

บทที่ ๓

การออกแบบส่วนประกอบของระบบโฟโตโวลตาอิก

หลังจากได้ประเมินปริมาณการใช้ไฟฟ้าภายในหมู่บ้าน ซึ่งเป็นหมู่บ้านทั่วไป ในชนบทไทย (Typical Thai Villages) แล้ว สิ่งที่ต้องการต่อไปก็คือการนำเอาพลังงานแสงอาทิตย์มาเปลี่ยน เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยใช้แผง เซลล์แสงอาทิตย์ เป็นตัว เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ให้เพียงพอต่อความต้องการของการใช้ไฟฟ้า สำหรับ เรื่องของ เซลล์แสงอาทิตย์ในปัจจุบันมีหลายบริษัทที่ผลิตออกมาจำหน่ายตามท้องตลาด โดยได้มีการนำเอา เซลล์แสงอาทิตย์มาต่อกันหลายๆ ตัว อาจจะต่อกันแบบอนุกรมหรือขนาน ประกอบกัน เป็นแผง เซลล์แสงอาทิตย์ย่อยซึ่ง เรียกว่า โมดูล (Module) เมื่อประกอบเป็น โมดูลขึ้นทางบริษัทผู้ผลิตก็จะนำแผงนี้ไปทำการทดสอบคุณสมบัติของแผงด้านกระแสไฟฟ้าและ แรงดันไฟฟ้าที่สามารถผลิตออกมาได้ ที่ค่าแรงเสียดทานของแสงอาทิตย์ จัดทำเป็นตาราง และรูป curve ขึ้น เพื่อให้ผู้ใช้ได้รู้ อย่างไรก็ตามในระบบโฟโตโวลตาอิกทั่วไป เพียง โมดูลเดียวไม่เพียงพอต่อความต้องการของโหลดได้ จึงต้องนำเอาหลายๆ โมดูลมาต่อ รวมกันทั้งอนุกรมและขนานแล้วแต่กรณี เพื่อให้ได้ความต้องการของระบบ การที่นำเอา โมดูลหลายๆ โมดูลมาต่อกันดังกล่าวนี้เรียก แผงเซลล์ (panel) และเมื่อนำเอาหลายๆ แผงเซลล์มารวมกันในระบบก็เรียกว่า Photovoltaic Array สำหรับการออกแบบใน วิทยานิพนธ์นี้ ได้เลือกใช้แผง เซลล์แสงอาทิตย์ทั่วไปของบริษัทผู้ผลิต เซลล์แสงอาทิตย์แห่ง หนึ่ง ซึ่งมีคุณสมบัติของแผง เซลล์แสงอาทิตย์ จะได้กล่าวถึงต่อไป

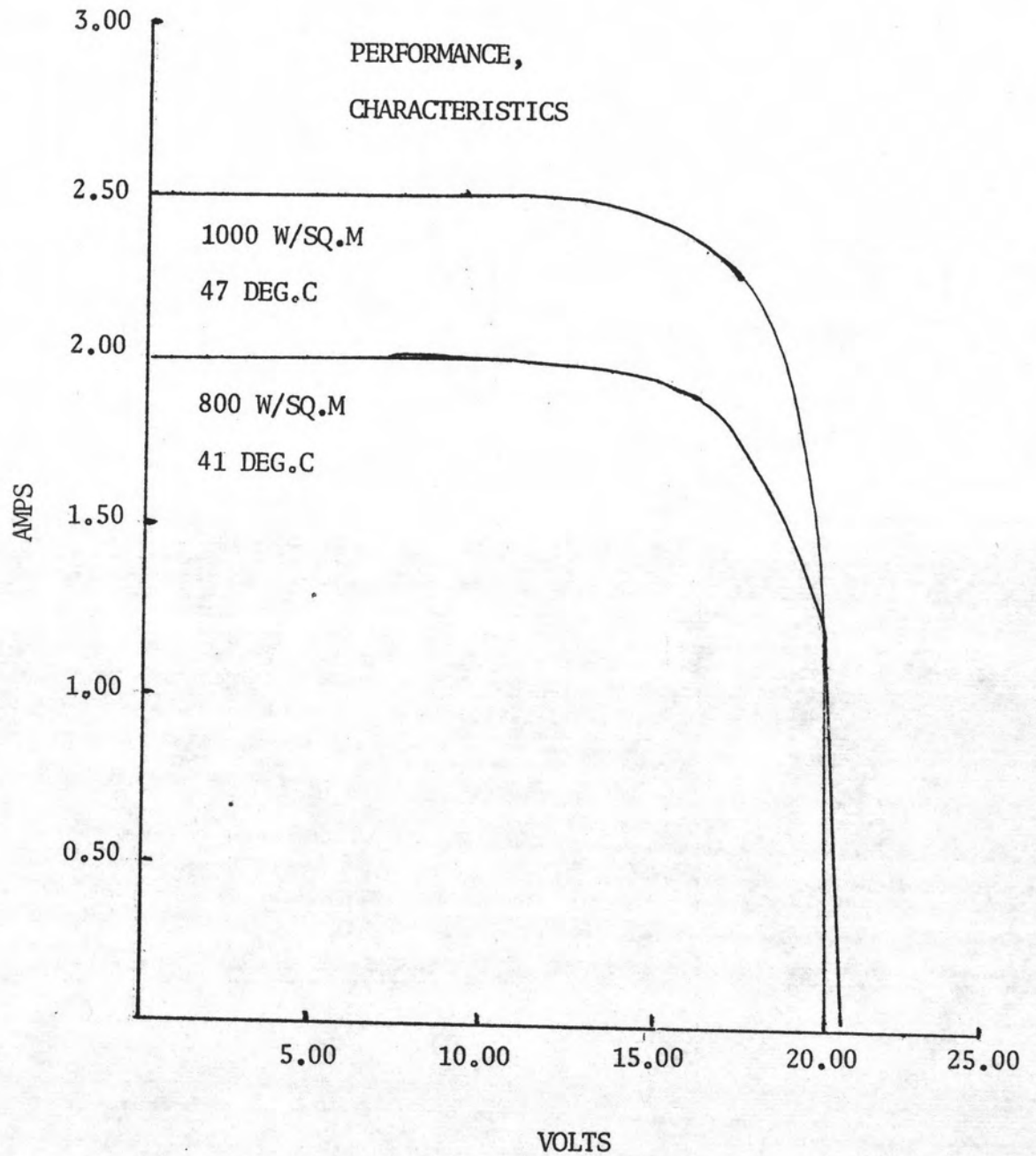
สำหรับ เรื่องของพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทย ได้มีข้อมูลจากการวัดค่า การแผ่รังสีของพลังงานแสงอาทิตย์บางจังหวัด ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ซึ่งจะ เป็นข้อมูลที่จะใช้ในการออกแบบขนาดของแผง เซลล์แสงอาทิตย์

สำหรับ เซลล์แสงอาทิตย์ที่จะใช้ในการออกแบบ บริษัทผู้ผลิต เซลล์แห่งหนึ่งได้ทำ การออกแบบแผง เซลล์แสงอาทิตย์เป็นโมดูล ประกอบไปด้วย 35 เซลล์ต่ออนุกรมดังมีข้อมูลดังนี้

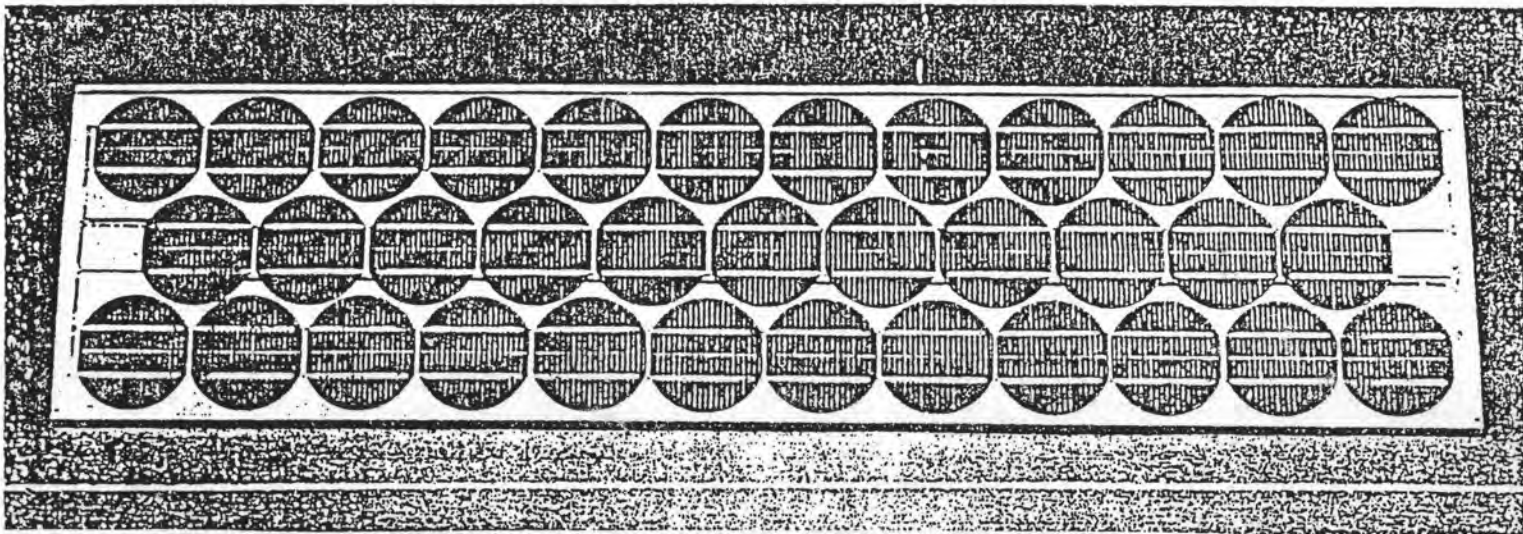
ตารางที่ 3.1 แสดงคุณสมบัติของแผง เซลแสงอาทิตย์ของบริษัทผู้ผลิตแห่งหนึ่ง
*
ซึ่งมีจำนวนเซลล์ต่ออนุกรม 35 เซล

	Standard <u>Test</u>	Maximum <u>Test</u>	Nominal <u>Test</u>
Insolation	100 mW/cm ²	100 mW/cm ²	80 mW/cm ²
Temperature (cell)	25 °C	47 °C	41 °C (NOCT)
Open circuit voltage	21.5	18.5	19.0
Short circuit current	2.55	2.59	2.0
Voltage (load)	16.1	14.6	14.6
Current (at load voltage)	2.33	2.33	1.90
Module efficiency	10.1%	9.1%	9.3%
Power (at load)	37.5	34	27.7

* จาก ARCO Solar, Inc.



รูปที่ 3.1 แสดงลักษณะ curve ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์



รูปที่ 3.2 แสดงแผง เซลแสงอาทิตย์จากบริษัทผู้ผลิต ซึ่งมีจำนวน 35 เซล
ต่ออนุกรมกัน

3.1 การออกแบบขนาดของแผง เซลแสงอาทิตย์

ขนาดของแผง เซลแสงอาทิตย์หรือขนาดแผงไฟโตโวลตาอิกที่จะนำมาอา เรย์ (array size) กัน จะต้องใช้ข้อมูลหลายอย่างเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับการแผ่รังสีดวงอาทิตย์, ปริมาณความต้องการกระแสไฟฟ้าของโหลด, ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ หรือข้อมูลจากแผงเซลล์ย่อย เป็นต้น ความสัมพันธ์ของข้อมูลเหล่านี้ มีความเกี่ยวข้องกันซึ่ง เป็นไปตามสมการดังนี้ [11]

008746

วิธีคำนวณจำนวนโมดูลของการอาเรีย

$$N_A = \frac{N_S \times AH_{load} \times \phi}{K_1 \times VF \times A_M \times D_M} \dots\dots\dots(3.1)$$

$$K_1 = \eta_B \times SD \times \eta_L \times \eta_R \dots\dots\dots(3.2)$$

เมื่อ

N_S = จำนวนโมดูลที่อนุกรมใน 1 แผงเซลล์

AH_{load} = แอมแปร์ - ชั่วโมงของโหลด

ϕ = ความเข้มแสง เป็น $mW \cdot cm^{-2}$ ที่ใช้ทดสอบ

η_B = ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่

SD = Self - discharge level

VF = variability factor specified

η_L = line loss factor

η_R = ประสิทธิภาพของเรกติฟายเลอร์

A_M = output current at output voltage in ampere ที่ความเข้มแสง ϕ

D_M = mean annual insolation in $mWh \cdot cm^{-2} \cdot day^{-1}$

วิธีคำนวณขนาดของแบตเตอรี่ เป็น แอมแปร์ - ชั่วโมง

$$B = \frac{(\%E_n + yE_d)}{\eta_L \times V_D \times DoD} \dots\dots\dots(3.3)$$

$$\%E_n = \%E_{1 \text{ radio}} + \%E_{2 \text{ lighting}} + \%E_{3 \text{ street lighting}} + \dots + \%E_n \text{ other load} \dots(3.4)$$

$$yE_d = y_{1 \text{ radio}} + y_{2 \text{ pump}} + \dots + y_n \text{ other load} \dots\dots(3.5)$$

เมื่อ

E_n = energy ของโหลดทั้งหมดในช่วงกลางคืน (night time load) เป็น WH

E_d = energy ของโหลดทั้งหมดในช่วงกลางวัน (daytime load) เป็น WH

x_1, x_2, x_3, y_1, y_2 จำนวนวันที่เผื่อไว้สำหรับโหลดแต่ละชนิดที่คาดว่าจะมีแสงน้อย

V_D = average voltage of discharge of the batteries

DoD = permissible battery depth of discharge factor

จากสมการที่ 3.1 เป็นการหาจำนวนโมดูลที่ต้องใช้ (minimum array size) ในการอาเรย์ ส่วนสมการที่ 3.3 เป็นการหาขนาดของแบตเตอรี่ (battery capacity) ที่จะใช้ในการสะสมพลังงานได้อย่างเพียงพอ จากตารางที่เปรียบเทียบปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าในขนาดหลังคาเรือนต่างๆ กัน พอที่จะออกแบบได้ดังนี้

3.1.1 ขนาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในหมู่บ้านที่มี 30 หลังคาเรือนตามโหลดที่ได้ประเมินไว้

ข้อมูล

- ระดับแรงดันไฟฟ้า 120 Vdc
- แผงเซลล์แสงอาทิตย์ย่อย
- ข้อมูลสถิติปริมาณตกกระทบทั้งหมด (Total sun and sky radiation) ของพลังงานแสงอาทิตย์

สำหรับข้อมูลพลังงานแสงอาทิตย์ ถ้าเลือกใช้ข้อมูลของจังหวัดอุตรธานี (ตามตารางที่ 3 ในภาคผนวก ก.) ซึ่งมีที่ตั้งตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ Latitude ที่ $17^{\circ} 23' N$ และ Longitude ที่ $102^{\circ} 48' E$ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยแต่ละรายเดือนเป็นดังนี้

ตารางที่ 3.2 แสดงค่าเฉลี่ยแต่ละเดือนของความเข้มแสงที่จังหวัดอุตรธานีเป็น
 $\text{cal.cm}^{-2}\text{day}^{-1}$

Insolation, $\text{cal.cm}^{-2}\text{day}^{-1}$											
JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUN.	JULY	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.
396.22	372.75	354.78	418.52	374.95	405.69	352.37	345.66	369.69	364.41	353.26	355.41
Mean annual insolation = 371.98											

ในตารางที่ 3.2 ค่าเฉลี่ยที่ได้เป็น $\text{Cal cm}^{-2}\text{day}^{-1}$ แต่ในสมการที่ 3.1 ค่าของ D_M จะเป็น $\text{mWh cm}^{-2}\text{day}^{-1}$ จึงต้องทำการเปลี่ยนหน่วยดังกล่าวให้เป็น $\text{mWh cm}^{-2}\text{day}^{-1}$ โดยใช้ความสัมพันธ์ดังนี้ [8]

$$1 \text{ langley} = 1 \text{ cal/cm}^2 = 11.26 \text{ Wh/m}^2 = 1.162 \text{ mWh/cm}^2$$

ดังนั้นค่า D_M ในตารางที่ 3.2 จะมีค่า = $371.98 \times 1.162 = 432.24 \text{ mWh/cm}^2 \text{ day}$

จากสมการที่ 3.1 เมื่อตัวพารามิเตอร์มีค่าดังนี้

$$N_S = 10 \text{ (ต้องการ } 120 \text{ Vdc. โดยที่ Nominal แต่ละแผง = } 12 \text{ Vdc.)}$$

$$Ah_{\text{load}} = 46.25 \text{ Ah (จากตารางที่ 12.1)}$$

$$\phi = 100 \text{ mW/cm}^2 \text{ ที่ } 47^\circ \text{C}$$

$$n_B = 0.85$$

$$SD = 0.97$$

$$VF = 0.90$$

$$A_M = 2.33 \text{ A (ที่ } 14.6 \text{ V)}$$

$$n_L = 0.95$$

$$n_R = 0.85$$

$$D_M = 432.24 \text{ mWh cm}^{-2} \text{ day}^{-1}$$

$$\text{ดังนั้น } K1 = 0.85 \times 0.97 \times 0.95 \times 0.85 = 0.665$$

และถ้ากำหนดตัว parameter ทั้งหมดรวมทั้งในสมการที่ 3.3 ด้วย สามารถหาขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์และ battery capacity ที่เหมาะสมได้ โดยใช้โปรแกรมที่ 1 ในภาคผนวก ซึ่งผลที่ได้สามารถที่จะแสดงได้ดังนี้ ตามขนาดหมู่บ้านและการใช้โหลดซึ่งได้ประเมินปริมาณการใช้โหลดไว้ในบทที่ 2

ตัว parameters ต่างๆ และขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มี 30 หลักราเรือน
ตามโหลดที่ประเมินไว้ในระบบกระแสตรง

NOTE:

DESCRIPTION OF PARAMETERS

NHV - NO. OF HOUSEHOLDS IN VILLAGE = 30.00 HOUSEHOLDS
 LL - LIGHTING LOAD (F. LAMP) = 20.00 WATTS/HOUSEHOLD
 NLTD - NO. OF TIME USED FOR LIGHTING = 5.00 HOURS/DAY
 RL - RADIO LOAD = 5.00 WATTS/HOUSEHOLD
 NTRD - NO. OF TIME USED FOR RADIO = 17.00 HOURS/DAY
 PL - PUMPING LOAD = 0.00 WATTS
 NTPD - NO. OF TIME USED FOR PUMPING = 0.00 HOURS/DAY
 SL - TOTAL NO. OF STREET LIGHTING = 0.00 WATTS
 NLTD - NO. OF TIME USED FOR STREET LIGHTING = 0.00 HOURS/DAY
 AL - TOTAL NO. OF OTHER LOAD = 0.00 WATTS
 NLTD - NO. OF TIME USED FOR OTHER LOAD = 0.00 HOURS/DAY
 NSV - NOMINAL SYSTEM VOLTAGE = 120.00 VOLTS
 NS - NO. OF MODULES IN SERIES IN A STRING = 10.00 MODULES
 AVRAD - AVERAGE RADIATION = 100.00 MILLI-WATT/SQ.CM
 NB - BATTERY CHARGING EFFICIENCY = 0.85
 SD - SELF DISCHARGE LEVEL = 0.97
 NR - THE REGULATOR EFFICIENCY = 0.85
 VF - VARIABILITY FACTOR SPECIFIED = 0.90
 OUTCUR - OUTPUT CURRENT AT OUTPUT VOLTAGE = 2.33 AMPS
 NCM - NO. OF CELLS PER MODULE = 35.00
 AP - PEAK OUTPUT CURRENT AT MAX. RADIATION INTENSITY = 2.33 AMPS
 VP - PEAK OUTPUT VOLTAGE AT MAX. RADIATION INTENSITY = 146.00 VOLTS
 DA - MEAN ANNUAL INSOLATION = 432.240 MILLI-WATT-HOURS/SQ.CM-DAY
 NL - THE LINE LOSS FACTOR = 0.95
 DDD - PERMISSIBLE BATTERY DEPTH OF DISCHARGE FACTOR = 0.75
 BV - BATTERY VOLTAGE EACH. = 12.00 VOLTS
 VD - THE AVERAGE VOLTAGE OF DISCHARGE OF BATTERIES = 120.00 VOLTS

X1 - THE PERIODS FOR WHICH STORAGE IS TO BE PROVIDED FOR RADIO (NTL) = 7.00 DAYS
 X2 - FOR LIGHTING (NIGHT-TIME LOAD) = 7.00 DAYS
 X3 - FOR STREET LIGHTING (NIGHT TIME LOAD) = 0.00 DAYS
 X4 - FOR OTHER LOAD (NIGHT TIME LOAD) = 0.00 DAYS
 Y1 - THE PERIODS FOR WHICH STORAGE IS TO BE PROVIDED FOR RADIO (DTL) = 7.00 DAYS
 Y2 - FOR PUMPING LOAD (DAYTIME LOAD) = 0.00 DAYS
 Y3 - FOR OTHER LOAD (DAYTIME LOAD) = 0.00 DAYS
 DTLR - DAYTIME LOAD FOR RADIO (TIME SEGMENT) = 12.00 HOURS
 DTLP - DAYTIME LOAD FOR PUMPING (TIME SEGMENT) = 0.00 HOURS
 DTLA - DAYTIME LOAD FOR OTHER LOAD (TIME SEGMENT) = 0.00 HOURS
 NCP/R - NO. OF ROWS FOR BATTERY (PARALLEL IN ROW) = 7.00 ROWS

PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEM (ARRAY SIZE) ON-DC. LOAD :

NO. OF HOUSEHOLDS IN VILLAGE = 30.00 HOUSEHOLDS
 AMPERE-HOURS LOAD DEMAND = 46.25 AH/DAY
 NOMINAL SYSTEM VOLTAGE = 120.00 VOLTS
 SYSTEM PEAK POWER (CELLS GENERATED) = 2.72 KW.(PEAK)
 PEAK CURRENT (CELLS GENERATED) = 19.64 AMPS
 PEAK VOLTAGE PER PANEL (CELLS GENERATED) = 146.00 VOLTS
 NO. OF MODULES IN SERIES PER PANEL = 10.00 MODULES/PANEL
 TOTAL NO. OF PANEL = 8.00 PANELS
 TOTAL NO. OF MODULES = 80.00 MODULES
 NO. OF CELLS PER MODULE = 35.00 CELLS/MODULES
 NO. OF CELLS PER PANEL = 350.00 CELLS/PANEL
 TOTAL NO. OF CELLS = 2800.00 CELLS

ตัว parameters ต่างๆ และขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มี 60 หลัองคาเรื่อน
ตามโหลดที่ประ เมิ่นไว้ในระบบกระแสตรง

:NOTE:

DESCRIPTION OF PARAMETERS

NHV - NO. OF HOUSEHOLDS IN VILLAGE = 60.00 HOUSEHOLDS
 LL - LIGHTING LOAD (F. LAMP) = 20.00 WATTS/HOUSEHOLD
 NLTD - NO. OF TIME USED FOR LIGHTING = 5.00 HOURS/DAY
 RL - RADIO LOAD = 5.00 WATTS/HOUSEHOLD
 NTRD - NO. OF TIME USED FOR RADIO = 17.00 HOURS/DAY
 PL - PUMPING LOAD = 300.00 WATTS
 NTPD - NO. OF TIME USED FOR PUMPING = 2.00 HOURS/DAY
 SL - TOTAL NO. OF STREET LIGHTING = 0.00 WATTS
 NTSO - NO. OF TIME USED FOR STREET LIGHTING = 0.00 HOURS/DAY
 AL - TOTAL NO. OF OTHER LOAD = 0.00 WATTS
 NTAD - NO. OF TIME USED FOR OTHER LOAD = 0.00 HOURS/DAY
 NSV - NOMINAL SYSTEM VOLTAGE = 120.00 VOLTS
 NS - NO. OF MODULES IN SERIES IN A STRING = 10.00 MODULES
 AVRAD - AVERAGE RADIATION = 100.00 MILLI-WATT/SQ.CM
 NB - BATTERY CHARGING EFFICIENCY = 0.85
 SD - SELF DISCHARGE LEVEL = 0.97
 NR - THE REGULATOR EFFICIENCY = 0.85
 VF - VARIABILITY FACTOR SPECIFIED = 0.90
 OUTCUR - OUTPUT CURRENT AT OUTPUT VOLTAGE = 2.33 AMPS
 NCM - NO. OF CELLS PER MODULE = 35.00
 AP - PEAK OUTPUT CURRENT AT MAX. RADIATION INTENSITY = 2.33 AMPS
 VP - PEAK OUTPUT VOLTAGE AT MAX. RADIATION INTENSITY = 146.00 VOLTS
 DM - MEAN ANNUAL INSOLATION = 432.240 MILLI-WATT-HOURS/SQ.CM-DAY
 NL - THE LINE LOSS FACTOR = 0.95
 DOD - PERMISSIBLE BATTERY DEPTH OF DISCHARGE FACTOR = 0.75
 BV - BATTERY VOLTAGE EACH. = 12.00 VOLTS
 VD - THE AVERAGE VOLTAGE OF DISCHARGE OF BATTERIES = 120.00 VOLTS

X1 - THE PERIODS FOR WHICH STORAGE IS TO BE PROVIDED FOR RADIO (NLT) = 7.00 DAYS
 X2 - FOR LIGHTING (NIGHT TIME LOAD) = 7.00 DAYS
 X3 - FOR STREET LIGHTING (NIGHT TIME LOAD) = 0.00 DAYS
 X4 - FOR OTHER LOAD (NIGHT TIME LOAD) = 0.00 DAYS
 Y1 - THE PERIODS FOR WHICH STORAGE IS TO BE PROVIDED FOR RADIO (DTL) = 7.00 DAYS
 Y2 - FOR PUMPING LOAD (DAYTIME LOAD) = 7.00 DAYS
 Y3 - FOR OTHER LOAD (DAYTIME LOAD) = 0.00 DAYS
 DTLR - DAYTIME LOAD FOR RADIO (TIME SEGMENT) = 12.00 HOURS
 DTLP - DAYTIME LOAD FOR PUMPING (TIME SEGMENT) = 2.00 HOURS
 DTLA - DAYTIME LOAD FOR OTHER LOAD (TIME SEGMENT) = 0.00 HOURS
 NOPIR - NO. OF ROWS FOR BATTERY (PARALLEL IN ROW) = 7.00 ROWS

: PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEM (ARRAY SIZE) ON DC. LOAD :

NO. OF HOUSEHOLDS IN VILLAGE = 60.00 HOUSEHOLDS
 AMPERE-HOURS LOAD DEMAND = 97.50 AH/DAY
 NOMINAL SYSTEM VOLTAGE = 120.00 VOLTS
 SYSTEM PEAK POWER (CELLS GENERATED) = 5.44 KW.(PEAK)
 PEAK CURRENT (CELLS GENERATED) = 37.28 AMPS
 PEAK VOLTAGE PER PANEL (CELLS GENERATED) = 146.00 VOLTS
 NO. OF MODULES IN SERIES PER PANEL = 10.00 MODULES/PANEL
 TOTAL NO. OF PANEL = 16.00 PANELS
 TOTAL NO. OF MODULES = 160.00 MODULES
 NO. OF CELLS PER MODULE = 35.00 CELLS/MODULES
 NO. OF CELLS PER PANEL = 350.00 CELLS/PANEL
 TOTAL NO. OF CELLS = 5600.00 CELLS

ตัว parameters ต่างๆ และขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มี 100 หลังคาเรือน
ตามโหลดที่ประเมินไว้ในระบบกระแสตรง

NOTE:

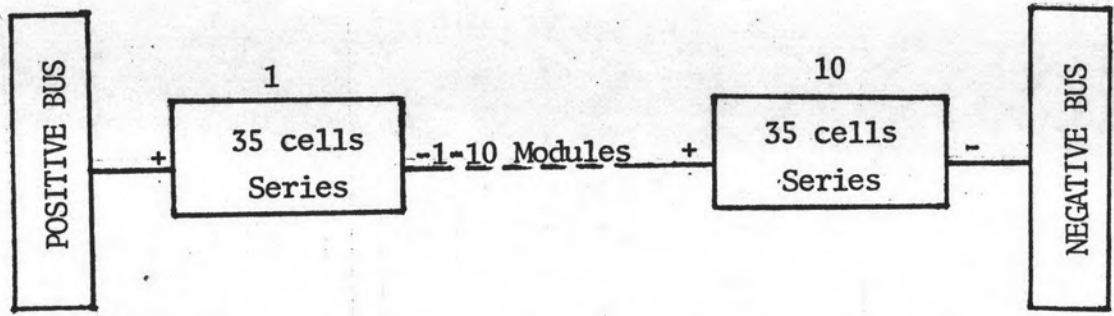
DESCRIPTION OF PARAMETERS

NHV - NO. OF HOUSEHOLDS IN VILLAGE = 100.00 HOUSEHOLDS
 LL - LIGHTING LOAD (F. LAMP) = 20.00 WATTS/HOUSEHOLD
 NTLD - NO. OF TIME USED FOR LIGHTING = 5.00 HOURS/DAY
 RL - RADIO LOAD = 5.00 WATTS/HOUSEHOLD
 NTRD - NO. OF TIME USED FOR RADIO = 17.00 HOURS/DAY
 PL - PUMPING LOAD = 746.00 WATTS
 NTPD - NO. OF TIME USED FOR PUMPING = 2.00 HOURS/DAY
 SL - TOTAL NO. OF STREET LIGHTING = 200.00 WATTS
 NTSO - NO. OF TIME USED FOR STREET LIGHTING = 6.00 HOURS/DAY
 AL - TOTAL NO. OF OTHER LOAD = 0.00 WATTS
 NTAD - NO. OF TIME USED FOR OTHER LOAD = 0.00 HOURS/DAY
 NSV - NOMINAL SYSTEM VOLTAGE = 120.00 VOLTS
 NS - NO. OF MODULES IN SERIES IN A STRING = 10.00 MODULES
 AVRAD - AVERAGE RADIATION = 100.00 MILLI-WATT/SQ.CM
 NR - BATTERY CHARGING EFFICIENCY = 0.85
 SD - SELF DISCHARGE LEVEL = 0.97
 NR - THE REGULATOR EFFICIENCY = 0.85
 VF - VARIABILITY FACTOR SPECIFIED = 0.90
 OUTCUR - OUTPUT CURRENT AT OUTPUT VOLTAGE = 2.33 AMPS
 NCM - NO. OF CELLS PER MODULE = 35.00
 AP - PEAK OUTPUT CURRENT AT MAX. RADIATION INTENSITY = 2.33 AMPS
 VP - PEAK OUTPUT VOLTAGE AT MAX. RADIATION INTENSITY = 146.00 VOLTS
 DM - MEAN ANNUAL INSOLATION = 432.240 MILLI-WATT-HOURS/SQ.CM-DAY
 NL - THE LINE LOSS FACTOR = 0.95
 DOD - PERMISSIBLE BATTERY DEPTH OF DISCHARGE FACTOR = 0.75
 BV - BATTERY VOLTAGE EACH. = 12.00 VOLTS
 VD - THE AVERAGE VOLTAGE OF DISCHARGE OF BATTERIES = 120.00 VOLTS

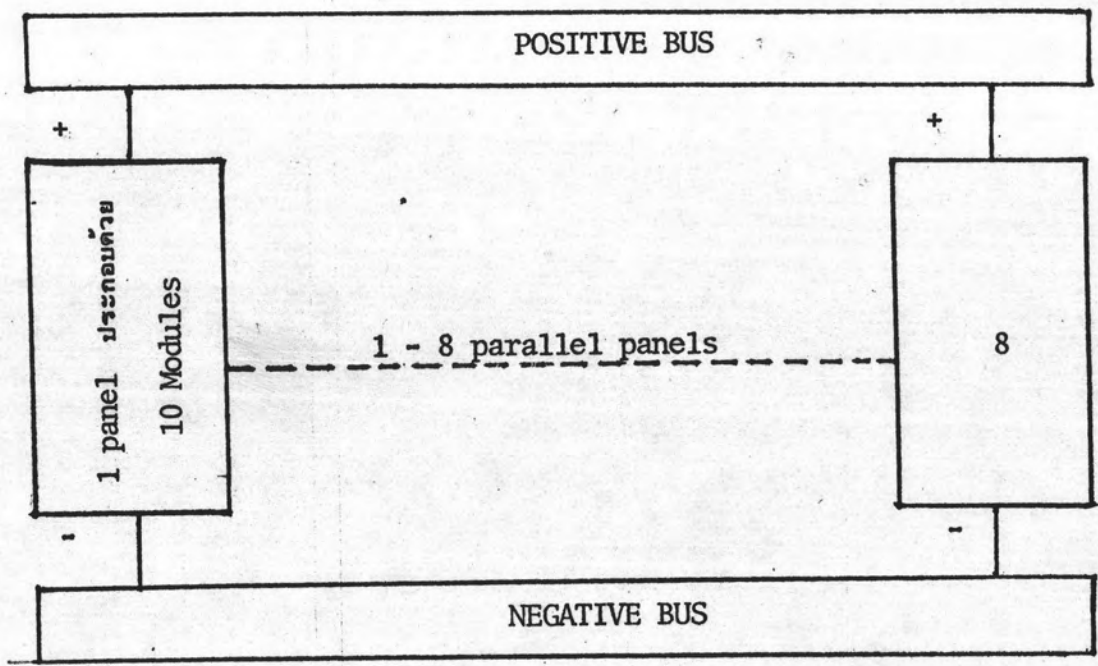
X1 - THE PERIODS FOR WHICH STORAGE IS TO BE PROVIDED FOR RADIO (NTL) = 7.00 DAYS
 X2 - FOR LIGHTING (NIGHT TIME LOAD) = 7.00 DAYS
 X3 - FOR STREET LIGHTING (NIGHT TIME LOAD) = 7.00 DAYS
 X4 - FOR OTHER LOAD (NIGHT TIME LOAD) = 0.00 DAYS
 Y1 - THE PERIODS FOR WHICH STORAGE IS TO BE PROVIDED FOR RADIO (DTL) = 7.00 DAYS
 Y2 - FOR PUMPING LOAD (DAYTIME LOAD) = 7.00 DAYS
 Y3 - FOR OTHER LOAD (DAYTIME LOAD) = 0.00 DAYS
 DTLR - DAYTIME LOAD FOR RADIO (TIME SEGMENT) = 12.00 HOURS
 DTLP - DAYTIME LOAD FOR PUMPING (TIME SEGMENT) = 2.00 HOURS
 DTLA - DAYTIME LOAD FOR OTHER LOAD (TIME SEGMENT) = 0.00 HOURS
 NOPIR - NO. OF ROWS FOR BATTERY (PARALLEL IN ROW) = 7.00 ROWS

PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEM (ARRAY SIZE) ON DC. LOAD :

NO. OF HOUSEHOLDS IN VILLAGE = 100.00 HOUSEHOLDS
 AMPERE-HOURS LOAD DEMAND = 176.60 AH/DAY
 NOMINAL SYSTEM VOLTAGE = 120.00 VOLTS
 SYSTEM PEAK POWER (CELLS GENERATED) = 9.87 KW.(PEAK)
 PEAK CURRENT (CELLS GENERATED) = 67.57 AMPS
 PEAK VOLTAGE PER PANEL (CELLS GENERATED) = 146.00 VOLTS
 NO. OF MODULES IN SERIES PER PANEL = 10.00 MODULES/PANEL
 TOTAL NO. OF PANEL = 29.00 PANELS
 TOTAL NO. OF MODULES = 290.00 MODULES
 NO. OF CELLS PER MODULE = 35.00 CELLS/MODULES
 NO. OF CELLS PER PANEL = 350.00 CELLS/PANEL
 TOTAL NO. OF CELLS = 10150.00 CELLS



รูปที่ 3.3 แสดงการต่อเซลล์ จากหลายโมดูลให้เป็นแผงซึ่งมีขนาดของ 1 panel ประกอบไปด้วย 10 Modules



รูปที่ 3.4 แสดงการต่อแผงเซลล์ ให้เป็นแถวแผง (array) ขนาด 2.72 kw_p 120 Vdc.

จำนวน หลังคาเรือน ในหมู่บ้าน	โหลด เป็น Ah ต่อวัน	ระดับของ แรงดันไฟฟ้า ที่ต้องการ	Max. Sunlight Intensity			จำนวน Module ต่อ 1 panel	จำนวน Panels ที่ใช้	จำนวน Modules ที่ใช้	จำนวน Solar cell ที่ใช้ทั้งหมด
			ออกแบบสามารถผลิตได้						
			Power KW _p	Volts Vdc.	Ampere Ade.				
30	46.25	120	2.72	146	18.64	10	8	80	2800
60	97.5	120	5.44	146	37.28	10	16	160	5600
100	176.6	120	9.87	146	67.57	10	29	290	10150

ตารางที่ 3.3 ตารางเปรียบเทียบขนาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์

2.1.2 การจัดตั้งมุมเอียงของแผง เซลล์แสงอาทิตย์

นอกเหนือจากการที่นำเอาแผง เซลล์มาจัดแถวแผง (array) เข้าด้วยกัน เพื่อให้เหมาะสมกับปริมาณของโหลดที่ใช้ การติดตั้งแผง เซลล์ เพื่อให้มีมุมและทิศทางรับแสงที่เหมาะสม นับว่าเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้ระบบมีประสิทธิภาพมากขึ้น เนื่องจากในระบบที่ออกแบบไม่มีระบบควบคุมให้แผง เซลล์หมุนตามดวงอาทิตย์

จึงต้องหามุมเอียงที่ ค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปี ณ สถานที่แต่ละแห่งที่จะนำไปติดตั้ง อย่างไรก็ตามได้มีการวิเคราะห์และคำนวณมุมที่เหมาะสม ปรากฏว่าสมการที่ได้พบว่า [9]

$$\tan S_{opt} = \tan \theta \quad \dots\dots(3.6)$$

เมื่อ

S คือ มุมเอียง

θ คือ ตำแหน่งของแลตติจูด

หรือค่าของมุมเอียง (ตำแหน่งดวงอาทิตย์ ณ เส้นศูนย์สูตร)

$$S_{opt} = \theta \quad \dots\dots(3.7)$$

นั่นคือมุมเอียง S จะมีค่าคงที่ตลอดวัน และเท่ากับตำแหน่ง Latitude ของสถานที่แห่งนั้น ซึ่งจะ เป็นจริงสำหรับทุกแห่ง [9] ตัวอย่างเช่น ถ้ามีการนำเอาแผง เซลล์แสงอาทิตย์ไปติดตั้งที่จังหวัดอุตรธานี ค่าของมุมเอียงที่เหมาะสมก็จะเป็นตำแหน่งที่ $17^{\circ} 13' N$ เป็นต้น ดังนั้นเมื่อจะมีการติดตั้งระบบโฟโตโวลตาอิกในหมู่บ้านแห่งหนึ่งแห่งใดในชนบทไทย ก็สามารถที่จะปรับมุมเอียงของแผงให้เหมาะสมได้ ตามสภาพที่ทางภูมิศาสตร์ ณ แห่งนั้น

เนื่องจากการคำนวณขนาดของแผง เซลล์แสงอาทิตย์ที่ผ่านมา ได้เลือกใช้ข้อมูลทางแสงอาทิตย์ที่จังหวัดอุตรธานี ซึ่งมีค่า D_m ที่ค่า $432.24 \text{ mWh.cm}^{-2}\text{day}^{-1}$ ซึ่งได้ขนาดของแผง เซลล์แสงอาทิตย์ตามปริมาณของโหลดที่ได้ประเมินไว้ในบทที่ 2 และมุมเอียงที่เหมาะสมดังกล่าวแล้ว ถ้าจะออกแบบใช้กับสถานที่หรือจังหวัดอื่นซึ่งมีค่า D_m แตกต่างออกไป อาจจะได้ขนาดของแผง เซลล์ที่แตกต่างออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในสมการที่ 3.1 รวมทั้งค่า A_h ของโหลดและข้อมูลแสงอาทิตย์ ณ แห่ง

นั้น กล่าวคือ ถ้าความเข้มแสงเจ็ลี่ยน้อยกว่าจังหวัดอุตรธานีขนาดของแผงเซลล์อาจจะโตกว่าที่คำนวณได้ในตัวอย่าง (โดยที่พารามิเตอร์อื่นๆ มีค่าใกล้เคียงกัน) ในทำนองเดียวกัน ถ้าความเข้มแสงเจ็ลี่ยมากกว่าที่อุตรธานี ขนาดของแผงเซลล์อาจจะเล็กกว่า และตำแหน่งของมุมเอียงก็จะต่างออกไปด้วยซึ่งแล้วแต่สถานที่หรือจังหวัดนั้นๆ อย่างไรก็ตามตามตัวแพคเตอร์หรือพารามิเตอร์ที่อาจเปลี่ยนแปลงได้ ก็คือ ประสิทธิภาพการประจุของตัวแบตเตอรี่ซึ่งในการออกแบบที่ผ่านมาได้เลือกใช้ ประสิทธิภาพ 85 % ซึ่งตัวเลขนี้อาจจะเปลี่ยนแปลงได้แล้วแต่ชนิดของแบตเตอรี่ที่ใช้ หรือประสิทธิภาพของตัวเรกติเลเตอร์ก็เช่นกัน ซึ่งแพคเตอร์เหล่านี้จะต้องคำนึงถึงเสมอ เมื่อมีการออกแบบขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ สำหรับตัวแพคเตอร์ต่างๆ ที่มีผลต่อ N_A ในสมการที่ 3.1 ได้แสดงไว้ในหัวข้อที่ 3.5

3.2 การออกแบบบล็อกกิ้งไดโอด

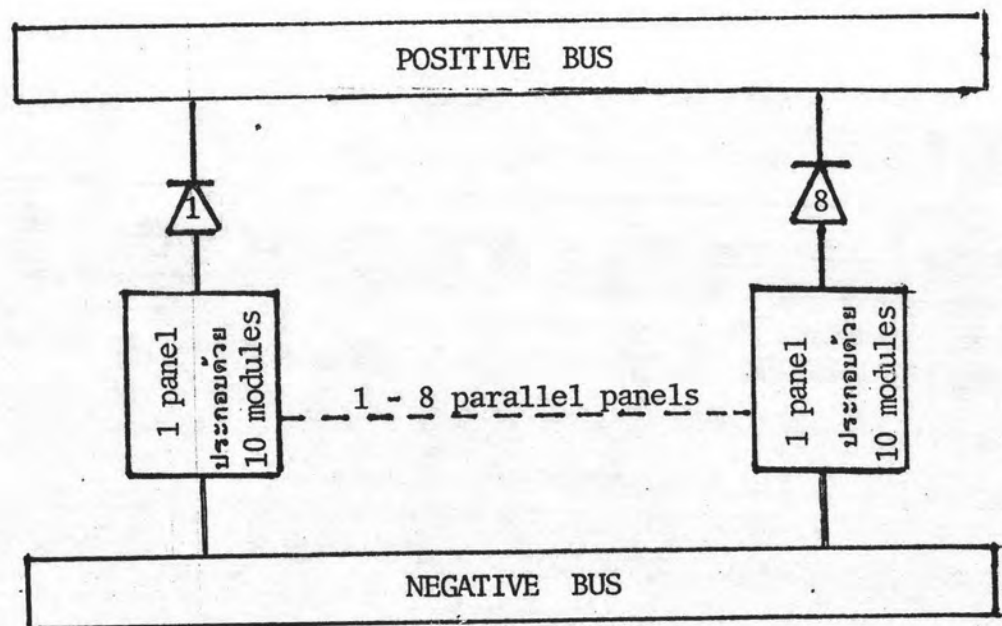
เนื่องจากความเข้มของแสงอาทิตย์มีไม่สม่ำเสมอตลอดวัน จึงมีความจำเป็นจะต้องมีอุปกรณ์ที่เป็นตัวป้องกัน ไม่ให้กระแสไฟฟ้าไหลจากตัวแบตเตอรี่ย้อนไปสู่ตัวแผงโฟโตโวลตาอิก ทั้งนี้เพราะวันที่มีแสงอาทิตย์น้อย ค่าของ V_{OC} จากแผงโฟโตโวลตาอิกที่ผลิตได้อาจมีค่าน้อยกว่าแรงดันไฟฟ้าของตัวกลุ่มแบตเตอรี่ จึงอาจเป็นเหตุให้กระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ สามารถไหลย้อนกลับไปที่แผงโฟโตโวลตาอิกได้ อุปกรณ์ที่จะเป็นตัวป้องกันการเกิดกระแสไฟฟ้าไหลย้อนกลับนี้ เรียกว่า บล็อกกิ้งไดโอด (blocking diode) อุปกรณ์ดังกล่าวจะต้องมีพิกัดทางกระแสและแรงดันไฟฟ้า ที่ทนได้สูงกว่าระดับกระแสและแรงดันไฟฟ้าที่จะใช้งานในระบบ และผลจากการออกแบบขนาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar cell array) ซึ่งได้ออกแบบให้เหมาะสมกับปริมาณการใช้กำลังไฟฟ้าภายในหมู่บ้านทั่วไป ซึ่งมีขนาดหลังคาเรือนต่างๆ กัน ดังได้แสดงไว้ในหัวข้อ 3.1 และสรุปเป็นตารางที่ 3.3

3.2.1 ขนาดแผงเซลล์ในหมู่บ้านที่มี 30 หลังคาเรือนตามโหลดที่ประเมินไว้

จากตารางที่เปรียบเทียบขนาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในตารางที่ 3.3 พบว่าขนาด 30 หลังคาเรือน สามารถผลิตแรงดันและกระแสไฟฟ้างดังนี้

กำลังไฟฟ้า (peak)	2.72	KW _p
ระดับแรงดันไฟฟ้า	146	Vdc.
กระแสไฟฟ้า	18.64	Adc.
จำนวน panel ทั้งหมดที่ใช้	8	panels

การเลือกตัวบล็อกกึ่งไดโอด ต้องเลือกใช้ที่กักแรงดันและกระแสไฟฟ้าให้สูงกว่าค่าแรงดันและกระแสไฟฟ้าที่ใช้งานในระบบ โดยทั่วไปตัวบล็อกกึ่งไดโอดที่มีจำหน่ายในท้องตลาด มีหลายชนิดให้เลือกใช้ได้ตามความเหมาะสมของงานและเนื่องจากมี 8 panels จึงให้ตัวบล็อกกึ่งไดโอด panel หรือใน string ละ 1 ตัว ดังนั้นจึงใช้บล็อกกึ่งไดโอดทั้งหมด 8 ตัว



รูปที่ 3.5 แสดงการต่อบล็อกกึ่งไดโอดในแต่ละแถวของแผงเซลล์

3.2.2 ขนาดแผงเซลล์ในหมู่บ้านที่มี 60 และ 100 หลังคาเรือน ตามโหลดที่ประเมินไว้

การหาจำนวนบล็อกกึ่งไดโอด สามารถทำได้ในทำนองเดียวกัน ซึ่งตัวที่จะ

บ่งบอกถึงจำนวนการใช้ ขึ้นอยู่กับจำนวน panel ที่มีในระบบ จากตารางที่ 3.3 พบว่า ขนาด 60 หลังกาเรือน มี 16 panels ดังนั้นการใช้จำนวนบล็อกกึ่งไดโอดจึงมี 16 ตัว และเช่นกันขนาด 100 หลังกาเรือนซึ่งมี 29 panels ดังนั้นจึงใช้บล็อกกึ่งไดโอด 29 ตัว

3.3 การออกแบบขยายพาสไดโอด

ในระบบไฟฟ้าไฟโตโวลตาอิกที่ต้องการกำลังไฟฟ้าสูงขึ้นไป เรามีความจำเป็นที่จะต้องนำแผงเซลล์มาต่อแบบอนุกรม - ขนาน หรือแบบขนาน - อนุกรม ซึ่งการกระทำเช่นนี้ก็จะทำให้ประสิทธิภาพรวมของกลุ่มแผงเซลล์ลดลง เช่นเดียวกัน และนอกจากนี้การนำเอาเซลล์แสงอาทิตย์จำนวนมากๆ มาต่อกัน อาจจะมีผลเสียต่อความเชื่อถือได้ของระบบ เช่นในกรณีที่เซลล์ใด เซลล์หนึ่งหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของแผงถูกบังหรือการเกิดบังเงาขึ้น (shading) อาจจะทำให้เซลล์หรือกลุ่มของเซลล์นั้นเสียหายได้ เนื่องจากจะทำให้จุดร้อน (hot spot) ขึ้นในแผง, เนื่องจากการย้อนกลับของกำลังไฟฟ้าของตัวเซลล์แสงอาทิตย์ และเป็นสาเหตุให้เกิดการร้อนไหม้ของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ถูกบังเงานั้นได้ ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องมีการใช้ by - pass diode ครอบตัวเซลล์หรือแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขึ้น ซึ่งการต่อไดโอดชนิดนี้จะช่วยลดความเสียหาย ที่อาจเกิดขึ้นจาก hot spot นี้ได้ โดยการยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไดโอดดังกล่าว แทนการไหลผ่านเซลล์หรือแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ถูกบังเงานั้นและเพื่อป้องกันความเสียหายทางด้านไฟฟ้าที่อาจเกิดขึ้น เนื่องจากการบังเงาจึงมักมีการออกแบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นโมดูล (Modules) ย่อยๆ ขนาดเล็กแยกเป็นอิสระจากกัน โดยที่การออกแบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จึงมักกระทำในรูปของ Standard Modules ที่มีพิกัดกำลังไฟฟ้าที่แน่นอน จากนั้นจึงนำเอา Standard Modules เหล่านั้นมาต่อเข้าด้วยกันอีกทีหนึ่งเพื่อนำไปใช้งานต่อไป และวิธีที่จะป้องกันความเสียหาย กระทำได้โดยการแบ่งเซลล์แสงอาทิตย์ออกเป็นกลุ่มๆ โดยให้แต่ละกลุ่มมีจำนวน n เซลล์ ซึ่งจำนวนเซลล์ในแต่ละกลุ่มจะให้ค่าแรงดันไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าออกน้อยกว่าค่าแรงดันและกำลังไฟฟ้าที่จะทำให้เซลล์เสียหายได้ โดยใช้ไดโอดต่อครอบกลุ่มเซลล์ดังกล่าวโดยให้ไดโอดนั้น ถูกไบแอสย้อนในขณะที่เซลล์แสงอาทิตย์ทำงานปกติ สำหรับขนาดของระบบไฟฟ้าไฟโตโวลตาอิกขนาด 2.72 KW_p (30 หลังกาเรือน

ตามโหลดที่ประเมินไว้) จะพิจารณาการใช้ขั้วสายพาสไดโอดได้ดังนี้

3.3.1 ระบบไฟฟ้าไฟโตโวลตาอิก ขนาด 2.72 KW_p (30 หลังคาเรือนตาม โหลดที่ประเมินไว้)

เนื่องจากได้ออกแบบไว้ให้มีขนาดแผงเป็น 8 แผง เนลและในแต่ละแผง เนล จะมีจำนวน 10 โมดูลอนุกรมกันอยู่ และในแต่ละโมดูลจะมีเซลล์แสงอาทิตย์ต่ออนุกรมกันอยู่ 35 เซลล์ ดังตารางที่ 3.3 การออกแบบให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบ เซลล์ต่ออนุกรมมีความปลอดภัยคือ ผลบวกของแรงดันจาก เซลล์ที่ได้รับแสงต้องน้อยกว่าค่าแรงดันพัง (break-down - voltage) ของ เซลล์ที่ถูกบังนั้น [8] นั่นคือ

$$(n - 1) V_{OC} < V_{BR} \quad \dots\dots(3.8)$$

n คือ จำนวน เซลล์ที่ต่ออนุกรมกันในแผงนั้น

V_{OC} คือ แรงดันเปิดวงจรของเซลล์ ประมาณ 0.5 โวลต์

V_{BR} คือ แรงดันพังของ เซลล์แสงอาทิตย์ เมื่อถูกไบแอสกลับ ซึ่งค่าที่ปลอดภัยของเซลล์คือ เซลล์ไม่ควรถูกไบแอสกลับด้วยแรงดัน

$$V_{BR} > 20 \text{ โวลต์ [8]}$$

ถ้าลองออกแบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบ เซลล์ต่ออนุกรมว่า ควรมีเซลล์ต่อกันไม่ ควรเกินกี่เซลล์ ก็คำนวณหา n จากสมการที่ (3.8) นั่นคือ

$$(n - 1) \quad 0.5 \quad < \quad 20$$

$$0.5 \quad n \quad < \quad 20.5$$

$$n \quad < \quad 41$$

แต่ถ้าต้องการแรงดันสูงๆ จากแผงเซลล์ต่ออนุกรม ก็ทำได้โดยการต่อ ขั้วสายพาสไดโอดขนานกับเซลล์ที่อนุกรม n เซลล์นั้น โดยให้ไดโอดถูกไบแอสกลับขณะที่ทุก เซลล์จ่ายกระแสตามปกติ และเนื่องจากในแต่ละโมดูลมี 35 เซลล์ต่ออนุกรมกัน ซึ่งไม่ เกินจำนวน 41 เซลล์ดังกล่าว จึงสามารถนำไดโอดมาต่อขนานกับแผงย่อยแต่ละแผงได้ ($n = 35$) จำนวนขั้วสายพาสไดโอดที่ใช้ทั้งหมดจะมีจำนวน 80 ตัว ซึ่งเท่ากับจำนวนแผง

ย่อยหรือโมดูลที่มีใช้ในระบบ 2.72 KW_p 120 Vdc ซึ่งสามารถดูรายละเอียดได้ในรูปที่ 3.6

3.3.2 ระบบไฟฟ้าโฟโตโวลตาอิกขนาด 5.44 KW_p (60 หลังคาเรือน ตามโหลดที่ประเมินไว้)

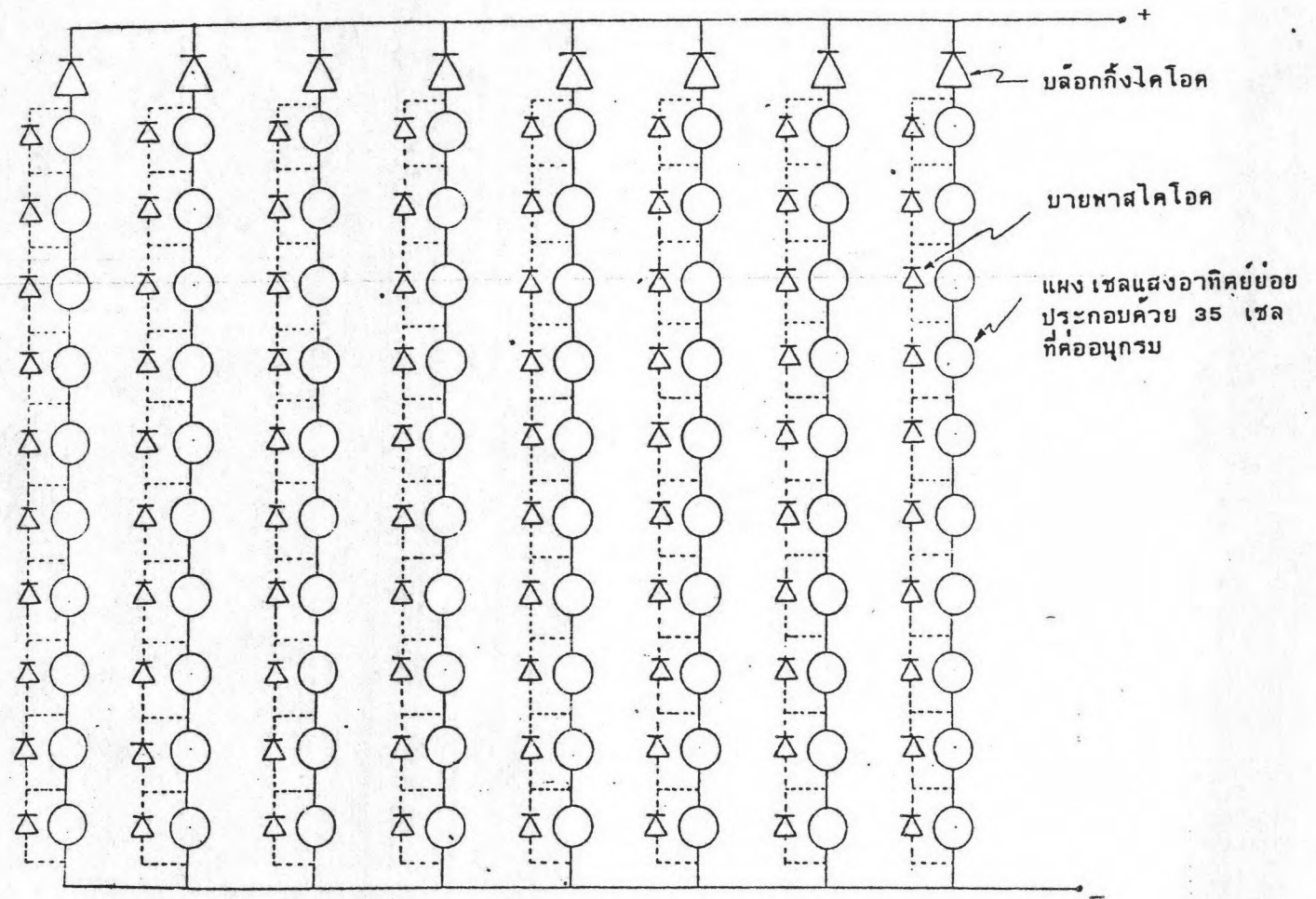
ได้ออกแบบให้มีขนาดแผงเป็น 16 แผงเนล และมีจำนวน 10 โมดูลในแต่ละแผงเนล ดังนั้นจะมีการใช้ไดโอดทั้งสิ้น $16 \times 10 = 160$ ตัว ซึ่งเท่ากับจำนวนโมดูลที่มีใช้ทั้งหมดในระบบ

3.3.3 ระบบไฟฟ้าโฟโตโวลตาอิก ขนาด 9.87 KW_p (100 หลังคาเรือน ตามโหลดที่ประเมินไว้)

วิธีการก็กระทำในลักษณะเดียวกัน จากการที่ได้ออกแบบไว้ให้มีขนาดแผงเป็น 29 แผงเนล และมีจำนวน 10 โมดูล อนุกรมกันในแต่ละแผงเนล จำนวนตัวไดโอดที่จะใช้จะเป็น 290 ตัวเช่นกัน

	ระบบไฟฟ้าโฟโตโวลตาอิกขนาด		
	3.72 KW_p	5.44 KW_p	9.87 KW_p
จำนวนหลังคาเรือนในหมู่บ้าน	30	60	100
จำนวนโมดูลต่อ 1 แผงเนล	10	10	10
จำนวนแผงเนลที่ใช้	8	16	29
จำนวนของ Π ในแต่ละกลุ่มเซลล์	35	35	35
จำนวนกลุ่มเซลล์ในแต่ละแผงเนล	10	10	10
จำนวนบล็อกกิ้งไดโอดต่อ 1 แผงเนล	1	1	1
จำนวนบล็อกกิ้งไดโอดที่ใช้ทั้งหมด	8	16	29
จำนวนบายพาสไดโอดต่อ 1 แผงเนล	10	10	10
จำนวนบายพาสไดโอดที่ใช้ทั้งหมด	80	160	290

ตารางที่ 3.4 ตารางเปรียบเทียบจำนวนการใช้บล็อกกิ้งไดโอดและบายพาสไดโอด



รูปที่ 3.6 การจัดแถวแผง (array) เซลแสงอาทิตย์ขนาด 2.72 KW_p 120 Vdc.

3.4 การออกแบบและเลือกแบตเตอรี่

เนื่องจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่แผ่รังสีมายังพื้นผิวโลก ไม่มีตลอดทั้งวันโดยเฉพาะในเวลากลางคืน ดังนั้นระบบไฟฟ้าโฟโตโวลตาอิก จึงจำเป็นต้องมีการสะสมพลังงานไฟฟ้าไว้ใช้ในชั่วยามกลางคืน ทั้งนี้เพื่อประกันให้โหลดได้รับพลังงานไฟฟ้าอย่างสม่ำเสมอตามต้องการ การสะสมพลังงานไฟฟ้าไว้ใช้นั้นมีหลายวิธีด้วยกัน ซึ่งในการออกแบบและวิจัยในขั้นนี้จะศึกษาและใช้ตัวแบตเตอรี่เท่านั้น ทั้งนี้โดยคำนึงถึงความเหมาะสมและเทคโนโลยีที่มีในประเทศไทยให้สอดคล้องกับสภาพท้องถิ่นและความเป็นอยู่ของคนในชนบทไทย ส่วนการสะสมพลังงานในรูปแบบวิธีอื่นๆ เช่น ไฮโดรเจน ต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูงอาจเป็นการไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้กับหมู่บ้านชนบทไทย เพราะระบบวิธีการดังกล่าวมีราคาต้นทุนค่อนข้างแพงในปัจจุบันนี้ อย่างไรก็ตามวิธีการสะสมพลังงานในรูปแบบต่างๆ ประสิทธิภาพที่ได้และตัวกลางในรูปแบบของการสะสม สามารถเปรียบเทียบได้จากตารางที่ 3.5 [11]

วิธี	วิธีการของการเปลี่ยน	สะสมในรูปแบบ	OUTPUT	ประสิทธิภาพ
แบตเตอรี่	electrochemical	แบตเตอรี่	DC	70-85
ปั๊ม - ไฮดร	AC → pump	น้ำ	AC	70-75
compressed air	AC → compressor	compressed air	AC	65-75
ไฮโดรเจน	photoelectrolysis → gas	H ₂ gas	DC	35-50
	electrolysis → gas	H ₂ liquid		
กังหัน	AC → motor	Flywheel - inertia	AC	70-80
Superconducting-magnet	electromagnetic	superconducting mag.	DC	90-95

ตารางที่ 3.5 สรุปวิธีการสะสมพลังงานในรูปแบบไฟฟ้าของแบบต่างๆ [11]

จากตารางดังกล่าวพอจะชี้ให้เห็นว่า วิธีการสะสมพลังงานไฟฟ้าในรูปแบบของแบตเตอรี่ เป็นวิธีการที่ง่ายและเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้ทุกสถานที่ ค่าของประสิทธิภาพก็สูงถึง 70 - 85 % แนวโน้มในปัจจุบันที่จะใช้แบตเตอรี่เป็นตัวสะสมพลังงาน ในระบบไฟฟ้าไฟโตโวลตาอิกจึงมีมากกว่าแบบวิธีอื่นๆ ดังกล่าวแล้ว อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้จึงเรียกชื่อทั่วไปว่า Storage battery ซึ่งเมื่อต้องการใช้งานก็เพียงแต่นำแบตเตอรี่แต่ละตัวมาต่อกัน อาจจะเป็นอนุกรม - ขนานหรือ ขนาน - อนุกรมก็ได้แล้วแต่ความต้องการของแรงดัน กระแสไฟฟ้าและจำนวนแอมแปร์ - ชั่วโมงที่ใช้ในระบบ จะพบว่า การติดตั้งและสะดวกในการบำรุงรักษาจะง่ายกว่าวิธีอื่น อย่างไรก็ตาม Storage battery ที่มีขายในท้องตลาดมีมากมายหลายบริษัท และบางบริษัทก็ผลิตชนิดของแบตเตอรี่ทั้งแบบกรดและด่าง เช่นแบบตะกั่วกรดและ Nickel-cadmium สำหรับแบตเตอรี่ที่นิยมใช้กันแพร่หลายมากที่สุดได้แก่ แบตเตอรี่กรด (Lead-Acid battery) และยังเป็นแบตเตอรี่ที่นิยมใช้กับระบบไฟฟ้าไฟโตโวลตาอิก ในการสะสมพลังงานจากแสงอาทิตย์ ทั้งนี้เพราะหาง่ายและราคาถูกกว่าชนิดอื่น แบตเตอรี่ด่าง เช่น Nickel - cadmium ก็เป็นที่แพร่หลาย บำรุงรักษาง่ายกว่าแบบแรกแต่ราคาแพง นอกจากนี้ยังมีแบตเตอรี่ชนิดชนิดปิดสนิท (Sealed Lead Acid battery) แบบหนึ่งของแบตเตอรี่ชนิดนี้คือ Gelled electrolyte battery ที่มีเครื่องหมายว่า Gel/Cell ซึ่งปกติก็จะมีราคาสูง แต่ก็มีข้อดีที่ไม่ต้องบำรุงรักษามากนัก อย่างไรก็ตามก็ยังมี Vent ที่จะปล่อยให้ก๊าซออกมาได้ หากความดันของก๊าซภายในสูงมากเกินไป เนื่องจากไม่ต้องดูแลรักษามากนัก มีอายุการใช้งานยาว แบตเตอรี่ชนิดนี้ก็เป็นที่นิยมใช้กับระบบไฟฟ้าไฟโตโวลตาอิก เช่นกัน สำหรับการออกแบบสตอเรจแบตเตอรี่ที่จะใช้กับหมู่บ้านชนบทที่ห่างไกล ควรจะต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. ขนาดของแอมแปร์ - ชั่วโมงที่ต้องการ
2. ระดับแรงดันไฟฟ้าที่ใช้
3. ระดับกระแสไฟฟ้า
4. ขนาดและน้ำหนัก
5. อายุการใช้งาน

6. ราคา
7. Depth of discharge
8. จำนวนวันที่มีแสงน้อยในรอบปี

ผลของการประเมินปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าที่มีขนาดหลังคา เรือนต่างกันในหมู่บ้าน
ชนบทไทย ซึ่งสรุปไว้ในตารางที่ 2.1 และค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในหัวข้อที่ 3.1.1
พอที่จะนำมาพิจารณาการออกแบบจำนวนแบตเตอรี่ที่จะใช้ในแต่ละระบบได้ดังนี้

3.4.1 การออกแบบขนาดของแบตเตอรี่ในระบบขนาด 2.72 KW (30 หลัง
คา เรือนตามโหนดที่ประเมินไว้)

ข้อมูล

1. ระดับแรงดันไฟฟ้า 120 Vdc.
2. ขนาดของจำนวนแอมแปร์ - ชั่วโมงต่อวัน ที่ต้องการใช้ทั้งหมู่บ้าน
ตามตารางที่ 2.1 คิดเป็น energy ที่ต้องการของโหนดแต่ละชนิด
 - แสงสว่าง (Night time load) = 25×120 WH หรือ 3 KWH
 - วิทย์ (Daytime load) ตั้งแต่ 6.00 - 18.00 น. รวม 12 ชั่วโมง
energy ที่ใช้ = $\frac{[5 \times 30]}{120} \times 12 \times 120 = 1800$ WH หรือ 1.8 KWH
 - วิทย์ (Night time load) ตั้งแต่ 4.00 น. - 6.00 น. และ 18.00 น.
- 21.00 น. รวม 5 ชั่วโมง energy ที่ใช้ $[\frac{5 \times 30}{120}] \times 5 \times 120 = 750$ WH
หรือ 0.75 KWH

ดังนั้น ช่วงกลางคืนต้องการ $3 + 0.75 = 3.75$ KWH หรือ 3750 WH

ช่วงกลางวันต้องการ 1.8 KWH หรือ 1800 KWH

จากสมการที่ 3.3 ถ้าให้พารามิเตอร์

$$V_D = 120 \text{ Vdc.}$$

$$N_L = 0.95$$

$$DOD = 0.75$$

$$x_1, x_2, y_1 = 7 \text{ วัน}$$

แทนลงในสมการที่ 3.3 จะหาค่าของขนาดแบคทีเรียเป็น Ah ได้ ซึ่งถ้าใส่ข้อมูลตัวพารามิเตอร์ต่างๆ ตามหัวข้อที่ 3.1.1 โดยใช้โปรแกรมที่ 1 คำนวณก็จะได้ขนาดของแบคทีเรียตามขนาดของหมู่บ้านและผลที่ออกมาเป็นดังนี้

: PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEM (BATTERY CAPACITY) :

NO. OF HOUSEHOLDS IN VILLAGE = 30.00 HOUSEHOLDS
 NOMINAL SYSTEM BATTERY VOLTAGE = 120.00 VOLTS
 AMPERE-HOURS LOAD DEMAND = 46.25 AH/DAY
 TOTAL NO. OF DAYTIME LOAD = 1.80 KWH
 TOTAL NO. OF NIGHT TIME LOAD = 3.75 KWH
 TOTAL NO. OF A-H FOR DESIGN = 455.00 A-H
 RATED A-H OF BATTERY EACH. = 65.00 A-H
 NO. OF BATTERIES IN SERIES STRING = 10.00
 NO. OF ROWS FOR BATTERY (PARALLEL IN ROW) = 7.00 ROW
 TOTAL NO. OF BATTERIES USED = 70.00
 PERCENT OF DISCHARGING = 7.23 %

: PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEM (BATTERY CAPACITY) :

NO. OF HOUSEHOLDS IN VILLAGE = 60.00 HOUSEHOLDS
 NOMINAL SYSTEM BATTERY VOLTAGE = 120.00 VOLTS
 AMPERE-HOURS LOAD DEMAND = 97.50 AH/DAY
 TOTAL NO. OF DAYTIME LOAD = 4.20 KWH
 TOTAL NO. OF NIGHT TIME LOAD = 7.50 KWH
 TOTAL NO. OF A-H FOR DESIGN = 980.00 A-H
 RATED A-H OF BATTERY EACH. = 140.00 A-H
 NO. OF BATTERIES IN SERIES STRING = 10.00
 NO. OF ROWS FOR BATTERY (PARALLEL IN ROW) = 7.00 ROW
 TOTAL NO. OF BATTERIES USED = 70.00
 PERCENT OF DISCHARGING = 6.71 %

: PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEM (BATTERY CAPACITY) :

NO. OF HOUSEHOLDS IN VILLAGE = 100.00 HOUSEHOLDS
 NOMINAL SYSTEM BATTERY VOLTAGE = 120.00 VOLTS
 AMPERE-HOURS LOAD DEMAND = 176.60 AH/DAY
 TOTAL NO. OF DAYTIME LOAD = 7.49 KWH
 TOTAL NO. OF NIGHT TIME LOAD = 13.70 KWH
 TOTAL NO. OF A-H FOR DESIGN = 1750.00 A-H
 RATED A-H OF BATTERY EACH. = 250.00 A-H
 NO. OF BATTERIES IN SERIES STRING = 10.00
 NO. OF ROWS FOR BATTERY (PARALLEL IN ROW) = 7.00 ROW
 TOTAL NO. OF BATTERIES USED = 70.00
 PERCENT OF DISCHARGING = 6.87 %

3.5 สมรรถนะของแถวแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ในระบบโฟโตโวลตาอิก กระแสตรง

หลังจากที่ได้มีการออกแบบขนาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และขนาดของแบตเตอรี่ที่ใช้งานแล้ว จะต้องมีการประเมินผลของสมรรถนะของระบบว่าขนาดแผงที่ได้นั้นสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าเพียงพอต่อความต้องการของโหลดเพียงไร ณ ความเข้มแสงค่าหนึ่งแผงจะให้กระแสไฟฟ้าได้มากน้อยเพียงไร อย่างไรก็ตามยังมีแฟคเตอร์อื่นๆ อีกที่ต้องคำนึงถึง เช่นจำนวนชั่วโมงเฉลี่ยที่มีแสงอาทิตย์ตลอดปี, อุณหภูมิของแผงเซลล์ขณะทำงานปกติ, ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงของกระแสต่อหน่วยอุณหภูมิและค่ากระแสลัดวงจร เป็นต้น นอกจากนี้ถ้าค่าพารามิเตอร์ในหัวข้อที่ 3.1.1 เปลี่ยนแปลงจะทำให้ขนาดของแผงเซลล์เปลี่ยนแปลงไปด้วย ซึ่งจะได้เสนอในตอนต่อไป สำหรับค่าแฟคเตอร์ที่ต้องการใช้มีดังนี้

จำนวนชั่วโมงเฉลี่ยที่มีแสงอาทิตย์ตลอดปี หาได้จากตารางที่ 4 ในภาคผนวก ก. ที่จังหวัดอุดรธานีมีค่า

$$= \frac{8.6+8+7.3+5.4+4.6+5.9+8.5+9}{8}$$

$$\approx 7.163 \text{ ชั่วโมงต่อวัน}$$

ค่าสัมประสิทธิ์ของกระแส (α) หาได้จากการแปลง (transformed) ลักษณะคุณสมบัติของกระแสและแรงดันจาก I - V curve หนึ่งไปยังอีก I - V curve หนึ่งซึ่งมีอุณหภูมิต่างกัน โดยที่ให้ความเข้มของแสงคงที่ เช่นถ้าเราต้องการ α ของแผงเซลล์จากตารางที่ 3.1 มีค่า

$$I_{MT} = I_{ST} + \alpha (T_{MT} - T_{ST})$$

$$\alpha = \frac{(I_{MT} - I_{ST})}{(T_{MT} - T_{ST})} \dots\dots\dots (3.9)$$

เมื่อ

$$I_{MT} = \text{กระแสลัดวงจรที่ } 100 \text{ mw/cm}^2 \text{ } 47^\circ \text{C (Max. test)}$$

$$\begin{aligned}
 I_{ST} &= \text{กระแสลัดวงจรที่ } 100 \text{ mw/cm}^2 \text{ } 25^\circ \text{c (Standard test)} \\
 T_{MT} &= \text{อุณหภูมิที่ Max. test} \\
 T_{ST} &= \text{อุณหภูมิที่ Standard test} \\
 \alpha &= \text{current coef. in Amps/}^\circ \text{c}
 \end{aligned}$$

ดังนั้น

$$\alpha = \frac{(2.59 - 2.55)}{(47 - 25)} = 0.0018 \text{ Amps/}^\circ \text{c}$$

และค่ากระแสไฟฟ้าที่แผงเซลล์ผลิตออกมาได้ ณ อุณหภูมิหนึ่งและค่าความเข้มแสงหนึ่ง สามารถหาได้จากสมการที่ 3.10 โดยเปรียบเทียบกับลักษณะของ I - V curve หนึ่งที่ได้ทดสอบหรือทราบค่าแล้ว

$$I_2 = I_1 + \Delta I_{SC} \quad \dots\dots(3.10)$$

เมื่อ

$$\Delta I_{SC} = I_{SC1} \left(\frac{L_2}{L_1} - 1 \right) + \alpha (T_2 - T_1) \quad \dots\dots(3.1.1)$$

เมื่อ

cond. 1 = Ref. curve

cond. 2 = Design curve

I = current

I_{SC} = Short circuit current

α = current coef.

L = intensity light

สำหรับ T_2 ปกติจะใช้ที่ NOCT (Nominal operating cell temperature)

ในตารางที่ 3.6 ก, ข และ ค เป็นตารางแสดงค่ากระแสและแอมแปร์ - ชั่วโมงที่ได้

ณ ความเข้มแสงที่ค่าต่างๆ กัน โดยใช้สมการที่ 3.10 ผลที่ได้ออกมาได้ค่านี้ถึงตัว

η_R และ η_L ด้วยการใช้โปรแกรมที่ 4 ในภาคผนวก

ส่วนตารางที่ 3.7 ก และ ข เป็นตารางแสดงการเปลี่ยนค่า D_M ในสมการ
ที่ 3.1 โดยให้ตัวพารามิเตอร์อื่นๆ คงที่ ในตารางที่ 3.8 ก และ ข เป็นตาราง
แสดงการเปลี่ยนค่า K_1 ในสมการที่ 3.1 โดยให้ตัวพารามิเตอร์อื่นๆ คงที่ และ
ในตารางที่ 3.9 เป็นตารางแสดงการเปลี่ยนแปลง AH_{load} ในสมการที่ 3.1
โดยให้พารามิเตอร์ตัวอื่นๆ คงที่

THE PERFORMANCE OF A PV. ARRAY BASED ON LIGHT INTENSITY

LIGHT INTENSITY (MILLI.W/SQ.CM)	CELLS GENERATED (AMPERE)	A-H GENERATED (AH)	EXCESS A-H (AH)
100.00	18.87	109.15	62.90
95.00	17.85	103.25	57.00
90.00	16.83	97.35	51.10
85.00	15.81	91.45	45.20
80.00	14.79	85.55	39.30
75.00	13.77	79.65	33.40
70.00	12.75	73.75	27.50
65.00	11.73	67.85	21.60
60.00	10.71	61.95	15.70
55.00	9.69	56.05	9.80
50.00	8.67	50.15	3.90
45.00	7.65	44.25	-2.00
40.00	6.63	38.35	-7.90
35.00	5.61	32.45	-13.80
30.00	4.59	26.55	-19.70
25.00	3.57	20.65	-25.60
20.00	2.55	14.75	-31.50
15.00	1.53	8.85	-37.40
10.00	0.51	2.95	-43.30

LIST OF DATA :

L1 = 100.00 MILLI-WATT/SQ. CM

I1 = 2.33 AMPERE

ISC1 = 2.55 AMPERE

T2 = 41.00 CENTIGRADE DEGREE

T1 = 25.00 CENTIGRADE DEGREE

AHLOAD = 46.25 AMPERE-HOURS

ตารางที่ 3.6 ก) แสดงค่า Excess A-H ในระบบ 2.72 KW_p 30 หลังกาเรือน

ตามโหลดที่ประเมินไว้

TNOP = 8.00 PANELS
 AVHOUR = 7.163 HOURS/DAY
 ALPHA = 0.0018 AMPERE/CENTIGRADE DEGREE
 NL = 0.95
 NR = 0.85

NOTE:

DESCRIPTION OF PARAMETER

L1 - LIGHT INTENSITY OF REF. CURVE IN MILLI.W/SQ. CENTIMETRE
 L2 - LIGHT INTENSITY OF DESIGN CURVE IN MILLI.W/SQ.CENTI METRE
 I1 - TERMINAL CURRENT OF REF. CURVE IN AMPERE
 ISC1 - SHORT CIRCUIT CURRENT OF REF. CURVE IN AMPERE
 T2 - CELL TEMP. OF DESIGN CURVE IN CENTIGRADE DEGREE
 T1 - CELL TEMP. OF REF. CURVE IN CENTIGRADE DEGREE
 AHLCAD - AMPERE-HOURS LOAD DEMAND PER DAY IN AMPERE-HOURS
 TNOP - TOTAL NO. OF PANELS
 AVHOUR - MEAN DAILY DURATIONS OF SUNSHINE IN HOURS PER DAY
 ALPHA - CURRENT COEF. IN AMPERE PER CENTIGRADE DEGREE
 NL - THE LINE LOSS FACTOR
 NR - REGULATOR EFFICIENCY

THE PERFORMANCE OF A PV. ARRAY BASED ON LIGHT INTENSITY

LIGHT INTENSITY (MILLI.W/SQ.CM)	CELLS GENERATED (AMPERE)	A-H GENERATED (AH)	EXCESS A-H (AH)
100.00	37.74	218.30	120.80
95.00	35.70	206.50	109.00
90.00	33.66	194.70	97.20
85.00	31.62	182.90	85.40
80.00	29.58	171.10	73.60
75.00	27.54	159.30	61.80
70.00	25.50	147.50	50.00
65.00	23.46	135.70	38.20
60.00	21.42	123.90	26.40
55.00	19.38	112.10	14.60
50.00	17.34	100.30	2.80
45.00	15.30	88.50	-9.00
40.00	13.26	76.70	-20.80
35.00	11.22	64.90	-32.60
30.00	9.18	53.10	-44.40
25.00	7.14	41.30	-56.20
20.00	5.10	29.50	-68.00
15.00	3.06	17.70	-79.80
10.00	1.02	5.90	-91.60

LIST OF DATA :

LI = 100.00 MILLI-WATT/SQ. CM TNCP = 16.00 PANELS
 I1 = 2.33 AMPERE AVHOUR = 7.163 HOURS/DAY
 ISCI = 2.55 AMPERE ALPHA = 0.0018 AMPERE/CENTIGRADE DEGREE
 T2 = 41.00 CENTIGRADE DEGREE NL = 0.95
 T1 = 25.00 CENTIGRADE DEGREE NR = 0.85
 AH(LC) = 97.50 AMPERE-HOURS

ตารางที่ 3.6 ข) แสดงค่า Excess A-H ในระบบ 5.44 KW_p 60 หลังคาเรือนตาม

โหลดที่ประเมินไว้

THE PERFORMANCE OF A PV. ARRAY BASED ON LIGHT INTENSITY

LIGHT INTENSITY (MILLI.W/SQ.CM)	CELLS GENERATED (AMPERE)	A-H GENERATED (AH)	EXCESS A-H (AH)
100.00	68.41	395.66	219.06
95.00	64.71	374.28	197.66
90.00	61.01	352.89	176.29
85.00	57.31	331.50	154.90
80.00	53.62	310.12	133.52
75.00	49.92	288.73	112.13
70.00	46.22	267.34	90.74
65.00	42.52	245.96	69.36
60.00	38.83	224.57	47.97
55.00	35.13	203.18	26.58
50.00	31.43	181.80	5.20
45.00	27.73	160.41	-16.19
40.00	24.04	139.02	-37.58
35.00	20.34	117.64	-58.96
30.00	16.64	96.25	-80.35
25.00	12.94	74.86	-101.74
20.00	9.25	53.48	-123.12
15.00	5.55	32.09	-144.51
10.00	1.85	10.70	-165.90

LIST OF DATA :

LI = 100.00 MILLI-WATT/SQ. CM TNOP = 29.00 PANELS
 II = 2.33 AMPERE AVHCUR = 7.163 HOURS/DAY
 ISCI = 2.55 AMPERE ALPHA = 0.0018 AMPERE/CENTIGRADE DEGREE
 T2 = 41.00 CENTIGRADE DEGREE NL = 0.95
 T1 = 25.00 CENTIGRADE DEGREE NR = 0.85
 AHLGAD = 176.60 AMPERE-HOURS

ตารางที่ 3.6 ก) แสดงค่า Excess A-H ในระบบ 9.87 KW_p 100 หลังคาเรือน
 ตามโหลดที่ประเมินได้

ตารางที่ 3.7 แสดงผลของการเปลี่ยนแปลงค่า Dm ที่มีต่อขนาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์

AMPERE-HOURS LOAD (A-H)	NO. OF MODULES	AMPERE-HOURS LOAD (A-H)	NO. OF MODULES
10.00	14.45	10.00	16.72
20.00	28.90	20.00	33.43
30.00	43.35	30.00	50.15
40.00	57.80	40.00	66.86
50.00	72.25	50.00	82.58
60.00	86.70	60.00	100.30
70.00	101.15	70.00	117.01
80.00	115.61	80.00	133.73
90.00	130.06	90.00	150.44
100.00	144.51	100.00	167.16
110.00	158.96	110.00	183.88
120.00	173.41	120.00	200.59
130.00	187.86	130.00	217.31
140.00	202.31	140.00	234.02
150.00	216.76	150.00	250.74
160.00	231.21	160.00	267.46
170.00	245.66	170.00	284.17
180.00	260.11	180.00	300.89
190.00	274.56	190.00	317.60
200.00	289.01	200.00	334.32

DM = 500.00
 KI = 0.66
 NS = 10.00
 AVRAD = 100.00
 CUTCUR = 2.33
 VF = 0.90

DM = 432.24
 KI = 0.66
 NS = 10.00
 AVRAD = 100.00
 CUTCUR = 2.33
 VF = 0.90

ตารางที่ 3.7 2) (ต่อ)

AMPERE-HOURS LOAD (A-H)	NO. OF MODULES
10.00	18.06
20.00	36.13
30.00	54.19
40.00	72.25
50.00	90.32
60.00	108.38
70.00	126.44
80.00	144.51
90.00	162.57
100.00	180.63
110.00	198.70
120.00	216.76
130.00	234.82
140.00	252.89
150.00	270.95
160.00	289.01
170.00	307.08
180.00	325.14
190.00	343.20
200.00	361.27

DM = 400.00
 K1 = 0.66
 NS = 10.00
 AVRAD = 100.00
 OUTCUR = 2.33
 VF = 0.90

AMPERE-HOURS LOAD (A-H)	NO. OF MODULES
10.00	24.08
20.00	48.17
30.00	72.25
40.00	96.34
50.00	120.42
60.00	144.51
70.00	168.59
80.00	192.68
90.00	216.76
100.00	240.84
110.00	264.93
120.00	289.01
130.00	313.10
140.00	337.19
150.00	361.27
160.00	385.35
170.00	409.44
180.00	433.52
190.00	457.60
200.00	481.69

DM = 300.00
 K1 = 0.66
 NS = 10.00
 AVRAD = 100.00
 OUTCUR = 2.33
 VF = 0.90

ตารางที่ 3.8 แสดงผลของการเปลี่ยนแปลง K1 ที่มีผลต่อขนาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์

AMPERE-HOURS LOAD (A-H)	NO. OF MODULES	AMPERE-HOURS LOAD (A-H)	NO. OF MODULES
10.00	13.79	10.00	15.76
20.00	27.58	20.00	31.52
30.00	41.37	30.00	47.28
40.00	55.16	40.00	63.04
50.00	68.95	50.00	78.80
60.00	82.74	60.00	94.56
70.00	96.54	70.00	110.32
80.00	110.33	80.00	126.08
90.00	124.12	90.00	141.84
100.00	137.91	100.00	157.60
110.00	151.70	110.00	173.36
120.00	165.49	120.00	189.12
130.00	179.28	130.00	204.88
140.00	193.07	140.00	220.64
150.00	206.86	150.00	236.40
160.00	220.65	160.00	252.16
170.00	234.44	170.00	267.92
180.00	248.23	180.00	283.68
190.00	262.02	190.00	299.44
200.00	275.81	200.00	315.20
D4 = 432.24 K1 = 0.80 NS = 10.00 AVRAD = 100.00 OUTCUR = 2.33 VF = 0.90		D4 = 432.24 K1 = 0.70 NS = 10.00 AVRAD = 100.00 OUTCUR = 2.33 VF = 0.90	

ตารางที่ 3.8.1) (ต่อ)

AMPERE-HOURS LOAD (A-H)		NO. OF MODULES		AMPERE-HOURS LOAD (A-H)		NO. OF MODULES	
10.00	18.39	10.00	22.07				
20.00	36.78	20.00	44.13				
30.00	55.16	30.00	66.20				
40.00	73.55	40.00	88.26				
50.00	91.94	50.00	110.33				
60.00	110.33	60.00	132.39				
70.00	128.71	70.00	154.46				
80.00	147.10	80.00	176.52				
90.00	165.49	90.00	198.59				
100.00	183.88	100.00	220.65				
110.00	202.26	110.00	242.72				
120.00	220.65	120.00	264.78				
130.00	239.04	130.00	286.85				
140.00	257.43	140.00	308.91				
150.00	275.81	150.00	330.98				
160.00	294.20	160.00	353.04				
170.00	312.59	170.00	375.11				
180.00	330.98	180.00	397.17				
190.00	349.36	190.00	419.24				
200.00	367.75	200.00	441.30				
DM = 432.24	K1 = 0.60	DM = 432.24	K1 = 0.50				
NS = 10.00	AVRAD = 100.00	NS = 10.00	AVRAD = 100.00				
OUTCUR = 2.33	VF = 0.90	OUTCUR = 2.33	VF = 0.90				

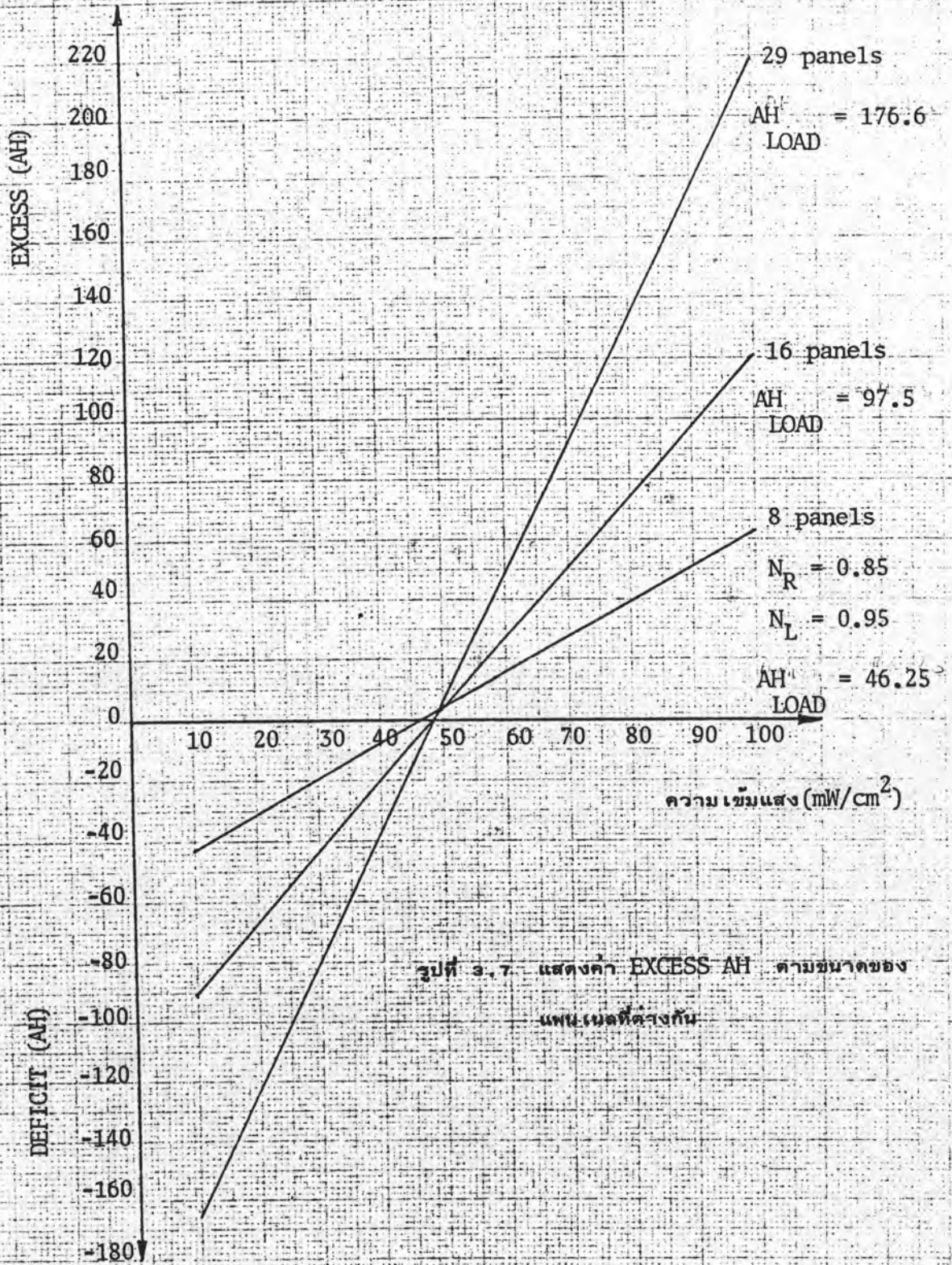
ตารางที่ ๑.๑) แสดงค่าการเปลี่ยนแปลงของ AH₁ load ที่มีผลต่อขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

DM (MILLI-WH/SQ.CM-DAY)	NO. OF MODULES	DM (MILLI-WH/SQ.CM-DAY)	NO. OF MODULES	DM (MILLI-WH/SQ.CM-DAY)	NO. OF MODULES
300.00	111.39	300.00	234.82	300.00	425.23
310.00	107.80	310.00	227.25	310.00	411.61
320.00	104.43	320.00	220.15	320.00	398.75
330.00	101.26	330.00	213.48	330.00	386.66
340.00	98.29	340.00	207.20	340.00	375.29
350.00	95.48	350.00	201.28	350.00	364.57
360.00	92.83	360.00	195.69	360.00	354.44
370.00	90.32	370.00	190.40	370.00	344.86
380.00	87.94	380.00	185.39	380.00	335.79
390.00	85.69	390.00	180.63	390.00	327.18
400.00	83.54	400.00	176.12	400.00	319.00
410.00	81.51	410.00	171.82	410.00	311.22
420.00	79.56	420.00	167.72	420.00	303.81
430.00	77.71	430.00	163.83	430.00	296.74
440.00	75.95	440.00	160.11	440.00	290.00
450.00	74.26	450.00	156.55	450.00	283.55
460.00	72.65	460.00	153.15	460.00	277.39
470.00	71.10	470.00	149.89	470.00	271.49
480.00	69.62	480.00	146.76	480.00	265.83
490.00	68.20	490.00	143.77	490.00	260.41
500.00	66.83	500.00	140.89	500.00	255.20

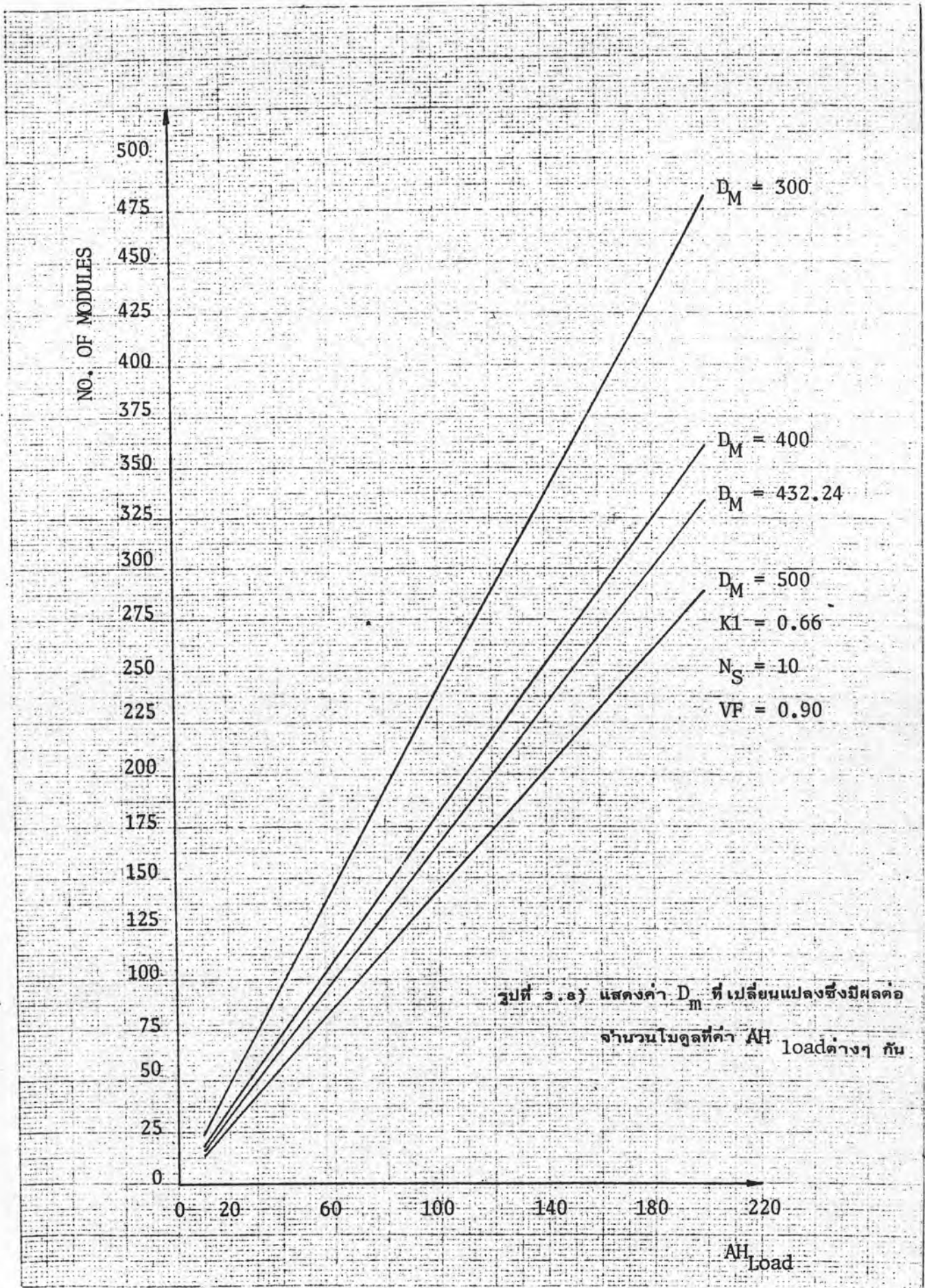
AHLOAD = 46.25
 K1 = 0.66
 NS = 10.00
 AVRAD = 100.00
 OUTCUR = 2.33
 VF = 0.90

AHLOAD = 97.50
 K1 = 0.66
 NS = 10.00
 AVRAD = 100.00
 OUTCUR = 2.33
 VF = 0.90

AHLOAD = 176.60
 K1 = 0.66
 NS = 10.00
 AVRAD = 100.00
 OUTCUR = 2.33
 VF = 0.90



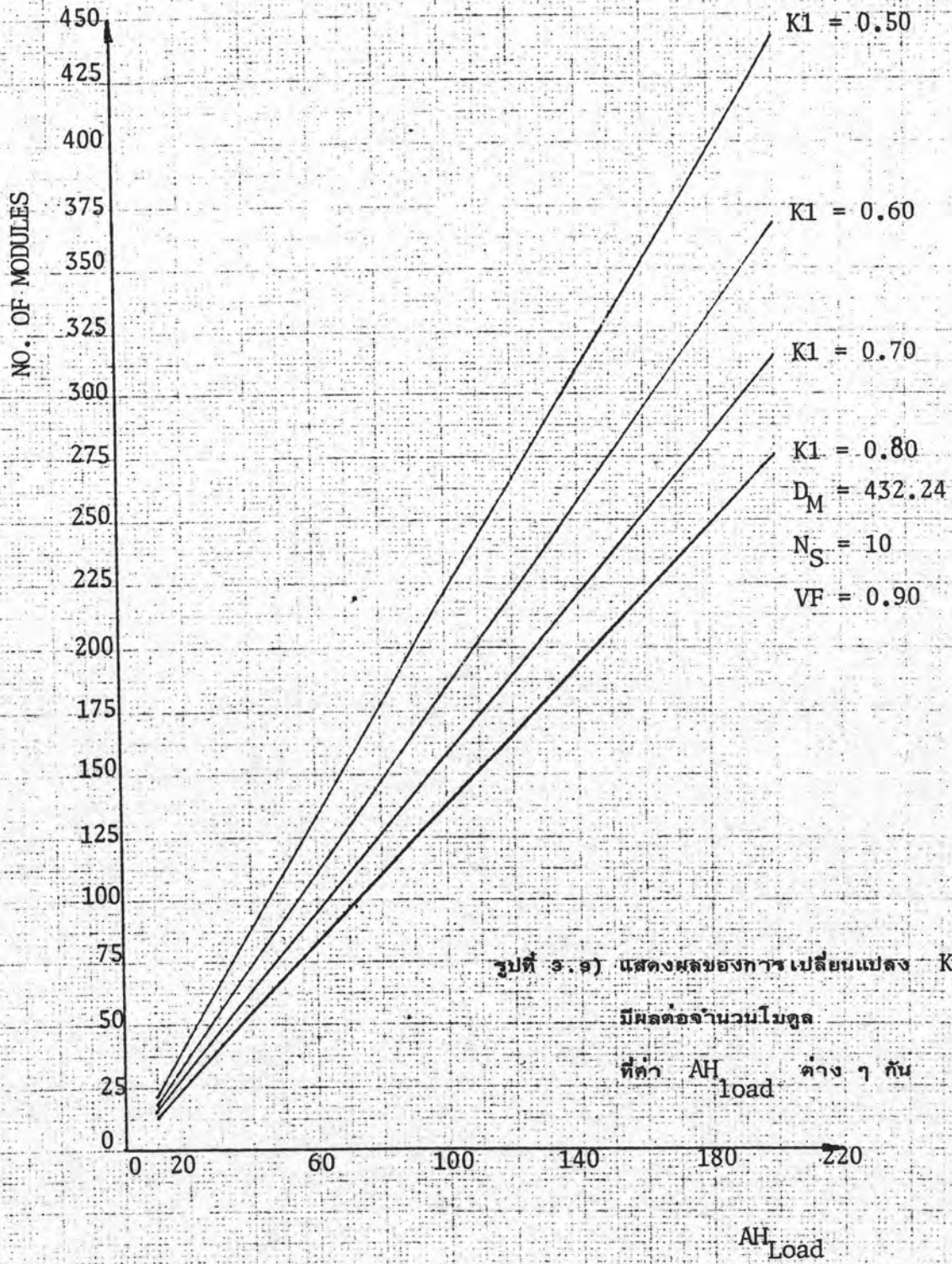
รูปที่ 3.7 แสดงค่า EXCESS AH ตามขนาดของแผงเซลล์ต่างกัน

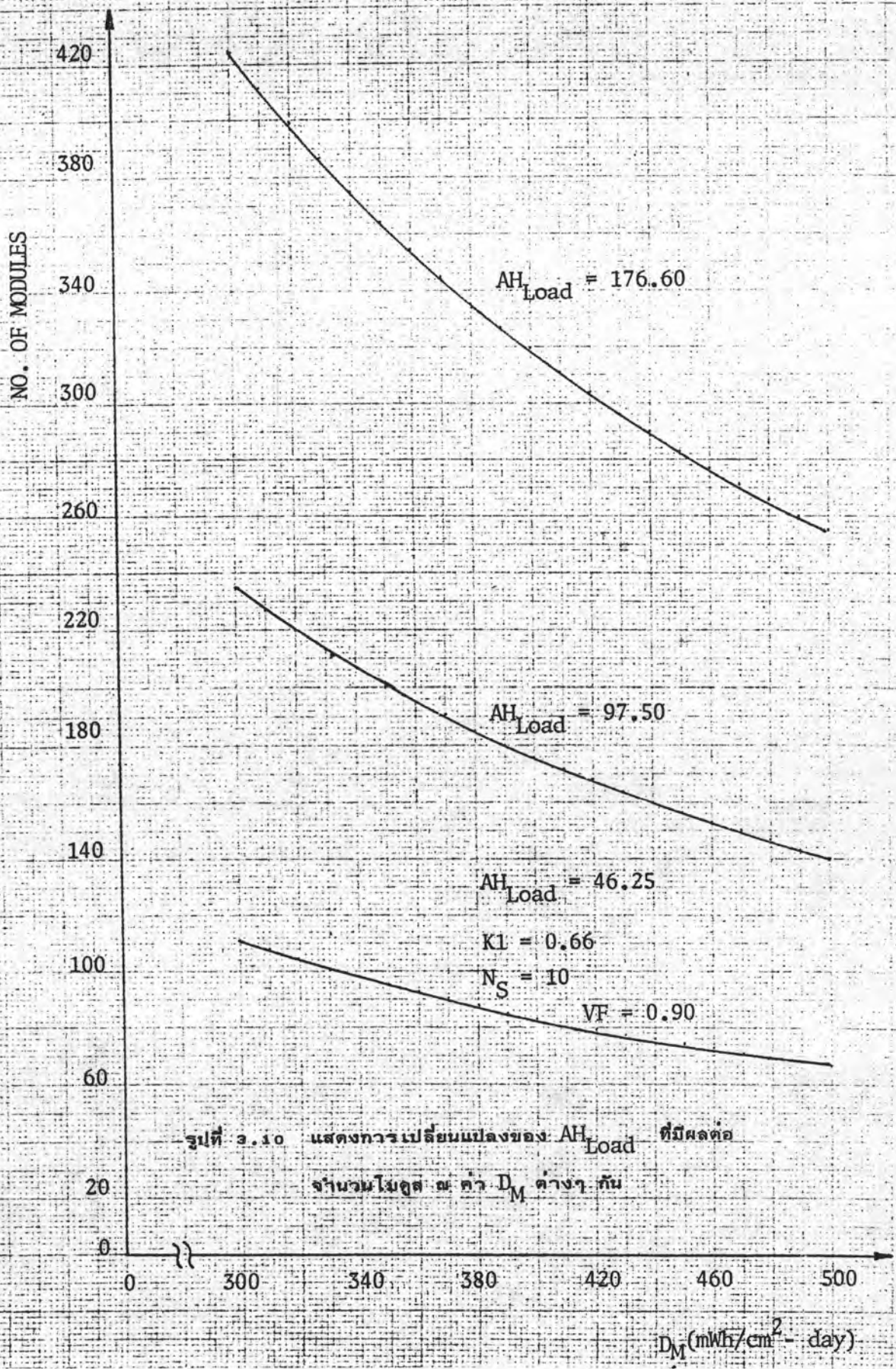


รูปที่ ๓.๘) แสดงค่า D_m ที่เปลี่ยนแปลงซึ่งมีผลต่อจำนวนโมดูลที่ค่า AH load ต่างๆ กัน

AH Load

NO. OF MODULES





รูปที่ 3.10 แสดงการเปลี่ยนแปลงของ AH_{Load} ที่มีผลต่อจำนวนโมดูล ณ ค่า D_M ต่างๆ กัน

D_M (mWh/cm² - day)

3.6 สมรรถนะของแบตเตอรี่ในระบบไฟฟ้าไฟโตโวลตาอิกกระแสตรง

เมื่อใช้แบตเตอรี่เป็นตัวเก็บสะสมพลังงาน สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงก็คือ สภาพการประจุ (state of charge) ของแบตเตอรี่ จะต้องไม่ต่ำกว่าค่าๆ หนึ่ง (C_{MIN}) ค่า C_{MIN} นี้จะเป็นตัวจำกัดไม่ให้แบตเตอรี่ถูกใช้ไปจนหมด ซึ่งจะทำให้ เสถียรภาพของแบตเตอรี่ต่ำลงจนอาจจะใช้การไม่ได้ ปกติค่า C_B นี้จะมีค่าอยู่ระหว่าง C_{MAX} และ C_{MIN} นั่นคือ

$$C_{MIN} \leq C_B \leq C_{MAX} \quad \dots\dots\dots(3.9)$$

เมื่อ

C_{MAX} คือ Batteries capacity

C_B คือ Actual state of charge

C_{MIN} คือ Minimum state of charge

ขนาดความจุของแบตเตอรี่ที่คำนวณได้ในสมการที่ 3.3 จะให้ค่าเฉลี่ย ซึ่ง ขนาดที่เหมาะสมจะต้องให้ค่า C_B เป็นไปตามสมการที่ 3.9 โดยอาศัยข้อมูลแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ใช้นำมา เป็นแพคเตอร์หนึ่งในการออกแบบขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ตามสมการที่ 3.1 อย่างไรก็ตามสมรรถนะของแบตเตอรี่ในแต่ละวัน (C_B) สามารถ แสดงได้ตารางที่ 3.12 โดยอาศัยข้อมูลแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นลักษณะภูมิอากาศในแต่ละวัน ของรอบปีหนึ่ง และขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่คำนวณได้โดยอาศัยข้อมูลแสงอาทิตย์ เดียวกัน ค่าเหล่านี้เป็นข้อมูลส่วนหนึ่งที่ต้องป้อนเข้าไปในโปรแกรมที่ 3 (ในภาคผนวก) ผลที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.13 และตารางที่ 3.12

นอกจากนี้ขนาดความจุของแบตเตอรี่จะมีขนาดความจุมากหรือน้อยยังขึ้นอยู่กับ DOD และ N_L ในสมการที่ 3.3 ด้วย ซึ่งผลของการที่ยอมให้ค่า DOD มาก น้อยแค่นั้นและขนาดความจุของแบตเตอรี่มีมากน้อยเพียงไร แสดงได้ตามตารางที่ 3.10 และรูปที่ 3.11 ส่วนค่า N_L นั้นในทำนองเดียวกันก็สามารถแสดงได้ตาม ตารางที่ 3.11 ก และ ข และในรูปที่ 3.12 และจากตารางที่ 3.12 เป็นตัวอย่าง

ของการหาค่า C_B ในแต่ละวัน โดยใช้ข้อมูลแสงอาทิตย์ในตารางที่ 3 (ภาคผนวก ก.) ซึ่งเป็นข้อมูลเดียวกันกับที่หาค่า D_M นำไปออกแบบขนาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ตามสมการที่ 3.1 ดังกล่าวแล้ว ตัวอย่างที่ใช้เป็นข้อมูลจากการหาขนาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดหลังคาเรือน 100 หลังคาเรือน ตามโหลดที่ประเมินไว้ นำข้อมูลที่คำนวณได้ในตอนต้น เช่น ขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จำนวนชั่วโมงเฉลี่ยที่มีแสงแดด เป็นต้น ใส่เป็นข้อมูลป้อนเข้าไปในโปรแกรมที่ 3 (ภาคผนวก ง.) ค่า C_B ในแต่ละวันอาจจะไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับพลังงานแสงอาทิตย์ที่เข้ามาในแต่ละวัน นอกจากนี้ถ้าแสงแดดตลอดวัน แบตเตอรี่จะถูกประจุให้เต็มภายในวันนั้นได้ เพื่อป้องกันมิให้แบตเตอรี่ถูกประจุมากเกินไป (over - charging) ตัวเรกติเลเตอร์ในระบบซึ่งมีวงจรป้องกันดังกล่าว จะตัดวงจรของแบตเตอรี่ออกจากแผงเซลล์ การที่แผงเซลล์จะประจุแบตเตอรี่นั้นสิ่งสำคัญก็ยังคงคำนึงถึงค่าประสิทธิภาพการประจุของแบตเตอรี่ (N_B และ N_L) ด้วย เช่น $N_B = 0.85$ ถ้าแผงเซลล์ผลิตได้ 100 AH จะประจุแบตเตอรี่ได้เพียง 85 AH ถ้าคิดถึงค่า N_L ด้วยก็จะประจุแบตเตอรี่ได้น้อยกว่าค่าดังกล่าวอีกเล็กน้อย ปัญหาการใช้พลังงานของแบตเตอรี่อยู่ที่ Depth of Discharge (DOD) ในช่วงเวลาที่มีโหลดสูงสุด และเวลาที่มีแสงอาทิตย์น้อยที่สุด ควรจำกัด DOD อยู่ไม่เกิน 50 % [1] อย่างไรก็ตามกำลังไฟฟ้าจากแผงเซลล์ส่วนหนึ่งยังต้องนำไปใช้กับโหลดในช่วงกลางวันอีกด้วย ดังนั้นขนาดของแผงเซลล์ จึงต้องพอเหมาะสมกับขนาดความจุของแบตเตอรี่ เพื่อให้ได้ระบบที่ทำงานอย่างเหมาะสมไม่ขาดพลังงานในช่วงเวลาที่มีแสงอาทิตย์น้อย และจากรูปที่ 3.13 ก. และ 3.13 ข. เป็นการแสดงค่า C_B ในแต่ละวันในรอบปี โดยในรูปที่ 3.13 ก. เป็นรูปแบบที่คำนวณได้จากตอนต้น ทั้งขนาดแผงและขนาดความจุของแบตเตอรี่ รูปที่ 3.13 ข. เป็นการเปรียบเทียบกับรูปที่ 3.13 ก. โดยการลดจำนวนแผงลงไป 1 แผงเนลหรือ 1 string และเพิ่มขนาดของแบตเตอรี่อีก 1 แถว (250 AH) เมื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมกับสภาพแสงแดดในแต่ละวันของรอบปี จะเห็นว่ารูปที่ 3.13 ก. จะมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ดีกว่ารูปที่ 3.13 ข. เพราะในรูปที่ 3.13 ข. นั้นในช่วงหลังๆ ของปีแบตเตอรี่มิได้ถูกประจุให้เต็มเป็นเวลานาน อาจจะทำให้แบตเตอรี่ต้องจ่ายโหลดในสภาวะที่มีเสถียรภาพหรือสมรรถนะไม่ดี เป็นเวลา

นานเช่นกัน นอกจากนี้ในรูปที่ 3.13 ก. เมื่อพิจารณาให้ดีแล้ว Energy Balance ของระบบยังดีกว่าในรูปที่ 3.13 ข. ดังจะเห็นได้จากวันสุดท้ายของรอบปี แบตเตอรี่จะต้องให้เป็นอยู่ในลักษณะอย่างนี้เสมอทุกปี สำหรับค่า C_B ค่าสุดในรอบปี (ตามตัวอย่าง) ประมาณวันที่ 227 ของรอบปีประมาณเดือนสิงหาคม (วันที่เริ่มคือ 1 มกราคม) ซึ่งอยู่ในช่วงหน้าฝนของประเทศไทย ส่วนกรณีที่แสงน้อยติดๆ กันหลายวัน (น้อยกว่าข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบ) ค่า C_B อาจจะเท่ากับหรือน้อยกว่า C_{MIN} ที่กำหนดไว้ ($0.5 * C_{MAX}$) เมื่อเกิดเหตุการณ์เช่นนี้ และเนื่องจากระบบไฟฟ้าโฟโตโวลตาอิกเป็นแบบ Stand - Alone ไม่ต้องการมีการ back up จึงจำเป็นต้องปลดโหลดทิ้ง เพื่อให้กำลังไฟฟ้าจากแผงเซลล์ประจุแบตเตอรี่แค่เพียงอย่างเดียวจะพอจะมีค่า C_B ถึงขีดที่กำหนดไว้ให้ใช้ได้ปกติ C_B ที่ใช้ประมาณ $0.8 * C_{MAX}$ [8] ทั้งนี้จะประจักษ์ค่าดังกล่าวได้เร็วมากน้อยแค่ไหน ก็ต้องขึ้นอยู่กับสภาพแสงในวันต่อๆ ไป ซึ่งเหตุการณ์แบบนี้อาจจะยอมให้เกิดขึ้นได้ปีละ 1 - 2 ครั้ง ส่วนสมรรถนะหรือ state of charge ของแบตเตอรี่ ในระบบอื่นขนาด 30,60 หลังกาเรือน จะมีลักษณะที่คล้ายกัน จึงมิได้นำมาเป็นตัวอย่างอีก

ตารางที่ 3.10) แสดงค่าการเปลี่ยนแปลงค่า DOD ที่มีผลต่อขนาดความจุของแบตเตอรี่

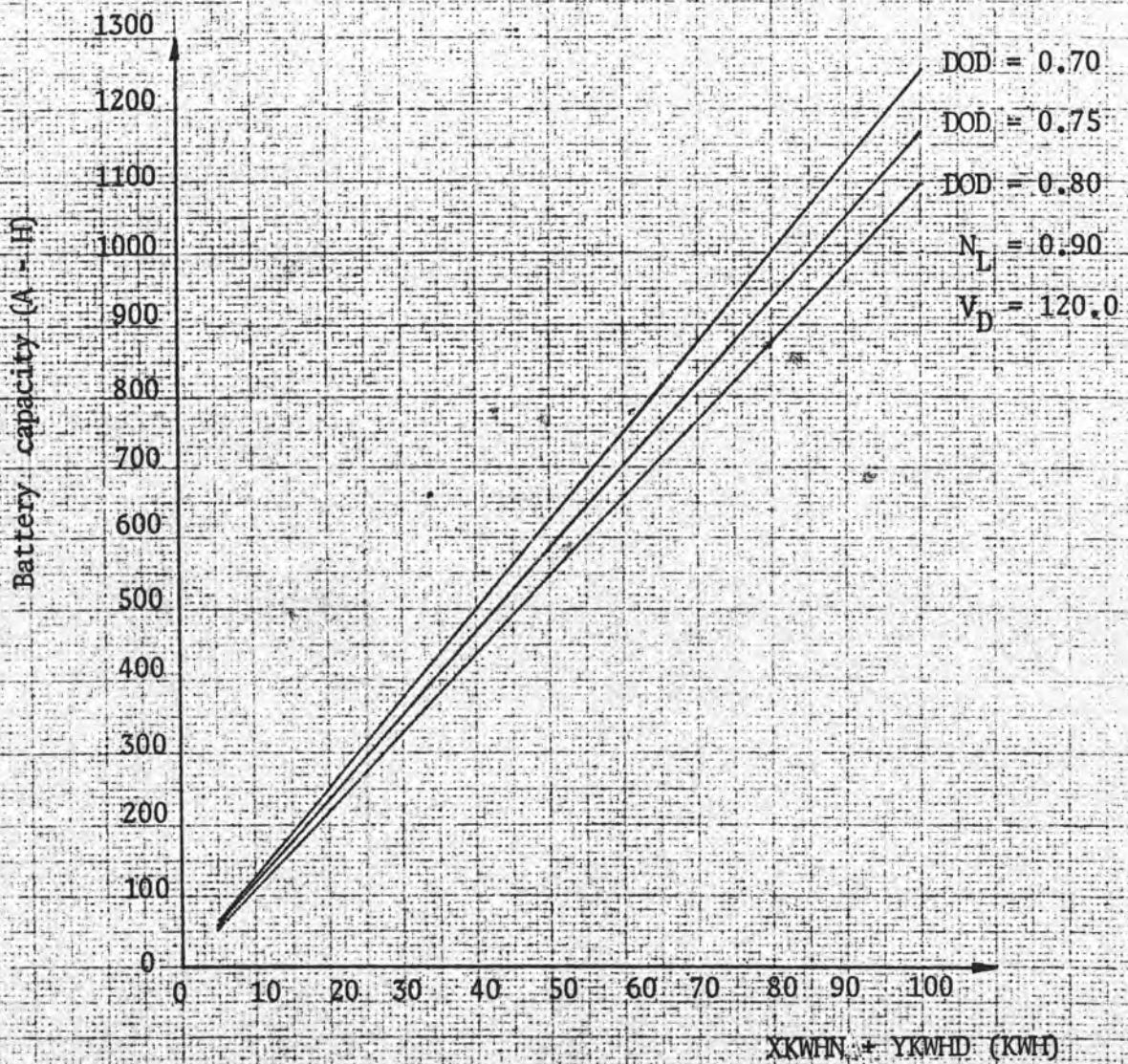
XKWHN+YKWH (KWH)	BATT. CAPACITY (A-H)	XKWHN+YKWH (KWH)	BATT. CAPACITY (A-H)	XKWHN+YKWH (KWH)	BATT. CAPACITY (A-H)
5.00	54.82	5.00	58.48	5.00	62.66
10.00	109.65	10.00	116.96	10.00	125.31
15.00	164.47	15.00	175.44	15.00	187.97
20.00	219.30	20.00	233.92	20.00	250.63
25.00	274.12	25.00	292.40	25.00	313.28
30.00	328.95	30.00	350.88	30.00	375.94
35.00	383.77	35.00	409.36	35.00	438.60
40.00	438.60	40.00	467.84	40.00	501.25
45.00	493.42	45.00	526.32	45.00	563.91
50.00	548.25	50.00	584.80	50.00	626.57
55.00	603.07	55.00	643.27	55.00	689.23
60.00	657.89	60.00	701.75	60.00	751.88
65.00	712.72	65.00	760.23	65.00	814.54
70.00	767.54	70.00	818.71	70.00	877.19
75.00	822.37	75.00	877.19	75.00	939.85
80.00	877.19	80.00	935.67	80.00	1002.51
85.00	932.02	85.00	994.15	85.00	1065.16
90.00	986.84	90.00	1052.63	90.00	1127.82
95.00	1041.67	95.00	1111.11	95.00	1190.48
100.00	1096.49	100.00	1169.59	100.00	1253.13
DOD = 0.90 NL = 0.95 VD = 120.00		DOD = 0.75 NL = 0.95 VD = 120.00		DOD = 0.70 NL = 0.95 VD = 120.00	

ตารางที่ 3.11 แสดงค่าการเปลี่ยนแปลงของ N_L ที่มีผลต่อขนาดความจุของแบตเตอรี่

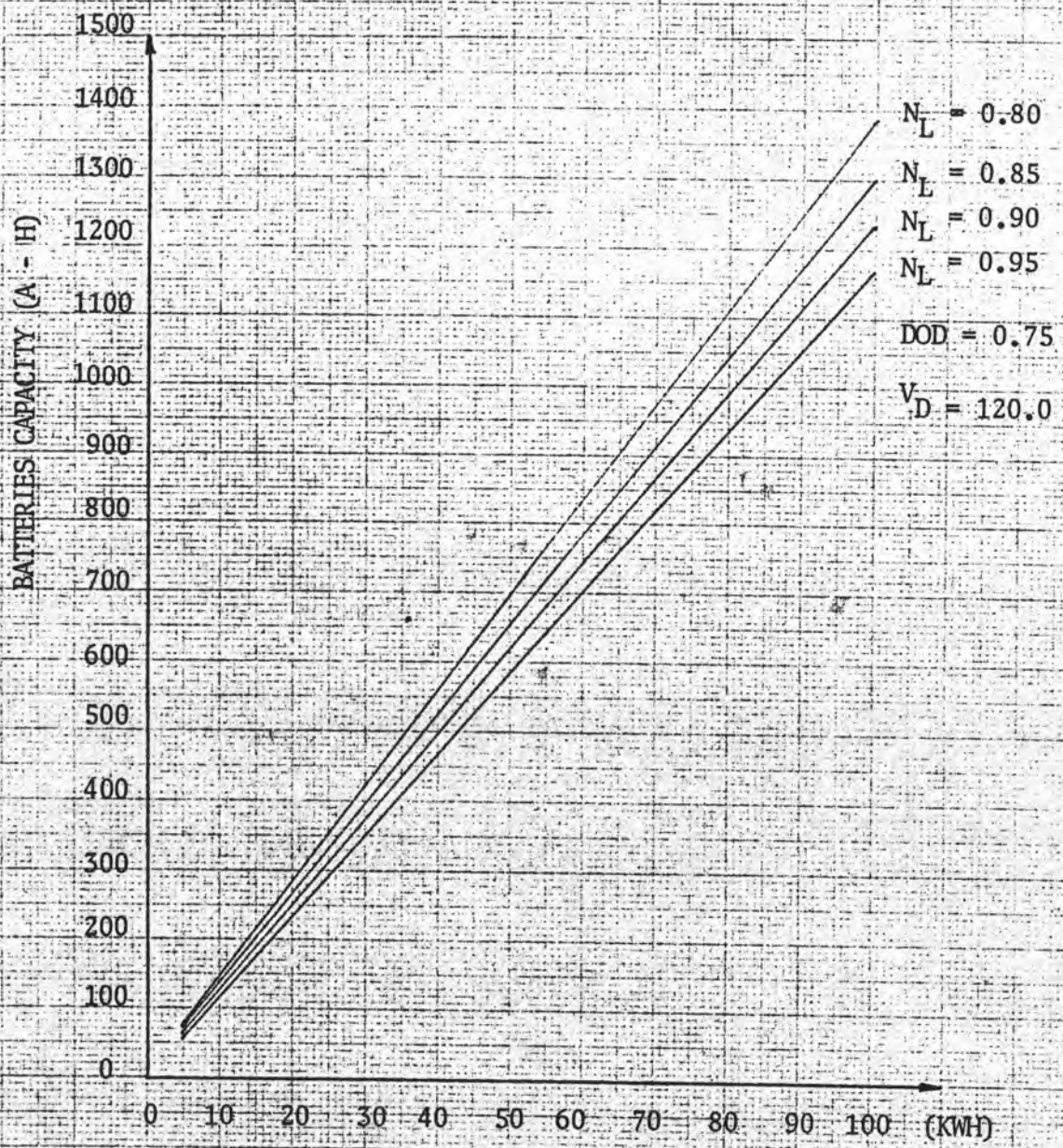
XKWHN+YKWH) (KWH)	BATT. CAPACITY (A-H)	XKWHN+YKWH) (KWH)	BATT. CAPACITY (A-H)
5.00	58.48	5.00	61.72
10.00	116.96	10.00	123.46
15.00	175.44	15.00	185.19
20.00	233.92	20.00	246.91
25.00	292.40	25.00	308.64
30.00	350.88	30.00	370.37
35.00	409.36	35.00	432.10
40.00	467.84	40.00	493.83
45.00	526.32	45.00	555.56
50.00	584.80	50.00	617.28
55.00	643.27	55.00	679.01
60.00	701.75	60.00	740.74
65.00	760.23	65.00	802.47
70.00	818.71	70.00	864.20
75.00	877.19	75.00	925.93
80.00	935.67	80.00	987.65
85.00	994.15	85.00	1049.38
90.00	1052.63	90.00	1111.11
95.00	1111.11	95.00	1172.84
100.00	1169.59	100.00	1234.57
DD = 0.75		DD = 0.75	
NL = 0.95		NL = 0.90	
VD = 120.00		VD = 120.00	

ตารางที่ 3.11 (ต่อ)

	KKH+YKWH (KWH)	BATT. CAPACITY (A-H)	KKH+YKWH (KWH)	BATT. CAPACITY (A-H)
(	5.00	65.36	5.00	69.44
(	10.00	130.72	10.00	138.89
(	15.00	196.08	15.00	208.33
(	20.00	261.44	20.00	277.78
(	25.00	326.80	25.00	347.22
(	30.00	392.16	30.00	416.67
(	35.00	457.52	35.00	486.11
(	40.00	522.88	40.00	555.56
(	45.00	588.24	45.00	625.00
(	50.00	653.59	50.00	694.44
(	55.00	718.95	55.00	763.89
(	60.00	794.31	60.00	833.33
(	65.00	849.67	65.00	902.78
(	70.00	915.03	70.00	972.22
(	75.00	980.39	75.00	1041.67
(	80.00	1045.75	80.00	1111.11
(	85.00	1111.11	85.00	1180.56
(	90.00	1176.47	90.00	1250.00
(	95.00	1241.83	95.00	1319.44
(	100.00	1307.19	100.00	1388.89
(	รวม = 0.75		รวม = 0.75	
(	NL = 0.85		NL = 0.80	
(	VD = 120.00		VD = 120.00	



รูปที่ 2/11 แสดงค่าการเปลี่ยนแปลงของ DOD ที่มีผลต่อขนาดความจุของแบตเตอรี่ ณ ค่า KWH ที่ต้องการบนค่าต่างๆ กัน



รูปที่ 3.12) แสดงค่าการเปลี่ยนแปลงของ N_L ที่มีผลต่อขนาดความจุของแบตเตอรี่ ณ จุด KWH ที่ต้องการในค่าต่างๆ กัน

THE PERFORMANCE OF BATTERIES BASED ON SOLAR RADIATION

DATE	SOLAR RADIATION CAL./SQ. CM-DAY	TOTAL DAILY BALANCE (AMPERE-HOURS)	BATT. CHARGE (A-H)	FULL CHARGE (DAY)
1	394.65	34.66	1750.00	0.31
2	384.90	27.90	1750.00	0.34
3	381.65	25.64	1750.00	0.85
4	396.27	35.78	1750.00	0.30
5	394.65	34.66	1750.00	0.81
6	380.03	24.52	1750.00	0.36
7	402.77	40.29	1750.00	0.73
8	393.02	33.53	1750.00	0.31
9	373.53	20.01	1750.00	0.33
10	367.04	15.50	1750.00	0.91
11	334.56	-7.03	1742.97	NJ
12	380.03	13.80	1750.00	0.90
13	409.26	44.80	1750.00	0.76
14	410.89	45.93	1750.00	0.76
15	406.02	42.55	1750.00	0.77
16	401.14	39.16	1750.00	0.77
17	393.02	33.53	1750.00	0.91
18	383.28	26.77	1750.00	0.34
19	399.52	38.04	1750.00	0.77
20	414.14	48.16	1750.00	0.75
21	342.68	-1.40	1748.60	NJ
22	339.43	-5.06	1744.54	NJ
23	425.50	42.60	1750.00	0.75
24	419.01	51.56	1750.00	0.74
25	407.64	43.67	1750.00	0.77
26	412.51	47.05	1750.00	0.75
27	427.13	57.20	1750.00	0.72
28	428.75	58.32	1750.00	0.71
29	406.02	42.55	1750.00	0.77
30	440.12	66.21	1750.00	0.63
31	433.62	61.70	1750.00	0.70
32	438.50	65.05	1750.00	0.67
33	380.03	24.52	1750.00	0.86
34	384.90	27.90	1750.00	0.84
35	409.61	45.04	1750.00	0.76
36	347.75	2.12	1750.00	0.99
37	357.29	8.74	1750.00	0.95
38	373.53	20.01	1750.00	0.93
39	63.34	-195.23	1554.77	NJ
40	427.13	-146.61	1603.39	NJ
41	350.80	-143.01	1606.59	NJ
42	354.05	-137.50	1612.50	NJ
43	391.40	-109.95	1640.05	NJ
44	407.64	-72.83	1677.17	NJ
45	419.01	-29.00	1721.00	NJ
46	376.78	-10.08	1739.92	NJ
47	399.52	22.26	1750.00	0.85
48	441.74	67.34	1750.00	0.63
49	470.98	87.62	1750.00	0.62
50	449.86	72.97	1750.00	0.66
51	412.51	47.05	1750.00	0.75
52	355.67	7.61	1750.00	0.95
53	370.29	17.76	1750.00	0.33
54	371.91	18.88	1750.00	0.90

ตารางที่ ๑.12) แสดงสมรรถนะของแบตเตอรี่หรือ state of charge (C_B)

ในแต่ละวันตามพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีในแต่ละวัน (ข้อมูลแสง

อาทิตย์จากรายการที่ ๑ ในภาคผนวก ก. เริ่ม 1 มกราคม)

: 55 :	350.80	:	4.23	:	1750.00	:	0.93	:
: 56 :	290.71	:	-37.46	:	1712.54	:	NO	:
: 57 :	380.03	:	-16.62	:	1733.38	:	NO	:
: 58 :	380.03	:	4.22	:	1750.00	:	0.97	:
: 59 :	342.68	:	-1.40	:	1743.60	:	NJ	:
: 60 :	311.82	:	-24.21	:	1725.79	:	NJ	:
: 61 :	394.65	:	5.25	:	1750.00	:	0.95	:
: 62 :	159.16	:	-128.74	:	1621.26	:	NO	:
: 63 :	181.89	:	-241.71	:	1508.29	:	NJ	:
: 64 :	459.61	:	-173.94	:	1576.06	:	NJ	:
: 65 :	435.25	:	-120.53	:	1629.47	:	NJ	:
: 66 :	464.48	:	-49.88	:	1700.12	:	NO	:
: 67 :	420.63	:	-5.10	:	1744.50	:	NO	:
: 68 :	381.65	:	16.70	:	1750.00	:	0.83	:
: 69 :	316.69	:	-19.43	:	1730.57	:	NJ	:
: 70 :	337.80	:	-24.22	:	1725.78	:	NO	:
: 71 :	319.94	:	-41.40	:	1708.60	:	NJ	:
: 72 :	328.06	:	-52.94	:	1697.06	:	NJ	:
: 73 :	319.94	:	-70.12	:	1675.88	:	NO	:
: 74 :	211.13	:	-162.80	:	1587.20	:	NO	:
: 75 :	363.79	:	-151.54	:	1598.46	:	NJ	:
: 76 :	349.17	:	-143.91	:	1601.09	:	NO	:
: 77 :	349.17	:	-146.27	:	1603.73	:	NJ	:
: 78 :	389.77	:	-119.69	:	1630.31	:	NO	:
: 79 :	215.07	:	-140.24	:	1609.76	:	NJ	:
: 80 :	284.21	:	-182.22	:	1567.78	:	NJ	:
: 81 :	389.77	:	-155.63	:	1594.37	:	NJ	:
: 82 :	267.97	:	-208.87	:	1541.13	:	NJ	:
: 83 :	420.63	:	-164.05	:	1585.51	:	NJ	:
: 84 :	414.14	:	-123.13	:	1626.87	:	NO	:
: 85 :	365.41	:	-110.92	:	1639.08	:	NO	:
: 86 :	362.17	:	-100.61	:	1649.39	:	NO	:
: 87 :	397.89	:	-69.24	:	1680.76	:	NO	:
: 88 :	404.39	:	-34.03	:	1715.57	:	NO	:
: 89 :	453.62	:	18.41	:	1750.00	:	0.37	:
: 90 :	420.63	:	52.69	:	1750.00	:	0.73	:
: 91 :	339.43	:	-3.66	:	1746.34	:	NO	:
: 92 :	448.24	:	57.41	:	1750.00	:	0.51	:
: 93 :	423.88	:	54.94	:	1750.00	:	0.72	:
: 94 :	305.32	:	-27.32	:	1722.68	:	NO	:
: 95 :	79.58	:	-211.28	:	1538.72	:	NO	:
: 96 :	446.62	:	-151.17	:	1598.83	:	NJ	:
: 97 :	469.35	:	-77.65	:	1672.35	:	NO	:
: 98 :	409.26	:	-39.57	:	1710.43	:	NO	:
: 99 :	406.02	:	-3.41	:	1746.59	:	NJ	:
: 100 :	501.83	:	89.27	:	1750.00	:	0.53	:
: 101 :	422.26	:	53.82	:	1750.00	:	0.73	:
: 102 :	453.11	:	75.22	:	1750.00	:	0.65	:
: 103 :	457.85	:	78.51	:	1750.00	:	0.55	:
: 104 :	475.85	:	91.00	:	1750.00	:	0.51	:
: 105 :	485.59	:	97.76	:	1750.00	:	0.59	:
: 106 :	415.76	:	49.31	:	1750.00	:	0.74	:
: 107 :	501.83	:	109.03	:	1750.00	:	0.57	:
: 108 :	483.97	:	96.64	:	1750.00	:	0.60	:
: 109 :	492.09	:	102.27	:	1750.00	:	0.53	:
: 110 :	397.89	:	36.91	:	1750.00	:	0.33	:
: 111 :	427.13	:	57.20	:	1750.00	:	0.72	:
: 112 :	329.68	:	-10.42	:	1739.58	:	NO	:
: 113 :	513.20	:	88.96	:	1750.00	:	0.57	:
: 114 :	482.35	:	95.51	:	1750.00	:	0.60	:

: 115 :	462.86	:	81.99	:	1750.00	:	0.64	:
: 116 :	505.08	:	111.29	:	1750.00	:	0.55	:
: 117 :	420.63	:	52.69	:	1750.00	:	0.73	:
: 118 :	386.53	:	29.02	:	1750.00	:	0.33	:
: 119 :	277.71	:	-46.48	:	1703.52	:	NJ	:
: 120 :	323.19	:	-61.41	:	1688.59	:	NJ	:
: 121 :	350.80	:	-57.81	:	1692.19	:	NO	:
: 122 :	204.63	:	-155.00	:	1595.00	:	NJ	:
: 123 :	250.01	:	-220.70	:	1529.30	:	NJ	:
: 124 :	319.94	:	-237.88	:	1512.12	:	NO	:
: 125 :	414.14	:	-196.92	:	1553.03	:	NO	:
: 126 :	206.26	:	-292.98	:	1457.02	:	NO	:
: 127 :	170.53	:	-413.83	:	1336.17	:	NO	:
: 128 :	139.67	:	-556.10	:	1193.90	:	NJ	:
: 129 :	334.56	:	-563.12	:	1186.67	:	NJ	:
: 130 :	410.89	:	-524.09	:	1225.91	:	NO	:
: 131 :	477.47	:	-445.75	:	1304.21	:	NO	:
: 132 :	479.10	:	-366.51	:	1383.49	:	NO	:
: 133 :	354.05	:	-361.00	:	1389.00	:	NO	:
: 134 :	298.83	:	-392.83	:	1357.17	:	NO	:
: 135 :	428.75	:	-343.25	:	1406.75	:	NJ	:
: 136 :	472.60	:	-267.82	:	1482.18	:	NO	:
: 137 :	300.45	:	-298.52	:	1451.48	:	NO	:
: 138 :	397.89	:	-267.15	:	1482.65	:	NJ	:
: 139 :	548.93	:	-146.69	:	1603.31	:	NO	:
: 140 :	467.73	:	-74.12	:	1675.87	:	NJ	:
: 141 :	428.75	:	-24.55	:	1725.45	:	NJ	:
: 142 :	347.55	:	-22.87	:	1727.13	:	NJ	:
: 143 :	324.81	:	-36.67	:	1713.33	:	NJ	:
: 144 :	496.96	:	53.13	:	1750.00	:	0.75	:
: 145 :	493.71	:	103.40	:	1750.00	:	0.53	:
: 146 :	493.71	:	103.40	:	1750.00	:	0.53	:
: 147 :	377.89	:	36.91	:	1750.00	:	0.33	:
: 148 :	324.81	:	-13.80	:	1736.20	:	NO	:
: 149 :	432.00	:	37.69	:	1750.00	:	0.73	:
: 150 :	409.26	:	44.80	:	1750.00	:	0.76	:
: 151 :	391.40	:	32.41	:	1750.00	:	0.92	:
: 152 :	406.02	:	42.58	:	1750.00	:	0.77	:
: 153 :	303.70	:	-28.45	:	1721.55	:	NO	:
: 154 :	136.42	:	-172.97	:	1577.03	:	NO	:
: 155 :	272.84	:	-222.83	:	1527.17	:	NO	:
: 156 :	392.02	:	-194.92	:	1555.09	:	NO	:
: 157 :	347.55	:	-193.24	:	1556.76	:	NO	:
: 158 :	445.37	:	-135.04	:	1614.56	:	NO	:
: 159 :	475.85	:	-57.69	:	1692.31	:	NO	:
: 160 :	535.94	:	55.11	:	1750.00	:	0.75	:
: 161 :	566.80	:	154.11	:	1750.00	:	0.43	:
: 162 :	323.19	:	-14.92	:	1735.08	:	NO	:
: 163 :	290.71	:	-52.39	:	1697.61	:	NJ	:
: 164 :	393.02	:	-23.89	:	1726.11	:	NO	:
: 165 :	532.69	:	86.96	:	1750.00	:	0.62	:
: 166 :	472.60	:	88.75	:	1750.00	:	0.62	:
: 167 :	496.96	:	105.65	:	1750.00	:	0.57	:
: 168 :	518.08	:	120.31	:	1750.00	:	0.54	:
: 169 :	544.06	:	138.33	:	1750.00	:	0.51	:
: 170 :	529.44	:	128.19	:	1750.00	:	0.53	:
: 171 :	386.53	:	29.02	:	1750.00	:	0.33	:
: 172 :	453.11	:	75.22	:	1750.00	:	0.65	:
: 173 :	279.34	:	-45.35	:	1704.65	:	NO	:
: 174 :	401.14	:	-12.06	:	1737.64	:	NJ	:

: 175 :	243.61	:	-82.20	:	1667.80	:	NJ	:
: 176 :	435.25	:	-28.80	:	1721.20	:	NJ	:
: 177 :	404.39	:	6.41	:	1750.00	:	0.96	:
: 178 :	469.35	:	86.49	:	1750.00	:	0.52	:
: 179 :	475.85	:	91.00	:	1750.00	:	0.51	:
: 180 :	347.55	:	1.98	:	1750.00	:	0.99	:
: 181 :	438.50	:	65.09	:	1750.00	:	0.69	:
: 182 :	259.85	:	-58.87	:	1691.13	:	NJ	:
: 183 :	159.16	:	-187.62	:	1562.38	:	NJ	:
: 184 :	238.74	:	-261.14	:	1488.86	:	NJ	:
: 185 :	204.63	:	-356.33	:	1391.67	:	NJ	:
: 186 :	253.35	:	-421.71	:	1328.29	:	NJ	:
: 187 :	279.34	:	-467.06	:	1282.94	:	NO	:
: 188 :	321.56	:	-483.12	:	1266.88	:	NO	:
: 189 :	337.80	:	-487.91	:	1262.09	:	NO	:
: 190 :	417.38	:	-445.04	:	1304.96	:	NJ	:
: 191 :	370.29	:	-429.94	:	1320.06	:	NO	:
: 192 :	407.64	:	-392.82	:	1357.18	:	NJ	:
: 193 :	501.83	:	-300.14	:	1449.86	:	NJ	:
: 194 :	355.67	:	-293.67	:	1456.33	:	NJ	:
: 195 :	441.74	:	-236.44	:	1513.56	:	NJ	:
: 196 :	302.08	:	-266.01	:	1483.69	:	NO	:
: 197 :	474.23	:	-189.61	:	1560.39	:	NJ	:
: 198 :	389.77	:	-163.03	:	1586.57	:	NJ	:
: 199 :	360.54	:	-153.68	:	1596.31	:	NJ	:
: 200 :	451.49	:	-90.70	:	1659.20	:	NJ	:
: 201 :	345.92	:	-89.98	:	1660.02	:	NJ	:
: 202 :	365.41	:	-77.76	:	1672.24	:	NO	:
: 203 :	508.33	:	18.75	:	1750.00	:	0.91	:
: 204 :	566.80	:	154.11	:	1750.00	:	0.43	:
: 205 :	550.56	:	142.84	:	1750.00	:	0.50	:
: 206 :	302.08	:	-29.57	:	1720.42	:	NO	:
: 207 :	380.03	:	-8.73	:	1741.27	:	NJ	:
: 208 :	250.11	:	-74.37	:	1675.63	:	NO	:
: 209 :	342.68	:	-75.77	:	1674.23	:	NJ	:
: 210 :	357.29	:	-68.34	:	1681.66	:	NJ	:
: 211 :	232.24	:	-146.37	:	1603.63	:	NJ	:
: 212 :	269.59	:	-198.49	:	1551.51	:	NO	:
: 213 :	185.14	:	-309.20	:	1440.80	:	NO	:
: 214 :	207.88	:	-404.14	:	1345.86	:	NO	:
: 215 :	259.85	:	-463.01	:	1286.99	:	NO	:
: 216 :	243.61	:	-533.16	:	1216.84	:	NJ	:
: 217 :	227.37	:	-614.57	:	1135.43	:	NJ	:
: 218 :	305.32	:	-641.89	:	1108.11	:	NO	:
: 219 :	428.75	:	-592.32	:	1157.68	:	NJ	:
: 220 :	469.55	:	-518.80	:	1231.20	:	NJ	:
: 221 :	328.06	:	-530.34	:	1219.66	:	NJ	:
: 222 :	305.32	:	-557.67	:	1192.33	:	NJ	:
: 223 :	393.02	:	-529.17	:	1220.85	:	NJ	:
: 224 :	267.97	:	-582.41	:	1167.59	:	NJ	:
: 225 :	222.50	:	-667.20	:	1082.80	:	NJ	:
: 226 :	227.37	:	-748.01	:	1001.39	:	NJ	:
: 227 :	198.14	:	-850.30	:	899.70	:	NO	:
: 228 :	371.91	:	-834.25	:	915.75	:	NO	:
: 229 :	483.97	:	-752.11	:	997.89	:	NJ	:
: 230 :	433.62	:	-699.66	:	1050.34	:	NJ	:
: 231 :	449.86	:	-637.64	:	1112.36	:	NJ	:
: 232 :	422.26	:	-591.89	:	1158.11	:	NJ	:
: 233 :	417.38	:	-549.03	:	1200.97	:	NO	:
: 234 :	381.65	:	-527.23	:	1222.77	:	NJ	:

: 235 :	477.47	:	-448.92	:	1301.08	:	NJ	:
: 236 :	401.14	:	-415.63	:	1334.37	:	NJ	:
: 237 :	492.09	:	-328.70	:	1421.30	:	NO	:
: 238 :	418.50	:	-285.17	:	1464.83	:	NJ	:
: 239 :	316.69	:	-304.61	:	1445.29	:	NO	:
: 240 :	170.53	:	-425.46	:	1324.54	:	NO	:
: 241 :	211.13	:	-518.14	:	1231.86	:	NO	:
: 242 :	378.41	:	-498.26	:	1251.74	:	NO	:
: 243 :	332.90	:	-506.44	:	1243.56	:	NJ	:
: 244 :	451.49	:	-443.46	:	1306.54	:	NO	:
: 245 :	470.98	:	-368.98	:	1381.02	:	NO	:
: 246 :	430.38	:	-318.44	:	1431.56	:	NJ	:
: 247 :	474.23	:	-242.04	:	1507.56	:	NO	:
: 248 :	381.65	:	-220.25	:	1529.75	:	NO	:
: 249 :	446.62	:	-160.14	:	1589.86	:	NJ	:
: 250 :	344.30	:	-160.41	:	1589.59	:	NJ	:
: 251 :	258.92	:	-152.02	:	1597.99	:	NO	:
: 252 :	425.50	:	-104.27	:	1645.63	:	NJ	:
: 253 :	483.97	:	-22.23	:	1727.77	:	NJ	:
: 254 :	474.23	:	54.17	:	1750.00	:	0.72	:
: 255 :	369.69	:	17.34	:	1750.00	:	0.33	:
: 256 :	369.69	:	17.34	:	1750.00	:	0.33	:
: 257 :	417.38	:	50.43	:	1750.00	:	0.74	:
: 258 :	446.62	:	70.72	:	1750.00	:	0.67	:
: 259 :	425.50	:	56.07	:	1750.00	:	0.72	:
: 260 :	323.19	:	-14.92	:	1735.08	:	NJ	:
: 261 :	324.81	:	-28.72	:	1721.28	:	NO	:
: 262 :	342.68	:	-30.12	:	1719.89	:	NJ	:
: 263 :	363.79	:	-18.86	:	1731.14	:	NO	:
: 264 :	293.95	:	-54.08	:	1695.92	:	NO	:
: 265 :	306.95	:	-80.27	:	1669.73	:	NJ	:
: 266 :	272.83	:	-130.14	:	1619.66	:	NJ	:
: 267 :	279.34	:	-175.49	:	1574.51	:	NJ	:
: 268 :	362.17	:	-165.18	:	1584.62	:	NO	:
: 269 :	410.89	:	-126.14	:	1623.66	:	NJ	:
: 270 :	232.24	:	-204.18	:	1545.82	:	NO	:
: 271 :	254.98	:	-266.43	:	1483.57	:	NJ	:
: 272 :	316.68	:	-285.87	:	1464.13	:	NJ	:
: 273 :	367.04	:	-272.65	:	1477.31	:	NO	:
: 274 :	393.02	:	-244.19	:	1505.61	:	NJ	:
: 275 :	120.18	:	-399.98	:	1350.02	:	NO	:
: 276 :	302.08	:	-429.55	:	1320.45	:	NJ	:
: 277 :	389.77	:	-402.97	:	1347.03	:	NJ	:
: 278 :	461.23	:	-334.24	:	1415.76	:	NO	:
: 279 :	470.98	:	-259.76	:	1490.24	:	NO	:
: 280 :	474.23	:	-183.36	:	1566.64	:	NO	:
: 281 :	467.73	:	-110.80	:	1639.20	:	NJ	:
: 282 :	444.99	:	-51.65	:	1698.35	:	NO	:
: 283 :	303.70	:	-80.05	:	1669.91	:	NO	:
: 284 :	414.14	:	-39.14	:	1710.66	:	NJ	:
: 285 :	412.51	:	0.86	:	1750.00	:	0.93	:
: 286 :	423.88	:	54.94	:	1750.00	:	0.72	:
: 287 :	373.53	:	20.01	:	1750.00	:	0.83	:
: 288 :	316.69	:	-19.43	:	1730.57	:	NJ	:
: 289 :	349.17	:	-16.80	:	1733.20	:	NJ	:
: 290 :	451.49	:	46.19	:	1750.00	:	0.75	:
: 291 :	389.53	:	31.11	:	1750.00	:	0.32	:
: 292 :	321.56	:	-16.06	:	1733.94	:	NO	:
: 293 :	365.47	:	-3.80	:	1746.20	:	NJ	:
: 294 :	313.44	:	-25.49	:	1724.51	:	NO	:

: 295 :	367.04 :	-12.32 :	1737.68 :	NO :
: 296 :	370.29 :	2.78 :	1750.00 :	0.93 :
: 297 :	432.00 :	60.58 :	1750.00 :	0.70 :
: 298 :	430.38 :	59.45 :	1750.00 :	0.71 :
: 299 :	276.09 :	-47.61 :	1702.39 :	NO :
: 300 :	271.22 :	-98.59 :	1651.41 :	NO :
: 301 :	172.15 :	-210.32 :	1531.68 :	NJ :
: 302 :	402.77 :	-184.07 :	1565.53 :	NO :
: 303 :	367.04 :	-170.89 :	1579.11 :	NO :
: 304 :	290.71 :	-208.35 :	1541.65 :	NO :
: 305 :	350.80 :	-204.75 :	1545.25 :	NO :
: 306 :	394.65 :	-175.29 :	1574.71 :	NO :
: 307 :	427.13 :	-126.67 :	1623.23 :	NO :
: 308 :	409.26 :	-88.60 :	1661.40 :	NO :
: 309 :	329.68 :	-99.02 :	1650.98 :	NO :
: 310 :	326.44 :	-111.69 :	1638.31 :	NO :
: 311 :	235.49 :	-187.46 :	1562.54 :	NJ :
: 312 :	282.59 :	-230.56 :	1519.44 :	NO :
: 313 :	308.57 :	-255.63 :	1494.37 :	NO :
: 314 :	342.68 :	-257.03 :	1492.57 :	NJ :
: 315 :	332.93 :	-265.19 :	1484.81 :	NO :
: 316 :	206.95 :	-291.39 :	1458.61 :	NO :
: 317 :	407.64 :	-254.26 :	1495.74 :	NJ :
: 318 :	353.26 :	-249.21 :	1500.79 :	NO :
: 319 :	321.56 :	-265.27 :	1484.73 :	NJ :
: 320 :	136.42 :	-409.79 :	1540.21 :	NJ :
: 321 :	328.06 :	-421.33 :	1328.67 :	NO :
: 322 :	332.93 :	-429.50 :	1320.50 :	NJ :
: 323 :	344.30 :	-429.77 :	1320.23 :	NJ :
: 324 :	406.02 :	-393.61 :	1356.39 :	NO :
: 325 :	423.88 :	-346.91 :	1403.09 :	NJ :
: 326 :	391.40 :	-319.36 :	1430.64 :	NO :
: 327 :	332.93 :	-327.53 :	1422.47 :	NO :
: 328 :	436.87 :	-275.16 :	1476.84 :	NO :
: 329 :	380.03 :	-252.32 :	1497.68 :	NJ :
: 330 :	412.51 :	-212.33 :	1537.67 :	NO :
: 331 :	406.02 :	-176.16 :	1573.84 :	NO :
: 332 :	384.90 :	-152.45 :	1597.55 :	NJ :
: 333 :	378.41 :	-132.57 :	1617.43 :	NO :
: 334 :	368.66 :	-118.44 :	1631.56 :	NO :
: 335 :	355.67 :	-111.96 :	1638.04 :	NJ :
: 336 :	589.77 :	-85.38 :	1664.62 :	NJ :
: 337 :	404.39 :	-50.17 :	1699.83 :	NJ :
: 338 :	334.56 :	-57.21 :	1692.79 :	NO :
: 339 :	389.77 :	-30.63 :	1719.37 :	NO :
: 340 :	375.16 :	-12.66 :	1737.34 :	NJ :
: 341 :	371.91 :	3.39 :	1750.00 :	0.93 :
: 342 :	357.29 :	8.74 :	1750.00 :	0.95 :
: 343 :	362.17 :	12.12 :	1750.00 :	0.93 :
: 344 :	379.34 :	24.04 :	1750.00 :	0.85 :
: 345 :	379.34 :	24.04 :	1750.00 :	0.94 :
: 346 :	358.92 :	9.87 :	1750.00 :	0.83 :
: 347 :	388.15 :	30.15 :	1750.00 :	NO :
: 348 :	290.71 :	-37.46 :	1712.54 :	NO :
: 349 :	285.83 :	-78.31 :	1671.69 :	NO :
: 350 :	241.98 :	-149.58 :	1600.42 :	NJ :
: 351 :	321.56 :	-165.64 :	1584.36 :	NO :
: 352 :	373.53 :	-148.63 :	1601.37 :	NO :
: 353 :	396.27 :	-118.22 :	1631.78 :	NJ :
: 354 :	394.65 :	-88.75 :	1661.25 :	NO :

: 354 :	250.11	:	-154.35	:	1595.61	:	NJ	:
: 356 :	365.41	:	-142.17	:	1607.83	:	NO	:
: 357 :	383.28	:	-119.42	:	1630.58	:	NJ	:
: 358 :	406.02	:	-83.25	:	1666.75	:	NJ	:
: 359 :	389.77	:	-56.67	:	1693.33	:	NJ	:
: 360 :	383.28	:	-33.91	:	1716.09	:	NJ	:
: 361 :	376.78	:	-14.99	:	1735.01	:	NJ	:
: 362 :	397.89	:	16.38	:	1750.00	:	0.39	:
: 363 :	355.67	:	7.61	:	1750.00	:	0.95	:
: 364 :	349.17	:	3.10	:	1750.00	:	0.93	:
: 365 :	383.28	:	26.77	:	1750.00	:	0.34	:
: 366 :	381.65	:	25.64	:	1750.00	:	0.35	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:

:NOTE:

DESCRIPTION OF PARAMETERS

AVHCUR - MEAN DAILY DURATIONS OF SUNSHINE IN HOURS PER DAY

ISC1 - SHORT CIRCUIT CURRENT OF REF. CURVE IN AMPERE

LI - LIGHT INTENSITY OF REF. CURVE IN MILLI.W/SQ.CM

ALPHA - CURRENT COEF. IN AMPERE PER CENTIGRADE DEGREE

T2 - CELL TEMP. OF DESIGN CURVE IN CENTIGRADE DEGREE

T1 - CELL TEMP. OF REF. CURVE IN CENTIGRADE DEGREE

I1 - TERMINAL CURRENT OF REF. CURVE IN AMPERE

NB - BATTERY CHARGING EFFICIENCY

NR - REGULATOR EFFICIENCY

NL - THE LINE LOSS FACTOR

CMAX - BATTERIES CAPACITY IN A-H

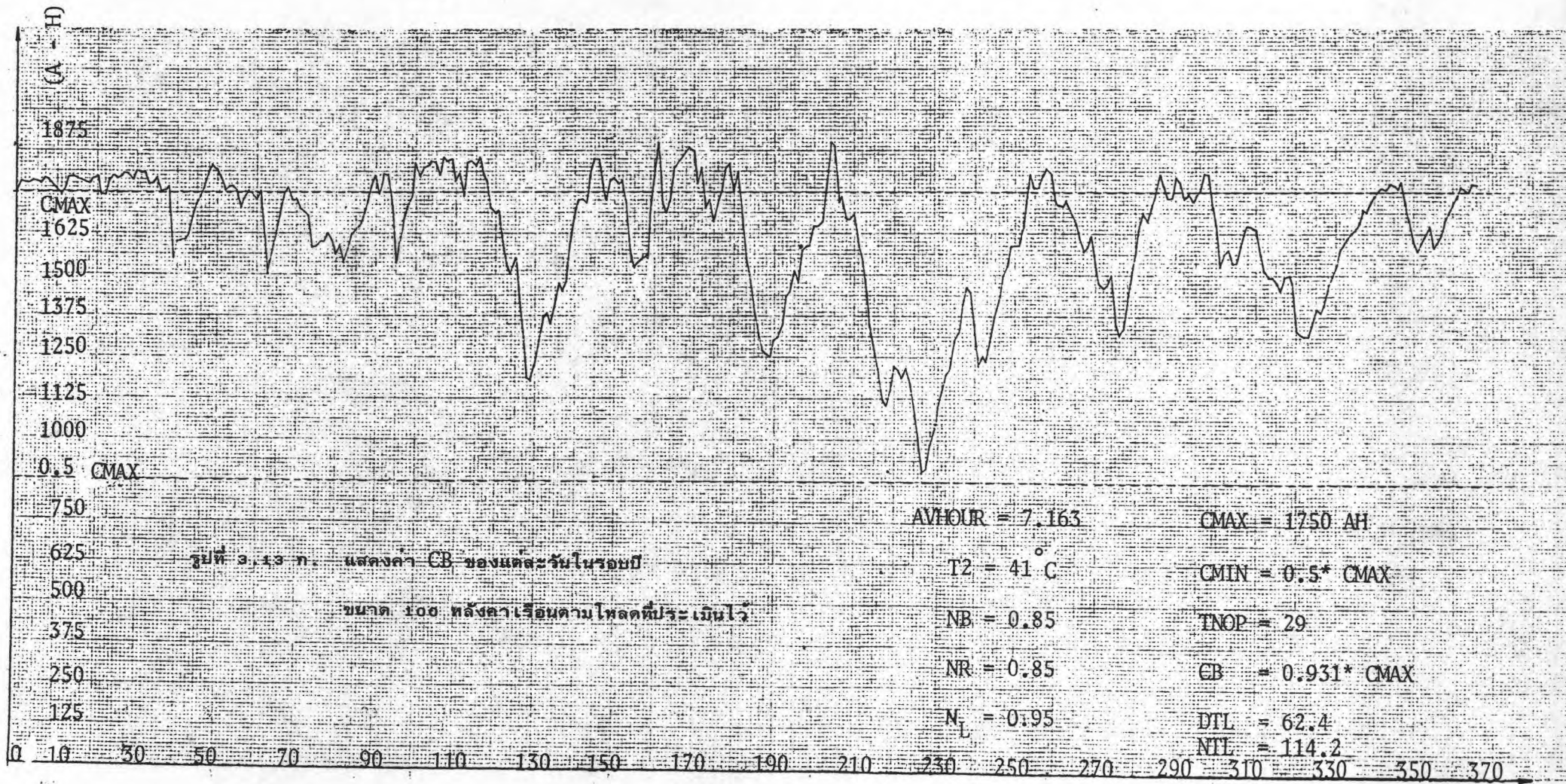
CMIN - MINIMUM STATE OF CHARGE IN A-H

DTL - DAYTIME LOAD IN A-H

TNOP - TOTAL NO. OF PANELS

NTL - NIGHT TIME LOAD IN A-H

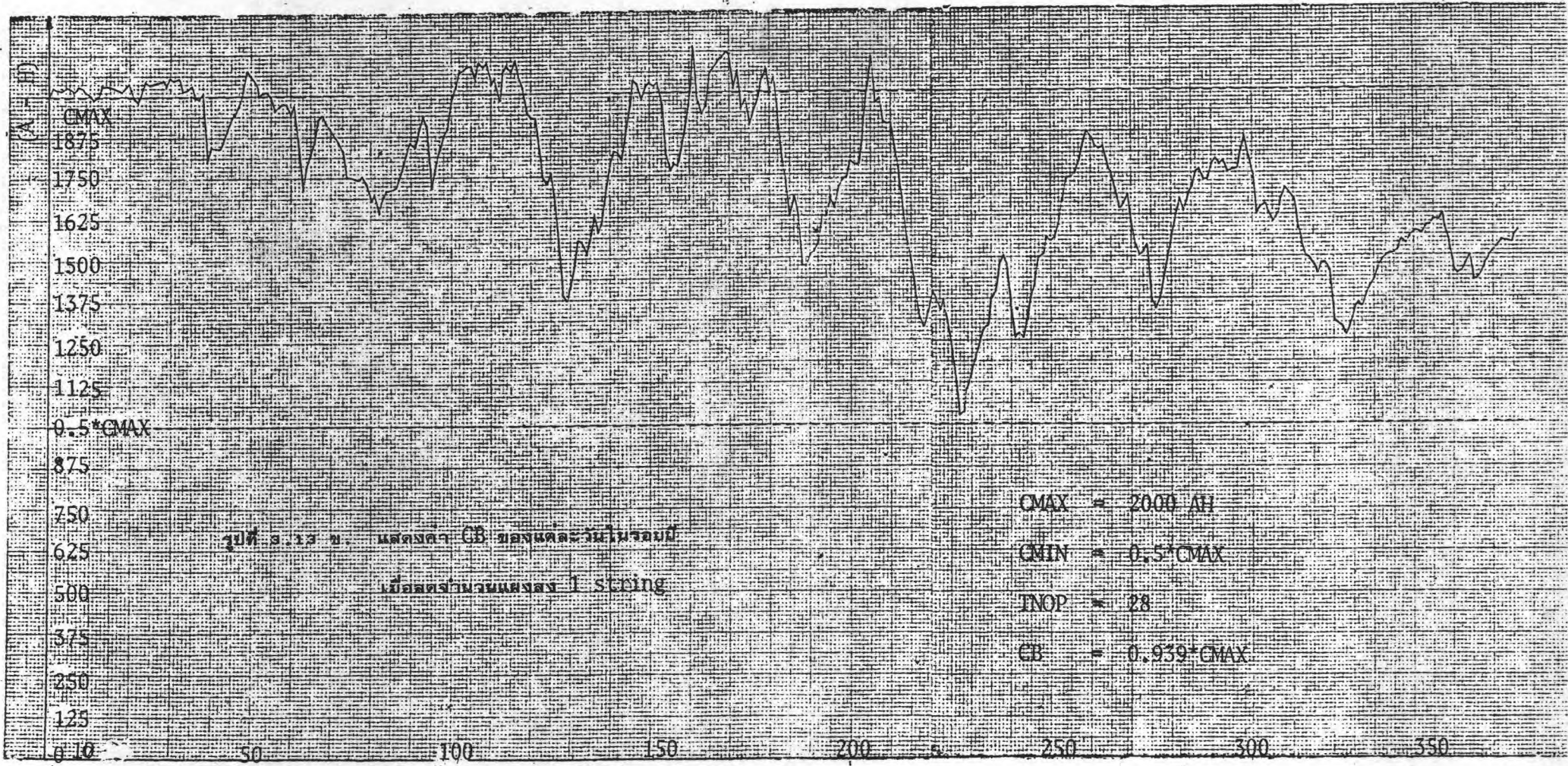
CB - ACTUAL STATE OF CHARGE IN A-H



รูปที่ 3.13 ก. แสดงค่า CB ของแต่ละวันในรอบปี
ขนาด 100 หลังจากระเบือนตามโหลดที่ประเมินไว้

AVHOUR = 7.163
 T2 = 41 °C
 NB = 0.85
 NR = 0.85
 N_L = 0.95
 CMAX = 1750 AH
 CMIN = 0.5 * CMAX
 TNOP = 29
 CB = 0.931 * CMAX
 DTL = 62.4
 NTL = 114.2

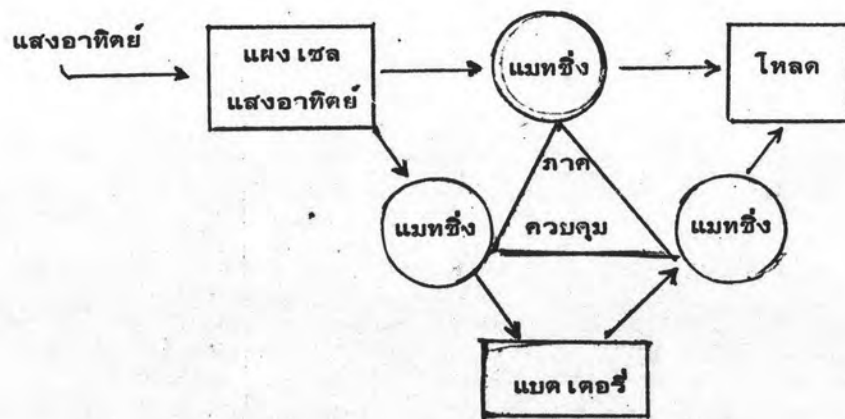
จำนวนวันในรอบปี (วัน)



จำนวนวันในรอบปี (วัน)

3.7 การควบคุมและการแมทซิ่ง (matching) ในระบบ

จากการที่ได้ออกแบบส่วนประกอบต่างๆ ที่สำคัญของระบบไฟฟ้าไฟโตโวลตาอิก ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลัก 3 อย่างคือ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ โหลดและส่วนสะสมพลังงาน ทั้ง 3 ส่วนนี้เมื่อนำมาประกอบกันเป็นระบบมักจะต้องมีการต่อถึงกันโดยผ่านอุปกรณ์ที่ทำให้ส่วนประกอบหลักนั้น ต่อถึงกันได้อย่างเหมาะสมหรือที่เรียกว่าต้องแมทซิ่ง (match) กัน โดยที่มีภาคการควบคุมให้ทำงานได้ตามความต้องการ อุปกรณ์ที่จะใช้ในการแมทซิ่งส่วน ส่วนประกอบหลักนั้น ขึ้นอยู่กับว่าจะนำไปใช้กับส่วนประกอบหลักเช่นไร ดังแสดงในรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 แสดงส่วนที่ต้องมีการแมทซิ่งกันในระบบไฟฟ้าไฟโตโวลตาอิกต่างๆ ไป

3.5.1 การแมทซิ่งระหว่างแผงเซลล์แสงอาทิตย์กับส่วนสะสมพลังงาน

การสะสมพลังงานในส่วนนี้ สำหรับการออกแบบในขั้นนี้ที่ผ่านมาได้เลือกใช้ ตัวแบตเตอรี่เป็นตัวสะสมพลังงานไฟฟ้างดกลาง อุปกรณ์ที่จะนำมาแมทซิ่งในส่วนนี้มักจะเป็นตัวที่ใช้ปรับระดับแรงดันไฟฟ้าตรงจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ให้เหมาะสมกับแรงดันไฟฟ้าตรงของแบตเตอรี่ หรือที่เรียกว่า ดีซี - ดีซี คอนเวอร์เตอร์ (DC - DC converter) และอุปกรณ์ที่จะเป็นตัวป้องกันไม่ให้ประจุแบตเตอรี่มากเกินไป หรือที่เรียกว่าตัวควบคุมแรงดัน ซึ่งโดยทั่วไปมักจะเป็นการเร่คกูเรเตอร์แบบขนาน (Shunt

regulator) อุปกรณ์อีกอย่างหนึ่งซึ่งเป็นการป้องกันมิให้กระแสไหลจากแบตเตอรี่ย้อนกลับไปสู่แผง เซลแสงอาทิตย์ ในกรณีที่แสงแดดมีไม่พอจะประจุ (charge) แบตเตอรี่ อุปกรณ์ที่จะใช้คือ บล็อกกิ้งไดโอด จะเห็นว่าเมื่อมีอุปกรณ์เหล่านี้จะทำให้ระบบมีเสถียรภาพยิ่งขึ้น

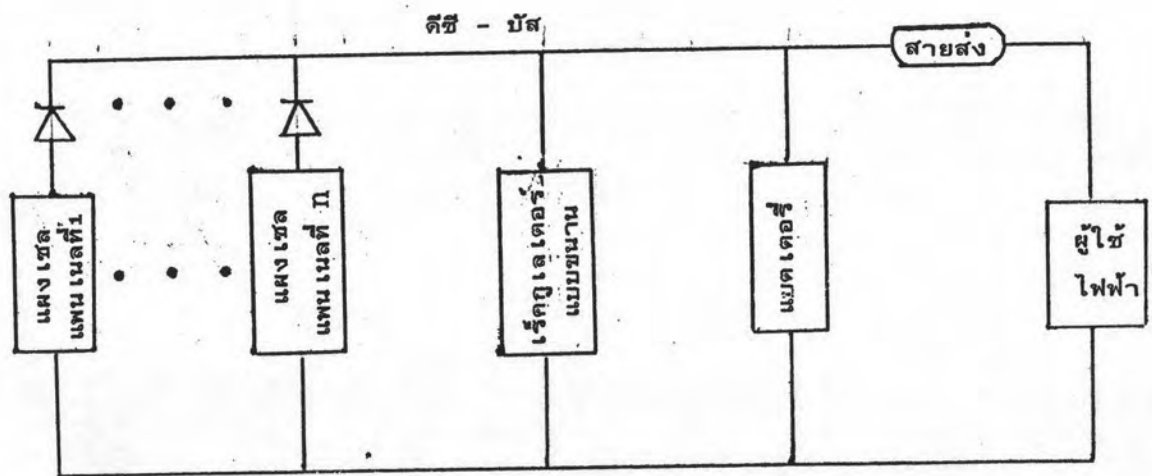
3.5.2 การแมทซ์ระหว่างแผง เซลแสงอาทิตย์กับโหลด

ในกรณีที่ระดับแรงดันไฟฟ้าของโหลดที่ใช้มีระดับแรงดันไฟฟ้าไม่เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากแผง เซลแสงอาทิตย์ เราจำเป็นต้องใช้ตัว ดิซี - ดิซี คอนเวอร์เตอร์ เพื่อปรับระดับแรงดันของโหลดและแผง เซลให้เท่ากัน การเลือกชนิดและขนาดของ ดิซี - ดิซี คอนเวอร์เตอร์จะขึ้นอยู่กับ ลักษณะและขนาดของโหลดโดยทั่วไปแล้ว ถ้าเราสามารถเลือกหรือกำหนดชนิดของโหลดได้ เรามักจะเลือกใช้โหลดที่ใช้ระดับแรงดันเดียวกันกับแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากแผง เซลแสงอาทิตย์ เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้อุปกรณ์ดังกล่าว เนื่องจากอุปกรณ์เหล่านี้มีราคาแพงและเป็นการเพิ่มความยุ่งยากให้กับระบบอีก สำหรับการออกแบบในงานวิจัยนี้ ได้ทำการเลือกชนิดของโหลดให้เป็นกระแสตรงที่มีระดับแรงดันเดียวกันกับแรงดันไฟฟ้าจากแผง เซลแสงอาทิตย์ ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้ ดิซี - ดิซี คอนเวอร์เตอร์ และข้อยุ่งยากดังกล่าว

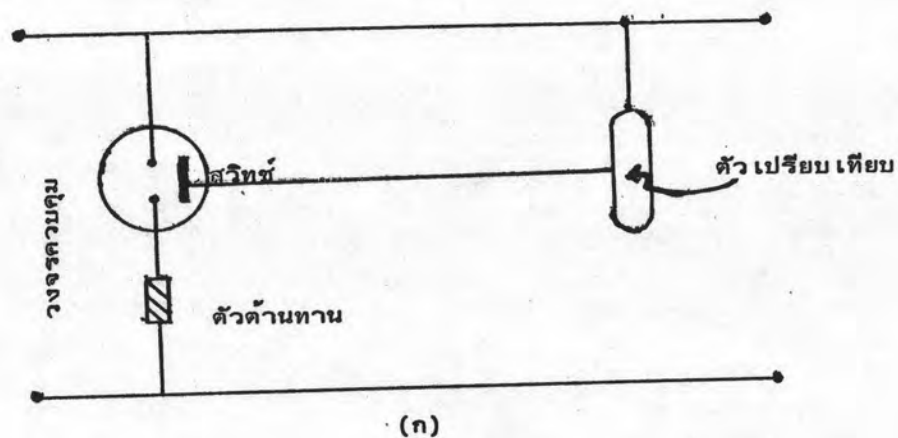
3.5.3 การแมทซ์ระหว่างแหล่ง เก็บสะสมพลังงานกับโหลด

ในช่วงเวลาที่มีแสงอาทิตย์น้อย กำลังไฟฟ้าที่ได้จากแผง เซลแสงอาทิตย์ อาจจะมีไม่พอกับความต้องการของโหลด ดังนั้นโหลดจะต้องดึงพลังงานส่วนหนึ่งมาจากแหล่งสะสมพลังงานซึ่งเป็นกลุ่มของแบตเตอรี่ หรือในเวลากลางคืน โหลดจะได้รับกำลังไฟฟ้าจากแบตเตอรี่โดยตรงซึ่งเป็นกระแสไฟตรง ดังนั้นการแมทซ์กันจะมีลักษณะเหมือนกับการแมทซ์ระหว่างแผง เซลแสงอาทิตย์กับโหลดทุกประการ ซึ่งจะทำให้อุปกรณ์ที่ใช้ในการแมทซ์แบตเตอรี่กับโหลด จะเหมือนกับอุปกรณ์ที่ใช้แมทซ์แผง เซลกับโหลด จากการออกแบบขนาดของแบตเตอรี่ มีระดับแรงดันไฟฟ้าเท่ากับโหลด จึงไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์สำหรับแมทซ์กัน โดยที่สามารถที่จะหลีกเลี่ยงการใช้ ดิซี - ดิซี คอนเวอร์เตอร์ได้

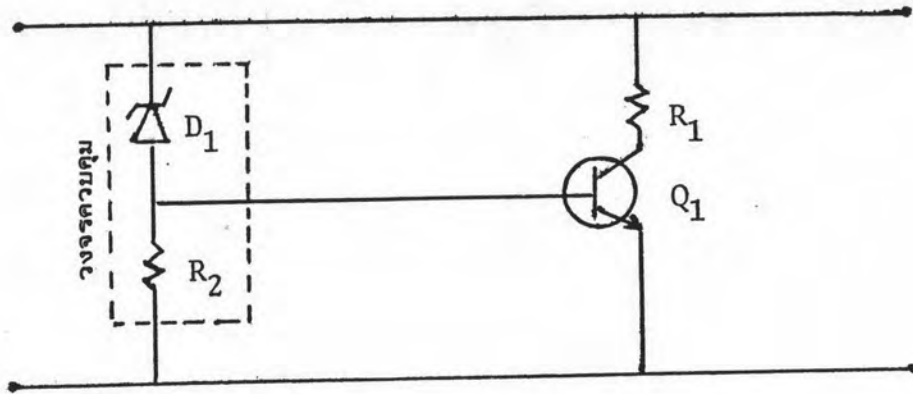
สำหรับการใช้ตัวควบคุมแรงดันไฟฟ้าในระบบ เพื่อให้มีการแมทชิ่งกันในระบบนั้น โดยทั่วไป จุดประสงค์เพื่อให้เป็นอุปกรณ์ป้องกันมิให้ แบคเตอร์ถูกประจุด้วยแรงดันไฟฟ้าสูงเกินไป ซึ่งอาจจะทำความเสียหายให้กับแบคเตอร์ได้ การออกแบบส่วนมากจะเลือกใช้รีเลย์เตอร์แบบขนาน ซึ่งสามารถเขียนเป็นไดอะแกรมแสดงได้ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 แสดงลักษณะการใช้รีเลย์เตอร์แบบขนานในระบบไฟฟ้าไฟโตโวลตาอิก จะเห็นว่าตัวรีเลย์เตอร์มันจะเป็นตัวในภาคควบคุม ซึ่งมีหน้าที่คอยควบคุมการแมทชิ่งระหว่างแผงเซลล์แสงอาทิตย์กับแบคเตอร์ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น กล่าวคือมันจะเป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่คอยควบคุมไม่ให้แบคเตอร์ประจุมากเกินไป ลักษณะการออกแบบในส่วน of รีเลย์เตอร์นี้จะพอแสดงได้ในรูปที่ 3.16



(ก)

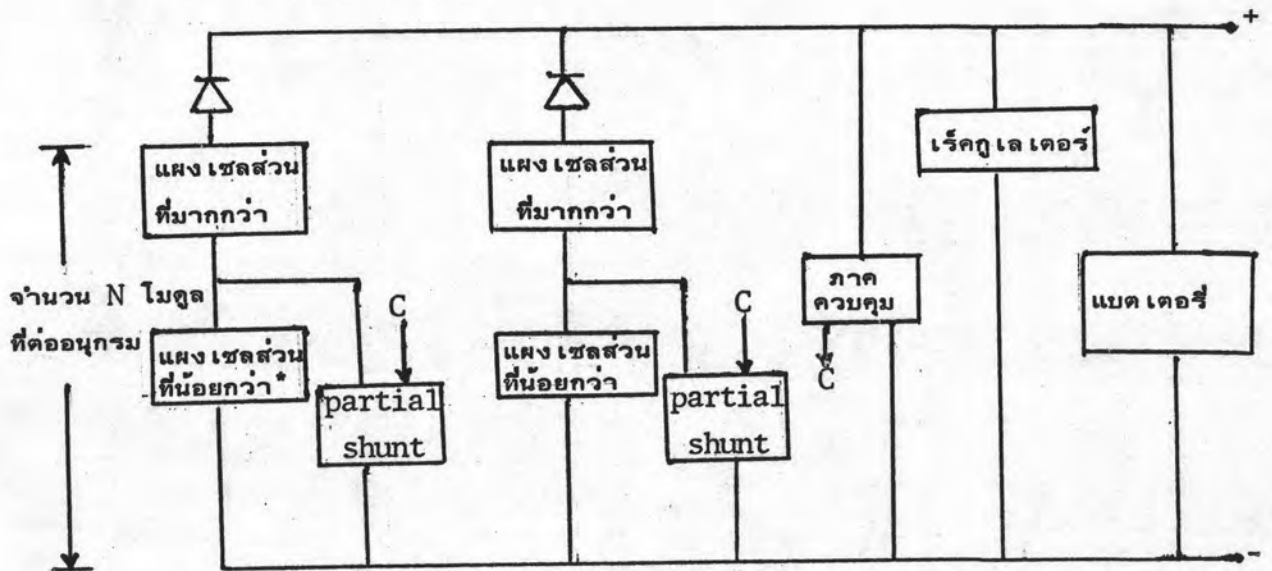


(ข)

รูปที่ 3.16 แสดงส่วนที่สำคัญในการออกแบบ เร็คทูลิเตอร์

- ก) ลักษณะของการออกแบบ
- ข) วงจร เร็คทูลิเตอร์แบบขนานอย่างง่ายเทียบกับรูป ก)

นอกจากนี้การออกแบบตัวเร็คทูลิเตอร์นี้ ยังมีวิธีการเร็คทูลิเตอร์ที่ยุ่งยากขึ้นไปอีก เช่น การใช้ partial shunt เร็คทูลิเตอร์ อาจจะต้องมีระบบควบคุมเพิ่มขึ้นอีก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าต้องการให้ระบบมีความเชื่อถือได้มากน้อยแค่ไหน หรือว่าต้องการระบบที่ง่ายมีการบำรุงรักษาน้อยที่สุด เป็นต้น



*ปกติจะมีค่าประมาณ $\frac{1}{3} N$

รูปที่ 3.17 ลักษณะการใช้เร็คทูลิเตอร์แบบพาเซิลชั้นท์ในระบบไฟโตโวลตาอิก