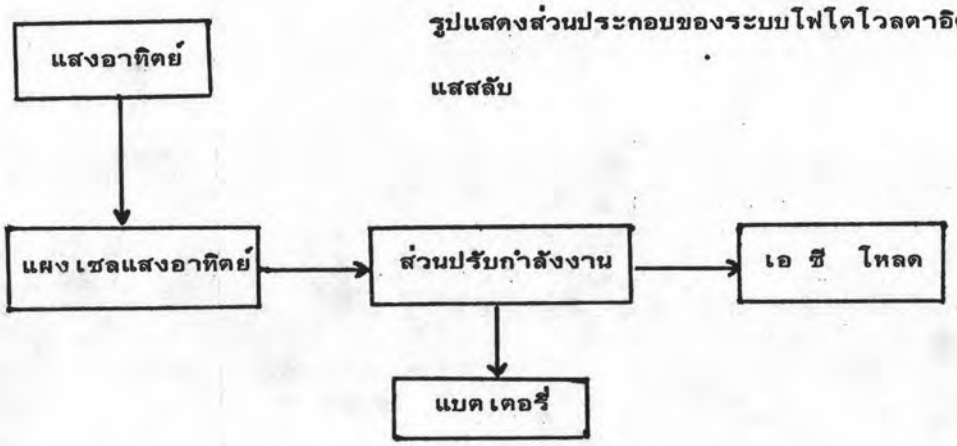
บทที่ 4

ระบบไฟฟ้าไฟโตไวลตาอิคกระแสสลับ

ถ้าหากมีการพิจารณาเกี่ยวกับระบบที่เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ มาใช้กับระบบไฟฟ้าไฟโตไวลตาอิคก็สามารถกระทำได้ โดยจะต้องมีตัวเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้จากแผงเซลแสงอาทิตย์ หรือแบตเตอรี่ ให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ โดยให้มีความถี่และแรงดันไฟฟ้าสูงตามที่โหลดต้องการ ส่วนสำคัญดังกล่าวนี้ก็คือ ส่วนที่เรียกว่า ส่วนปรับกำลังงาน (power conditioner) ระบบไฟฟ้าไฟโตไวลตาอิคกระแสสลับ มักจะพิจารณาขึ้นมาใช้กับระบบใหญ่ๆ ซึ่งมีระบบสายส่งหรือ Grid อยู่แล้วในปัจจุบัน อย่างไรก็ตามมิใช่ว่าระบบขนาดเล็กๆ จะใช้ไม่ได้แต่เมื่อคำนึงถึงในแง่เศรษฐศาสตร์และความยุ่งยากของระบบ ระบบไฟฟ้าไฟโตไวลตาอิคที่เหมาะสมกับขนาดเล็กไม่เกิน 10 กิโลวัตต์ก็ยังคงเป็นระบบไฟฟ้ากระแสตรง [7] การออกแบบระบบไฟฟ้าไฟโตไวลตาอิคกระแสสลับที่จะกล่าวถึงนี้ จะพิจารณาเฉพาะระบบที่เป็นแยกอิสระ (Stand alone) โดยมีแหล่งสะสมพลังงานเป็นตัวแบตเตอรี่ โหลดที่ใช้และระยะเวลาการใช้ก็เป็นชนิดและเวลาเดียวกันกับที่ได้ประเมินไว้ในบทที่ 2 เพียงแต่โหลดจะเปลี่ยนเป็นโหลดกระแสสลับ (A.C. load) ส่วนประกอบใหญ่ๆ ของระบบดังแสดงในรูปต่อไปนี้

รูปที่ 4.1
รูปแสดงส่วนประกอบของระบบไฟโตไวลตาอิคกระแสสลับ



ส่วนประกอบที่สำคัญมีดังนี้

1. แผงเซลแสงอาทิตย์ (Solar cell array)
2. แบตเตอรี่ (Battery storage)
3. ส่วนปรับกำลังงาน (Power conditioner)
4. โหลดกระแสสลับ (A.C. load)

จะเห็นว่าส่วนประกอบหลักของระบบจะมีความคล้ายคลึงกับระบบไฟฟ้าไฟโตไวลตาอิคกระแสตรง ส่วนที่แตกต่างออกไปจนเห็นได้ชัดก็คือ ส่วนที่เรียกว่าส่วนปรับกำลังงานก็คือการปรับกำลังไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้จากแผงเซลแสงอาทิตย์ ให้เป็นกำลังไฟฟ้ากระแสสลับ และปรับแรงดันไฟออกให้เหมาะสมกับโหลดที่จะใช้งาน ถ้าพิจารณาแล้วส่วนที่เปลี่ยนกระแสไฟฟ้าตรงให้เป็นกระแสสลับ ก็คือ ตัวเปลี่ยนซึ่งเรียกอุปกรณ์ส่วนนี้ว่าอินเวอร์เตอร์ (Inverter) นั่นเอง อย่างไรก็ตามสิ่งที่ต้องคำนึงถึงอีกก็คือประสิทธิภาพของตัวอินเวอร์เตอร์ เพราะส่วนนี้จะต้องมีในระบบที่เป็นกระแสสลับ ซึ่งระบบไฟฟ้าไฟโตไวลตาอิคกระแสสลับสามารถพิจารณาและออกแบบได้ดังนี้

4.1 ระบบไฟฟ้าไฟโตไวลตาอิคกระแสสลับ (30 หลังคาเรือนตามโหลดที่ประเมินไว้)

ระบบไฟฟ้าไฟโตไวลตาอิคกระแสสลับที่ออกแบบนี้ จะใช้ระบบไฟฟ้าไฟโตไวลตาอิคกระแสตรงที่ได้ออกแบบแล้วเป็นหลักในการพิจารณาส่วนประกอบของระบบกล่าวคือ

4.1.1 ขนาดแผงเซลแสงอาทิตย์

เมื่อคำนึงถึงประสิทธิภาพของตัวอินเวอร์เตอร์ ขนาดแผงของกระแสสลับอาจจะใหญ่กว่ากระแสตรง เมื่อพิจารณาถึงสมการที่ 3.1 ซึ่งเป็นขนาดแผงที่คำนวณได้สำหรับกระแสตรง (D.C. load) เมื่อนำมาใช้กับโหลดกระแสสลับ (A.C. load) จะต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์ด้วย (n_I) นั่นคือ

ค่ากระแส Input terminal หาได้จากค่า [8]

$$I_{in} V_B = P(o)/n_I(P_o) \quad \text{.....(4.1)}$$

เมื่อ

V_B = แรงดันของแบตเตอรี่

P_o = output (load) power at full load

n_I = ประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์

หรือ จากสมการที่ 3.1 (เมื่อคำนึงถึง n_I)

$$N_A = \frac{N_S \times AH_{LOAD} \times \emptyset}{K_1 \times n_I \times VF \times A_M \times D_M} \qquad \ldots\ldots\ldots(4.2)$$

หรือ

$$N_A = \frac{N_S \times AH_{LOAD} \times \emptyset}{K_2 \times VF \times A_M \times D_M} \qquad \ldots\ldots\ldots(4.3)$$

เมื่อ

$$K_2 = K_1 \times n_I$$

$$K_2 = (n_B \times SD \times n_L \times n_R \times n_I) \qquad \ldots\ldots\ldots(4.4)$$

4.1.2 ขนาดความจุของแบตเตอรี่ (batteries capacity) ไหลดแบบกระแสสลับขนาด 30 หลังคาเรือน ตามโหลดที่ประเมินไว้

ในกรณีที่ระบบไฟฟ้าไฟโตโวลตาอิคกระแสสลับแบบ stand alone จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่เป็นตัวสะสมพลังงาน การออกแบบก็ยังคงมีลักษณะเดียวกันกับระบบกระแสตรง แต่เมื่อคำนึงถึง n_I ขนาดความจุของแบตเตอรี่เพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาถึงสมการที่ 3.3 ซึ่งเป็นการคำนวณหาขนาดความจุของแบตเตอรี่ระบบกระแสตรง จะต้องเพิ่ม n_I เข้าไปในสมการ ดังนี้

$$B = \frac{(\Sigma En + \Sigma Ed)}{n_I \times n_L \times V_D \times DOD} \qquad \ldots\ldots(4.5)$$

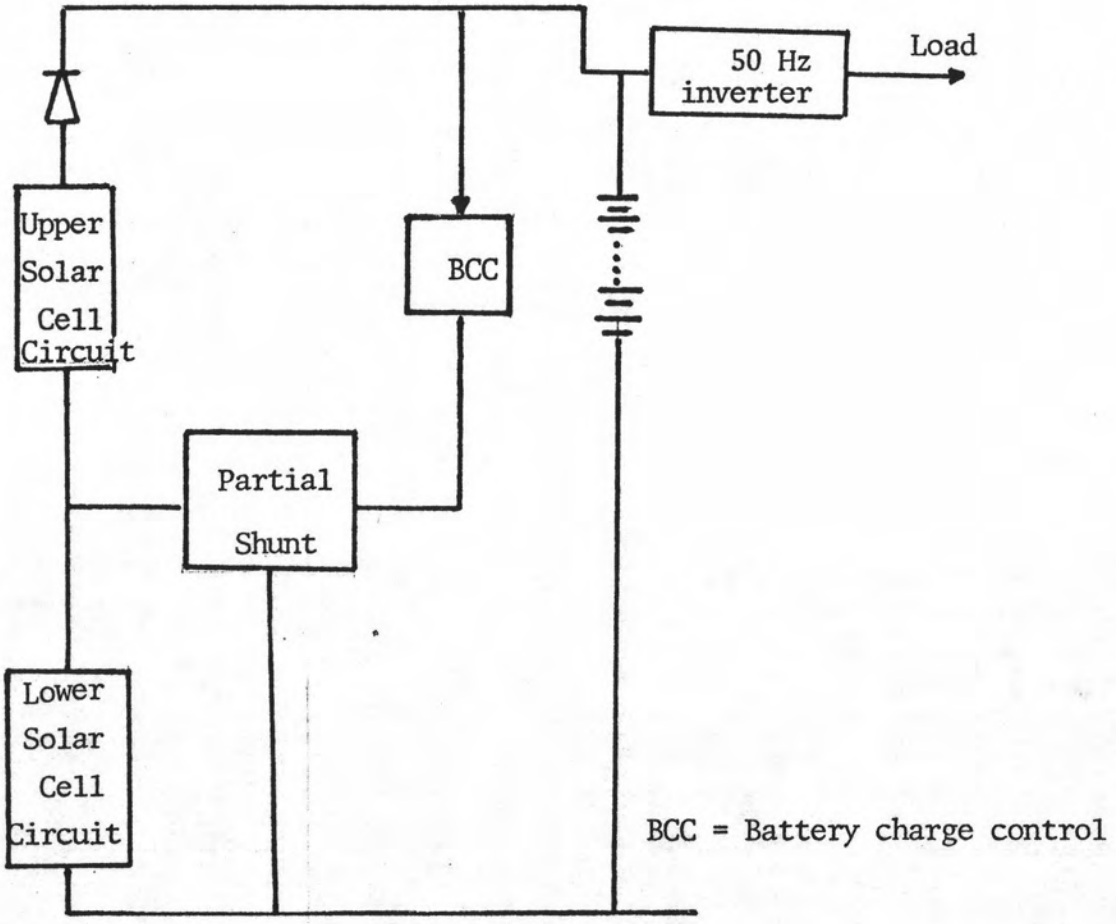
เมื่อ

n_I = ประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์

4.1.3 ส่วนปรับสภาพกำลังงาน

ในส่วนนี้นับว่ามีความสำคัญและจำเป็นที่จะต้องมีในระบบกระแสสลับ ทั้งนี้เพราะมันจะเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ปรับกำลังไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นกระแสสลับ และปรับแรงดันออกทั้งความถี่ (H_Z) ให้เหมาะสมอยู่ตลอดเวลา เพื่อป้อนให้โหลดกระแสสลับ ถ้าพิจารณาง่ายๆ ก็หมายถึง อินเวอร์เตอร์นั่นเอง เรื่องของอินเวอร์เตอร์นั้นไม่ใช่ของใหม่มีการใช้กันมานานแล้ว อินเวอร์เตอร์ทั้งที่เป็นแบบกล - ไฟฟ้าและแบบโซลิดสเตท อาจหาซื้อได้ และในปัจจุบัน ประสิทธิภาพในการแปลงกระแสตรงเป็นสลับก็อยู่ในเกณฑ์สูง สำหรับขนาดของอินเวอร์เตอร์นี้ขึ้นอยู่กับการใช้โหลดในหมู่บ้าน (ในบทที่ 2) อย่างไรก็ตามพิกัดของอินเวอร์เตอร์เป็น KVA ยังต้องมีตัว Power factor เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ซึ่งมีข้อแนะนำว่า โหลดสูงสุดปกติของอินเวอร์เตอร์ ควรใช้งานประมาณ 80% ของขนาดของอินเวอร์เตอร์ [15]

จากรูปที่ 4.2 เป็นการแสดงรายละเอียดส่วนปรับกำลังไฟฟ้า จะประกอบไปด้วยส่วนควบคุมแรงดันไฟฟ้า ที่ใช้ในการประจุแบตเตอรี่ และส่วนของอินเวอร์เตอร์ที่ที่ใช้ในการแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นสลับ ตัวBCC และ Partial Shunt จะทำหน้าที่คอยควบคุมมิให้แบตเตอรี่ถูกประจุมากเกินไป ดังนั้นแรงดันที่ป้อนเข้าอินเวอร์เตอร์มีค่าประมาณคงที่ ถ้ากำหนดตัวพารามิเตอร์ทั้งหมด สามารถหาขนาดของแผงเซลแสงอาทิตย์และความจุของแบตเตอรี่ที่พอเหมาะสมได้ (สำหรับ AC. LOAD) โดยการใช้โปรแกรมที่ 2 ในภาคผนวก ง. ซึ่งผลที่ได้แสดงได้ดังนี้ ตามขนาดหมู่บ้านและการใช้โหลดซึ่งได้ประเมินปริมาณการใช้โหลดไว้ในบทที่ 2



รูปที่ 4.2 ระบบไฟฟ้าไฟโตโวลตาอิคกระแสสลับ แสดงรายละเอียดส่วนปรับกำลังไฟฟ้า

ตัวพารามิเตอร์ต่างๆ, ขนาดของแผง, ความจุของแบตเตอรี่และขนาดของอินเวอร์เตอร์ที่มี 30 หลังคาเรือนตามโหลดที่ประเมินไว้ ในระบบกระแสสลับ

```
:NOTE:
 DISCRIPTION OF PARAMETERS
    NHV - NO. OF HOUSEHOLDS IN VILLAGE =   30.00  HOUSEHOLDS
    VBATT - BATTERY VOLTAGE =  120.00  VOLTS
    NI - INVERTER EFFICIENCY =  0.85
    POWERR - RADIO LOAD =    5.00  WATTS/HOUSEHOLDS
    NTRD - NO. OF TIME USED FOR RADIO =  17.00  HOURS/DAY
    POWERL - LIGHTING LOAD (F. LAMP) =   20.00  WATTS/HOUSEHOLDS
    NTLD - NO. OF TIME USED FOR LIGHTING =   5.00  HOURS/DAY
    POWERP - PUMPING LOAD =    0.00  WATTS
    NTPD - NO. OF TIME USED FOR PUMPING =   0.00  HOURS/DAY
    POWERA - OTHER LOAD =    0.00  WATTS
    NTAD - NO. OF TIME USED FOR OTHER LOAD =   0.00  HOURS/DAY
    POWERS - TOTAL NO. OF STREET LIGHTING =    0.00  WATTS
    NTSD - NO. OF TIME USED FOR STREET LIGHTING =   0.00  HOURS/DAY
    NB - BATTERY CHARGING EFFICIENCY =  0.85
    SD - SELF DISCHARGE LEVEL =  0.97
    NR - REGULATOR EFF. =  0.85
    AVRAD - AVERAGE RADIATION =   100.00  MILLI-WATT/SQ.CM
    VF - VARIABILITY FACTOR SPECIFIED =  0.90
    OUTCUR - OUTPUT CURRENT AT OUTPUT VOLTAGE =   2.33  AMPS
    DM - MEAN ANNUAL INSOLATION =   432.240  MILLIWATT-HOURS/SQ.CM-DAY
    NS - NO. OF MODULES IN SERIES IN A STRING =   10.00  MODULES
    NCM - NO. OF CELLS PER MODULE =  35.00  CELLS
    AP - PEAK OUTPUT CURRENT AT MAX. RADIATION INTENSITY =    2.33  AMPS/PANEL
    VP - PEAK OUTPUT VOLTAGE AT MAX. RADIATION INTENSITY =   146.00  VOLTS
    DTLR - DAYTIME LOAD FOR RADIO (TIME SEGMENT) =  12.00  HOURS
    DTLP - DAYTIME LOAD FOR PUMPING (TIME SEGMENT) =   0.00  HOURS
```

TOTAL NO. OF MODULE 90

DTLA - DAYTIME LOAD FOR OTHER LOAD (TIME SEGMENT) = 0.00 HOURS

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

NL - THE LINE LOSS FACTOR = 0.95

DOD - PERMISSIBLE BATTERY DEPTH OF DISCHARGE FACTOR = 0.75

NOPIR - NO. OF ROWS FOR BATTERY (PARALLEL IN ROW) = 7.00 ROWS

BV - BATTERY VOLTAGE EACH. = 12.00 VOLTS

PF - POWER FACTOR = 0.85

VAC - SYSTEM VOLTAGE OF AC. LOAD = 220.00 VAC

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

NO. OF HOUSEHOLDS IN VILLAGE = 30.00 HOUSEHOLDS

AMPERE-HOURS LOAD DEMAND = 46.25 A-H/DAY

NOMINAL SYSTEM VOLTAGE = 120.00 VOLTS

SYSTEM PEAK POWER (CELLS GENERATED) = 3.06 KW.(PEAK)

PEAK CURRENT (CELLS GENERATED) = 20.97 AMPS

PEAK VOLTAGE (CELLS GENERATED) = 146.00 VOLTS

NO. OF MODULES IN SERIES PER PANEL = 10.00 MODULES/PANEL

TOTAL NO. OF PANELS = 9.00 PANELS

TOTAL NO. OF MODULES = 90.00 MODULES

NO. OF CELLS PER MODULES = 35.00 CELLS/MODULES

NO. OF CELLS PER PANEL = 350.00 CELLS/PANEL

TOTAL NO. OF CELLS = 3150.00 CELLS

: PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEM (BATTERY CAPACITY) :

NOMINAL SYSTEM BATTERY VOLTAGE = 120.00 VOLTS

AMPERE-HOURS LOAD DEMAND = 46.25 A-H/DAY

ENERGY FOR DAYTIME LOAD = 1.80 KWH

ENERGY FOR NIGHT TIME LOAD = 3.75 KWH

TOTAL NO. OF A-H FOR DESIGN = 560.00 A-H

RATED OF BATTERY EACH. = 80.00 A-H

NO. OF BATTERY IN SERIES STRING = 10.00

NO. OF ROWS FOR BATTERY (PARALLEL) = 7.00 ROWS

TOTAL NO. OF BATTERY USED = 70.00

PERCENT OF DISCHARGING = 6.91 %

: INVERTER SIZE :

TOTAL NO. OF POWER LOAD = 0.750 KW.

SIZE OF INVERTER = 1.50 KVA

POWER FACTOR = 0.85

INVERTER EFFICIENCY = 0.85

OUTPUT CURRENT OF INVERTER = 6.82 AMPS

SYSTEM VOLTAGE OF LOAD = 220.00 VAC.

INPUT VOLTAGE OF INVERTER = 120.00 VDC.

ตัวพารามิเตอร์ต่างๆ, ขนาดแผง, ความจุของแบตเตอรี่และขนาดของอินเวอร์เตอร์ที่มี 60 หลังคาเรือนตามโหลดที่ประเมินไว้ ในระบบกระแสสลับ

```
:NOTE:
 DISCRIPTION OF PARAMETERS
    NHV - NO. OF HOUSEHOLDS IN VILLAGE =    60.00  HOUSEHOLDS
    VBATT - BATTERY VOLTAGE =  120.00  VOLTS
    NI - INVERTER EFFICIENCY =  0.85
    POWERR - RADIO LOAD =     5.00  WATTS/HOUSEHOLDS
    NTRD - NO. OF TIME USED FOR RADIO =  17.00  HOURS/DAY
    POWERL - LIGHTING LOAD (F. LAMP) =   20.00  WATTS/HOUSEHOLDS
    NTLD - NO. OF TIME USED FOR LIGHTING =   5.00  HOURS/DAY
    POWERP - PUMPING LOAD =   300.00  WATTS
    NTPD - NO. OF TIME USED FOR PUMPING =   2.00  HOURS/DAY
    POWERA - OTHER LOAD =     0.00  WATTS
    NTAD - NO. OF TIME USED FOR OTHER LOAD =    0.00  HOURS/DAY
    POWERS - TOTAL NO. OF STREET LIGHTING =     0.00  WATTS
    NTSD - NO. OF TIME USED FOR STREET LIGHTING =   0.00  HOURS/DAY
    NB - BATTERY CHARGING EFFICIENCY =  0.85
    SD - SELF DISCHARGE LEVEL =  0.97
    NR - REGULATOR EFF. =  0.85
    AVRAD - AVERAGE RADIATION =   100.00  MILLI-WATT/SQ.CM
    VF - VARIABILITY FACTOR SPECIFIED =  0.90
    OUTCUR - OUTPUT CURRENT AT OUTPUT VOLTAGE =   2.33  AMPS
    DM - MEAN ANNUAL INSOLATION =   432.240  MILLIWATT-HOURS/SQ.CM-DAY
    NS - NO. OF MODULES IN SERIES IN A STRING =   10.00  MODULES
   NCM - NO. OF CELLS PER MODULE =   35.00  CELLS
    AP - PEAK OUTPUT CURRENT AT MAX. RADIATION INTENSITY =    2.33  AMPS/PANEL
    VP - PEAK OUTPUT VOLTAGE AT MAX. RADIATION INTENSITY =   146.00  VOLTS
    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

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) = 7.00 DAYS

Y3 - FOR OTHER LOAD (DAYTIME LOAD) = 0.00 DAYS

NL - THE LINE LOSS FACTOR = 0.95

DOD - PERMISSIBLE BATTERY DEPTH OF DISCHARGE FACTOR = 0.75

NOPIR - NO. OF ROWS FOR BATTERY (PARALLEL IN ROW) = 7.00 ROWS

BV - BATTERY VOLTAGE EACH. = 12.00 VOLTS

PF - POWER FACTOR = 0.85

VAC - SYSTEM VOLTAGE OF AC. LOAD = 220.00 VAC

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

NO. OF HOUSEHOLDS IN VILLAGE = 60.00 HOUSEHOLDS

AMPERE-HOURS LOAD DEMAND = 97.50 A-H/DAY

NOMINAL SYSTEM VOLTAGE = 120.00 VOLTS

SYSTEM PEAK POWER (CELLS GENERATED) = 6.46 KW.(PEAK)

PEAK CURRENT (CELLS GENERATED) = 44.27 AMPS

PEAK VOLTAGE (CELLS GENERATED) = 146.00 VOLTS

NO. OF MODULES IN SERIES PER PANEL = 10.00 MODULES/PANEL

TOTAL NO. OF PANELS = 19.00 PANELS

TOTAL NO. OF MODULES = 190.00 MODULES

NO. OF CELLS PER MODULES = 35.00 CELLS/MODULES

NO. OF CELLS PER PANEL = 350.00 CELLS/PANEL

TOTAL NO. OF CELLS = 6650.00 CELLS

: PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEM (BATTERY CAPACITY) :

NOMINAL SYSTEM BATTERY VOLTAGE = 120.00 VOLTS

AMPERE-HOURS LOAD DEMAND = 97.50 A-H/DAY

ENERGY FOR DAYTIME LOAD = 4.20 KWH

ENERGY FOR NIGHT TIME LOAD = 7.50 KWH

TOTAL NO. OF A-H FOR DESIGN = 1120.00 A-H

RATED OF BATTERY EACH. = 160.00 A-H

NO. OF BATTERY IN SERIES STRING = 10.00

NO. OF ROWS FOR BATTERY (PARALLEL) = 7.00 ROWS

TOTAL NO. OF BATTERY USED = 70.00

PERCENT OF DISCHARGING = 6.91 %

: INVERTER SIZE :

TOTAL NO. OF POWER LOAD = 1.800 KW.

SIZE OF INVERTER = 3.50 KVA

POWER FACTOR = 0.85

INVERTER EFFICIENCY = 0.85

OUTPUT CURRENT OF INVERTER = 15.91 AMPS

SYSTEM VOLTAGE OF LOAD = 220.00 VAC.

INPUT VOLTAGE OF INVERTER = 120.00 VDC.

ตัวพารามิเตอร์ต่างๆ, ขนาดแผง, ความจุของแบตเตอรี่และขนาดของอินเวอร์เตอร์ ที่มี 100 หลังคาเรือนตามโหลดที่ประเมินไว้ ในระบบกระแสสลับ.

```
:NOTE:
 DISCRIPTION OF PARAMETERS
     NHV - NO. OF HOUSEHOLDS IN VILLAGE =  100.00  HOUSEHOLDS
     VBATT - BATTERY VOLTAGE =  120.00  VOLTS
     NI - INVERTER EFFICIENCY =  0.85
     POWERR - RADIO LOAD =  5.00  WATTS/HOUSEHOLDS
     NTRD - NO. OF TIME USED FOR RADIO =  17.00  HOURS/DAY
     POWERL - LIGHTING LOAD (F. LAMP) =  20.00  WATTS/HOUSEHOLDS
     NTLD - NO. OF TIME USED FOR LIGHTING =  5.00  HOURS/DAY
     POWERP - PUMPING LOAD =  746.00  WATTS
     NTPD - NO. OF TIME USED FOR PUMPING =  2.00  HOURS/DAY
     POWERA - OTHER LOAD =  0.00  WATTS
     NTAD - NO. OF TIME USED FOR OTHER LOAD =  0.00  HOURS/DAY
     POWERS - TOTAL NO. OF STREET LIGHTING =  200.00  WATTS
     NTSD - NO. OF TIME USED FOR STREET LIGHTING =  6.00  HOURS/DAY
     NB - BATTERY CHARGING EFFICIENCY =  0.85
     SD - SELF DISCHARGE LEVEL =  0.97
     NR - REGULATOR EFF. =  0.85
     AVRAD - AVERAGE RADIATION =  100.00  MILLI-WATT/SQ.CM
     VF - VARIABILITY FACTOR SPECIFIED =  0.90
     OUTCUR - OUTPUT CURRENT AT OUTPUT VOLTAGE =  2.33  AMPS
     DM - MEAN ANNUAL INSOLATION =  432.240  MILLIWATT-HOURS/SQ.CM-DAY
     NS - NO. OF MODULES IN SERIES IN A STRING =  10.00  MODULES
     NCM - NO. OF CELLS PER MODULE =  35.00  CELLS
     AP - PEAK OUTPUT CURRENT AT MAX. RADIATION INTENSITY =  2.33  AMPS/PANEL
     VP - PEAK OUTPUT VOLTAGE AT MAX. RADIATION INTENSITY =  146.00  VOLTS
     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

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

NL - THE LINE LOSS FACTOR = 0.95

DOD - PERMISSIBLE BATTERY DEPTH OF DISCHARGE FACTOR = 0.75

NOPIR - NO. OF ROWS FOR BATTERY (PARALLEL IN ROW) = 7.00 ROWS

BV - BATTERY VOLTAGE EACH. = 12.00 VOLTS

PF - POWER FACTOR = 0.85

VAC - SYSTEM VOLTAGE OF AC. LOAD = 220.00 VAC

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

NO. OF HOUSEHOLDS IN VILLAGE = 100.00 HOUSEHOLDS

AMPERE-HOURS LOAD DEMAND = 176.60 A-H/DAY

NOMINAL SYSTEM VOLTAGE = 120.00 VOLTS

SYSTEM PEAK POWER (CELLS GENERATED) = 11.57 KW.(PEAK)

PEAK CURRENT (CELLS GENERATED) = 79.22 AMPS

PEAK VOLTAGE (CELLS GENERATED) = 146.00 VOLTS

NO. OF MODULES IN SERIES PER PANEL = 10.00 MODULES/PANEL

TOTAL NO. OF PANELS = 34.00 PANELS

TOTAL NO. OF MODULES = 340.00 MODULES

NO. OF CELLS PER MODULES = 35.00 CELLS/MODULES

NO. OF CELLS PER PANEL = 350.00 CELLS/PANEL

TOTAL NO. OF CELLS = 11900.00 CELLS

: PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEM (BATTERY CAPACITY) :

NOMINAL SYSTEM BATTERY VOLTAGE = 120.00 VOLTS

AMPERE-HOURS LOAD DEMAND = 176.60 A-H/DAY

ENERGY FOR DAYTIME LOAD = 7.49 KWH

ENERGY FOR NIGHT TIME LOAD = 13.70 KWH

TOTAL NO. OF A-H FOF DESIGN = 2065.00 A-H

RATED OF BATTERY EACH. = 295.00 A-H

NO. OF BATTERY IN SERIES STRING = 10.00

NO. OF ROWS FOR BATTERY (PARALLEL) = 7.00 ROWS

TOTAL NO. OF BATTERY USED = 70.00

PERCENT OF DISCHARGING = 6.85 %

: INVERTER SIZE :

TOTAL NO. OF POWER LOAD = 3.446 KW.

SIZE OF INVERTER = 6.00 KVA

POWER FACTOR = 0.85

INVERTER EFFICIENCY = 0.85

OUTPUT CURRENT OF INVERTER = 27.27 AMPS

SYSTEM VOLTAGE OF LOAD = 220.00 VAC.

INPUT VOLTAGE OF INVERTER = 120.00 VDC.

ตารางที่ 4.1 แสดงเปรียบเทียบพิกัดของระบบไฟโตโวลตาอิคกระแสสลับ ตามโหลดที่ประเมินไว้

	พารามิเตอร์	จำนวนหลังคาเรือน		
		30	60	100
แผงเซลแสงอาทิตย์	พิกัดกำลังไฟฟ้า (KW_p)	3.06	6.46	11.57
	ระดับแรงดันที่ต้องการ (Vdc.)	120	120	120
	ระดับแรงดันที่ผลิตได้ (Vdc.)	146	146	146
	ระดับกระแสที่ผลิตได้ (Adc.)	20.97	44.27	79.22
	อุณหภูมิเซล [$^{\circ}$c]	47	47	47
	จำนวนโมดูลต่อแพนเนล	10	10	10
	จำนวนแพนเนลทั้งหมด	9	19	34
	จำนวนโมดูลทั้งหมด	90	190	340
ขนาดของแบตเตอรี่	ขนาดของ A -h (เผื่อไว้ 7 วัน)	560	1120	2065
	แบตเตอรี่ขนาดตัวละ (Ah)	80	160	295
	จำนวนแบตเตอรี่ทั้งหมด	70	70	70
ส่วนปรับสภาพกำลังไฟฟ้า	พิกัดกำลังไฟฟ้า (KVA)	1.5	3.5	6
	แรงดันไฟฟ้าออก (VAC)	220	220	220
	ความถี่ (H_z)	50	50	50
	ประสิทธิภาพ (η_I) %	85	85	85
	Power factor	0.85	0.85	0.85
โหลดในแต่ละครอบครัว	หลอดฟลูออเรสเซนท์ (W)	20	20	20
	วิทยุ (W)	5	5	5
โหลดประจำหมู่บ้าน	เครื่องสูบน้ำ (W)	—	300	746
	ไฟส่องทางถนนรวม (W)	—	—	200