำเอาระบบไฟฟ้าไฟโตไวลตาอิคมาติดตั้ง ก่อนอื่นจะต้องมีการวิเคราะห์เกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์ ณ สถานที่ ตำแหน่งที่ใช้ในการติดตั้งระบบ ใน

ทางปฏิบัติสามารถนำ เครื่องวัดไปทำการวัดที่ดังกล่าว ต้องมีการบันทึกสถิติปริมาณแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบ เป็นรายวัน ๆ เดือนและรายปี นำค่าความ เข้มแสงมาทำการออกแบบเพื่อความ เหมาะสมกับสภาพของโหลด และ เนื่องจากการออกแบบในขั้นต้นที่ผ่านมาโดยความ เป็นจริงไม่สามารถที่จะทำการบันทึกข้อมูล ณ สถานที่ เจาะจงที่ใดที่หนึ่งใดจึงได้อาศัยข้อมูลที่มีการจด เป็นสถิติตามตารางที่ปรากฏในภาคผนวก ก. มาใช้ในการออกแบบ

ข) แผง เซลแสงอาทิตย์

การออกแบบระบบไฟฟ้าโฟโตโวลตาอิคกระแสตรง แผง เซลแสงอาทิตย์ถูกออกแบบให้ผลิตกระแสไฟฟ้าตรง เพื่อนำไปประจุแบต เตอรี่ และโหลดโดยตรง เลยซึ่งผิดกับระบบกระแสไฟฟ้าสลับที่ต้อง เปลี่ยนกระแสไฟฟ้าตรงจากแผง เซลผ่านตัวอิน เวอร์ เตอร์แล้วจึงจ่ายให้กับโหลดที่ เป็นกระแสสลับ อย่างไรก็ตามการออกแบบยังได้คำนึงถึงประสิทธิภาพของแบต เตอรี่ และ self – discharge ด้วย ถ้า เป็นกระแสสลับยังจะต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพของตัวอิน เวอร์ เตอร์ เข้าไปด้วย สำหรับแผง เซลแสงอาทิตย์ที่ใช้ในการออกแบบนั้น ได้ เลือกใช้แผง เซลของบริษัทผู้ผลิตแห่งหนึ่ง ซึ่งมี specification ตามตารางที่ 3.1 และขนาดของแผง เซลแสงอาทิตย์ที่ขนาดต่างๆ ตามความ เหมาะสมกับโหลดที่ได้ประ เมินไว้ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.3 ซึ่ง เป็นระบบกระแสตรงส่วนระบบกระแสไฟสลับนั้นได้แสดง เปรียบ เทียบไว้ในตารางที่ 4.1

ค) การจัดตั้งมุม เอียงของแผง เซลแสงอาทิตย์

นอกจากการที่นำ เอาแผง เซลมาจัดแถวแผง (array) เข้าด้วยกัน เพื่อให้ เหมาะสมกับสภาพของโหลดที่ใช้ การติดตั้งแผง เซล เพื่อให้มีมุมและทิศทางรับแสงที่ เหมาะสมนับว่าจะ เป็นวิธีหนึ่ง ที่จะช่วยให้ระบบมีประสิทธิภาพมากขึ้น เนื่องจากในระบบที่ออกแบบ ต้องการวางแผง เซลแสงอาทิตย์ให้อยู่กับที่ตลอด เวลา จึงต้องหามุม เอียงที่ เหมาะสมตลอดทั้งปี ณ สถานที่แต่ละแห่งที่จะนำไปติดตั้ง อย่างไรก็ตามได้มีการวิ เคราะห์และคำนวณมุมที่ เหมาะสม ปรากฏว่าสมการที่ได้ พบว่า [9]

$$\tan S_{opt} = \tan \phi \quad \ldots\ldots (6.8)$$

S คือ มุมเอียง

$\phi$ คือ ตำแหน่งของแลตติจูด

หรือค่าของมุมเอียง

$$S_{opt} = \phi \qquad \text{.....(6.9)}$$

นั่นคือ มุมเอียง S จะมีค่าคงที่ตลอดวันและเท่ากับตำแหน่ง Latitude ของสถานที่แห่งนั้น ซึ่งจะเป็นจริงสำหรับทุกแห่ง [9] ตัวอย่างเช่น ถ้ามีการนำของแผงเซลแสงอาทิตย์ไปติดตั้งที่จังหวัด เชียงราย ค่าของมุมเอียงที่เหมาะสมก็จะเป็นตำแหน่งที่ 19° 53' N เป็นต้น ดังนั้นเมื่อจะมีการติดตั้งระบบไฟฟ้าไฟโตโวลตาอิคในหมู่บ้านชนบทที่ห่างไกลแห่งใดแห่งหนึ่งในชนบทไทย ก็สามารถที่จะปรับมุมเอียงของแผงให้เหมาะสมได้ตามสภาพที่ทางภูมิศาสตร์ ณ แห่งนั้นได้ดังกล่าวแล้ว สำหรับแผงเซลการที่จะหันรับไปทางทิศใต้ [13] (ในกรณีของประเทศไทย) ทั้งนี้เพราะเนื่องจากตำแหน่งของประเทศไทยอยู่ทางซีกโลกเหนือนั่นเอง และสถานที่ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ทางจังหวัดในประเทศไทย ได้อ้างอิงและแสดงไว้ในภาคผนวก ข. เช่นกัน

ง) ระบบสะสมพลังงาน

เมื่อพิจารณาส่วนที่จะใช้เป็นที่เก็บสะสมพลังงานไว้ใช้ในยามกลางคืนแล้ว แบตเตอรี่ก็ยังเป็นที่นิยมใช้และเหมาะสมสำหรับชนบทไทย ซึ่งจะให้ความสะดวกและประหยัด เพราะแบตเตอรี่สามารถหาซื้อได้ตามท้องตลาด การออกแบบขนาดความจุของแบตเตอรี่จะขึ้นอยู่กับลักษณะของโหลด และลักษณะของภูมิอากาศ ซึ่งยังต้องคำนึงถึง depth of discharge อีกด้วย ดังสมการที่ 3.3 นอกจากนี้ถ้าเป็นระบบกระแสไฟสลับ การออกแบบยังจะต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์ด้วย ซึ่งก็อาจจะทำให้ขนาดความจุโตกว่าแบบระบบกระแสตรง ปกติแล้วการออกแบบมักจะให้มีขนาดพอที่จะเก็บสะสมพลังงานเพื่อใช้ได้หลายวัน ในที่นี้เผื่อไว้ 7 วัน ซึ่งถ้าต้องการให้ระบบมี Reliability สูงก็อาจจะออกแบบให้สามารถเก็บสะสมพลังงานได้มากวันกว่านี้ ทั้งนี้ยังต้องคำนึงถึงขนาดของ PV และลักษณะภูมิอากาศอีกด้วย

จ) ส่วนปรับกำลังงานไฟฟ้า

ส่วนนี้นั้นในระบบที่มีโหลดเป็นกระแสตรง อาจจะไม่ต้องมี ซึ่งหมายถึงตัว

อินเวอร์เตอร์ สำหรับกระแสสลับแล้วจำเป็นจะต้องมี เพื่อทำหน้าที่เปลี่ยนกระแสไฟฟ้าตรงให้เป็นกระแสไฟฟ้าสลับ เพื่อให้แรงดันและความถี่ที่เหมาะสมกับโหลดที่ใช้ ส่วนนี้เป็นส่วนที่เพิ่มขึ้นมาจากระบบกระแสตรง ซึ่งอาจจะทำให้ระบบมีราคาสูงขึ้นมาโดยไม่จำเป็น และทำให้ระบบยุ่งยากขึ้นอีก

ฉ) โหลด

อุปกรณ์ไฟฟ้าหรือโหลดมีการเลือกใช้ขึ้นมาตามความเหมาะสมสภาพชนบทไทย ลักษณะของโหลดที่เลือกก็เป็นแบบที่ใช้งานเฉพาะในเวลากลางคืน เช่นไฟแสงสว่างและแบบที่ใช้งานทั้งกลางวันและกลางคืน เช่นวิทยุ ภาระทางไฟฟ้าหรือโหลดนี้มีความจำเป็นต่อความเป็นอยู่ของชาวชนบทเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะด้านให้ความแสงสว่างในเวลากลางคืนสำหรับโหลดที่ใช้ในการออกแบบทั้งกระแสตรงและสลับ มีดังนี้

โหลดที่เป็นกระแสตรงประกอบด้วย (ในแต่ละหลังคาเรือน)

1. หลอดฟลูออร์เรสเซ็นท์ 20 W. 1 ดวง 120 Vdc. ใช้งาน 5 ชม.
2. วิทยุ 1 เครื่อง ขนาด 5 W. 120 Vdc. ใช้งาน 17 ชม.

โหลดที่เป็นกระแสสลับประกอบด้วย (ในแต่ละหลังคาเรือน)

1. หลอดฟลูออร์เรสเซนท์ 20 W. 220 Vdc. 50 Hz 1 ดวง ใช้งาน 5 ชม.
2. วิทยุ 5 W. 220 VAc 50 Hz 1 เครื่อง ใช้งาน 17 ชม.

| | พารามิเตอร์ | ระบบกระแสสลับ | ระบบกระแสตรง |
|---|---|---|---|
| แผงเซลแสงอาทิตย์ | กำลังไฟฟ้า ($KW_p$) | 3.06 | 2.72 |
| | แรงดันไฟฟ้า (Vdc) | 1.46 | 146 |
| | กระแสไฟฟ้า (Adc) | 20.97 | 18.64 |
| | อุณหภูมิเซล [°c] | 47 | 47 |
| | จำนวนโมดูลต่อแพนเนล | 10 | 10 |
| | จำนวนแพนเนล | 9 | 8 |
| | จำนวนโมดูลทั้งหมด | 90 | 80 |
| ขนาดของแบตเตอรี่ | ขนาดของ A - h (เผื่อไว้ 7 วัน) | 560 | 455 |
| | จำนวนแบตเตอรี่ | 70 | 70 |
| ส่วนปรับสภาพกำลังไฟฟ้า ส่วนปรับสภาพกำลังไฟฟ้า | กำลังไฟฟ้า (KVA) | 1.5 | - |
| | ความถี่ (Hz) | 50 | - |
| | แรงดันไฟฟ้าออก (VAc) | 220 | - |
| | ประสิทธิภาพ ($n_I$) (%) | 85 | - |
| | Power factor | 0.85 | |
| โหลดในแต่ละครอบครัว | หลอดไฟ (ฟลูออร์เรสเซ็นท์) รวม | 220 VAc 20 W | 120 VDc 20 W. |
| | วิทยุ | 220 VAc 5 W | 120 VDc 5 W. |

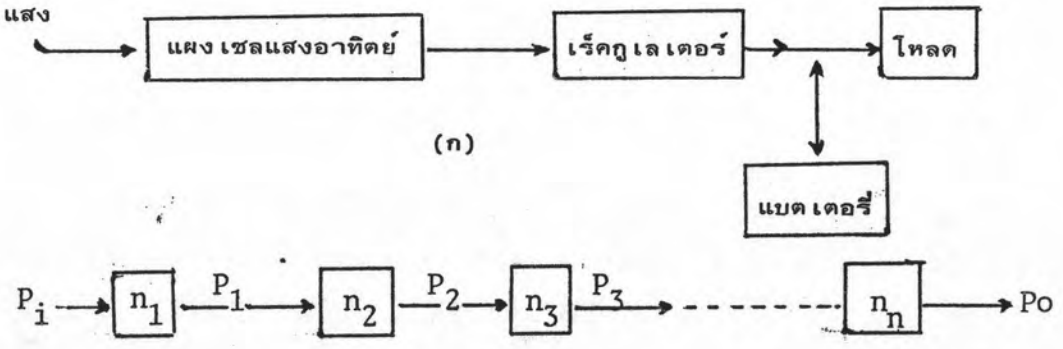
ตารางที่ 6.2 ตารางเปรียบเทียบระบบไฟฟ้าโฟโตไวลตาอิคทั้งสองระบบ (30 หลังคาเรือน) ตามโหลดที่ประเมินไว้

6.4.2 การประเมินประสิทธิภาพของระบบไฟฟ้าโฟโตโวลตาอิคกระแสตรง

ระบบไฟฟ้าโฟโตโวลตาอิคกระแสตรงที่ออกแบบไปนั้น มีส่วนประกอบหลักดังนี้

- แผงเซลแสงอาทิตย์
- ตัวเร็คกูเลเตอร์
- แบตเตอรี่

ซึ่งพอที่จะเขียนเป็นบล๊อกไดอะแกรมได้ดังนี้




รูปที่ 6.4 ก) องค์ประกอบที่สำคัญของระบบกระแสตรง

ข) การ Cascade conversion ของภาพ ก.

เมื่อพิจารณาถึงสภาพของระบบก็เหมือนกับวิธีการของ cascade conversion ที่ค่าไฟออกของภาคหนึ่งเป็นไฟเข้าของอีกภาคหนึ่ง จากส่วนต่างๆ ของบล๊อกไดอะแกรม ค่าประสิทธิภาพของระบบ (overall system efficiency) [10]

$$\eta = \frac{\text{Usefull Power Output}}{\text{Power Imput}} \qquad \ldots\ldots\ldots(6.10)$$

หรือ

$$n_o = \frac{P_o}{P_i} = \frac{P_1}{P_i} \times \frac{P_2}{P_1} \times \frac{P_3}{P_2} \times \ldots\ldots\ldots \times \frac{P_o}{P_{n-1}}$$

$$\eta_o = \eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3 \times \cdots \times \eta_n \qquad \cdots\cdots(6.11)$$

และถ้าประสิทธิภาพของอุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบมีค่าสูญเสียคงที่

- เซลแสงอาทิตย์ มีประสิทธิภาพ 9.1 %
- เร็คกูเลเตอร์ 85 %
- แบตเตอรี่ 85 %

ดังนั้นประสิทธิภาพที่ประเมินได้โดยใช้สมการที่ (6.11) จะพบว่าประสิทธิภาพที่ได้ยังมีค่าไม่เกิน 10 % จะเห็นว่าประสิทธิภาพยังต่ำกว่าแบบใช้พลังงานที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน อย่างไรก็ตามแนวทางที่จะให้ระบบประสิทธิภาพสูงขึ้นต้องใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ เพื่อการค้นคว้าและผลิตเซลแสงอาทิตย์ให้มีค่าประสิทธิภาพที่สูงกว่าในปัจจุบันนี้ ทั้งนี้เพราะประสิทธิภาพของเซลแสงอาทิตย์อาจจะกล่าวได้ว่าเป็นตัวกำหนดประสิทธิภาพรวมของระบบ ซึ่งอุปกรณ์อื่นๆ ในปัจจุบันนี้ได้ถูกปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพใกล้ถึงจุดที่สุดแล้ว ดังนั้นแนวโน้มที่จะต้องพัฒนาตัวเซลจึงมีมากขึ้นเรื่อยๆ

6.4.3 การประเมินประสิทธิภาพของระบบไฟฟ้าไฟโตโวลตาอิคกระแสสลับ

ระบบไฟฟ้าไฟโตโวลตาอิคกระแสสลับ อุปกรณ์หลักประกอบด้วย

- แผงเซลแสงอาทิตย์ 9.1 %
- เร็คกูเลเตอร์ 85 %
- แบตเตอรี่ 85 %
- อินเวอร์เตอร์ 85 %

ประสิทธิภาพของระบบที่ประเมินได้ ก็ยังมีค่าไม่เกิน 10 % เป็นต้น แต่เมื่อพิจารณาให้ละเอียดจะพบว่า มันยังมีประสิทธิภาพต่ำกว่าแบบกระแสตรงเสียอีก ทั้งนี้เพราะจะมีกำลังไฟฟ้าส่วนหนึ่งที่ต้องเสียให้กับตัวอินเวอร์เตอร์ ซึ่งจำเป็นจะต้องมีในระบบแบบกระแสสลับ

6.5 <u>เงื่อนไขความเหมาะสมที่จะนำระบบไฟฟ้าไฟโตโวลตาอิคไปใช้ในหมู่บ้านที่ห่างไกลตามชนบทไทย</u>

เนื่องจากตามชนบทในที่ต่างๆ ของประเทศไทย ยังมีอีกหลายหมู่บ้านที่ยังไม่มี

แหล่งจ่ายไฟฟ้า เพื่อใช้ ถ้าหากจะมีการนำ เอาระบบนี้ไปติดตั้ง ก็นับว่า เป็นวิธีการที่ดีในแง่ได้นำ เอา เทคโนโลยีใหม่ๆ มาใช้กับประ เทศไทย นอกจากนี้ยังจะได้ประสบการณ์จากการนำมาติดตั้งด้วย เพื่อใช้ในการแก้ข้อผิดพลาดต่างๆ สำหรับการติดตั้งครั้งต่อๆ ไป แต่ถ้าคำนึงถึงทางด้าน เศรษฐกิจ และ เงื่อนไขทางสังคม ซึ่งหมายถึงรายได้ เฉลี่ยต่อครอบครัว และการยอมรับของชาวบ้าน ซึ่งไม่ เกี่ยวกับ เทคโนโลยี ก็อาจจะกล่าวได้ว่าความ เหมาะสมยังมีไม่มากนัก ทั้งนี้ เพราะระบบนี้ยังมีราคาค่อนข้างแพง ชาวบ้านอาจจะไม่มี เงินพอที่จะมาจ่ายให้กับหน่วยงานที่รับผิดชอบในการติดตั้ง ซึ่งแต่ เดิมชาวบ้านได้ใช้ตะ เกียง เพื่อแสงสว่างมานาน รายจ่ายต่อสิ่งนี้น้อยมาก เมื่อ เทียบกับที่ต้องมาจ่ายให้กับระบบดังกล่าว ดังนั้นจึงต้องมีการอนุโลมกันระหว่างหน่วยงานและชาวบ้าน เพื่อสร้างทัศนคติที่ดีต่อชาวบ้าน ซึ่ง เป็นส่วนหนึ่งใน เงื่อนไขทางสังคม อย่างไรก็ตามถ้าจะมีการนำ เอาระบบไฟฟ้าโฟโตโวลตาอิคมาใช้ตามหมู่บ้านชนบท เมื่อพิจารณาถึงในด้าน เศรษฐกิจ (การลงทุน) ประสิทธิภาพ รวมทั้งการบำรุงรักษา จะ เห็นว่าระบบไฟฟ้าโฟโตโวลตาอิคกระแสตรงจะมีความ เหมาะสมกว่าระบบที่ เป็นกระแสสลับ ทั้งนี้ เพราะในระบบกระแสตรงมีระบบที่ไม่ยุ่งยากมากนัก เมื่อ เทียบกับกระแสสลับ เราสามารถ เลือกลักษณะการใช้งานและคุณสมบัติของภาระทางไฟฟ้าหรือโหลด ให้มีระดับแรงดันไฟฟ้า เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากแผง เซลแสงอาทิตย์ ซึ่งจะทำให้การแมทชิ่งระหว่างแผง เซลกับโหลดนี้ง่ายขึ้น โดยไม่จำ เป็นจะต้องมีตัวปรับแรงดันให้ เท่ากัน ทำให้สามารถหลีก เลี่ยงตัว ดีซี - ดีซี คอน เวอร์ เตอร์ได้ นอกจากนี้ในระบบกระแสตรงยังไม่ต้องมีตัว เปลี่ยนหรือตัวอิน เวอร์ เตอร์ เลย เพราะว่าโหลด เราสามารถที่จะ เลือกให้ เป็นโหลดแบบกระแสตรงได้ เมื่อระบบกระแสตรงสามารถหลีก-เลี่ยงตัว ดีซี - ดีซี คอน เวอร์ เตอร์และอิน เวอร์ เตอร์ได้ ทำให้ระบบมีราคาถูกลง ทั้งนี้ เพราะอุปกรณ์ เหล่านี้มีราคาแพง และ เป็นการ เพิ่มความยุ่งยากให้กับระบบอีก ข้อได้เปรียบที่ระบบกระแสตรงมีต่อระบบกระแสสลับอีกอย่างก็คือ แหล่ง เก็บสะสมพลังงานของระบบ กล่าวคือโหลดโดยทั่วไปที่มีความจำ เป็นต่อชีวิตประจำวันของชาวบ้านตามหมู่บ้านชนบทไทยส่วนมากจะ เป็นไฟฟ้า เพื่อแสงสว่าง ซึ่ง เป็นโหลดที่มีลักษณะการใช้งานใน เวลากลางคืน ซึ่งจะต้องอาศัยแหล่ง เก็บสะสมพลังงานซึ่งโดยทั่วไปจะ เป็นแบต เตอรี่ มาป้อน

ให้กับโหลดซึ่งตัวแบตเตอรี่สามารถประจุไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งได้จากแผงเซลแสง-อาทิตย์ในเวลากลางวันซึ่งโหลดเราเป็นกระแสตรง เราก็สามารถนำพลังงานจากแบตเตอรี่ออกมาใช้ได้โดยตรง เลยผิดกับระบบกระแสสลับซึ่งจะต้องนำพลังงานจากแบตเตอรี่ซึ่งเป็นกระแสตรงมาเปลี่ยนเป็นกระแสสลับ ให้เหมาะสมกับโหลดซึ่งเป็นกระแสสลับอีกทอดหนึ่ง ซึ่งจะทำให้ต้องมีการสูญเสียกำลังไฟฟ้าส่วนหนึ่งให้กับตัวเปลี่ยนนี้ ระบบก็ยิ่งยุ่งยากขึ้นอีกมากเป็นเงาตามตัว ดังนั้นระบบไฟฟ้าไฟโตโวลตาอิคกระแสตรง ยังมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้กับหมู่บ้านชนบทไทย ซึ่งเป็นระบบที่แยกอิสระ (Stand alone) โดยไม่มีแหล่งไฟฟ้าสำรอง (back up) จากแหล่งอื่นช่วย

## 6.6 การพิจารณาในการเลือกสถานที่ตั้งระบบไฟฟ้าไฟโตโวลตาอิค

สำหรับประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่อยู่ภายในเขตร้อน ซึ่งเป็นข้อได้เปรียบกว่าประเทศทางแถบหนาว ในด้านการใช้ระบบไฟฟ้าไฟโตโวลตาอิค อย่างไรก็ตามยังมีเงื่อนไขในการเลือกสถานที่ติดตั้งระบบอีกมาก ทั้งนี้เพื่อให้ระบบทำงานอย่างได้ผลที่สุด เงื่อนไขดังกล่าวสามารถแจกแจงได้ดังต่อไปนี้ [13]

1) ควรเป็นสถานที่ที่หันรับไปทางทิศใต้ (ในกรณีของประเทศไทย)

2) ควรเลือกตั้งอยู่ในระยะที่ใกล้กับศูนย์โหลดพอสมควร

3) ควรระมัดระวังในเรื่องการเกิดบังเงาที่อาจเกิดจากต้นไม้ หรืออาคารที่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่ที่ติดตั้งระบบ ปัญหานี้มักจะเกิดขึ้นเมื่อติดตั้งในเมือง ทั้งนี้เพราะหากเกิดการบังเงาที่แผงเซลแล้ว จะเกิด Hot Spot ขึ้นที่แผงเซลแสงอาทิตย์อาจเกิดความเสียหายขึ้นได้

4) ควรเลือกสถานที่ที่มีฝุ่นละอองหรือเศษผงน้อย

5) ควรเลือกสถานที่ที่ติดตั้งไม่แลดูน่าเกลียดและทำลายทัศนียภาพ

6) ควรเลือกตั้งบริเวณที่ห่างไกลจากแหล่งที่มีซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ($SO_2$) มาก เช่น ตั้งให้ห่างจากโรงงานที่ใช้เผาถ่านหิน เป็นต้น

7) ควรเป็นสถานที่ที่มีพื้นฐานแข็งแรงในการยึดติดตั้งระบบ

8) ควรเป็นสถานที่ที่สามารถป้องกันลมที่พัดแรงได้

9) ไม่ควรเป็นสถานที่ที่มีนกอาศัยอยู่หนาแน่น

10) ไม่ควรเป็นสถานที่ที่มีการเกิดฟ้าผ่าบ่อยๆ

เงื่อนไขดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น เป็นเพียงแต่หลักเกณฑ์ใหญ่ๆ บางครั้งจะต้องคำนึงถึงด้านอื่นๆ ที่ไม่ใช่เทคโนโลยี เช่น เงื่อนไขทางเศรษฐกิจ เงื่อนไขทางสังคมและการยอมรับเทคโนโลยีใหม่ๆ ของผู้ใช้ในท้องถิ่นนั้นๆ ตลอดจนลักษณะภูมิประเทศและอากาศของสถานที่ที่จะติดตั้งระบบ ปัญหาอีกอย่างหนึ่งก็คือการไม่ยอมรับเทคโนโลยีใหม่ๆ ของชาวชนบท จะต้องมีการสำรวจจำนวนผู้ใช้และทัศนคติของผู้ใช้ด้วย ทั้งนี้เพื่อจะพิจารณาออกแบบระบบให้เหมาะสมกับความต้องการ

## 6.7 แนวทางของการจัดสรรระบบ

ระบบไฟฟ้าไฟโตโวลตาอิคที่จะมีสมรรถนะสูงนั้น ต้องมีแฟคเตอร์ (factors) หลายอย่างที่จะต้องนำมาพิจารณา เพื่อเป็นแนวทางของการติดตั้งระบบที่ดี (Power system quidelines) แฟคเตอร์ดังกล่าวมีส่วนเกี่ยวพันกับการจัดสรรระบบ ดังเช่น

ก) การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ

ระบบจะมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ต้องมีการปรับปรุงเปลี่ยนแฟคเตอร์ ดังต่อไปนี้

ส่วนที่ต้องเพิ่ม : ประสิทธิภาพของแผงเซลแสงอาทิตย์, ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ, ประสิทธิภาพของส่วนปรับกำลังงานและ Output Power เป็นต้น

ส่วนที่ต้องลด : การเปลี่ยนแปลงของโหลด, ปริมาณของอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ

ข) System Weight

ปกติ System Weight จะลดลงได้ด้วยการเปลี่ยนแปลงของแฟคเตอร์ดังนี้

ส่วนที่ต้องเพิ่ม : ประสิทธิภาพของแผงเซลแสงอาทิตย์, ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ

ส่วนที่ต้องลด : ขนาดของแบตเตอรี่, ขนาดของแผงเซลแสงอาทิตย์, ปริมาณของอุปกรณ์ และ Output Power

นอกจากนี้ประสิทธิภาพการทำงานของแผงเซลแสงอาทิตย์ ยังขึ้นอยู่กับการ interconnection ที่ดีอีกด้วยรวมทั้งข้อมูลและความเข้มของการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ การ Matched Load Impedance หรือประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ก็ขึ้นอยู่กับ state of charge ถ้าประสิทธิภาพของส่วนปรับกำลังงาน (Power Conditioner) และอุปกรณ์ควบคุมในระบบเพิ่มขึ้นจะทำให้ได้ Output Power เพิ่มขึ้น

## ๖.๘ ต้นเหตุของการสูญเสีย (Power loss) ในระบบ

การสูญเสียกำลังไฟฟ้าในระบบนั้น พอที่จะกล่าวได้เป็นสาเหตุใหญ่ๆ ได้ดังนี้

ก. การออกแบบ

- จำนวนแสงอาทิตย์ที่มีน้อยกว่าข้อมูลที่มีอยู่หรือคาดคิดคำนวณไว้
- มีโหลดเพิ่มมากขึ้น
- การบำรุงรักษาต่ำ

ข. อุปกรณ์ในระบบ

- แผงเซลเกิดลัดวงจรบ่อย
- รอยต่อระหว่างแผงเซลไม่ดีพอ
- แบตเตอรี่ชำรุดเร็วเกินไป
- ส่วนปรับสภาพกำลังงานมีประสิทธิภาพต่ำ

ค. สภาพตามธรรมชาติ

- แสงอาทิตย์น้อยเกินไป
- ภูมิอากาศที่หนาวจัด ซึ่งมีผลต่อตัวแบตเตอรี่
- สถานที่ติดตั้งแผงมีการเกิดฟ้าผ่าบ่อยๆ