

ระบบโครงข่ายไฟถนนอัจฉริยะ  
ส่วนที่ 2: การออกแบบชุดควบคุม

A SMART SOLAR STREET LIGHTING NETWORK,  
PART 2: SMART COMMUNICATION AND CONTROLLER



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

ระบบโครงข่ายไฟถนนอัจฉริยะ  
ส่วนที่ 2: การออกแบบชุดควบคุม

A SMART SOLAR STREET LIGHTING NETWORK,  
PART 2: SMART COMMUNICATION AND CONTROLLER



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A SMART SOLAR STREET LIGHTING NETWORK,  
PART 2: SMART COMMUNICATION AND CONTROLLER



THIS PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF REQUIREMENT  
FOR THE BACHELOR DEGREE IN ELETRICAL ENGINEERING  
DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING FACULTY OF ENGINEERING  
KING MONGUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2561

ระบบโครงข่ายไฟถนนอัจฉริยะ

ส่วนที่ 2: การออกแบบชุดควบคุม

A SMART SOLAR STREET LIGHTING NETWORK

PART 2: SMART COMMUNICATION AND CONTROLLER



อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.เชาว์ ชมภูอินไหว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2561

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
เรื่อง ระบบโครงข่ายไฟถนนอัจฉริยะ ส่วนที่ 2: การออกแบบชุดควบคุม

ผู้จัดทำ

1. นายธิตินพงษ์ เกียรติไพบูลย์เวช
2. นายธีรัช จรัสสิญญ์วงษ์
3. นายพลวุฒิ คำฝอย
4. นายภรภัทร เล็กตระกูล



..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.เชาว์ ชมภูอินไหว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เรื่อง ระบบโครงข่ายไฟถนนอัจฉริยะ

## ส่วนที่ 2: การออกแบบชุดควบคุม

นาย ธิติพงษ์ เกียรติไพบูลย์เวช

นาย ธีธัช จรัสสิริบุญวงศ์

นาย พลวุฒิ คำฝอย

นาย ภัทร เล็กตระกูล

ผศ.ดร.เชาว์ ชมภูอินไหว อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2561

### บทคัดย่อ

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบชุดควบคุมไฟถนนระบบโครงข่ายไฟถนนอัจฉริยะ โดยใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นตัวประมวลผลและควบคุมการทำงานของไฟถนน โดยควบคุมระบบให้ทำงานภายใต้เงื่อนไขต่างๆอย่างอัตโนมัติ เช่น ลดการใช้พลังงานโดยลดความสว่างของโคม เปิด - ปิด โคมไฟถนนแอลอีดีตามสภาพแวดล้อม และเลือกสลับแหล่งพลังงานอัตโนมัติ ซึ่งชุดควบคุมไฟถนนจะวัดค่าตัวแปรพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าและพารามิเตอร์ที่สำคัญอื่น ๆ พร้อมแสดงข้อมูลผ่านหน้าจอแสดงผลหน้าตู้ควบคุมและส่งค่าพารามิเตอร์ผ่านเครือข่ายออนไลน์ไร้สายไปที่เครือข่ายจัดการข้อมูลแบบออนไลน์ เพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบสถานการณ์การทำงาน การดูแลซ่อมบำรุง วิเคราะห์และตัดสินใจการทำงานได้โดยอัตโนมัติ จากการทดลองนำชุดควบคุมไปถนนไปใช้งานร่วมกับโคมไฟถนนแอลอีดีและระบบบริหารจัดการแบบรวมศูนย์ พบว่า ชุดควบคุมไฟถนนสามารถควบคุมไฟถนนได้ ตามเงื่อนไขต่างๆที่ออกแบบไว้และสามารถแก้ปัญหาของไฟถนนแบบดั้งเดิมที่ไม่สามารถควบคุมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

# A Smart Solar Street Lighting Network

## Part 2: Smart Communication and Controller

Mr. Thitipong Kiatpaibulwate

Mr. Theetat Jaratpinyowong

Mr. Porapat Lektrakul

Mr. Polawut Khamfoy

Asst. Prof. Dr. Chow Chompoo-Inwai Supervisor

Year 2018

### ABSTRACT

This thesis aims to design A Smart Solar Street Lighting Network using a microcontroller. Is a processor and control of street lighting By controlling the system to work under various conditions automatically, such as reducing energy consumption by reducing the brightness of the lamp, turn on - off the LED street lamp according to the environment And choose to switch the automatic power source Which the street light control unit will measure the variable parameters, electrical parameters and other important parameters, along with displaying data through the control panel display screen and sending parameters via wireless online network to the online data management network To make it easier to check the work situation Maintenance Automatic analysis and decision making From the experiment to bring the control unit to the road to use with LED street lamp and centralized management system, it was found that the street light control unit could control the street light. According to various conditions Designed and able to solve the problems of traditional street lights that cannot be effectively controlled

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาบัตรฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายท่านซึ่งไม่อาจนำมากล่าวได้ทั้งหมด ผู้มีพระคุณที่ผู้ศึกษาใคร่ขอขอบพระคุณคือท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.เชาว์ ชมภูอินทร์ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ได้คอยให้คำแนะนำข้อคิดเห็นและติดตามดูแลเอาใจใส่แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆตลอดจนให้ความช่วยเหลือในการทำโครงการวิจัยนี้เพื่อให้การเขียนปริญญาบัตรฉบับนี้สมบูรณ์ที่สุด

คณะผู้จัดทำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

บทคัดย่อ .....	I
ABSTRACT .....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญรูป .....	VII
สารบัญตาราง.....	X
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา .....	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย .....	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง .....	5
2.1 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง .....	5
2.2 ทฤษฎีพื้นฐานทางไฟฟ้า .....	5
2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูยโน .....	7
2.4 โมดูลวัดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ .....	13
2.4.1 โมดูลวัดกระแสไฟฟ้า ACS712.....	13
2.4.2 โมดูลวัดแรงดันไฟฟ้า ZMPT101B .....	15
2.4.3 โมดูลนาฬิกา DS3231.....	17
2.4.4 โมดูลอุณหภูมิ AM2320.....	18
2.4.5 โมดูลรีเลย์ .....	19
2.4.6 โมดูลวัดความชื้นในอากาศและฝน.....	20
2.4.7 โมดูลวัดความเข้มแสง GY-30.....	21
2.4.8 โมดูลเชื่อมต่อเครือข่าย ESP8266 .....	22
2.5 ระบบเครือข่ายไร้สาย .....	23
2.5.1 ประโยชน์ของระบบเครือข่ายไร้สาย .....	24
2.5.2 รูปแบบการเชื่อมต่อของระบบเครือข่ายไร้สาย .....	24
บทที่ 3 การออกแบบและการสร้างวงจร .....	27
3.1 ภาพรวมของระบบโครงข่ายไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะ .....	27

## สารบัญ (ต่อ)

3.2 แนวคิดการออกแบบชุดควบคุม .....	28
3.3 ส่วนการวัดพารามิเตอร์.....	29
3.3.1 ส่วนการวัดพลังงานไฟฟ้า .....	29
3.3.2 ส่วนการวัดความเข้มแสง .....	31
3.3.3 ส่วนการวัดอุณหภูมิ.....	31
3.3.4 การตรวจจับปริมาณน้ำฝน .....	32
3.4 ส่วนการแสดงผลบนหน้าจอ LCD .....	32
3.5 ส่วนควบคุม.....	33
3.5.1 เงื่อนไขการทำงานของชุดควบคุมไมโครโพลินพลังงานแสงอาทิตย์ .....	33
3.5.2 การเลือกแหล่งพลังงานแบบอัตโนมัติ.....	34
3.6 ส่วนการออกแบบการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายไร้สาย.....	34
3.7 ออกแบบวงจรที่ได้จากการบูรณาการแต่ละส่วนเข้าด้วยกัน.....	36
<b>บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง .....</b>	<b>40</b>
4.1 การทดสอบความถูกต้องในการวัดค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าอื่นๆที่เกี่ยวข้อง.....	40
4.1.1 การทดสอบวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ .....	41
4.1.2 การทดสอบการวัดกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ .....	41
4.1.3 การทดสอบการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง .....	42
4.1.4 การทดสอบการวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรง .....	43
4.1.5 การทดสอบการวัดค่าพารามิเตอร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง.....	44
4.2 การทดสอบความถูกต้องในการควบคุมไฟส่องสว่างถนนภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ.....	45
4.3 การทดสอบความถูกต้องในการแสดงผล .....	46
4.4 การทดสอบความถูกต้องในการส่งค่าพารามิเตอร์ไปยังส่วนเซิร์ฟเวอร์.....	47
4.5 การทดสอบการทำงานเมื่อต่อร่วมกับระบบจริง .....	48
4.6 การวิเคราะห์พฤติกรรมการทำงานของระบบจากข้อมูลที่วัดได้ .....	51
4.6.1 การวิเคราะห์พฤติกรรมช่วงไม่ได้จ่ายโหลด.....	51
4.6.2 การวิเคราะห์พฤติกรรมช่วงจ่ายโหลด.....	55

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....	60
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	60
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	60
5.3 การนำเอาตัวควบคุมระบบส่องสว่างอัจฉริยะไปติดตั้งจริง.....	60
5.4 การต่อยอดในอนาคต.....	61
เอกสารอ้างอิง.....	62
ภาคผนวก.....	64
ภาคผนวก ก บทความวิชาการ.....	65
ภาคผนวก ข ผลการทดลอง.....	71



## สารบัญรูป

รูปที่ 2.1	Arduino MEGA 2560.....	7
รูปที่ 2.2	การเชื่อมต่อ Arduino กับ คอมพิวเตอร์.....	8
รูปที่ 2.3	โปรแกรม Arduino IDE.....	8
รูปที่ 2.4	การเลือกบอร์ด Arduino MEGA 2560.....	9
รูปที่ 2.5	การเลือก Port ที่ Arduino เชื่อมต่อ.....	9
รูปที่ 2.6	การตรวจสอบความถูกต้องโค้ดและ Compile โปรแกรม.....	10
รูปที่ 2.7	การ Upload โปรแกรมลงบอร์ด Arduino.....	10
รูปที่ 2.8	Arduino Mega 2560.....	11
รูปที่ 2.9	โมดูลวัดกระแสไฟฟ้า ACS712 30A.....	13
รูปที่ 2.10	Pin Out Diagram of ACS712.....	13
รูปที่ 2.11	Functional Block Diagram of ACS712 30A.....	14
รูปที่ 2.12	โมดูลวัดแรงดันไฟฟ้า ZMPT101B.....	15
รูปที่ 2.13	ขนาดของโมดูลวัดแรงดันไฟฟ้า ZMPT101B.....	16
รูปที่ 2.14	โมดูลนาฬิกา DS3231.....	17
รูปที่ 2.15	โมดูลอุณหภูมิและความชื้น AM2320.....	18
รูปที่ 2.16	Relay Module 4 channels.....	19
รูปที่ 2.17	แบบแสดงการทำงานของ Relay Module 4 channels.....	19
รูปที่ 2.18	โมดูลวัดความชื้นในอากาศและฝน.....	20
รูปที่ 2.19	หลักการทำงานของโมดูลวัดความชื้นในอากาศและฝน.....	20
รูปที่ 2.20	โมดูลวัดความเข้มแสง GY-30.....	21
รูปที่ 2.21	แบบแสดงการทำงานของโมดูลวัดความเข้มแสง GY-30.....	21
รูปที่ 2.22	NodeMCU (ESP8266).....	22
รูปที่ 2.23	ระบบเครือข่ายไร้สาย.....	23
รูปที่ 2.24	รูปแบบการเชื่อมต่อแบบ Peer-to-peer.....	24
รูปที่ 2.25	รูปแบบการเชื่อมต่อแบบ Client / server หรือ Infrastructure mode.....	25
รูปที่ 2.26	รูปแบบการเชื่อมต่อแบบ Multiple access points and roaming.....	25
รูปที่ 2.27	รูปแบบการเชื่อมต่อแบบ Use of an Extension Point.....	26
รูปที่ 2.28	รูปแบบการเชื่อมต่อแบบ The Use of Directional Antennas.....	26
รูปที่ 3.1	ภาพรวมของระบบไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะ.....	27
รูปที่ 3.2	ภาพรวมของการออกแบบส่วนควบคุม.....	29
รูปที่ 3.3	ตำแหน่งการวัดพลังงานไฟฟ้าของระบบโคมไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์.....	30
รูปที่ 3.4	การต่อวงจรใช้งานโมดูล ACS712 ร่วมกับโพลด.....	30
รูปที่ 3.5	โมดูลที่ใช้ในการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC).....	30
รูปที่ 3.6	วงจรแบ่งแรงดัน (Voltage divider).....	31
รูปที่ 3.7	ส่วนการวัดความเข้มแสง.....	31
รูปที่ 3.8	ส่วนการวัดอุณหภูมิ.....	32

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ 3.9 ส่วนการตรวจจับปริมาณน้ำฝน.....	32
รูปที่ 3.10 ส่วนการแสดงผลบนหน้าจอ LCD.....	33
รูปที่ 3.11 เงื่อนไขการทำงานของชุดควบคุมไมโครโพลินพลังงานแสงอาทิตย์.....	33
รูปที่ 3.12 การต่อวงจรใช้งานให้รีเลย์ทำหน้าที่เลือกแหล่งพลังงานแบบอัตโนมัติ.....	34
รูปที่ 3.13 ส่วนการออกแบบการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายไร้สาย.....	35
รูปที่ 3.14 ออกแบบวงจร PCB ส่วน Mainboard ด้วยโปรแกรม Altium Design.....	36
รูปที่ 3.15 ผลการออกแบบและขึ้นรูปเป็นแผ่น PCB ส่วน Mainboard.....	36
รูปที่ 3.16 วงจรใช้งานจริงที่ได้หลังจากการออกแบบของ PCB ส่วน Mainboard.....	37
รูปที่ 3.17 วงจรควบคุมการแสดงผลบนหน้าจอออกแบบด้วยโปรแกรม Altium Design.....	37
รูปที่ 3.18 ผลการออกแบบและขึ้นรูปเป็นแผ่น PCB ส่วนการควบคุมการแสดงผลบนหน้าจอ.....	38
รูปที่ 3.19 วงจรใช้งานจริงส่วนการควบคุมหน้าจอการแสดงผลบนหน้าจอ LCD.....	38
รูปที่ 3.20 ชิ้นงานต้นแบบ.....	39
รูปที่ 4.1 วงจรการปรับเทียบพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า.....	40
รูปที่ 4.2 ไดอะแกรมวงจรการปรับเทียบแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ.....	41
รูปที่ 4.3 ไดอะแกรมวงจรการปรับเทียบกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ.....	42
รูปที่ 4.4 ไดอะแกรมวงจรการปรับเทียบแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง.....	42
รูปที่ 4.5 ไดอะแกรมวงจรการปรับเทียบกระแสไฟฟ้ากระแสตรง.....	43
รูปที่ 4.6 แสดงค่าหน้าจอแสดงผลหลัก.....	46
รูปที่ 4.7 แสดงค่าวันและเวลาปัจจุบัน.....	46
รูปที่ 4.8 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่โหลด.....	46
รูปที่ 4.9 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่แบตเตอรี่.....	46
รูปที่ 4.10 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่โซล่าเซลล์.....	46
รูปที่ 4.11 แสดงค่าการใช้พลังงาน.....	46
รูปที่ 4.12 ชุดควบคุมระบบโพลิน.....	48
รูปที่ 4.13 ชุดควบคุมระบบโพลินเมื่อต่อร่วมกับระบบจริง.....	48
รูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ของแรงดันและกระแสไฟฟ้าของโหลดเทียบกับเวลา.....	51
รูปที่ 4.15 ความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้าประจุแบตเตอรี่เทียบกับเวลา.....	52
รูปที่ 4.16 ความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าประจุแบตเตอรี่เทียบกับเวลา.....	52
รูปที่ 4.17 ความสัมพันธ์ของพลังงานชาร์จแบตเตอรี่เทียบกับเวลา.....	53
รูปที่ 4.18 ความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้าของโซล่าเซลล์เทียบกับเวลา.....	53
รูปที่ 4.19 ความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าของโซล่าเซลล์เทียบกับเวลา.....	54
รูปที่ 4.20 ความสัมพันธ์ของพลังงานที่โซล่าเซลล์ผลิตได้เทียบกับเวลา.....	54
รูปที่ 4.21 ความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้าที่โหลดเทียบกับเวลา.....	55
รูปที่ 4.22 ความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าที่โหลดเทียบกับเวลา.....	55
รูปที่ 4.23 ความสัมพันธ์ของพลังงานที่โหลดใช้เทียบกับเวลา.....	56
รูปที่ 4.24 ความสัมพันธ์ของค่าตัวประกอบกำลังเทียบกับเวลา.....	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ 4.25 ความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้าที่แบตเตอรี่เทียบกับเวลา.....	57
รูปที่ 4.26 ความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าที่แบตเตอรี่ขณะจ่ายโหลดเทียบกับเวลา .....	58
รูปที่ 4.27 ความสัมพันธ์ของพลังงานที่แบตเตอรี่ใช้ในการจ่ายโหลดเทียบกับเวลา.....	58
รูปที่ 4.28 ความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าเทียบกับเวลา.....	59



## สารบัญตาราง

ตารางที่ 1.1	แผนการปฏิบัติงาน .....	3
ตารางที่ 2.1	ส่วนประกอบของ Arduino Mega 2560.....	11
ตารางที่ 2.2	ข้อกำหนดทางเทคนิคของ Arduino Mega 2560 .....	12
ตารางที่ 2.3	ค่าพิกัดของโมดูลตัวกระแสไฟฟ้า ACS712 30A .....	14
ตารางที่ 2.4	ข้อกำหนดทางเทคนิคของโมดูลตัวแรงดันไฟฟ้า ZMPT101B.....	15
ตารางที่ 2.5	ข้อกำหนดทางวัสดุของโมดูลตัวแรงดันไฟฟ้า ZMPT101B .....	16
ตารางที่ 2.6	ข้อกำหนดทางสิ่งแวดล้อมของโมดูลตัวแรงดันไฟฟ้า ZMPT101B .....	16
ตารางที่ 2.7	ค่าพิกัดของโมดูลนาฬิกา DS3231 .....	17
ตารางที่ 2.8	ข้อกำหนดทางเทคนิคของ โมดูลอุณหภูมิและความชื้น AM2320 .....	18
ตารางที่ 2.9	รายละเอียดการใช้งานของโมดูลเชื่อมต่อเครือข่าย ESP8266 .....	22
ตารางที่ 2.10	ข้อกำหนดทางเทคนิคของโมดูลเชื่อมต่อเครือข่าย ESP8266.....	23
ตารางที่ 4.1	การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ .....	41
ตารางที่ 4.2	การเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ .....	42
ตารางที่ 4.3	การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง .....	43
ตารางที่ 4.4	การเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้ากระแสตรง .....	43
ตารางที่ 4.5	การเปรียบเทียบอุณหภูมิ .....	44
ตารางที่ 4.6	การเปรียบเทียบความสว่าง.....	44
ตารางที่ 4.7	การใช้พลังงาน ณ เวลาต่าง ๆ .....	45
ตารางที่ 4.8	ผลการทดสอบการทำงานของระบบควบคุมไฟส่องสว่างถนน .....	46
ตารางที่ 4.9	การทดสอบความถูกต้องในการส่งค่าพารามิเตอร์ (ช่วงไม่ได้จ่ายโหลด) .....	49
ตารางที่ 4.10	การทดสอบความถูกต้องในการส่งค่าพารามิเตอร์ (ช่วงจ่ายโหลด).....	50

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ไฟถนนมีความสำคัญในการเพิ่มทัศนวิสัยในการมองเห็นให้กับผู้ใช้รถที่สัญจรบนท้องถนนและประชาชนที่สัญจรบริเวณทางเท้า รวมถึงช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุและอาชญากรรมในเวลากลางคืน ทำให้การสัญจรมีความปลอดภัยมากขึ้น

ระบบไฟถนนแบบดั้งเดิมในปัจจุบันมากกว่า 50 % นั้นมีคุณภาพทางแสงในการใช้งานต่ำ เช่น แสงสว่างไม่เพียงพอ มีปัญหาแสงจระเขยตา (Glare) มีอัตราการตอบสนองสีที่ต่ำ ส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยในการขับขี่และการใช้พื้นที่สาธารณะ และไม่มีระบบการตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า ทำให้ไม่สามารถที่จะเก็บข้อมูลการใช้งานจริงได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน ทำให้การวิเคราะห์การใช้พลังงานไม่สามารถทำได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และครบถ้วน นอกจากนี้ ยังมีการติดตั้งแบบแยกโดด (Standalone) ไม่ได้มีการเชื่อมโยงเครือข่ายและไม่สามารถควบคุมและติดตามสถานการณ์ทำงานได้แบบเวลาจริง ทำให้เมื่อความชำรุดเสียหายเกิดขึ้น ผู้ดูแลรับผิดชอบที่เกี่ยวข้อง อาจจะไม่ทราบหรือทราบข้อเท็จจริงได้ช้า ส่งผลให้ทำการแก้ไขได้ล่าช้าไปด้วย

อีกมุมมองหนึ่งคือ เรื่องค่าใช้จ่ายจากการใช้พลังงานของระบบไฟถนนแบบดั้งเดิมนั้นนับได้ว่าสูงมาก โดยทั่วไปจะใช้ต้นทุนพลังงานประมาณ 25-40% ของค่าใช้จ่ายไฟฟ้าทั้งหมดของพื้นที่นั้นๆ จากผลการศึกษา หากมีการเปลี่ยนระบบไฟถนนแบบดั้งเดิมที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันทั่วทั้งโลกให้เป็นระบบไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์ ก็จะสามารถลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้กว่า 45% ซึ่งประเทศไทยนั้น เหมาะสมกับการติดตั้งและใช้งานระบบผลิตพลังงานด้วยแสงอาทิตย์เป็นอย่างมาก จากข้อมูลของกระทรวงพลังงานที่บอกไว้ว่า ประเทศไทยมีค่าความเข้มรังสีรวมของดวงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปีของพื้นที่ทั่วประเทศเท่ากับ  $18.0 \text{ MJ/m}^2/\text{day}$  หรือ  $5.0 \text{ kWh/m}^2/\text{day}$  นั้น เพียงพอที่จะผลิตพลังงานเพื่อจ่ายให้กับระบบไฟถนนได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

โครงการนี้มีแนวคิดที่จะออกแบบระบบควบคุมไฟถนนให้มีความฉลาด ที่มีการวัดค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าที่เป็นข้อมูลจริงในการใช้งานได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์แนวโน้มการใช้พลังงาน พร้อมแสดงข้อมูลการวัด ผ่านหน้าจอแสดงผลที่หน้าตู้ควบคุม เพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบสถานการณ์ทำงาน การดูแลและการซ่อมบำรุง อีกทั้งยังสามารถวิเคราะห์/ตัดสินใจการทำงานได้โดยอัตโนมัติ เช่น การเปิดปิดแบบอัตโนมัติตามเวลาที่ตั้งไว้ การเปิดปิดตามปริมาณแสงที่กำหนด หรือการลดระดับความสว่างไฟตามจำนวนรถบนท้องถนน และอีกหน้าที่หนึ่งคือสามารถส่งข้อมูลการวัดและการวิเคราะห์ผลต่างๆให้กับส่วนบริหารจัดการข้อมูลของระบบ

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. ออกแบบชุดควบคุมไฟถนนให้ควบคุมความส่องสว่างและพลังงานแบบอัตโนมัติ
2. วัดค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า
3. วิเคราะห์ค่าเพื่อดูแนวโน้มการใช้พลังงาน

## 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ภาคเรียนที่ 1 ทำการศึกษาอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมของระบบ ได้แก่ ศึกษาการใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 เพื่อทดลองเขียนโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมระบบแสงสว่าง มีการทดสอบฟังก์ชันการทดลองต่าง ๆ ดังนี้ การทดสอบการวัดค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า, การทดลองใช้สวิตซ์ในการเปลี่ยนการแสดงผลจอ LCD มีการทดสอบการเขียนโปรแกรมเปิด/ปิดไฟตามเงื่อนไขต่าง ๆ การทดลองการเลือกแหล่งพลังงานแบบอัตโนมัติระหว่างพลังงานระบบของการไฟฟ้ากับระบบพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์โดยใช้รีเลย์

ภาคเรียนที่ 2 นำความรู้ที่ได้ศึกษาจากภาคเรียนที่ 1 มาเขียนโปรแกรมควบคุมและส่งค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าผ่านเครือข่ายไร้สาย (Network) โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 ร่วมกับ NodeMCU (ESP8266) จัดทำตู้คอนโทรลและนำไปติดตั้งใช้งานจริงเพื่อทดสอบข้อผิดพลาด แล้วนำมาแก้ไขจนเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

## 1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน เริ่มจากการศึกษาอุปกรณ์ที่เป็นส่วนประกอบของระบบ ศึกษาค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ศึกษาการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ทดลองเขียนโปรแกรมการใช้งาน จากนั้นทำการออกแบบชิ้นงานต้นแบบ และทดสอบการทำงานของระบบเพื่อทำการประกอบชิ้นงานเพื่อใช้งานจริงแล้วนำมาทดสอบ และแก้ไขโปรแกรมการใช้งาน โดยมีแผนการปฏิบัติงานตามตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แผนการปฏิบัติงาน

การดำเนินงาน	ปี 2561					ปี 2562				
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
ศึกษาส่วนต่าง ๆ ของระบบ และพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง										
ศึกษาการใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์และ ทดลองเขียนโปรแกรม										
ออกแบบชิ้นงานต้นแบบ										
ทดสอบชุดควบคุมโคมไฟ ถนน LED										
บูรณาการงานสาม ส่วนเข้าด้วยกัน										
แก้ไข ปรับปรุง ชิ้นงาน										
ปริญญานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์										

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ระบบควบคุมที่ทำออกแบบมาสามารถใช้งานได้จริง
2. สามารถลดการใช้พลังงาน
3. ระบบโคมไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์ มีความเสถียรภาพและประสิทธิภาพสูง
4. ระบบอ่านค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และต่อเนื่อง

## บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ระบบโครงข่ายไฟถนนอัจฉริยะ (Smart solar street lighting network) เป็นระบบที่มีการควบคุมการส่องสว่างและการใช้พลังงานแบบอัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยมีระบบการตรวจวัดค่าพารามิเตอร์แบบเวลาจริง เพื่อนำไปวิเคราะห์แนวโน้มการใช้พลังงาน และมีระบบการบริหารจัดการข้อมูลเพื่อให้ระบบมีความฉลาดมากขึ้น ซึ่งตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันได้มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับระบบโครงข่ายไฟถนนอัจฉริยะอย่างมากมาย ซึ่งสามารถสรุปประเด็นสำคัญในการศึกษาและวิจัยช่วง 10 ปีที่ผ่านมาได้ดังต่อไปนี้

ระบบส่องสว่างของไฟถนนในอดีต มีการใช้หลอดไฟชนิด High Pressure Sodium (HPS) ซึ่งเป็นหลอดไฟที่สีของแสงสว่างจะไม่สมดุล มีระยะเวลาในการอุ่นหลอดที่นานและใช้พลังงานสูง โดยระบบส่องสว่างของไฟถนนแบบดั้งเดิมนั้นรับพลังงานมาจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าแหล่งเดียวเท่านั้น ซึ่งเมื่อระบบไฟฟ้ามีการขัดข้องจะไม่มีแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรองมาจ่ายให้กับระบบ ทำให้ระบบมีความน่าเชื่อถือและประสิทธิภาพต่ำ การศึกษาและงานวิจัยในยุคต่อมา มีความสนใจมุ่งไปที่การเพิ่มประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือของระบบส่องสว่างไฟถนนให้มากขึ้น โดยเริ่มจากการนำเอาหลอดไฟแอลอีดี (LED) มาใช้แทนหลอดไฟ High Pressure Sodium (HPS) และยังมีการศึกษาการใช้พลังงานทดแทนอย่างพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้เป็นแหล่งพลังงานหลักในระบบส่องสว่างไฟถนน [1], [2] เพื่อลดการใช้พลังงานที่ผลิตจากถ่านหินและก๊าซธรรมชาติ สำหรับระบบการควบคุมการส่องสว่างของไฟถนนแบบอัตโนมัติ ก็มีการวิจัยและศึกษากันอย่างมากร่วมกัน โดยมีการนำเอาไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ามาควบคุมและประมวลผลการเปิดปิดระบบแบบอัตโนมัติ โดยติดตั้งเซนเซอร์ตรวจจับความเข้มแสง (LDR Sensor) ซึ่งจะตรวจวัดความสว่างของพื้นที่บริเวณโดยรอบของจุดติดตั้งระบบส่องสว่างไฟถนน เมื่อความสว่าง ณ พื้นที่ที่ติดตั้ง น้อยกว่าค่าที่กำหนด ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งเปิดไฟอย่างอัตโนมัติ [3] นอกจากนี้ยังได้ติดตั้งเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Sensor) อินฟราเรด (IR Sensor) และเพียโซอิเล็กทริก (Piezoelectric) ในการตรวจจับความเร็วและการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ ซึ่งเมื่อมีวัตถุหรือยานพาหนะเคลื่อนที่ผ่านเซนเซอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งเพิ่มความสว่างของหลอดไฟแอลอีดี (LED) อย่างอัตโนมัติ เพื่อทัศนวิสัยที่ดีขึ้น [4], [6] ยังมีงานวิจัยอีกมากมายที่ได้พัฒนาระบบส่องสว่างไฟถนนให้ฉลาดยิ่งขึ้น โดยการนำเอาเงื่อนไขต่าง ๆ มาควบคุมระบบส่องสว่างไฟถนน เพื่อลดการใช้พลังงาน เช่น ลดความสว่างของหลอดไฟเมื่ออยู่ในช่วงเวลาที่การจราจรเบาบาง โดยลดความสว่างของหลอดไฟเป็นรายชั่วโมง เช่น ตั้งแต่ 23.30 น ถึง 5.00 น ซึ่งจากงานวิจัยสามารถลดการใช้พลังงานได้ถึง 40% – 45% ต่อเดือน [4] ในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา ได้มีงานวิจัยหลายงานที่น่าสนใจ หนึ่งในนั้นคือ การใช้เซนเซอร์

ตรวจจับความชื้น หมอก และฝนมาเพิ่มความสามารถให้กับระบบส่องสว่างไฟถนน โดยจะเพิ่มความสามารถของหลอดไฟเมื่อหมอกหนาแน่นหรือฝนตกหนัก และไฟถนนสามารถเปลี่ยนอุณหภูมิของหลอดไฟได้อัตโนมัติ เพื่อเพิ่มความปลอดภัยของผู้ใช้รถใช้ถนนยิ่งขึ้น [5] มีอีกหนึ่งการศึกษาและงานวิจัยที่มีบทบาทอย่างมากของระบบส่องสว่างไฟถนนคือ การศึกษาการวัดค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าและแสงสว่างของระบบส่องสว่างไฟถนน [7], [8] และการส่งค่าผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อนำค่าไปวิเคราะห์ เนื่องจาก ระบบส่องสว่างยุคก่อนส่วนมากเป็นการติดตั้งแบบแยกโดด (Standalone) ทำให้การตรวจเช็คและการตรวจสอบซ่อมบำรุงทำได้ยาก จึงได้มีการนำเอาระบบตรวจวัด (Monitoring) และระบบเครือข่าย (Network) มาใช้ร่วมกันด้วย [9], [10], [11] ทำให้การตรวจเช็คสถานะและควบคุมการทำงานของระบบทำได้ง่ายขึ้น สามารถทำได้ผ่านคอมพิวเตอร์หรือแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน และมีการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าอย่างอัตโนมัติ ทำให้ลดเวลาการตรวจเช็ค ซ่อมบำรุง อีกทั้งยังทำให้เสถียรภาพและประสิทธิภาพของระบบส่องสว่างมากขึ้น

## 2.2 ทฤษฎีพื้นฐานทางไฟฟ้า

โครงการงาน “ระบบโครงข่ายไฟถนนอัจฉริยะพลังงานแสงอาทิตย์ ส่วนที่ 2 การออกแบบชุดควบคุม (Smart Solar Street Lighting Network Part 2 : Controller Design) เป็นชุดควบคุมไฟส่องสว่างถนนซึ่งจะต้องมีการวัดค่าพารามิเตอร์ทางไปแสดงผลผ่านจอมอนิเตอร์ อนุควบคุมและส่งค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าเหล่านี้ไปยังเซิร์ฟเวอร์ผ่านทางเครือข่ายสื่อสาร เพื่อการประมวลผล วิเคราะห์ค่าและเก็บบันทึกค่า นิยามของค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าต่าง ๆ มีดังนี้

- **กระแสไฟฟ้า (Current: I)**

คือ ปริมาณประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนไหลในวงจรไฟฟ้าต่อหน่วยวินาที มีหน่วยเป็น คูลอมบ์ต่อวินาที (Coulomb/Second) หรือ แอมแปร์ (Ampere: A) ซึ่งกระแสไฟฟ้าจะแบ่งตามลักษณะออกเป็น 2 แบบ ได้แก่

1. กระแสตรง (Direct Current) คือ การไหลทิศทางเดียวของประจุไฟฟ้า
2. กระแสสลับ (Alternating Current) คือ การไหลของกระแสไฟฟ้ากลับไป-กลับมาอย่าง รวดเร็ว เช่นไฟฟ้าที่ใช้ตามบ้านหรืออาคารทั่วไป รูปร่างเป็น sine wave ในบางอย่างอาจเป็นรูปสามเหลี่ยมหรือรูปสี่เหลี่ยม

- **แรงดันไฟฟ้า (Voltage: V)**

คือ แรงที่กระทำต่ออิเล็กตรอนทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหล มีหน่วยเป็น จูลต่อคูลอมบ์ (Joule/Coulomb) หรือ โวลต์ (Volt: V) ซึ่งแรงดันจะแบ่งตามลักษณะออกเป็น 2 แบบ ได้แก่

1. แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Voltage) คือ แรงดันที่มีลักษณะสม่ำเสมอจนตลอดเหมือนเส้นตรง เช่น แบตเตอรี่รถยนต์ เป็นต้น
2. ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current Voltage) คือ แรงดันที่มีลักษณะสลับไปมาระหว่างบวกและลบ สำหรับประเทศไทยโดยทั่วไปแล้วไฟฟ้าตามบ้านเรือนที่ผลิตจาก

การไฟฟ้าที่เราใช้อยู่ทุกวันนี้ก็เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ที่มีแรงดัน 220 V ความถี่ 50 ครั้ง / นาที

- กำลังไฟฟ้า (Power: W)

กำลังงานในระบบไฟฟ้ากระแสสลับ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนด้วยกัน คือ

1. กำลังไฟฟ้าจริง (Real Power)

$$P = IV \cos \theta \quad (2.1)$$

มีหน่วยเป็นวัตต์ (W) เป็นกำลังงานที่เคลื่อนย้ายประจุผ่านอุปกรณ์ไฟฟ้า และสามารถเปลี่ยนแปลงโดยอุปกรณ์ไฟฟ้าไปเป็นพลังงานรูปอื่นได้

2. กำลังไฟฟ้าปรากฏ (Apparent Power)

$$S = I^*V = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (2.2)$$

มีหน่วยเป็นโวลต์-แอมแปร์ (VA) เป็นกำลังงานที่แหล่งจ่ายกำลังงานไฟฟ้าต้องจ่ายให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ และมีขนาดเท่ากับผลคูณของกระแสไฟฟ้าในวงจรกับแรงดันของแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

3. กำลังไฟฟ้าเสมือน (Reactive Power)

$$Q = IV \sin \theta \quad (2.3)$$

มีหน่วยเป็นวาร์ (VAR) เป็น กำลังที่สูญเสียไปในวงจรในรูปของรีแอกติฟ ซึ่งเป็นกำลังไฟฟ้าที่ไม่สามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

- ค่าตัวประกอบกำลังหรือเพาเวอร์แฟคเตอร์ (Power Factor)

$$PF = \cos \theta = \frac{P}{S} \quad (2.4)$$

คือ ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่าง กำลังไฟฟ้าจริง (W) ต่อ กำลังไฟฟ้าปรากฏ (VA) เมื่อพิจารณาในส่วนของกำลังงานไฟฟ้า ตัวเลขของเพาเวอร์แฟคเตอร์นั้น จะมีตัวเลขอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 เท่านั้น ขึ้นกับระบบไฟฟ้าว่านำหน้า (Leading) หรือ ล้าหลัง (Lagging) ซึ่งจะมีผลในการคิดค่าไฟของการไฟฟ้า

- พลังงานไฟฟ้า (Energy)

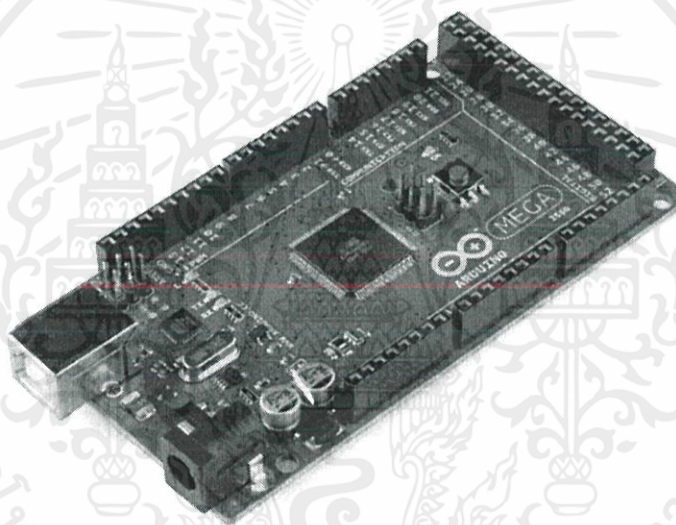
$$E = \left( \frac{P}{1000} \right) \times t \quad (2.5)$$

คือ กำลังไฟฟ้าที่นำไปใช้ในระยะเวลาหนึ่ง มีหน่วยเป็น กิโลวัตต์ชั่วโมง (kWh)

### 2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูยโน

Arduino อ่านว่า (อา-ดู-อิ-โน้ หรือ อาดูยโน) เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ตัวบอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลงเพิ่มเติมพัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ดหรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย

ความง่ายของบอร์ด Arduino ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่าง ๆ คือ ผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด Arduino หรือ เพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Arduino Shield) ประเภทต่าง ๆ เช่น Arduino XBee Shield, Arduino Music Shield, Arduino Wireless Shield, Arduino GPRS Shield เป็นต้น ซึ่งส่วนประกอบและข้อกำหนดของ Arduino Mega 2560 สามารถดูได้จากตารางที่ 2.1 และ 2.2



รูปที่ 2.1 Arduino MEGA 2560

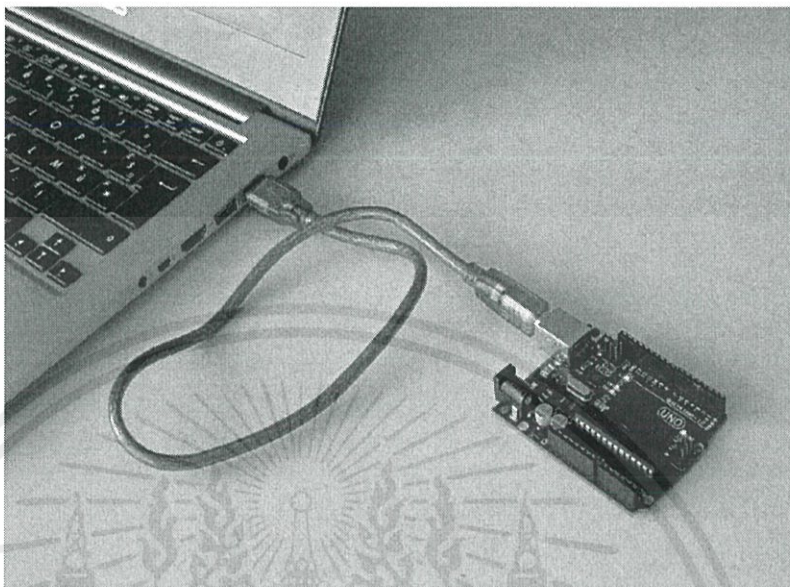
จุดเด่นที่ทำให้บอร์ด Arduino เป็นที่นิยม

- ง่ายต่อการพัฒนา มีรูปแบบคำสั่งพื้นฐาน ไม่ซับซ้อนเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น
- Open Hardware ทำให้ผู้ใช้สามารถนำบอร์ดไปต่อยอดใช้งานได้หลายด้าน
- ราคาไม่แพง
- Cross Platform สามารถพัฒนาโปรแกรมบน OS ใดก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

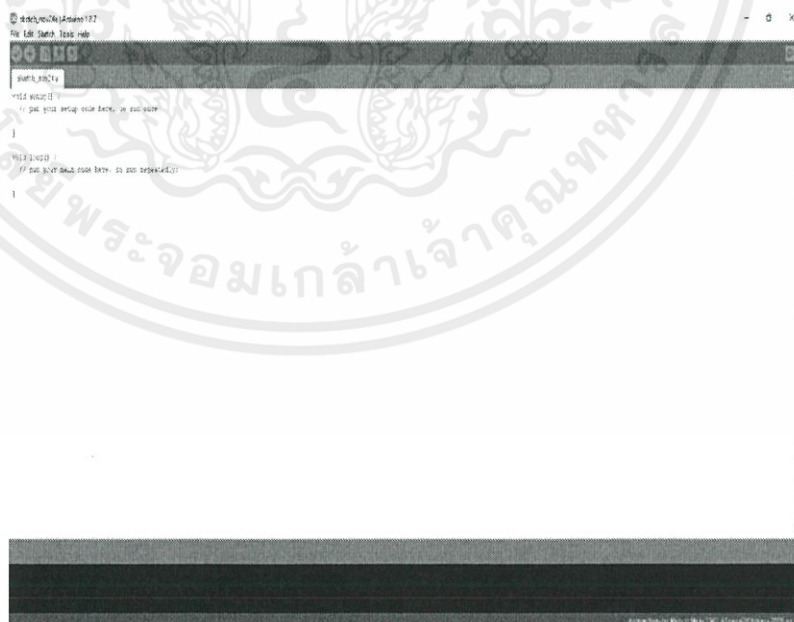
### 2.3.1 วิธีการเขียนโปรแกรมบน Arduino

1. เชื่อมต่อ Arduino กับคอมพิวเตอร์ด้วยสาย USB ตามรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การเชื่อมต่อ Arduino กับ คอมพิวเตอร์

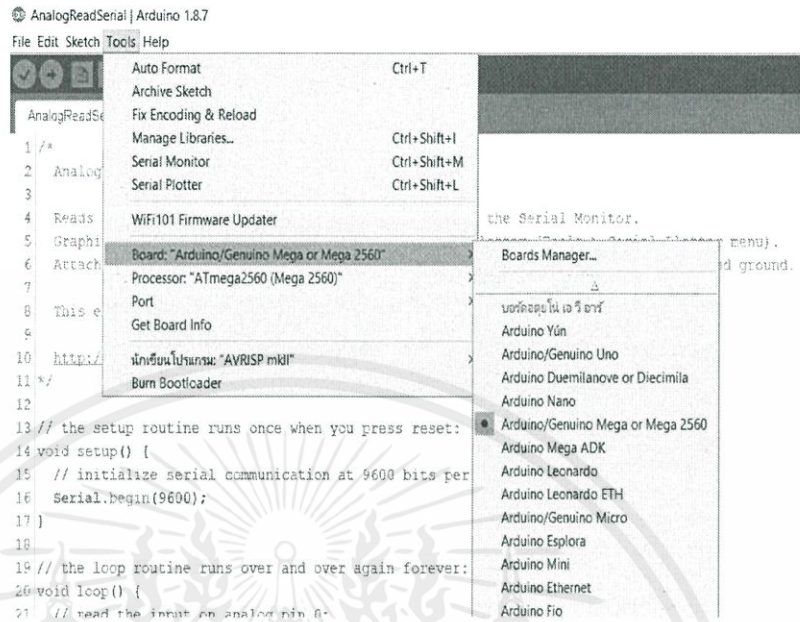
2. เขียนโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ ผ่านทางโปรแกรม Arduino IDE ซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์ [www.arduino.cc/en/main/software](http://www.arduino.cc/en/main/software) ดังรูปที่ 2.3



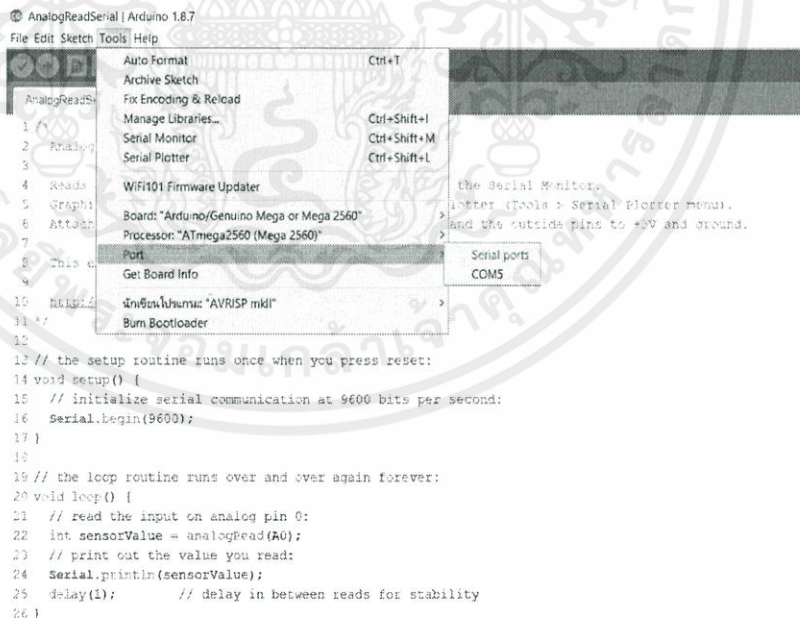
รูปที่ 2.3 โปรแกรม Arduino IDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. หลังจากที่เขียนโค้ดโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว เลือกบอร์ด Arduino MEGA 2560 และหมายเลข Port ดังรูปที่ 2.4 และ 2.5



รูปที่ 2.4 การเลือกบอร์ด Arduino MEGA 2560



รูปที่ 2.5 การเลือก Port ที่ Arduino เชื่อมต่อ

4. กดปุ่ม Verify เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและ Compile โค้ดโปรแกรม ดังรูปที่ 2.6 จากนั้น กดปุ่ม Upload โค้ด โปรแกรมไปยังบอร์ด Arduino ผ่านทางสาย USB เมื่อ Upload เรียบร้อยแล้ว จะแสดงข้อความแถบข้างล่าง “Done uploading” และบอร์ดจะเริ่มทำงานตามที่เขียนโปรแกรมไว้ ดังรูปที่ 2.7

```

AnalogReadSerial
Sketch Tools Help
AnalogReadSerial
1 //
2 #include <Arduino.h>
3
4 // Reads an analog input on pin 0, returns the value as the default resolution.
5 // Graphical representation is available using Serial Plotter -> Serial Plotter menu.
6 // Each time the console prints a percent character (%), the Arduino IDE will update your terminal and program.
7
8 // This example code is in the public domain.
9
10 // http://www.arduino.cc/en/tutorial/usingSerial
11
12
13 // the setup routine runs once when you press reset:
14 void setup() {
15   // initialize serial communication at 9600 bits per second:
16   Serial.begin(9600);
17 }
18
19 // the loop routine runs over and over again forever:
20 void loop() {
21   // read the input on analog pin 0:
22   int sensorValue = analogRead(A0);
23   // print out the value you read:
24   Serial.println(sensorValue);
25   delay(1); // delay in between reads for stability
26 }

```

รูปที่ 2.6 การตรวจสอบความถูกต้องโค้ดและ Compile โปรแกรม

```

AnalogReadSerial | Arduino 1.8.7
File Sketch Tools Help
AnalogReadSerial
1 //
2 #include <Arduino.h>
3
4 // Reads an analog input on pin 0, returns the value as the default resolution.
5 // Graphical representation is available using Serial Plotter -> Serial Plotter menu.
6 // Each time the console prints a percent character (%), the Arduino IDE will update your terminal and program.
7
8 // This example code is in the public domain.
9
10 // http://www.arduino.cc/en/tutorial/usingSerial
11
12
13 // the setup routine runs once when you press reset:
14 void setup() {
15   // initialize serial communication at 9600 bits per second:
16   Serial.begin(9600);
17 }
18
19 // the loop routine runs over and over again forever:
20 void loop() {
21   // read the input on analog pin 0:
22   int sensorValue = analogRead(A0);
23   // print out the value you read:
24   Serial.println(sensorValue);
25   delay(1); // delay in between reads for stability
26 }

```

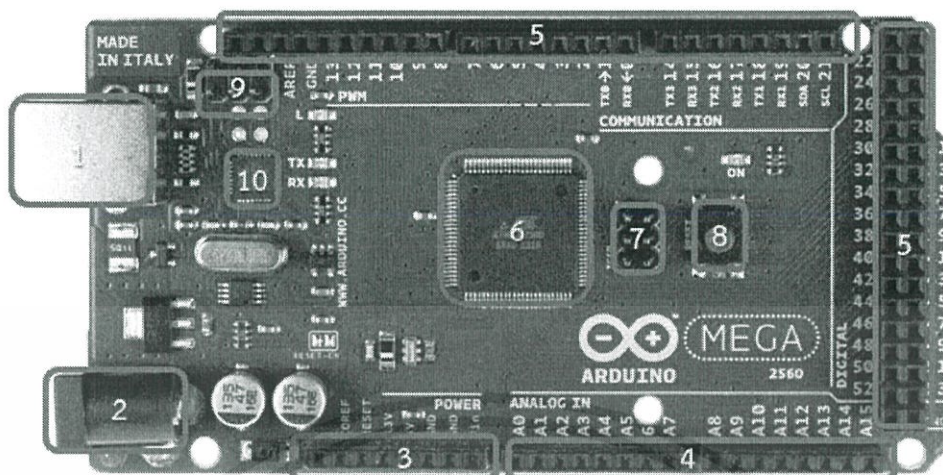
Done uploading.

Sketch uses 254 bytes (0% of program storage space. Maximum is 25392 bytes).  
Global variables use 188 bytes (2% of dynamic memory, leaving 9604 bytes for local variables. Maximum is 9192 bytes).

รูปที่ 2.7 การ Upload โปรแกรมลงบอร์ด Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.2 ส่วนประกอบของ Arduino Mega 2560



รูปที่ 2.8 Arduino Mega 2560

ตารางที่ 2.1 ส่วนประกอบของ Arduino Mega 2560

พอร์ทการเชื่อมต่อ		คำอธิบาย
1	USB Port	ใช้สำหรับต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อ Upload โปรแกรมเข้า Arduino และจ่ายไฟให้กับบอร์ด
2	Power Jack	รับไฟจาก Adapter โดยที่แรงดันอยู่ระหว่าง 7-12 V
3	Power Port	เป็นไฟเลี้ยงของบอร์ดเมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจรภายนอก
4	I/O Port	เป็นช่องรับสัญญาณอนาล็อก ตั้งแต่ขา A0-A15
5	I/O Port	ประกอบด้วย Digital I/O ตั้งแต่ขา D0 ถึง D53
6	MCU ATmega2560	เป็น MCU ที่ใช้บนบอร์ด Arduino Mega 2560
7	ICSP Port ATmega16U2	เป็นช่องการเชื่อมต่อที่ใช้โปรแกรม Visual Com port บน ATmega16U2
8	Reset Button	ปุ่ม Reset ใช้กดเมื่อต้องการให้ Arduino เริ่มการทำงานใหม่
9	MCU ของ ATmega16U2	เป็น MCU ที่ทำหน้าที่เป็น USB to Serial โดย จะติดต่อกับ คอมพิวเตอร์ผ่าน ATmega16U2
10	ICSP Port ATmega2560	เป็นช่องการเชื่อมต่อที่ใช้โปรแกรม Bootloader

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

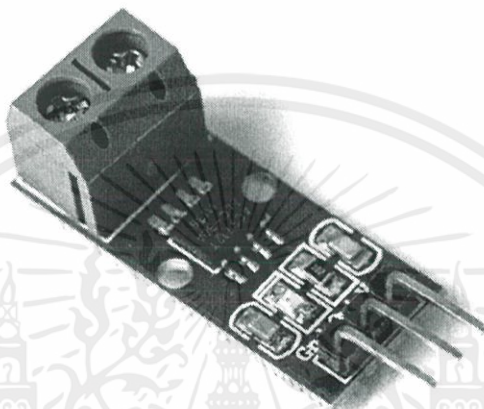
ตารางที่ 2.2 ข้อกำหนดทางเทคนิคของ Arduino Mega 2560

รายการ	รายละเอียด
Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Operation Range	-40-85 °C
Input Voltage (recommended)	7-12 V
Input Voltage (limit)	6-20 V
Digital I/O Pins	54 (of which 15 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	20 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Length	101.52 mm
Width	53.3 mm
Weight	37 g

## 2.4 โมดูลวัดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ

### 2.4.1 โมดูลวัดกระแสไฟฟ้า ACS712

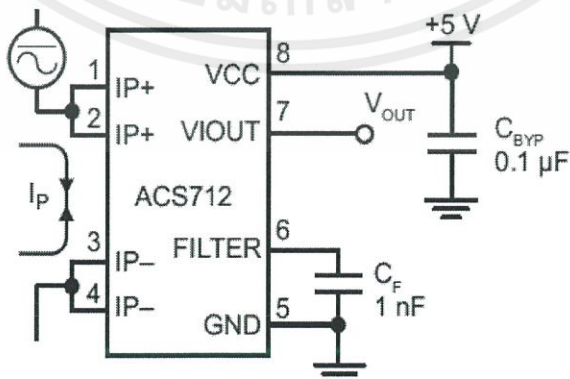
โมดูลวัดกระแสไฟฟ้า ACS712 30A Current sensor ของบริษัท Allegro Micro Systems ดังรูปที่ 2.9 เป็นโมดูลวัดกระแสไฟฟ้า โดยใช้หลักการของ Hall effect ในการวัดกระแส โดยจ่าย เอาต์พุต ออกมาเป็นสัญญาณอนาล็อกสามารถต่อได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรง (DC Current) และ ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Current) ซึ่งมีค่า Output sensitivity เท่ากับ 66 mV/A



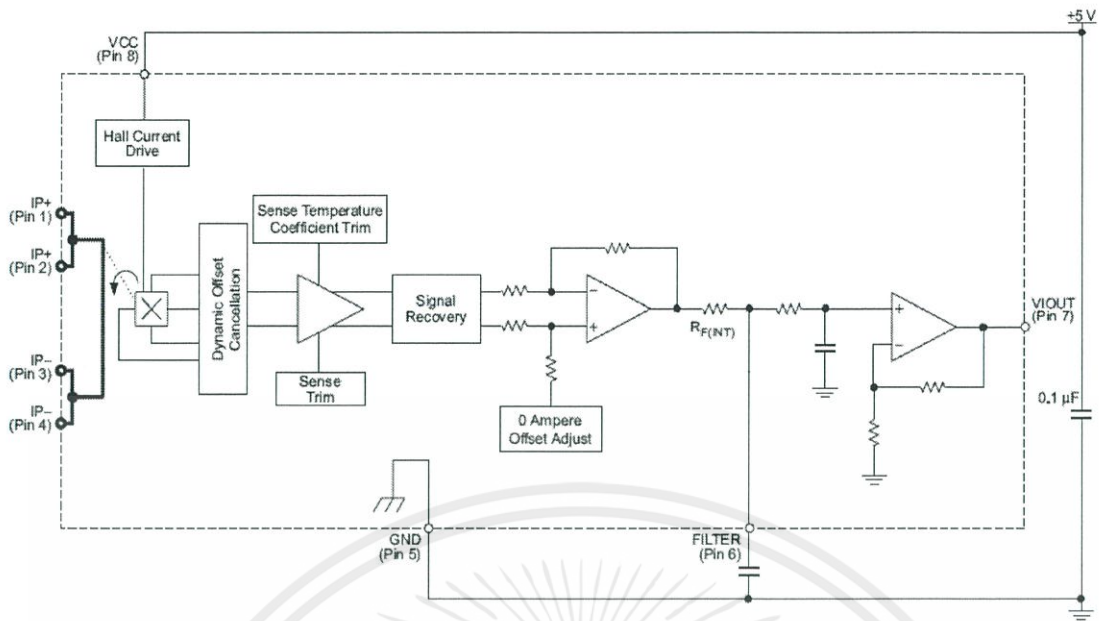
รูปที่ 2.9 โมดูลวัดกระแสไฟฟ้า ACS712 30A

คุณสมบัติที่สำคัญมีดังนี้

- วัดกระแสได้ในย่าน -30 ถึง +30 A (วัดได้ทั้งกระแส AC และ DC)
- ใช้แหล่งจ่ายแรงดัน 5 V
- Sensitivity 66 mV/A
- 80 kHz bandwidth



รูปที่ 2.10 Pin Out Diagram of ACS712



รูปที่ 2.11 Functional Block Diagram of ACS712 30A

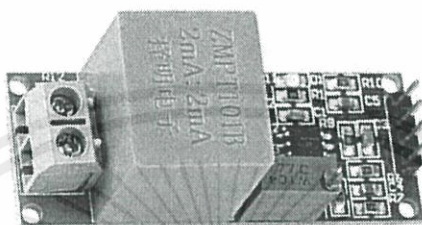
ตารางที่ 2.3 ค่าพิกัดของโมดูลวัดกระแสไฟฟ้า ACS712 30A

รายการ	สัญลักษณ์	พิกัด
Supply Voltage	$V_{CC}$	8 V
Reverse Supply Voltage	$V_{RCC}$	-0.1 V
Output Voltage	$V_{IOUT}$	8 V
Reverse Output Voltage	$V_{RIOUT}$	-0.1 V
Output Current Source	$I_{IOUT (Source)}$	3 mA
Output Current Sink	$I_{IOUT (Sink)}$	10 mA
Overcurrent Transient Tolerance	$I_p$	100 A
Nominal Operating Ambient Temperature	$T_A$	-40 – 185 °C
Maximum Junction Temperature	$T_J (Max)$	165 °C
Storage Temperature	$T_{STG}$	-65 – 170 °C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4.2 โมดูลวัดแรงดันไฟฟ้า ZMPT101B

โมดูลวัดแรงดันไฟฟ้า ZMPT101B ดังรูปที่ 2.12 เป็นโมดูลสำหรับวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ AC สูงสุดที่ 250 VAC โดยใช้ ZMPT101B ในการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ สัญญาณที่ออกเป็นสัญญาณรูปแบบ Analog สามารถป้อนเข้า ขาอนาล็อกของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่รับสัญญาณอนาล็อก ADC 5 V จาก Arduino Mega 2560 โดยสามารถปรับขนาดของแอมพลิจูดของสัญญาณเอาต์พุตได้จากการปรับค่าตัวต้านทานบนโมดูล ซึ่งข้อกำหนดของ โมดูลวัดแรงดันไฟฟ้า ZMPT101B สามารถดูได้จากตารางที่ 2.4, 2.5 และ 2.6



รูปที่ 2.12 โมดูลวัดแรงดันไฟฟ้า ZMPT101B

คุณสมบัติที่สำคัญมีดังนี้

- แหล่งจ่ายไฟ : 5 VDC
- สัญญาณ Output : Analog
- ขนาด : 50 x 20 x 24 mm

ตารางที่ 2.4 ข้อกำหนดทางเทคนิคของโมดูลวัดแรงดันไฟฟ้า ZMPT101B

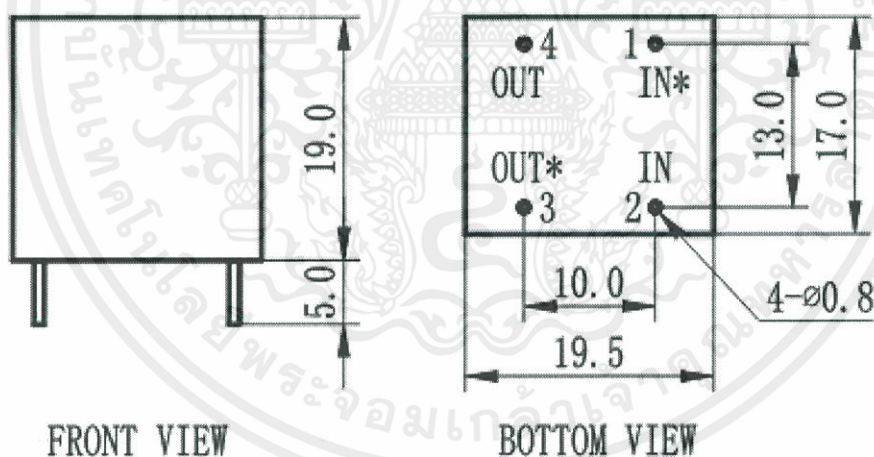
รายการ	รายละเอียด
Primary Current	2 mA
Secondary Current	2 mA
Turns Ratio	1:1
Phase Angle Error	$\leq 20'$ (50 $\Omega$ )
Current Range	0 ~ 3 mA
Linearity	0.1%
Accuracy Class	0.2
Rated Burden	$\leq 200 \Omega$
Frequency Range	50 ~ 60 Hz
Dielectric Level	3000 VAC/min
DC Resistance at 20°C	110 $\Omega$

ตารางที่ 2.5 ข้อกำหนดทางวัสดุของโมดูลวัดแรงดันไฟฟ้า ZMPT101B

รายการ	รายละเอียด
Cup	PBT
Encapsulant	Epoxy
Terminals	Pin $\varnothing$ 0.80 mm
Tolerance	$\pm$ 0.2 mm
Approx.Weight	13 g
Case	Carton

ตารางที่ 2.6 ข้อกำหนดทางสิ่งแวดล้อมของโมดูลวัดแรงดันไฟฟ้า ZMPT101B

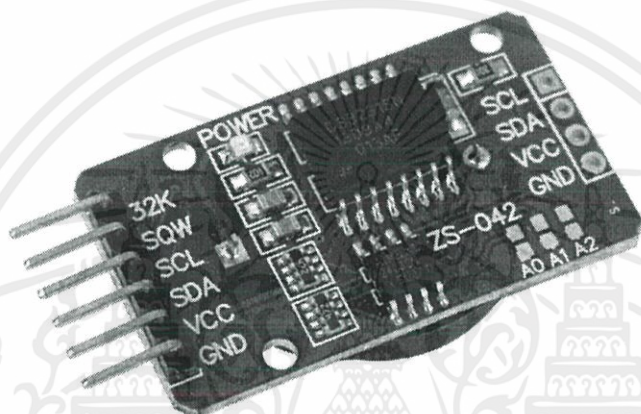
รายการ	พิกัด
Storage Temperature	-40 - 130 °C
Insulation Resistance	>100 M $\Omega$



รูปที่ 2.13 ขนาดของโมดูลวัดแรงดันไฟฟ้า ZMPT101B

### 2.4.3 โมดูลนาฬิกา DS3231

โมดูลนาฬิกา DS3231 ดังรูปที่ 2.14 เป็นโมดูลนาฬิกาแบบเวลาจริง RTC (Real Time Clock) ที่มีความถูกต้องแม่นยำสูง เพราะภายในมีวงจรวัดอุณหภูมิ เพื่อนำอุณหภูมิจากสภาพแวดล้อมมาคำนวณชดเชยความถี่ของ Crystal ที่ถูกรบกวนจากอุณหภูมิภายนอก มาพร้อมแบตเตอรี่ ใช้งานได้แม้ไม่มีแหล่งจ่ายไฟจากภายนอกสามารถตั้งค่าวันที่และเวลาได้อย่างง่าย มีไลบรารีมาพร้อมใช้งาน สามารถเลือกแสดงผลเวลาแบบ 24 ชั่วโมงหรือแบบ 12 ชั่วโมงก็ได้ โมดูลนี้ยังสามารถแสดงอุณหภูมิภายนอกได้ เป็นเหมือนนาฬิกาดิจิตอลที่บอกอุณหภูมิได้ด้วย ซึ่งค่าพิกัดของโมดูลนาฬิกา DS3231 ดูได้จากตารางที่ 2.7



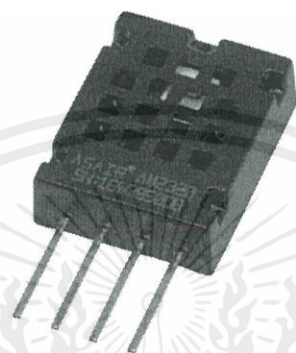
รูปที่ 2.14 โมดูลนาฬิกา DS3231

ตารางที่ 2.7 ค่าพิกัดของโมดูลนาฬิกา DS3231

รายการ	พิกัด
Voltage Range on Any Pin	-0.3 – 6.0 V
Operating Temperature Range	-40 – 85 °C
Junction Temperature	125 °C
Storage Temperature Range	-40 – 85 °C
Supply Voltage (V <sub>CC</sub> )	-2.3 – 5.5 V

#### 2.4.4 โมดูลอุณหภูมิ AM2320

โมดูลอุณหภูมิและความชื้น AM2320 ดังรูปที่ 2.15 เป็นเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์แบบดิจิทัลที่มีการเชื่อมต่อกับสัญญาณเพียงเส้นเดียวแบบสองทิศทาง (bidirectional) จะอ่านข้อมูลทั้งหมด 40 บิต แบ่งเป็น 16 บิตสำหรับค่าความชื้น 16 บิตสำหรับค่าอุณหภูมิ และ 8 บิต สำหรับตรวจสอบค่า Parity Bits ซึ่งข้อกำหนดทางเทคนิคของ โมดูลอุณหภูมิและความชื้น AM2320 สามารถดูได้จากตารางที่ 2.8



รูปที่ 2.15 โมดูลอุณหภูมิและความชื้น AM2320

คุณสมบัติที่สำคัญมีดังนี้

- ใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 3.1- 5.5 V
- สัญญาณ Output Single Bus/IIC Signal
- ผลิตจากพลาสติกคุณภาพสูง
- ขนาด 15 x 12 x 4.5 mm
- น้ำหนัก 0.5 g

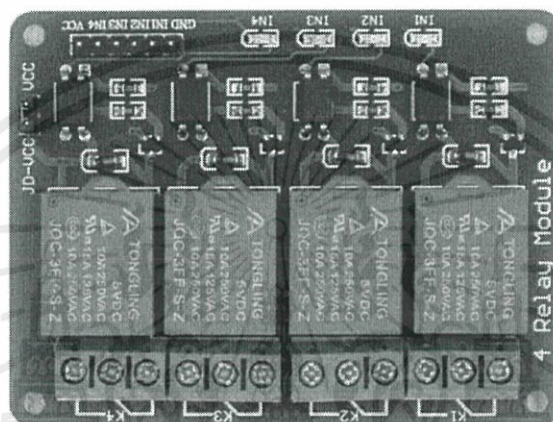
ตารางที่ 2.8 ข้อกำหนดทางเทคนิคของ โมดูลอุณหภูมิและความชื้น AM2320

รายการ	รายละเอียด
Resolution	0.1 °C or 16 bits
Accuracy	±0.5 °C
Range	-40 – 80 °C
Repeatability	±0.2 °C

## 2.4.5 โมดูลรีเลย์

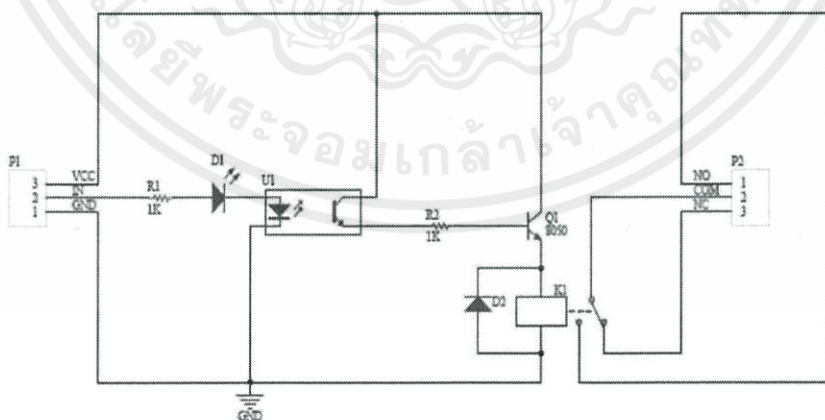
Relay Module (4 channels 5 V 10 A 250 V) ดังรูปที่ 2.16 เป็นโมดูล สำหรับ Arduino Mega 2560 และ ไมโครคอนโทรลเลอร์อื่น ๆ โดยบอร์ดโมดูลรีเลย์นี้สามารถใช้ควบคุม เปิด / ปิด ได้ 4 ช่อง ใช้ไฟเลี้ยง 5 V เหมาะสำหรับการควบคุมเปิด / ปิดวงจรต่าง ๆ โดยบอร์ดโมดูลรีเลย์นี้จะส่งสัญญาณควบคุมแบบ Active High

- ต้องการให้รีเลย์ติดส่งสัญญาณ 1 ไป
- ต้องการให้รีเลย์ดับส่งสัญญาณ 0 ไป



รูปที่ 2.16 Relay Module 4 channels

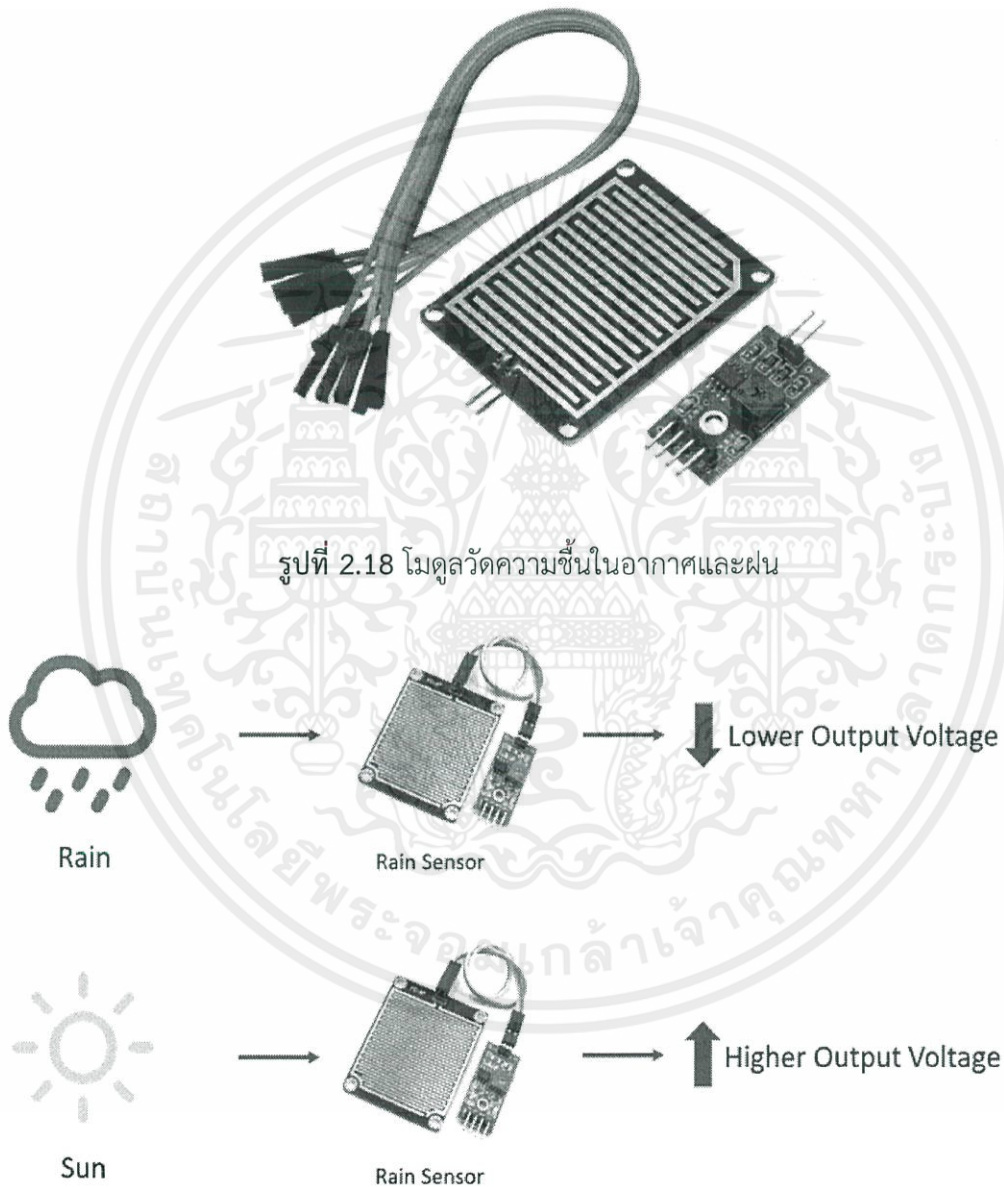
วงจร Arduino Relay Module เป็นแบบ แยกกราวด์ Opto-isolated Relay ปลอดภัยต่อวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ และ Arduino



รูปที่ 2.17 แบบแสดงการทำงานของ Relay Module 4 channels

#### 2.4.6 โมดูลวัดความชื้นในอากาศและฝน

โมดูลวัดความชื้นในอากาศและฝน ดังรูปที่ 2.18 นี้มีลักษณะเป็นวงจรความต้านทานที่สามารถเปลี่ยนค่าได้ ซึ่งค่าความต้านทานจะขึ้นกับความชื้นหรือน้ำบนตัวเซนเซอร์ โดยเมื่ออยู่ในสภาพที่แห้งจะมีความต้านทานที่ 2 เมกกะโอห์ม ในขณะที่มีความชื้นความต้านทานจะลดลง ดังรูปที่ 2.19 ซึ่งสามารถต่อใช้งานได้กับช่องรับสัญญาณแบบดิจิตอลของ Arduino หรือ ปรับใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่นอื่น ๆ ได้

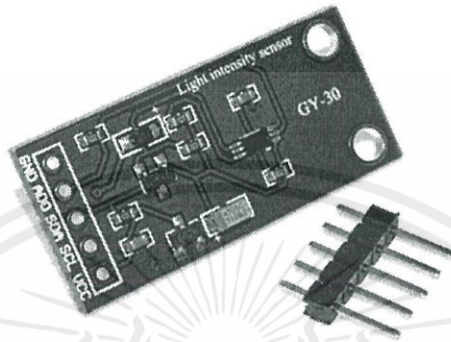


รูปที่ 2.19 หลักการทำงานของโมดูลวัดความชื้นในอากาศและฝน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4.7 โมดูลวัดความเข้มแสง GY-30

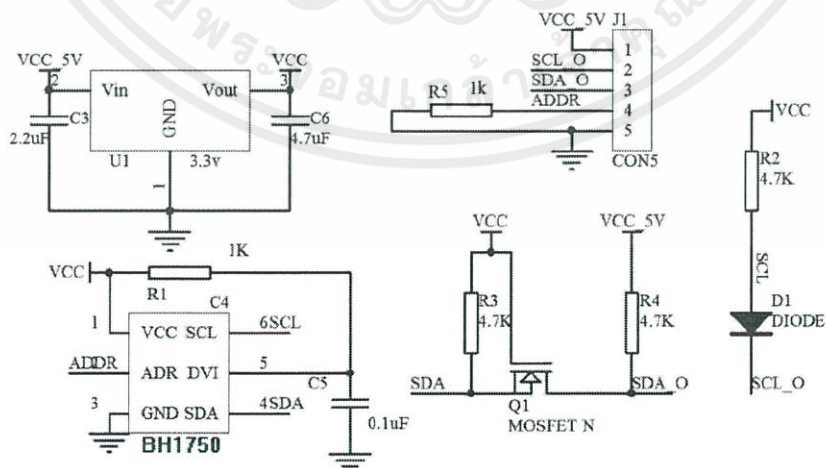
โมดูลวัดความเข้มแสง GY-30 ดังรูปที่ 2.20 จะประกอบด้วยตัวเซนเซอร์รับแสง (photo cell) โดยตัวเซนเซอร์รับแสงจะเปลี่ยนพลังงานที่ได้จากแสงไปเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าแบบอนาล็อกและผ่านการประมวลผลโดย Arduino Mega 2560 ซึ่งมีหน้าที่แปลงค่าความสว่างเป็นสัญญาณดิจิทัล



รูปที่ 2.20 โมดูลวัดความเข้มแสง GY-30

คุณสมบัติที่สำคัญมีดังนี้

- ใช้ไอซี BH1750FVI ของบริษัท ROHM SEMICONDUCTOR
- สามารถวัดความเข้มแสงได้ตั้งแต่ 1-65535 lux ความละเอียด 16 Bits
- ใช้ไฟเลี้ยง 3 - 5 V
- ใช้การเชื่อมต่อแบบ I2C ความถี่สูงสุด 400 kHz
- ขนาด 33 mm x 15.2 mm

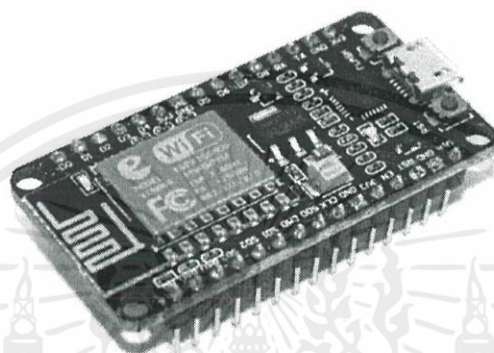


รูปที่ 2.21 แบบแสดงการทำงานของโมดูลวัดความเข้มแสง GY-30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4.8 โมดูลเชื่อมต่อเครือข่าย ESP8266

โมดูลเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สาย ESP8266 ดังรูปที่ 2.22 เป็นโมดูล WiFi โดยภายในมีเฟิร์มแวร์ที่ทำงานในลักษณะ Serial-to-WiFi ที่ช่วยให้ Arduino Mega 2560 สามารถต่อเข้ากับ Internet ได้โดยใช้ Port serial (ขา Tx, ขา Rx) และใช้คำสั่ง AT ในการควบคุมการทำงาน ต่อมาผู้พัฒนาได้นำเอา NodeMCU (ESP8266) ใส่เป็นบอร์ดหนึ่งใน Arduino IDE และได้พัฒนาให้สามารถเขียนโปรแกรมด้วยภาษา C/C++ ได้ ซึ่งรายละเอียดการใช้งานของโมดูลเชื่อมต่อเครือข่ายและของกำหนดทางเทคนิคของ ESP8266 สามารถดูได้จากตารางที่ 2.9



รูปที่ 2.22 NodeMCU (ESP8266)

ตารางที่ 2.9 รายละเอียดการใช้งานของโมดูลเชื่อมต่อเครือข่าย ESP8266

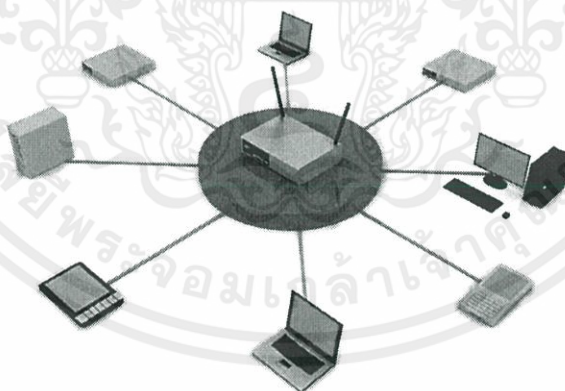
รายการ	คำอธิบาย
VCC	เป็นขาสำหรับจ่ายไปเข้าเพื่อให้โมดูลทำงานได้ ซึ่งแรงดันที่ใช้งานได้คือ 3.3 - 3.6 V
GND	เป็นขาสำหรับต่อกับกราวด์ของ Arduino
Reset	เป็นขาที่ต้องต่อเข้าไฟ + เพื่อให้โมดูลสามารถทำงานได้ ทั้ง 2 ขานี้สามารถนำมาใช้รีเซ็ตโมดูลได้เหมือนกัน แตกต่างตรงที่ขา Reset สามารถลอยไว้ได้ แต่ขา CH_PD (หรือ EN) จำเป็นต้องต่อเข้าไป + เท่านั้น เมื่อขานี้ไม่ต่อเข้าไฟ + โมดูลจะไม่ทำงานทันที
GPIO	เป็นขาดิจิตอลอินพุต / เอาต์พุต ทำงานที่แรงดัน 3.3 V
GPIO15	เป็นขาที่ต้องต่อลง GND เท่านั้น เพื่อให้โมดูลทำงานได้
GPIO 0	เป็นขาสำหรับการเลือกโหมดทำงาน หากนำขานี้ลง GND จะเข้าโหมดโปรแกรม หากลอยไว้ หรือนำเข้าไฟ + จะเข้าโหมดการทำงานปกติ
ADC	เป็นขานาล็อกอินพุต รับแรงดันได้สูงสุดที่ 1 V ขนาด 10 บิต การนำไปใช้งานกับแรงดันที่สูงกว่าต้องใช้วงจรแบ่งแรงดันเข้าช่วย

ตารางที่ 2.10 ข้อกำหนดทางเทคนิคของโมดูลเชื่อมต่อเครือข่าย ESP8266

รายการ	รายละเอียด
Operating Voltage	3.0 – 3.6 V
Operating Current	80 mA
Operating Temperature Range	-40 – 125 °C
Package Size	14.3 mm x 24.8 mm x 3 mm
WiFi – Protocles	802.11 b/g/n
Frequency Range	2.4 GHz – 2.5 GHz (2400M – 2483.5M)

## 2.5 ระบบเครือข่ายไร้สาย

ระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless Local Area Network ) คือ ระบบการสื่อสารข้อมูลที่มีรูปแบบในการสื่อสารแบบไร้สาย โดยการใช้การส่งคลื่นความถี่วิทยุในย่านวิทยุ และ คลื่นอินฟราเรด ในการรับและส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง ผ่านอากาศ, ทะลุกำแพง, เพดาน หรือสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ นอกจากนั้นระบบเครือข่ายไร้สายก็ยังมีคุณสมบัติครอบคลุมทุกอย่างเหมือนกับระบบ LAN แบบใช้สาย สิ่งที่สำคัญก็ คือ การที่ไม่ต้องใช้สายทำให้การเคลื่อนย้ายการใช้งานทำได้โดยสะดวก ไม่เหมือนระบบ LAN แบบใช้สาย ที่ต้องใช้เวลาและการลงทุนในการปรับเปลี่ยนตำแหน่งการใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์



รูปที่ 2.23 ระบบเครือข่ายไร้สาย

ปัจจุบันโลกของเราเป็นยุคแห่งการติดต่อสื่อสารด้วยเทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น โทรศัพท์มือถือ อินเทอร์เน็ต ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำเนินธุรกิจและการใช้ชีวิตประจำวัน ความต้องการข้อมูลและการบริการต่าง ๆ มีความจำเป็นสำหรับนักธุรกิจ เทคโนโลยีที่สนองต่อความต้องการเหล่านั้นมีมากมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.5.1 ประโยชน์ของระบบเครือข่ายไร้สาย

- มีความคล่องตัวสูง ดังนั้นไม่ว่าเราจะย้ายคอมพิวเตอร์ไปตำแหน่งใด ก็ยังมีการเชื่อมต่อ กับเครือข่ายตลอดเวลา トラบไต่ที่ยังอยู่ในระยะการส่งข้อมูล
- ติดตั้งได้ง่ายและรวดเร็ว เพราะไม่ต้องเสียเวลาติดตั้งสายเคเบิล และไม่รกรุงรัง
- สามารถขยายระบบเครือข่ายได้ง่าย เพราะเพียงแค่มี่ พืชีการ์ดมาต่อเข้ากับ โน้ตบุ๊ก หรือพีซี ก็เข้าสู่เครือข่ายได้ทันที
- ลดค่าใช้จ่ายโดยรวม ที่ผู้ลงทุนต้องลงทุน ซึ่งมีราคาสูง เพราะในระยะยาวแล้ว ระบบเครือข่ายไร้สายไม่จำเป็นต้องเสียค่าบำรุงรักษาและการขยายเครือข่ายก็ ลงทุนน้อยกว่าเดิมหลายเท่า เนื่องด้วยความสะดวกในการติดตั้ง
- เครือข่ายไร้สายทำให้องค์กรสามารถปรับขนาดและความเหมาะสมได้ง่ายไม่ ยุ่งยาก เพราะสามารถโยกย้ายตำแหน่งการใช้งานโดยเฉพาะระบบที่มีการเชื่อม ระหว่างจุดต่อจุด เช่น ระหว่างตึก เป็นต้น

### 2.5.2 รูปแบบการเชื่อมต่อของระบบเครือข่ายไร้สาย

- Peer-to-peer

เป็นการเชื่อมต่อแบบโครงข่ายโดยตรงระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ จำนวน 2 เครื่อง หรือมากกว่านั้น เป็นการใช้งานร่วมกันของ Wireless adapter cards โดยไม่ได้มีการเชื่อมต่อกับ เครือข่ายแบบใช้สายเลย โดยที่เครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องจะมีความเท่าเทียมกัน สามารถทำงาน ของตนเองได้และขอใช้บริการเครื่องอื่นได้ เหมาะสำหรับการนำมาใช้งานเพื่อจุดประสงค์ในด้านความ รวดเร็วหรือติดตั้งได้โดยง่ายเมื่อไม่มีโครงสร้างพื้นฐานที่จะรองรับ ยกตัวอย่างเช่น ในศูนย์ประชุม หรือ การประชุมที่จัดขึ้นนอกสถานที่

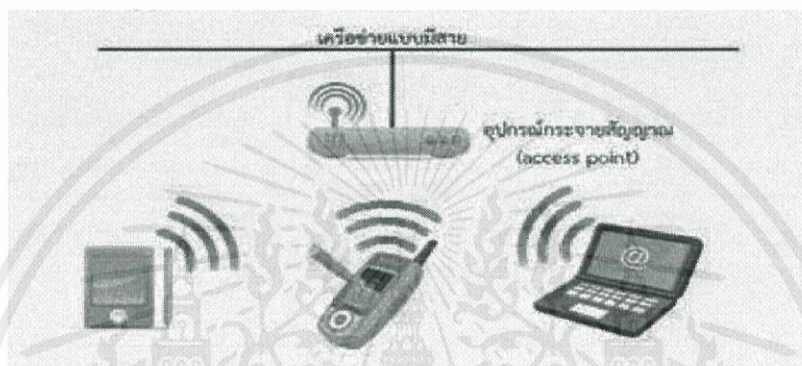


รูปที่ 2.24 รูปแบบการเชื่อมต่อแบบ Peer-to-peer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Client / server (Infrastructure mode)

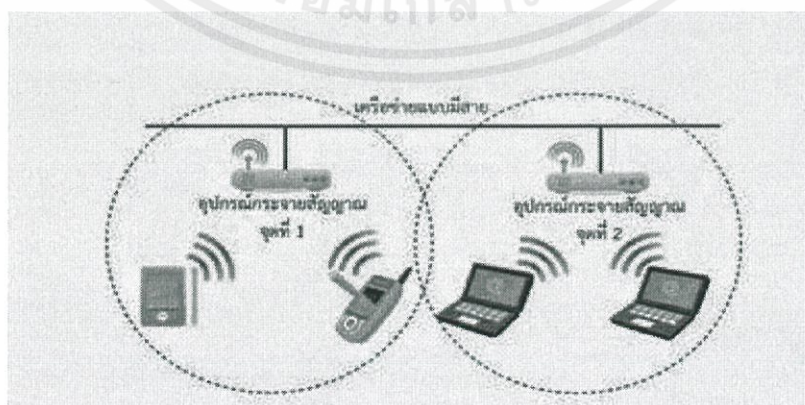
เป็นระบบที่มีลักษณะการรับส่งข้อมูลโดยอาศัย Access Point (AP) ทำหน้าที่เป็นสะพานเชื่อมต่อระหว่างระบบเครือข่ายแบบใช้สายกับเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย (client) โดยจะกระจายสัญญาณคลื่นวิทยุเพื่อ รับ-ส่งข้อมูลเป็นรัศมีโดยรอบ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่ในรัศมีของ AP จะกลายเป็น เครือข่ายกลุ่มเดียวกันทันที โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ จะสามารถติดต่อกัน หรือติดต่อกับ Server เพื่อแลกเปลี่ยนและค้นหาข้อมูลได้ โดยต้องติดต่อผ่าน AP เท่านั้น ซึ่ง AP 1 จุด สามารถให้บริการเครื่องลูกข่ายได้ถึง 15-50 อุปกรณ์ ของเครื่องลูกข่าย



รูปที่ 2.25 รูปแบบการเชื่อมต่อแบบ Client / server หรือ Infrastructure mode

- Multiple access points and roaming

โดยทั่วไปแล้ว การเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ กับ Access Point ของเครือข่ายไร้สายจะอยู่ในรัศมีประมาณ 150 เมตร ภายในอาคาร และ 300 เมตรภายนอกอาคาร หากสถานที่ที่ติดตั้งมีขนาดกว้างมาก เช่น คลังสินค้า บริเวณภายในมหาวิทยาลัย สนามบิน จะต้องมีการเพิ่มจุดการติดตั้ง AP ให้มากขึ้น เพื่อให้การรับส่งสัญญาณในบริเวณของเครือข่ายขนาดใหญ่ เป็นไปอย่างครอบคลุมทั่วถึง



รูปที่ 2.26 รูปแบบการเชื่อมต่อแบบ Multiple access points and roaming

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Use of an Extension Point

กรณีทีโครงสร้างของสถานที่ติดตั้งเครือข่ายแบบไร้สายมีปัญหาผู้ออกแบบระบบอาจจะใช้ Extension Points ที่มีคุณสมบัติเหมือนกับ Access Point แต่ไม่ต้องผูกติดไว้กับเครือข่ายไร้สาย เป็นส่วนที่ใช้เพิ่มเติมในการรับส่งสัญญาณ



รูปที่ 2.27 รูปแบบการเชื่อมต่อแบบ Use of an Extension Point

- The Use of Directional Antennas

ระบบ LAN ไร้สายแบบนี้เป็นแบบใช้เสาอากาศในการรับส่งสัญญาณระหว่างอาคารที่อยู่ห่างกัน โดยการติดตั้งเสาอากาศที่แต่ละอาคาร เพื่อส่งและรับสัญญาณระหว่างกัน



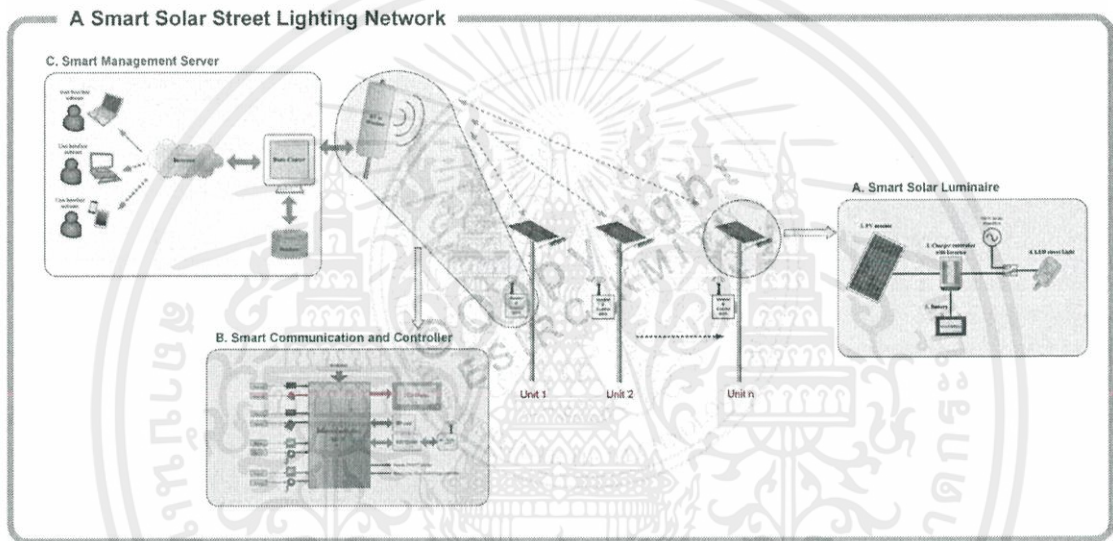
รูปที่ 2.28 รูปแบบการเชื่อมต่อแบบ The Use of Directional Antennas

## บทที่ 3

### การออกแบบและการสร้างวงจร

#### 3.1 ภาพรวมของระบบโครงข่ายไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะ

ระบบโครงข่ายไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะ หมายถึง โครงข่ายของชุดอุปกรณ์ไฟถนนที่จะออกแบบขึ้นให้ทำงานร่วมกันผ่านเครือข่ายไร้สาย โดยสามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติ เป็นการทำงานร่วมกันระหว่างระบบไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์ ชุดควบคุมการทำงานและการบริหารจัดการข้อมูลต่างๆ ได้อย่างเป็นระบบ โดยแสดงภาพรวมทั้งระบบได้ในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ภาพรวมของระบบไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะ

#### 1) ส่วน A: การออกแบบโคมไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์ (Smart Solar Luminaire)

ในส่วนนี้จะเป็นการออกแบบโคมไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้เทคโนโลยีของหลอดชนิด LED หรือ OLED ร่วมกับการทำงานของระบบเก็บสะสมพลังงานจากพลังงานแสงอาทิตย์คือแบตเตอรี่ เพื่อให้สามารถทำงานได้ตามขอบเขตที่วางไว้ และยังสามารถทำงานร่วมกับระบบอื่นๆ ที่นำเสนอในภาพรวมของงานระบบได้อย่างสมบูรณ์โดยมีสมมติฐานในการออกแบบโดยการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการทำงานในด้านต่างๆ ของโคมไฟฟ้าที่ออกแบบกับโคมไฟฟ้าถนนแบบดั้งเดิมที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน

#### 2) ส่วน B: การออกแบบชุดควบคุม (Smart Communication and controller)

ในส่วนนี้จะเป็นการออกแบบตัวกลางในการสื่อสาร ระหว่างโคมไฟถนนที่ออกแบบ (ส่วน A) และ ส่วนบริหารจัดการแบบรวมศูนย์ (ส่วนที่ C) โดยจะเรียกชื่องานในส่วนนี้โดยย่อว่าเป็น การออกแบบชุดควบคุม หน้าที่หลักของการทำงานของชุดควบคุมที่นำเสนอในส่วนนี้มี 4 ประเด็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ย่อย คือ (1) การควบคุมการทำงานของโคมไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์ ที่ออกแบบแต่ละชุดให้เป็นไปตามฟังก์ชันการทำงานที่ออกแบบไว้ (2) หน้าที่ในการวัดค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าที่สำคัญเพื่อประมวลผล และ บันทึกข้อมูลที่เป็นประโยชน์ (3) หน้าที่ในการแสดงผลการวัด การวิเคราะห์ ผ่านทางหน้าจอแสดงผลที่แต่ละตู้ควบคุม และ (4) หน้าที่ในการรับคำสั่งจากส่วนที่ 3 (ส่วน C) เพื่อส่งต่อการทำงานให้กับส่วนที่ 1 (ส่วน A) รวมไปถึงหน้าที่ในการส่งข้อมูลการวัด และการวิเคราะห์ให้กับส่วนที่ 3 (ส่วน C) ผ่านทางเครือข่ายสื่อสารไร้สายต่อไปด้วย

### 3) การออกแบบระบบบริหารจัดการแบบรวมศูนย์ (Smart Management Server)

ในส่วนนี้จะเป็นการเขียนหรือสร้างละมุนภัณฑ์คอมพิวเตอร์ (Computer Software) ขึ้นมาเพื่อใช้ในการบริหารจัดการระบบที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ในส่วนที่ 1 (ส่วน A) และส่วนที่ 2 (ส่วน B) โดยจะทำหน้าที่เป็นทั้งสมองและคลังข้อมูลของระบบที่จะสามารถควบคุมดูแลจัดการและบริหาร รวมไปถึงการแสดงผลและสถานะการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ทั้งระบบแบบทางไกล (Remote Control) ผ่านทางโครงข่ายการสื่อสารไร้สาย (Wireless Communication Network) ที่ออกแบบไว้ได้ เพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางไฟฟ้าและแนวโน้มการใช้พลังงานในอนาคต

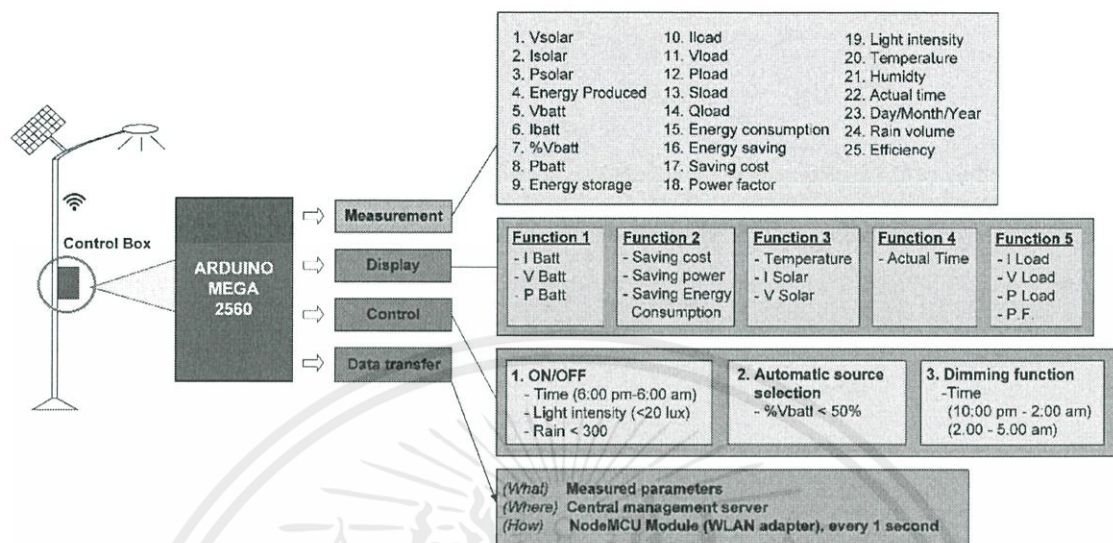
โดยปริญญาณิพนธ์เล่มนี้จะนำเสนอเกี่ยวกับ การออกแบบในส่วนที่ 2 (ส่วน B) การออกแบบชุดควบคุม (Smart Communication and controller) ซึ่งรายละเอียดจะถูกอธิบายในหัวข้อที่ 3.2 ถึง 3.6 ต่อไป

### 3.2 แนวคิดการออกแบบชุดควบคุม

หน้าที่หลักในการทำงานของชุดควบคุมที่นำเสนอมี 4 ประเด็นย่อย คือ (1) การควบคุมการทำงานและการใช้พลังงานของโคมไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์ ให้ทำงานโดยอัตโนมัติ (2) การวัดค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าที่สำคัญเพื่อประมวลผล และบันทึกข้อมูลที่เป็นประโยชน์ (3) การแสดงผลการวัด การวิเคราะห์ ผ่านทางหน้าจอแสดงผลที่แต่ละตู้ควบคุม และ (4) การรับคำสั่งจากส่วนบริหารจัดการข้อมูล เพื่อส่งต่อการทำงานให้กับโคมไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์ รวมไปถึงการส่งข้อมูลการวัด และการวิเคราะห์ให้กับส่วนบริหารจัดการข้อมูลของระบบ ผ่านทางเครือข่ายสื่อสารไร้สายต่อไปด้วย

โดยการออกแบบชุดควบคุมจะแบ่งการออกแบบเป็น 4 ส่วน ดังแสดงในรูปที่ 3.2 โดยประกอบด้วย (1) ส่วนการวัด (Measurement) ที่มีหน้าที่ในการวัดค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดในระบบ ซึ่งจะถูกอธิบายรายละเอียดในหัวข้อที่ 3.3 (2) ส่วนการแสดงผล (Display) ที่จะแสดงผลการวัดค่าพารามิเตอร์ การวิเคราะห์ข้อมูล ผ่านหน้าจอ LCD ซึ่งจะถูกอธิบายรายละเอียดในหัวข้อที่ 3.4 (3) ส่วนควบคุม (Control) ที่มีหน้าที่ประมวลผล ควบคุมและสั่งการให้ระบบทำงานได้ตามเงื่อนไขต่างๆ ที่ออกแบบไว้ ซึ่งจะถูกอธิบายรายละเอียดในหัวข้อที่ 3.5 (4) ส่วนการส่งข้อมูล (Transfer

data) ที่มีหน้าที่ส่งข้อมูลต่างๆ ผ่านเครือข่ายไร้สายไปยังส่วนบริหารจัดการข้อมูล ซึ่งจะถูกอธิบายรายละเอียดในหัวข้อที่ 3.6



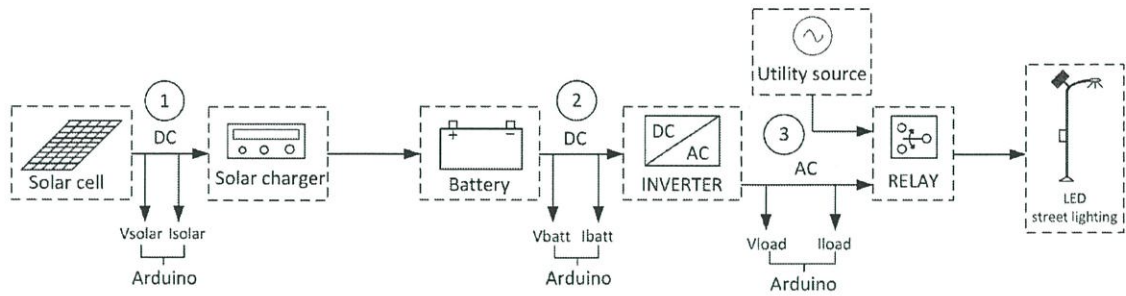
รูปที่ 3.2 ภาพรวมของการออกแบบส่วนควบคุม

### 3.3 ส่วนการวัดพารามิเตอร์

พารามิเตอร์ทางไฟฟ้าที่สำคัญได้แก่ กระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าที่วัดจาก 3 จุดสำคัญดังที่แสดงรายละเอียดไว้ในหัวข้อที่ 3.3.1 โดยพารามิเตอร์ที่วัดมีทั้งหมด 25 พารามิเตอร์ แบ่งเป็น พารามิเตอร์ที่ได้จากการวัดทั้งหมด 6 พารามิเตอร์ ได้แก่ แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า พารามิเตอร์ที่ต้องคำนวณจากค่าที่วัดมาทั้งหมด 13 พารามิเตอร์ เช่น พลังงานไฟฟ้า, กำลังไฟฟ้า, กำลังไฟฟ้าจริง, ความจุแบตเตอรี่, ค่าตัวประกอบกำลังและค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ เป็นต้น นอกจากนี้ พารามิเตอร์ทางไฟฟ้าแล้วยังมีพารามิเตอร์อื่นๆ ที่เกี่ยวกับสถานะแวดล้อมใช้งาน เช่น อุณหภูมิภายในตู้ควบคุม, ความเข้มแสง, ปริมาณน้ำฝน, ความชื้น, วัน/เดือน/ปี และเวลาปัจจุบัน อีกด้วย

#### 3.3.1 ส่วนการวัดพลังงานไฟฟ้า

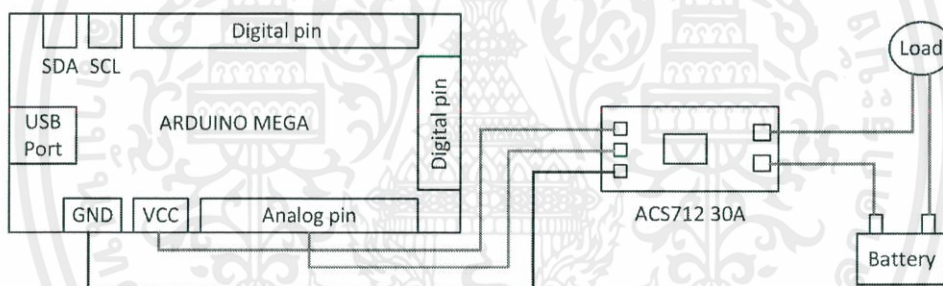
การวัดค่าพลังงานไฟฟ้าจะวัดจาก 3 จุดสำคัญ คือ 1) วัดฝั่งขาออกของเซลล์แสงอาทิตย์ 2) วัดจากแบตเตอรี่ 3) วัดฝั่งขาออกจากอินเวอร์เตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 3.3 โดยการวัดพลังงานไฟฟ้า จะแบ่งเป็น กระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าโดยวัดทั้งกระแสดตรงและกระแสสลับ (AC, DC) โดยใช้โมดูลในการวัดและใช้วงจรแบ่งแรงดัน



รูปที่ 3.3 ตำแหน่งการวัดพลังงานไฟฟ้าของระบบโคมโพลนพลังงานแสงอาทิตย์

- การวัดกระแสไฟฟ้ากระแสสลับและกระแสตรง

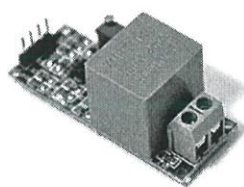
การวัดกระแสไฟฟ้าทางคณะผู้จัดทำได้เลือกใช้โมดูลสำเร็จรูปในการวัดกระแสไฟฟ้าคือ โมดูล ACS712 เนื่องจากมีสัญญาณรบกวนต่ำและง่ายต่อการใช้งาน อีกทั้งโมดูลสามารถวัดได้ทั้งกระแสไฟฟ้ากระแสสลับและกระแสตรง โดยพิกัดที่เลือกใช้ใช้งานคือ 30A เพราะ คณะผู้จัดทำต้องการออกแบบให้วงจรวัดสามารถรองรับกับโหลดสูงสุด 250 W และในการต่อวงจรใช้งานโมดูล ACS712 ร่วมกับโหลด จะเป็นไปตามรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 การต่อวงจรใช้งานโมดูล ACS712 ร่วมกับโหลด

- การวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ

โมดูลสำหรับวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) พิกัด 250 VAC โดยใช้ ZMPT101B ในการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ สัญญาณที่ออกมาเป็นสัญญาณรูปแบบอนาล็อกสามารถป้อนเข้าขานาล็อกของไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่รับสัญญาณอนาล็อก ADC 5 V ซึ่งสามารถปรับขนาดของแอมพลิจูดของสัญญาณเอาต์พุต ได้จากการปรับค่าตัวต้านทานบนโมดูล

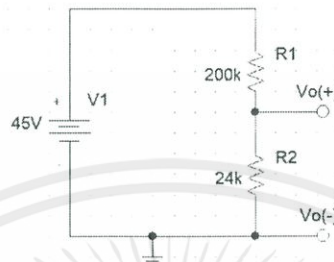


รูปที่ 3.5 โมดูลที่ใช้ในการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

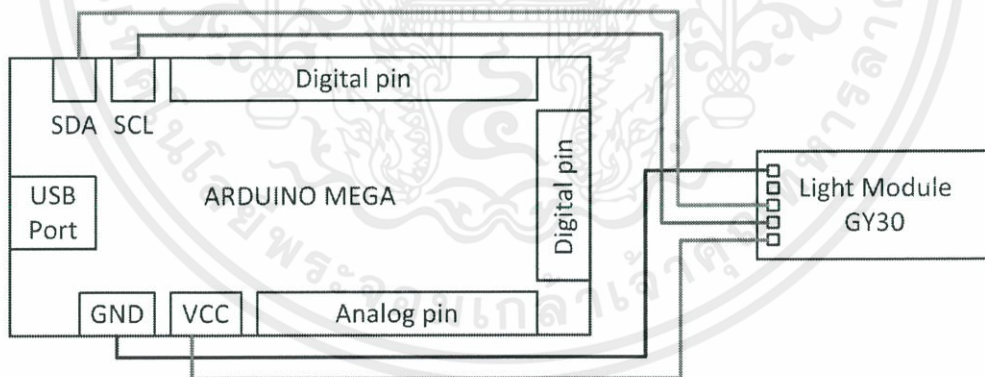
เนื่องด้วยขาอินพุตอนาล็อกของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ (Arduino Mega 2560) ทนแรงดันได้  $\pm 5 V_{DC}$  แต่ระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ที่จะวัดอยู่ในย่าน 0-30 V จึงใช้วงจรแบ่งแรงดัน (Voltage divider) โดยออกแบบวงจรวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ให้มีพิกัด 45 V



รูปที่ 3.6 วงจรแบ่งแรงดัน (Voltage divider)

### 3.3.2 ส่วนการวัดความเข้มแสง

การวัดความเข้มแสงจะใช้โมดูลวัดความเข้มแสง GY-30 BH1750FVI digital light intensity module ซึ่งสามารถวัดค่าความเข้มแสงออกมาในหน่วย lux โดยค่าพารามิเตอร์นี้จะนำไปใช้ต่อในส่วนควบคุมเพื่อควบคุมการเปิด/ปิด โคมไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์

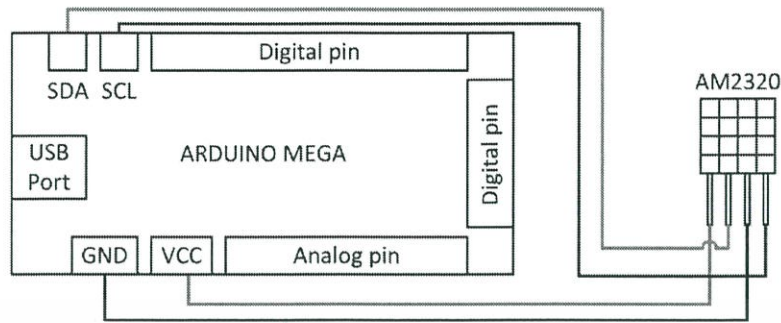


รูปที่ 3.7 ส่วนการวัดความเข้มแสง

### 3.3.3 ส่วนการวัดอุณหภูมิ

การวัดอุณหภูมิจะใช้โมดูล AM2320 Temperature and Humidity Sensor (I2C) ส่วนนี้จะติดตั้งอยู่ภายในตู้ควบคุมเพื่อวัดอุณหภูมิภายในตู้ เนื่องจากตู้ควบคุมติดตั้งอยู่กลางแจ้ง โดยการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และเซนเซอร์จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่เหมาะสม จึงใช้ค่าอุณหภูมิ

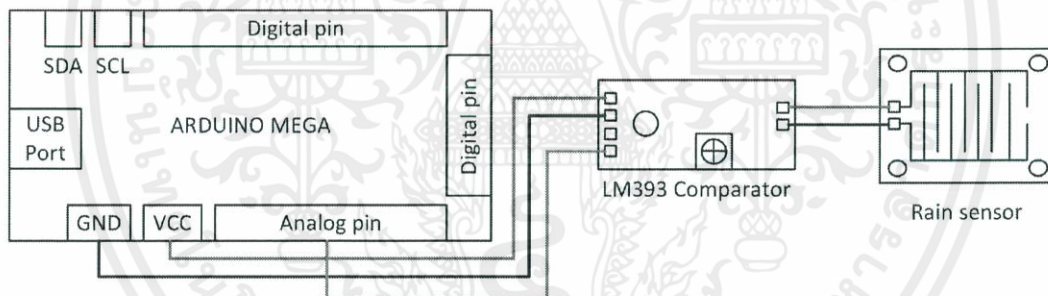
นี้ไปควบคุมพัดลมระบายอากาศให้ทำงานเมื่ออุณหภูมิถึงค่าที่กำหนด เพื่อรักษาสมดุลอุณหภูมิภายในตู้ควบคุมและยังเป็นการช่วยยืดอายุของอุปกรณ์



รูปที่ 3.8 ส่วนการวัดอุณหภูมิ

### 3.3.4 การตรวจจับปริมาณน้ำฝน

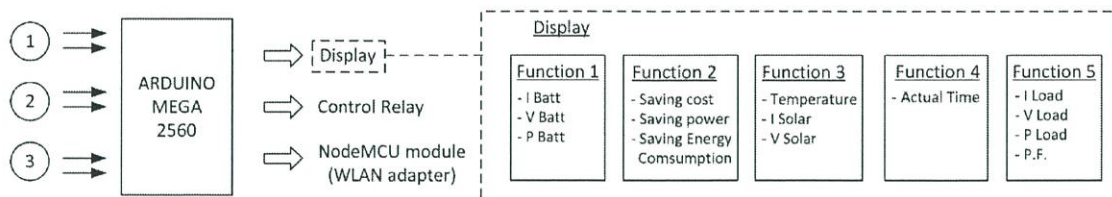
ในการตรวจจับน้ำฝนจะใช้โมดูล Rain sensor ซึ่งลักษณะเป็นค่าความต้านทานโดยค่าความต้านทานจะขึ้นกับปริมาณน้ำฝน เมื่อปริมาณน้ำฝนตกกระทบลงบนเซนเซอร์จะทำให้ค่าความต้านทานลดลง เมื่อค่าความต้านทานลดลงถึงค่าที่กำหนด ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งเปิดคอมโพสิตพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อเพิ่มทัศนวิสัยในท้องถิ่น



รูปที่ 3.9 ส่วนการตรวจจับปริมาณน้ำฝน

### 3.4 ส่วนการแสดงผลบนหน้าจอ LCD

การรับค่าอินพุตจะรับจากโมดูลและเซนเซอร์ต่างๆ เข้าบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ และเขียนคำสั่งในบอร์ดให้แสดงค่าผ่านหน้าจอ LCD แต่เนื่องจาก พารามิเตอร์ที่วัดมีจำนวนมาก ไม่สามารถแสดงผลบนหน้าจอเดียวได้ จึงเลือกแสดงเฉพาะค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญ และใช้ปุ่มกดทำหน้าที่เป็นสวิตช์ เมื่อกดสวิตช์ หน้าจอ LCD จะทำการเปลี่ยนค่าที่แสดงผลบนหน้าจอ ดังที่แสดงในรูปที่ 3.10



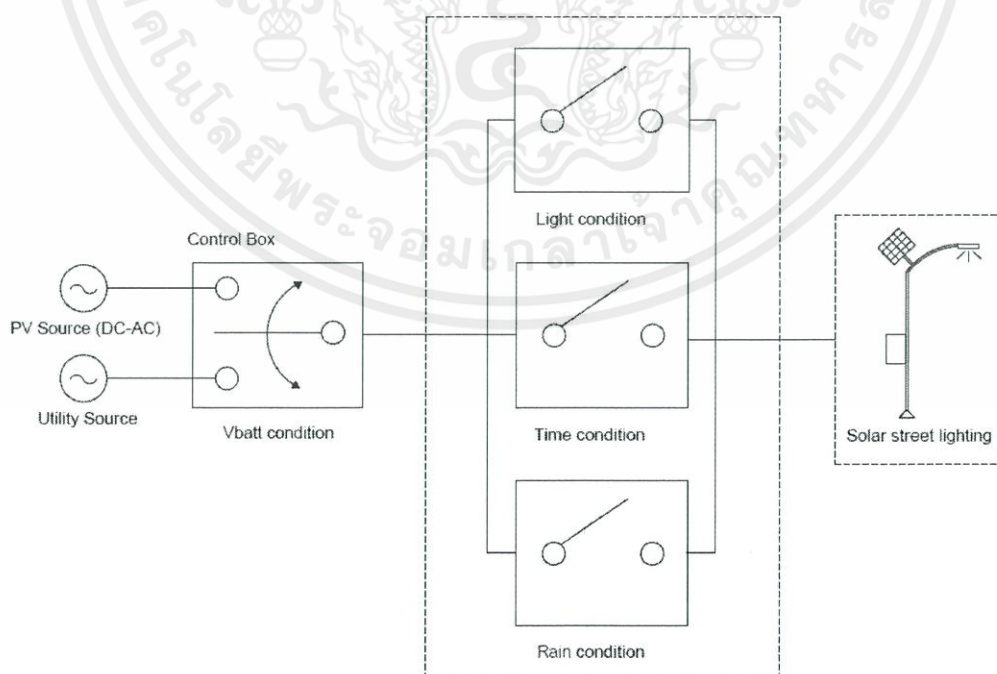
รูปที่ 3.10 ส่วนการแสดงผลบนหน้าจอ LCD

### 3.5 ส่วนควบคุม

#### 3.5.1 เงื่อนไขการทำงานของชุดควบคุมโคมไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์

การออกแบบชุดควบคุมจะต้องสามารถวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้อย่างแม่นยำ และใช้พารามิเตอร์ต่างๆ เหล่านั้นในการควบคุมการทำงานของโคมไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์ และพารามิเตอร์ทุกตัวที่ได้จากการวัดในระบบ จะถูกส่งค่าไปยังเครือข่ายไร้สาย โดยพารามิเตอร์ ความจุแบตเตอรี่ จะถูกใช้เป็นเงื่อนไขในการเลือกแหล่งพลังงานแบบอัตโนมัติระหว่างพลังงานระบบของการไฟฟ้ากับระบบพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ โดยเมื่อค่าความจุแบตเตอรี่ มีค่าน้อยกว่าที่กำหนด ระบบควบคุมจะสั่งปลดวงจรทางด้านพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์มาเป็นพลังงานระบบของการไฟฟ้าแทน ถ้าค่าความจุแบตเตอรี่ถึงค่าที่กำหนด ระบบควบคุมจะเลือกมาใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ตามเดิม

นอกจากนี้ยังใช้ตัวแปรเวลา , ความเข้มแสง (หน่วย lux) และ ปริมาณน้ำฝน โดยระบบจะสั่งให้โคมไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์ ทำงานช่วงเวลา 18.00 น. ถึง 6.00 น. โดยช่วงที่ความสว่างไม่เพียงพอ เช่น ฟ้ามืดก่อนกำหนดและช่วงเวลาฝนตก ระบบควบคุมจะสั่งให้โคมไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์ทำงาน และในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟน้อยระบบควบคุมจะปรับลดความสว่างของแสงที่ออกจากโคมไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อประหยัดพลังงาน



รูปที่ 3.11 เงื่อนไขการทำงานของชุดควบคุมโคมไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์

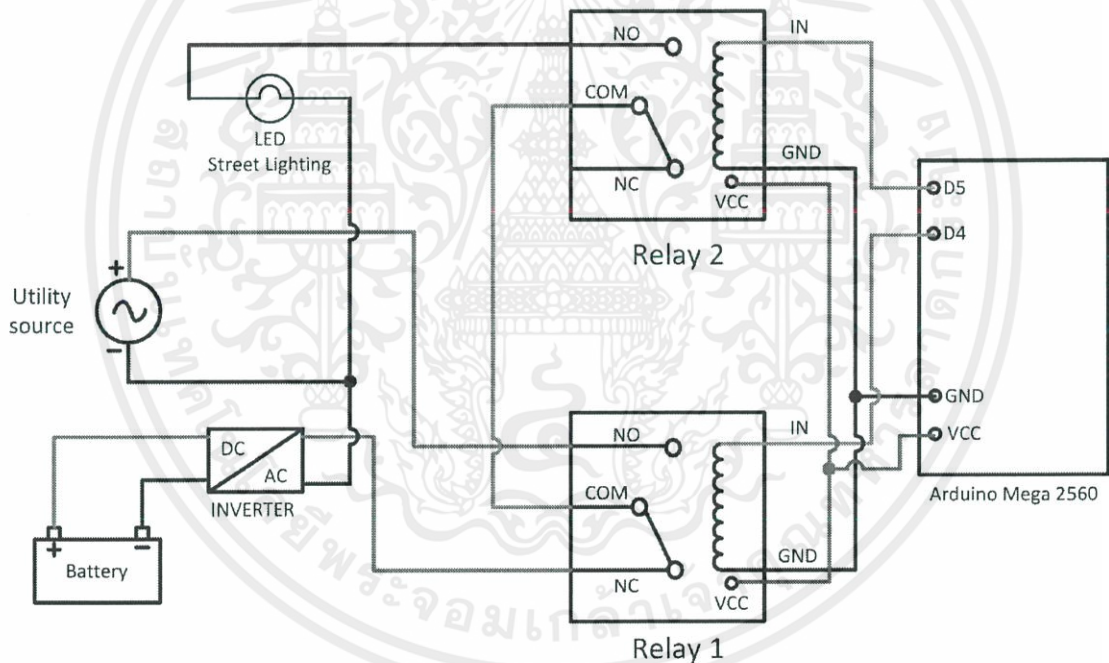
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.5.2 การเลือกแหล่งพลังงานแบบอัตโนมัติ

ในการเลือกแหล่งพลังงานแบบอัตโนมัติจะใช้ Relay module 10 A 250 V Active High ใช้ไฟเลี้ยงโมดูล 5 V ทำงานแบบ Active High คือ ต้องส่งสัญญาณดิจิทัล ขา IN ของโมดูล เป็น 1 โมดูลถึงเริ่มทำงาน โดยเปลี่ยนสถานะจาก NC ไป NO ทางฝั่งเอาต์พุตของโมดูลรีเลย์ การทำงานจะทำหน้าที่คล้ายสวิตช์แต่ควบคุมด้วยสัญญาณดิจิทัล ซึ่งในการทำงานจะแบ่งเป็นรีเลย์ 2 ตัว ซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกันโดย

Relay 1 จะทำหน้าที่เลือกแหล่งพลังงานแบบอัตโนมัติระหว่างพลังงานระบบของการไฟฟ้ากับระบบพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ โดยใช้เงื่อนไข ความจุแบตเตอรี่ และกรณีต้องการซ่อมบำรุงยังสามารถควบคุมการสับเปลี่ยนพลังงานผ่านสวิตช์

Relay 2 จะทำหน้าที่ เปิด/ปิด โคมไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์ ตามเงื่อนไขความเข้มแสง, สภาวะฝนตก และเวลา 18.00-6.00 น. ในกรณีที่ต้องการซ่อมบำรุงสามารถเปิด/ปิด โคมไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์ ผ่านสวิตช์



รูปที่ 3.12 การต่อวงจรใช้งานให้รีเลย์ทำหน้าที่เลือกแหล่งพลังงานแบบอัตโนมัติ

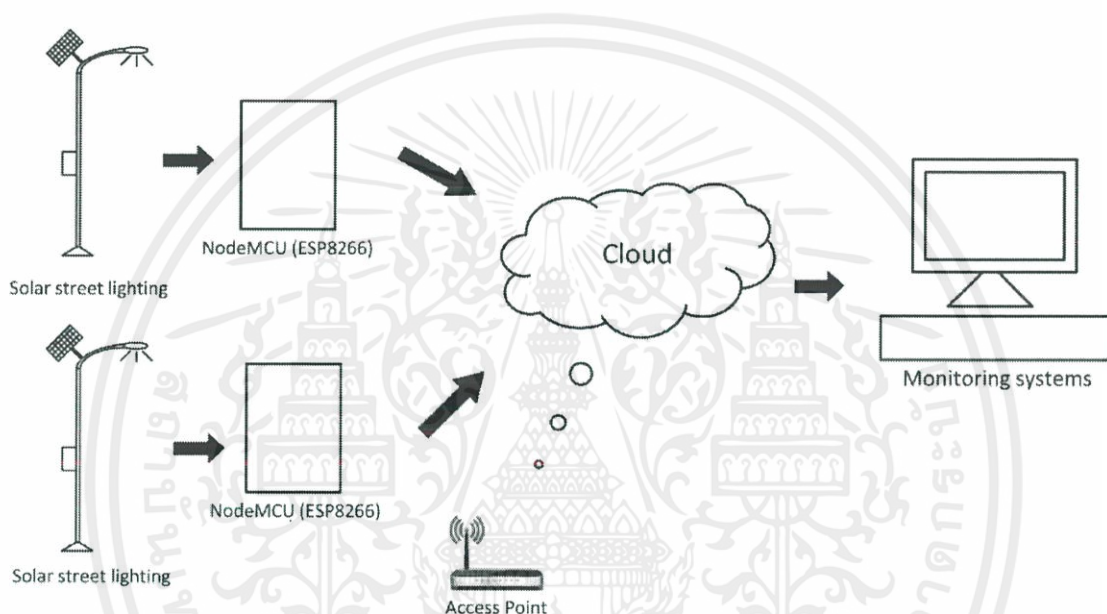
### 3.6 ส่วนการออกแบบการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายไร้สาย

เนื่องจากการใช้งานจริงมีโคมไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์จำนวนมากดังนั้น จำเป็นต้องมีการเชื่อมโยงแต่ละโคมไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์ เข้าด้วยกัน เพื่อดูพฤติกรรมของระบบ ว่ามีความผิดปกติหรือไม่ โดยพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง จะถูกส่งผ่านเครือข่ายไร้สายและจะถูกเก็บไว้บนเซิร์ฟเวอร์ เนื่องจากการสื่อสารข้อมูลแบบไม่ใช้สาย การที่ไม่ต้องใช้สายทำให้การ

เคลื่อนย้ายการใช้งานทำได้โดยสะดวก ทำให้ประหยัดเวลาในการติดตั้งและการลงทุนในการปรับเปลี่ยนตำแหน่งการใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์อีกทั้งสามารถขยายระบบเครือข่ายได้ง่าย

การเชื่อมโยงข้อมูลนั้นจะเป็นแบบ Multiple access points ที่เป็นการเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ กับ Access point ของเครือข่ายไร้สาย ที่อยู่ในรัศมีประมาณ 300 เมตร

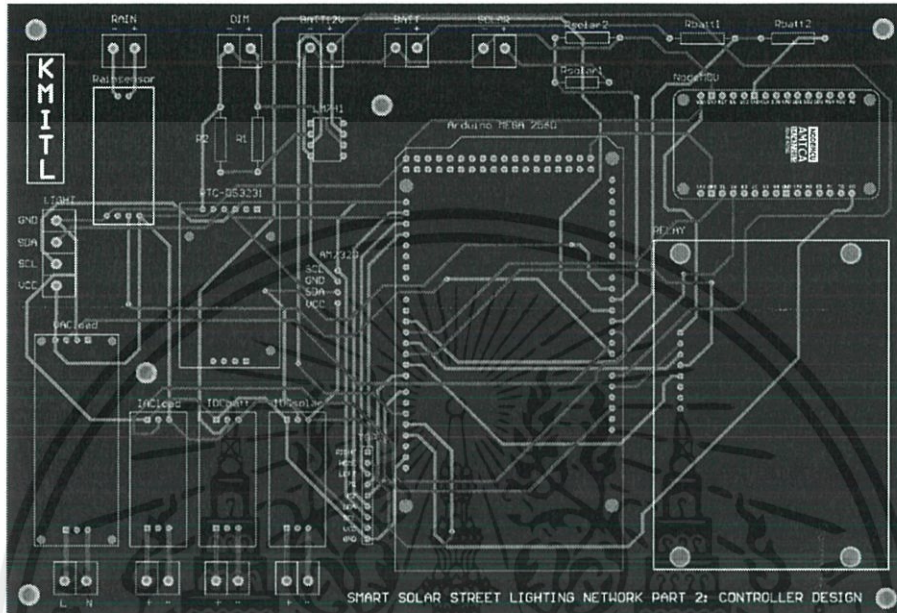
อุปกรณ์ที่ใช้ในการสื่อสารนั้นจะใช้ NodeMCU (ESP8266) เป็น WLAN Adapter และยังสามารถเป็น Access point ในตัว ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่สามารถทำงานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้



รูปที่ 3.13 ส่วนการออกแบบการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายไร้สาย

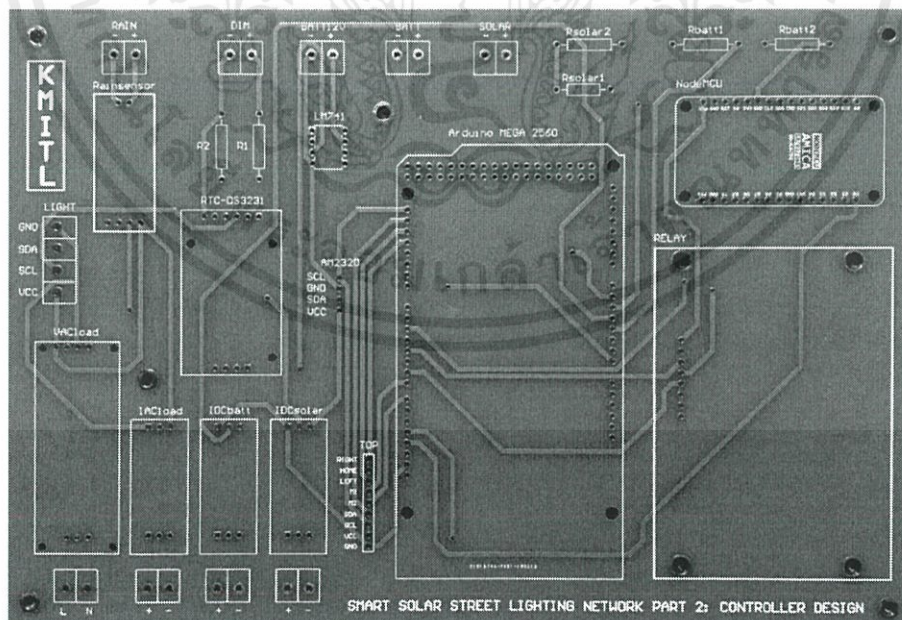
### 3.7 ออกแบบวงจรที่ได้จากการบูรณาการแต่ละส่วนเข้าด้วยกัน

- วงจรสำหรับสร้างแผ่น PCB ถูกออกแบบด้วยโปรแกรม Altium Design ให้มี 2 แผ่นได้แก่ PCB ส่วน Mainboard และ PCB ส่วนควบคุมการแสดงผลบนหน้าจอด้วยสวิตช์



รูปที่ 3.14 ออกแบบวงจร PCB ส่วน Mainboard ด้วยโปรแกรม Altium Design

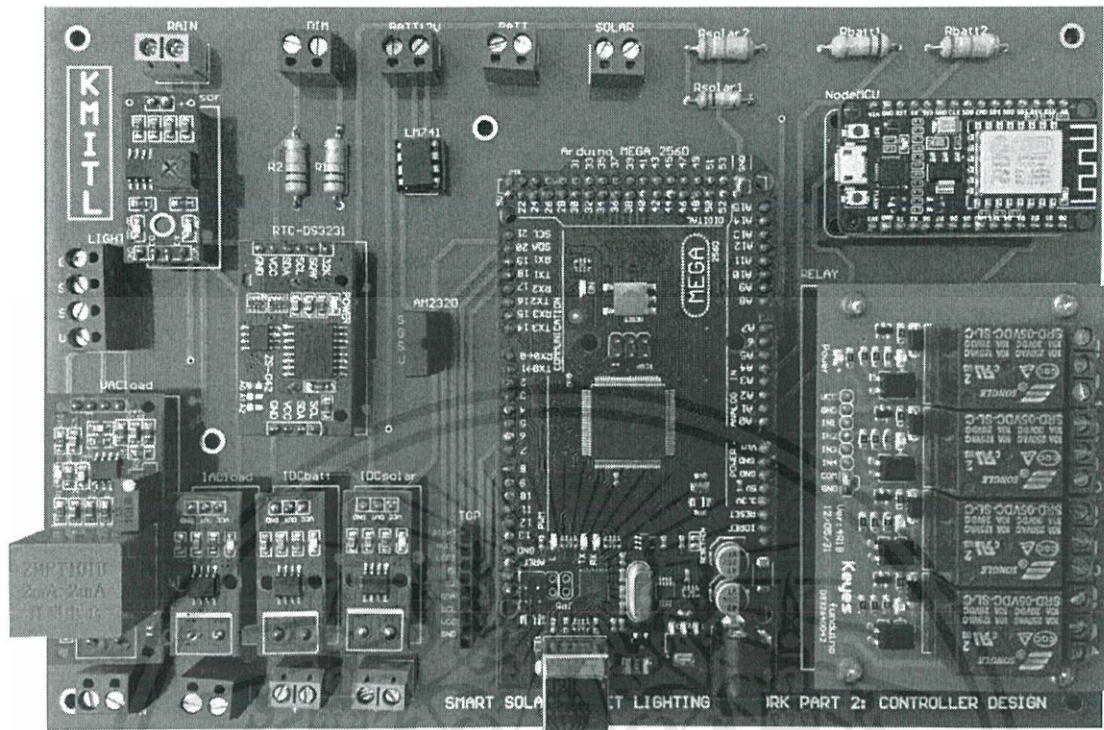
- ผลการออกแบบและขึ้นรูปเป็นแผ่น PCB ขนาด 144 x 210 มม.



รูปที่ 3.15 ผลการออกแบบและขึ้นรูปเป็นแผ่น PCB ส่วน Mainboard

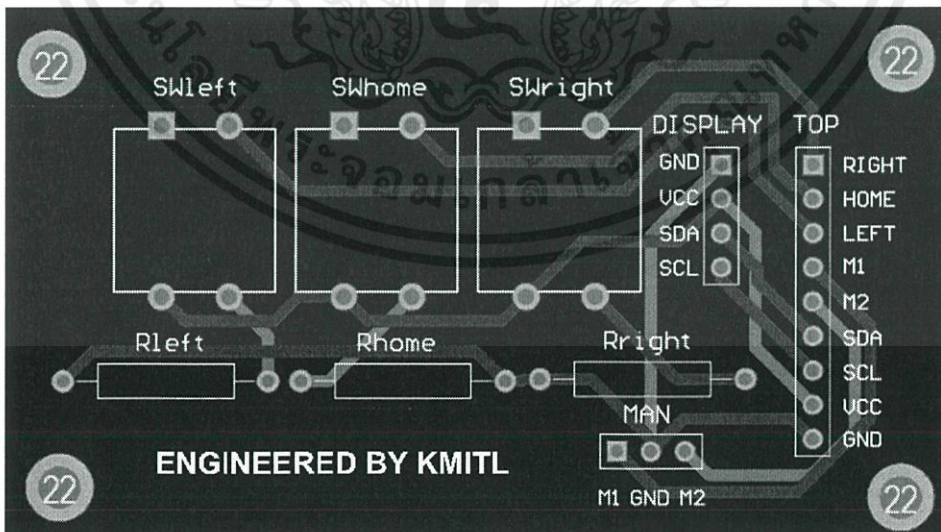
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วงจรใช้งานจริงที่ได้หลังจากการออกแบบของ PCB ส่วน Mainboard



รูปที่ 3.16 วงจรใช้งานจริงที่ได้หลังจากการออกแบบของ PCB ส่วน Mainboard

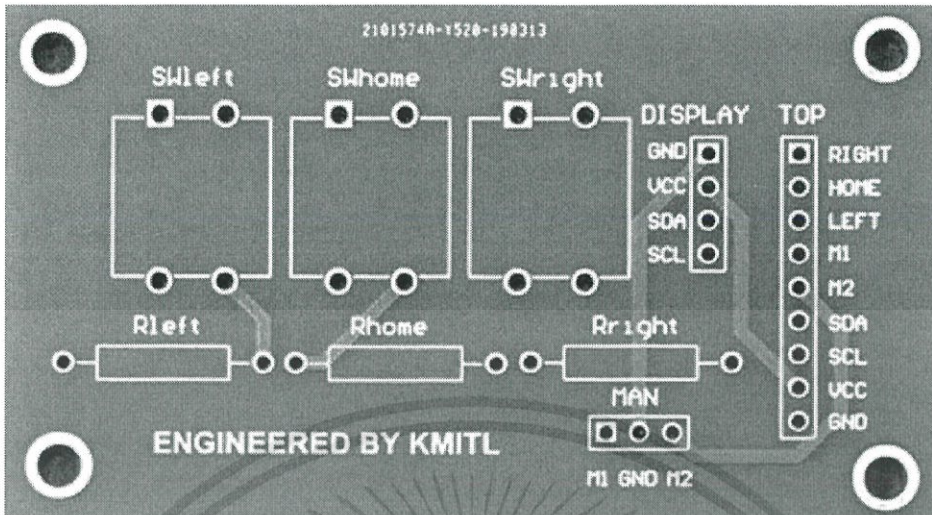
- วงจรควบคุมการแสดงผลบนหน้าจอด้วยสวิตช์ออกแบบด้วยโปรแกรม Altium Design ส่วนนี้จะทำหน้าที่ควบคุมการเปลี่ยนหน้าจอของ LCD แบบ MANUAL โดยใช้ Push-Button switch



รูปที่ 3.17 วงจรควบคุมการแสดงผลบนหน้าจอออกแบบด้วยโปรแกรม Altium Design

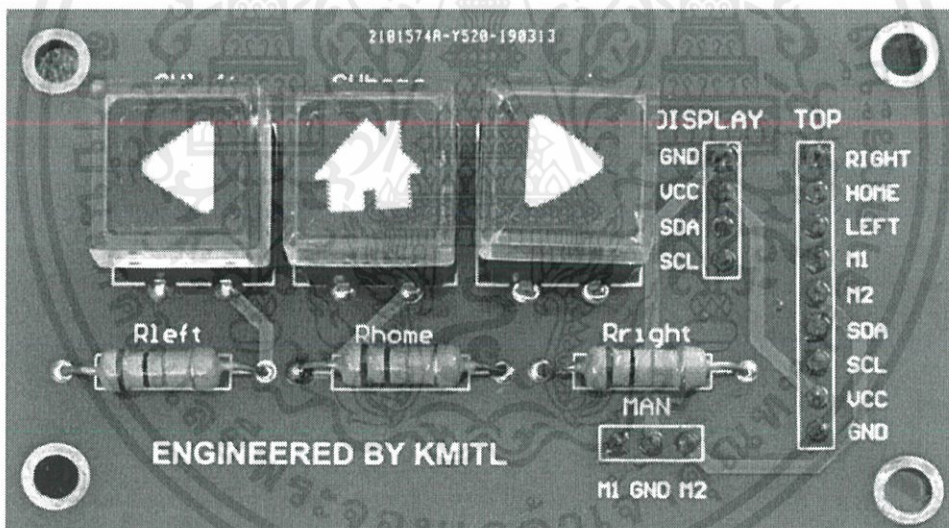
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ผลการออกแบบและขึ้นรูปเป็นแผ่น PCB ขนาด 40x70 มม.



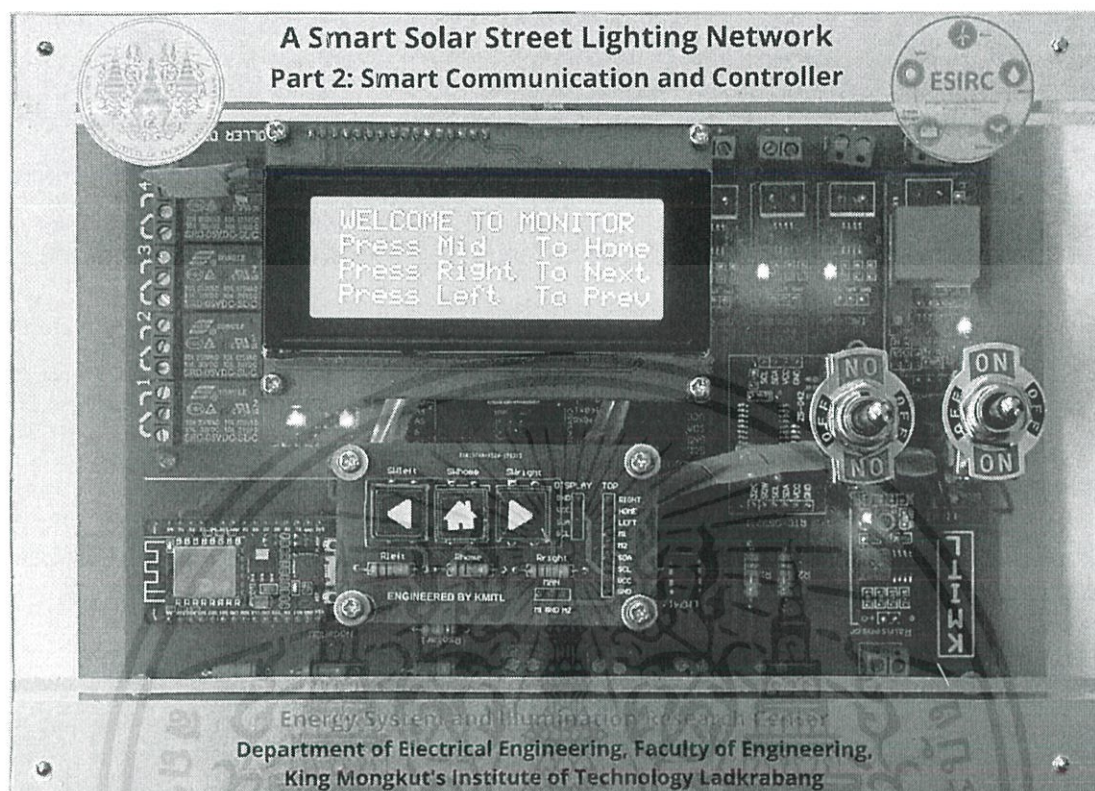
รูปที่ 3.18 ผลการออกแบบและขึ้นรูปเป็นแผ่น PCB ส่วนการควบคุมการแสดงผลบนหน้าจอ

- วงจรใช้งานจริงที่ได้หลังจากการออกแบบของส่วนการควบคุมการแสดงผล



รูปที่ 3.19 วงจรใช้งานจริงส่วนการควบคุมหน้าจอการแสดงผลบนหน้าจอ LCD

- เมื่อนำมาประกอบเป็นชุดควบคุมต้นแบบที่มีขนาด 170x230x70 มม. แสดงดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 ชิ้นงานต้นแบบ

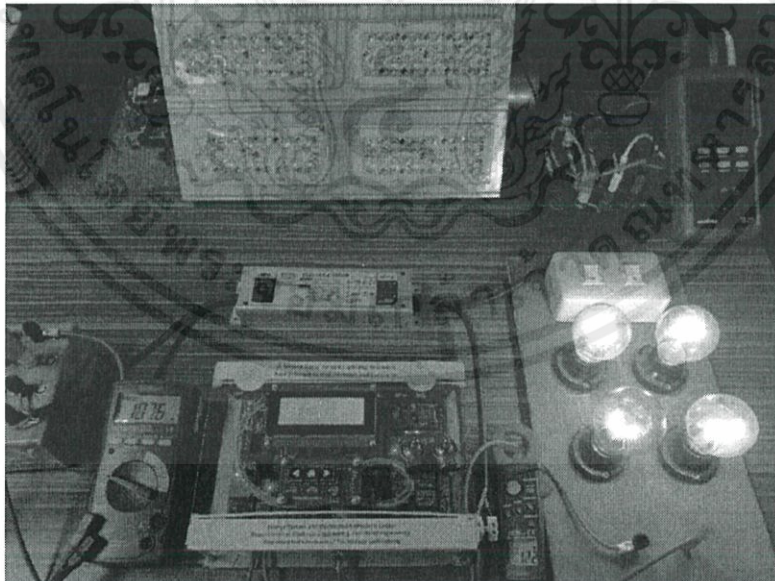
## บทที่ 4

### การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้เป็นการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของชุดควบคุมต้นแบบที่สร้างได้ในบทที่ 3 ว่าเป็นไปตามที่ออกแบบหรือไม่ โดยการทดลองแบ่งเป็น 6 ตอน ได้แก่ 1) การทดสอบความถูกต้องของการวัดพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าและพารามิเตอร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง 2) การทดสอบความถูกต้องในการทำงานของไฟถนนภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ ที่ออกแบบ 3) การทดสอบความถูกต้องในการแสดงผล 4) การทดสอบความถูกต้องในการส่งค่าพารามิเตอร์ผ่านเครือข่ายไร้สายไปยังส่วนเซิร์ฟเวอร์ 5) การทดสอบการทำงานเมื่อต่อร่วมกับระบบจริง และ 6) การวิเคราะห์พฤติกรรมการทำงานของระบบจากข้อมูลที่วัดได้

#### 4.1 การทดสอบความถูกต้องในการวัดค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าและพารามิเตอร์อื่นๆที่เกี่ยวข้อง

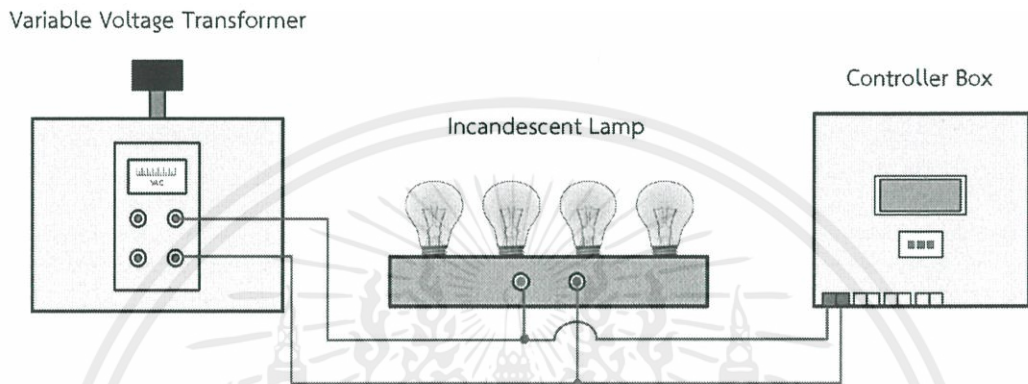
พารามิเตอร์ทางไฟฟ้าของระบบส่องสว่างไฟถนนเป็นตัวแปรที่สำคัญที่จะบอกเราว่าระบบส่องสว่างไฟถนนของเราทำงานและมีการใช้พลังงานอย่างถูกต้องหรือไม่ ถ้าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าไม่มีความถูกต้อง ระบบส่องสว่างไฟถนนจะไม่มีเม็ดเงินเชื่อถือและทำงานภายใต้เงื่อนไขอย่างผิดพลาด ดังนั้น ส่วนวัดค่าต้องวัดค่าได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ มีความคลาดเคลื่อนต่ำอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ เราจึงต้องมีการปรับเทียบค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้างดรูปที่ 4.1 เพื่อให้มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดเพื่อให้ระบบไฟฟ้าส่องสว่างทำงานได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์



รูปที่ 4.1 วงจรการปรับเทียบพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า

#### 4.1.1 การทดสอบวัตต์แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ

ทำการทดลองโดยต่อชุดทดลองเข้ากับโหลดหลอดเผาไส้ (Incandescent lamp) 100 วัตต์ (W) 4 ดวง ดังรูปที่ 4.2 ขึ้นแรงดันหม้อแปลงปรับค่าได้ไปตั้งแต่ 0 – 250 โวลต์ ( $V_{ac}$ ) นำค่าที่อ่านได้จากจอแสดงผลนำมาเปรียบเทียบกับค่าแรงดันที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์จากนั้นหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดซึ่งค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้จะต้องไม่เกิน  $\pm 5\%$  โดยผลการทดสอบวัตต์แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับจะแสดงใน ตารางที่ 4.1



รูปที่ 4.2 โดอะแกรมวงจรการปรับเทียบแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ

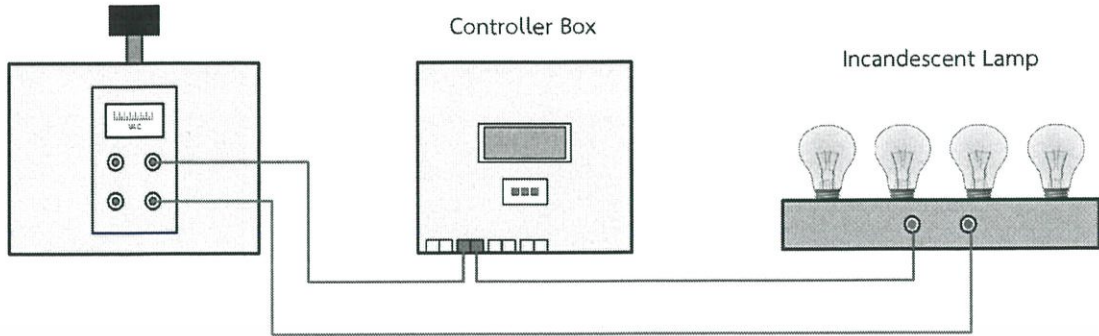
ตารางที่ 4.1 การปรับเทียบแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ

$V_{REF}$ (V)	$V_{AC}$ (V)			$V_{AVG}$ (V)	%Error
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
50	49.82	49.86	49.84	49.84	0.32
100	99.52	99.43	99.49	99.48	0.52
150	149.01	148.88	148.98	148.96	0.69
200	198.98	198.95	198.94	198.96	0.52
250	248.86	248.96	248.92	248.91	0.43

#### 4.1.2 การทดสอบการวัดกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ

ทำการทดลองโดยต่อวงจร ดังรูปที่ 4.3 ขึ้นแรงดันหม้อแปลงปรับค่าได้ไปที่ 220 โวลต์ ( $V_{ac}$ ) จากนั้นทำการเปลี่ยนหลอดไส้ (Incandescent lamp) ตั้งแต่ 100 - 400 วัตต์ (W) นำค่ากระแสไฟฟ้ากระแสสลับที่อ่านได้จากจอแสดงผลนำมาเปรียบเทียบกับค่ากระแสไฟฟ้ากระแสสลับที่อ่านได้จากแคลมป์มิเตอร์ จากนั้นหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดโดยค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้จะต้องไม่เกิน  $\pm 5\%$  โดยผลการทดสอบวัดกระแสไฟฟ้ากระแสสลับจะแสดงใน ตารางที่ 4.2

Variable Voltage Transformer



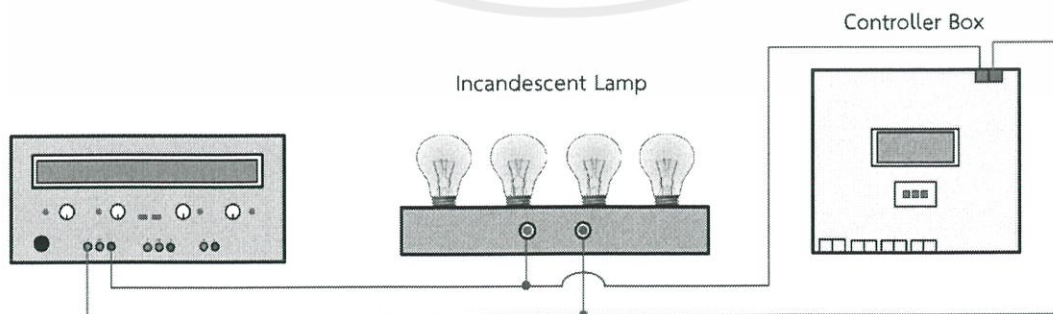
รูปที่ 4.3 ไดอะแกรมวงจรการปรับเทียบกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ

ตารางที่ 4.2 การปรับเทียบกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ

หลอดไฟ (W)	$I_{REF}$ (A)	$I_{AC}$ (A)			$I_{AVG}$ (A)	%Error
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
100	0.78	0.82	0.80	0.79	0.80	-2.56
200	1.13	1.15	1.12	1.13	1.13	0
300	1.51	1.58	1.56	1.52	1.55	-2.65
400	1.91	2.00	1.96	1.93	1.96	-2.62

#### 4.1.3 การทดสอบการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

ทำการทดลองโดยต่อวงจรดังรูปที่ 4.4 โดยจะเป็นการจ่ายแรงดันไฟฟ้า ( $V_{DC}$ ) จากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (DC Supply) 12-32 โวลต์ ( $V_{DC}$ ) ให้แก่ โหลดหลอดไส้ (Incandescent lamp) 100 วัตต์ (W) นำค่าที่อ่านได้จากจอแสดงผลนำมาเปรียบเทียบกับค่าแรงดันที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์จากนั้นหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดซึ่งค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้จะต้องไม่เกิน  $\pm 5\%$  โดยผลการทดสอบวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงจะแสดงใน ตารางที่ 4.3



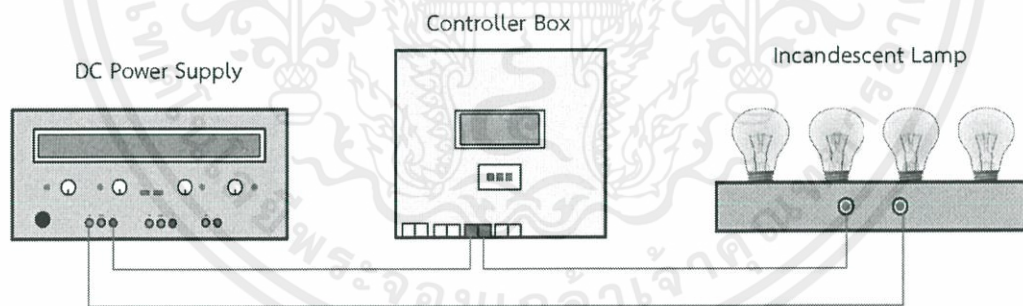
รูปที่ 4.4 ไดอะแกรมวงจรการปรับเทียบแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

$V_{REF}$ (V)	$V_{DC}$ (V)			$V_{AVG}$ (V)	%Error
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
12	11.98	11.98	11.99	11.98	0.17
16	16.01	15.97	15.99	15.99	0.06
20	19.96	19.98	20.01	19.98	0.10
24	24.01	23.97	23.98	23.99	0.04
28	27.97	27.99	28.02	27.99	0.04
32	32.01	31.98	31.96	31.98	0.06

#### 4.1.4 การทดสอบการวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรง

ทำการทดลองโดยต่อวงจรดังรูปที่ 4.5 โดยจะเป็นการจ่ายแรงดันไฟฟ้า ( $V_{DC}$ ) จากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (DC Supply) 32 โวลต์ ( $V_{DC}$ ) ให้แก่ หลอดไส้ (Incandescent lamp) ตั้งแต่ 100-300 วัตต์ (W) นำค่าที่อ่านได้จากจอแสดงผลนำมาเปรียบเทียบกับค่ากระแสไฟฟ้าที่อ่านได้จากแคลมป์มิเตอร์ จากนั้นหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดซึ่งค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้จะต้องไม่เกิน  $\pm 5\%$  โดยผลการทดสอบวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงจะแสดงใน ตารางที่ 4.4



รูปที่ 4.5 ไดอะแกรมวงจรการเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้ากระแสตรง

ตาราง 4.4 การเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้ากระแสตรง

หลอดไฟ (W)	$I_{DC}$ (A)	$I_{DC}$ (V)			$I_{AVG}$ (V)	%Error
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
100	0.15	0.15	0.15	0.14	0.15	0
200	0.36	0.36	0.35	0.35	0.35	2.78
300	0.54	0.54	0.53	0.53	0.53	1.85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.1.5 การทดสอบการวัดค่าพารามิเตอร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

นอกจากชุดควบคุมไฟถนนจะสามารถวัดค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าได้แล้ว ชุดควบคุมไฟถนนยังสามารถวัดค่าตัวแปรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้อีกด้วย อาทิ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และ ความสว่างโดยทำการทดลอง ต่อวงจรดังรูปที่ 4.5 เพื่อเปรียบเทียบค่าความถูกต้องของอุณหภูมิและความเข้มแสงโดยนำค่ามาเปรียบเทียบกับเทอร์โมคัปเปิลและลักซ์มิเตอร์จากนั้นหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดซึ่งค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้จะต้องไม่เกิน  $\pm 5\%$  โดยผลการทดสอบการเปรียบเทียบอุณหภูมิและความเข้มแสงแสดงในดังตารางที่ 4.5 และ 4.6 ตามลำดับ

ตาราง 4.5 การเปรียบเทียบอุณหภูมิ

อุณหภูมิฐาน (°C)	การทดสอบ			อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)	%Error
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
24	23.7	23.8	23.8	23.77	0.97
26	25.9	25.8	25.9	25.87	0.51
28	27.9	27.8	27.8	27.83	0.60
30	30.1	30.0	29.9	30.00	0.00
32	31.9	32	32	31.97	0.10
34	33.9	33.9	34	33.93	0.20

ตาราง 4.6 การเปรียบเทียบความสว่าง

ความสว่าง (lux)	การทดสอบ			ความสว่างเฉลี่ย (lux)	%Error
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
25	24	24	25	24.33	2.67
100	99	100	97	98.67	1.33
500	496	493	495	494.67	1.07
1000	992	994	993	993.00	0.70
1500	1491	1492	1491	1491.33	0.58
2000	1990	1991	1993	1991.33	0.43

#### 4.2 การทดสอบความถูกต้องในการควบคุมไฟส่องสว่างถนนภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ

การทดสอบความถูกต้องในการควบคุมไฟถนนภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ เป็นการทดสอบระบบควบคุมไฟส่องสว่างถนนว่าสามารถทำงานภายใต้เงื่อนไขได้หรือไม่ ซึ่งแบ่งการทดสอบเป็น 5 การทดสอบได้แก่

##### 1. การทำงานของระบบส่องสว่างไฟถนนตามเงื่อนไขเวลา

- เปิด - ปิด ตามเงื่อนไขเวลาที่กำหนด คือ เปิดโคมไฟตอน 18.00 น และ ปิดโคมไฟตอน 6.00 น
- ลดความสว่างของโคมไฟลง 60% ตอนเวลา 22.00 น ถึง 2.00 น ซึ่งเป็นเวลาหลังเลิกงานซึ่งมีการสัญจรตามท้องถนนค่อนข้างน้อย และ ลดความสว่างของโคมไฟลง 80% ตอนเวลา 2.00 น ถึง 5.00 น เพื่อประหยัดพลังงาน และในเวลา 5.00 น จะมีปรับเพิ่มความสว่างของโคมไฟแบบอัตโนมัติซึ่งความสว่างของโคมไฟจะเท่ากับเวลา 18.00 น. เพราะ ผู้คนเริ่มมีการสัญจรตามท้องถนนหรือเริ่มขับรถออกมาทำงาน ซึ่งตารางที่ 4.7 แสดงการใช้พลังงานของโคมไฟ ในช่วงเวลาต่างๆ

ตารางที่ 4.7 การใช้พลังงาน ณ เวลาต่าง ๆ

เวลา	ค่าความส่องสว่าง (lux)	อัตราการความสว่าง ของโคม	กระแสไหล (A)
18.00 น – 22.00 น.	26	100 %	0.50
22.00 น – 2.00 น	12	40 %	0.23
2.00 น – 5.00 น	7.46	20 %	0.21
5.00 น – 6.00 น	26	100 %	0.50

2. การทำงานของระบบส่องสว่างไฟถนนตามเงื่อนไขความเข้มแสงของสถานะแวดล้อมเมื่อฟ้ามืด (ความเข้มแสงต่ำกว่า 20 ลักซ์) ระบบควบคุมไฟส่องสว่างถนนจะสั่งเปิดโคมไฟอัตโนมัติ

##### 3. การทำงานตามเงื่อนไขปริมาณน้ำฝน (ฝนตก)

เมื่อมีปริมาณน้ำฝนตกลงบนเซนเซอร์ ระบบควบคุมไฟส่องสว่างถนนจะสั่งเปิดโคมไฟอัตโนมัติ

##### 4. การทำงานตามเงื่อนไขความจุของแบตเตอรี่

ถ้าความจุแบตเตอรี่ต่ำกว่า 11.7 V<sub>dc</sub> (0%) ระบบควบคุมไฟส่องสว่างถนนจะสลับแหล่งพลังงานจากแบตเตอรี่ไปใช้ไฟจากการไฟฟ้า

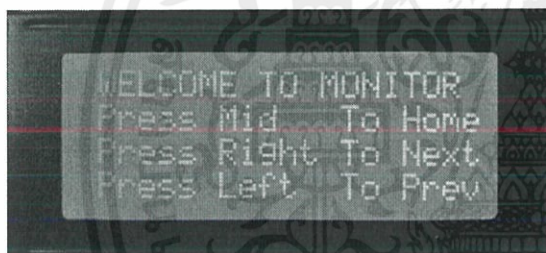
ระบบควบคุมไฟส่องสว่างถนนจะเช็คเงื่อนไขทั้ง 4 เงื่อนไขนี้ตลอดเวลา ถ้าเงื่อนไขใดเงื่อนไขหนึ่งเป็นจริง ไมโครคอนโทรลเลอร์จะประมวลผลโดยสั่งให้รีเลย์ทำงาน เปิด - ปิด โคมไฟอัตโนมัติโดยจากการทดสอบเป็นเวลา 4 วันพบว่า ชุดควบคุมทำงานได้อย่างถูกต้องตามที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งผลการทดสอบการทำงานของระบบสรุปได้ดังตารางที่ 4.8

ตาราง 4.8 ผลการทดสอบการทำงานของระบบควบคุมไฟส่องสว่างถนน

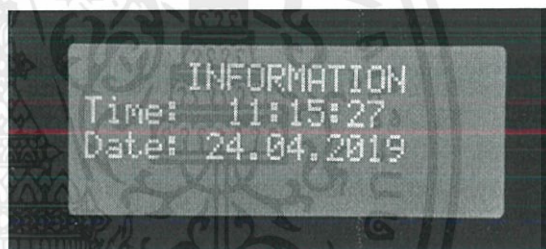
เงื่อนไข		วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
เวลา	เปิด - ปิด	✓	✓	✓	✓
	ลดความสว่างโคม	✓	✓	✓	✓
ความเข้มแสง		✓	✓	✓	✓
ฝน		✓	✓	✓	✓
ความจุของแบตเตอรี่		✓	✓	✓	✓

### 4.3 การทดสอบความถูกต้องในการแสดงผล

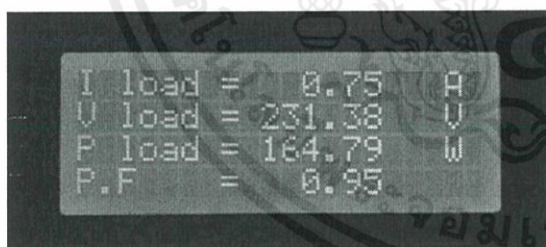
ชุดควบคุมไฟถนนอัจฉริยะพลังงานแสงอาทิตย์ ได้ทำการติดตั้งหน้าจอแสดงผลแอลซีดี ที่จะแสดงค่าพารามิเตอร์ที่วัดและคำนวณ หน้าตู้คอนโทรลเพื่อความสะดวกในการตรวจเช็คและซ่อมบำรุงระบบส่องสว่างไฟถนน โดยมีการแสดงผลทั้งหมด 6 หน้าต่างแสดงดังรูปที่ 4.6 – 4.11 ซึ่งสามารถกดเปลี่ยนหน้าต่างได้โดยปุ่มควบคุมหน้าตู้คอนโทรล



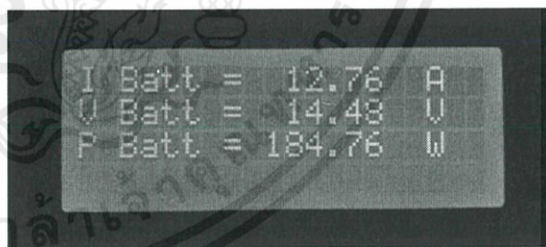
รูปที่ 4.6 แสดงค่าหน้าจอแสดงผลหลัก



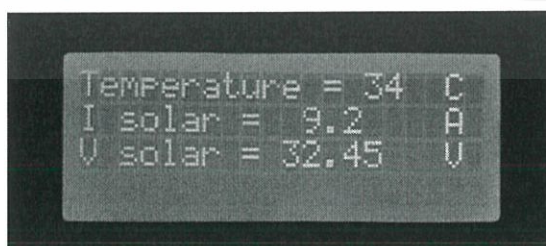
รูปที่ 4.7 แสดงค่าวันและเวลาปัจจุบัน



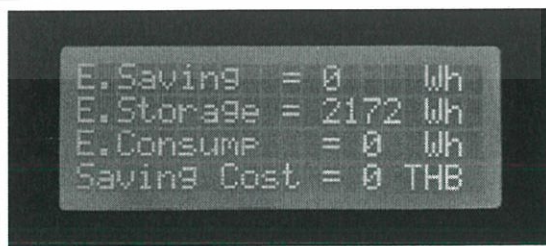
รูปที่ 4.8 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่โหลด



รูปที่ 4.9 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่แบตเตอรี่



รูปที่ 4.10 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่โซลาร์เซลล์



รูปที่ 4.11 แสดงค่าการใช้พลังงาน

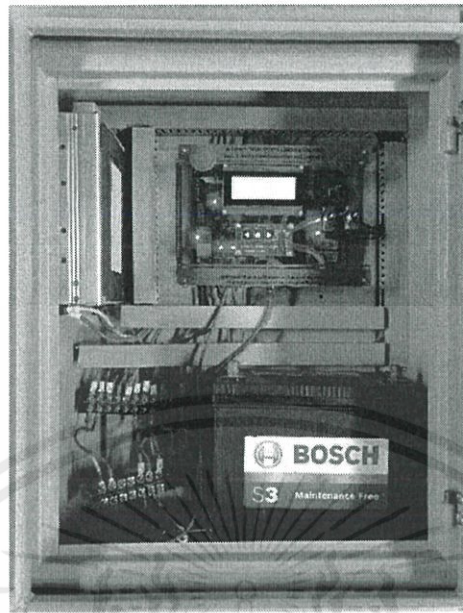
#### 4.4 การทดสอบความถูกต้องในการส่งค่าพารามิเตอร์ผ่านเครือข่ายไร้สายไปยังส่วนเซิร์ฟเวอร์

ระบบโครงข่ายไฟถนนอัจฉริยะพลังงานแสงอาทิตย์ ส่วนที่ 2 การออกแบบชุดควบคุม นอกจากจะเป็นระบบควบคุมไฟส่องสว่างถนนแล้ว ยังสามารถส่งตัวแปรพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่วัดและคำนวณผ่านเครือข่ายไร้สาย (Wireless Local Area Network ) โดยใช้ NodeMCU ส่งขึ้น Cloud Storage อย่าง Firebase เพื่อนำค่าต่าง ๆ เหล่านั้นไปวิเคราะห์และแสดงผล ซึ่งตัวแปรพารามิเตอร์ที่ส่งขึ้น Cloud Storage มีดังนี้

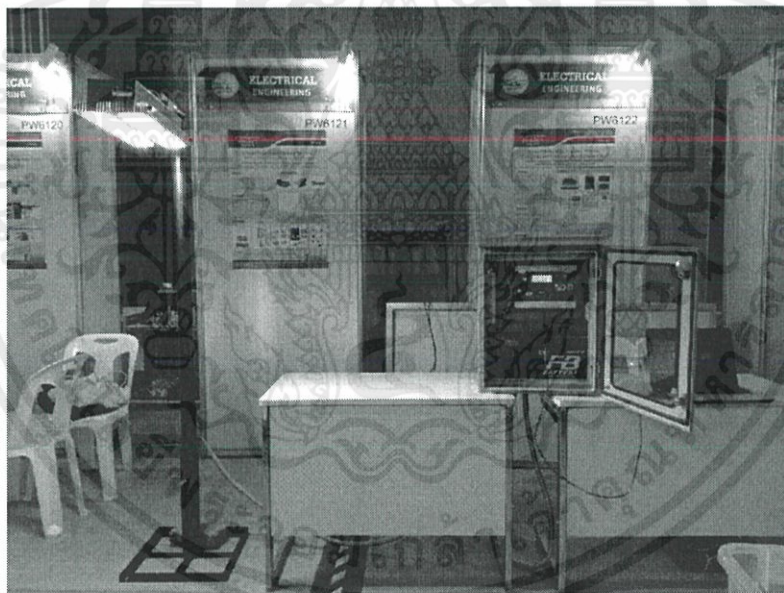
1. วัน (Data)
2. เวลา (Time)
3. สถานการณ์ทำงาน (Status)
4. แรงดันไฟฟ้าที่โซลาร์เซลล์ ( $V_{solar}$ )
5. กระแสไฟฟ้าที่โซลาร์เซลล์ ( $I_{solar}$ )
6. กำลังไฟฟ้าที่โซลาร์เซลล์ ( $P_{solar}$ )
7. พลังงานที่ผลิตได้จากโซลาร์เซลล์ (Energy Produced)
8. แรงดันไฟฟ้าแบตเตอรี่ ( $V_{battery}$ )
9. กระแสไฟฟ้าแบตเตอรี่ ( $I_{battery}$ )
10. กำลังไฟฟ้าแบตเตอรี่ ( $P_{battery}$ )
11. เปอร์เซ็นต์ความจุแบตเตอรี่ (%Battery)
12. พลังงานเก็บสะสม (Energy Storage)
13. แรงดันไฟฟ้าโหลด ( $V_{load}$ )
14. กระแสไฟฟ้าโหลด ( $I_{load}$ )
15. กำลังไฟฟ้าจริงโหลด ( $P_{load}$ )
16. กำลังไฟฟ้รียแอคทีฟ ( $Q_{load}$ )
17. กำลังไฟฟ้าปรากฏ ( $S_{load}$ )
18. พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไป (Energy Consumption)
19. การประหยัดพลังงาน (Energy Saving)
20. การลดค่าใช้จ่าย (Cost Saving)
21. ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power factor)
22. ความเข้มแสง (Light Intensity)
23. อุณหภูมิ (Temperature)
24. ฝนฟ้าอากาศ (Rain Volume)
25. ประสิทธิภาพของระบบ (Efficiency)

ผลการทดสอบความถูกต้องในการส่งค่าพารามิเตอร์ได้ดังตารางที่ 4.9 และ 4.10 ซึ่งผลการทดสอบสรุปได้ว่าชุดควบคุมสามารถส่งค่าได้ถูกต้องครบถ้วน แบบเรียลไทม์ทุกๆ 1 วินาที ตามที่ได้ออกแบบไว้

#### 4.5 การทดสอบการทำงานเมื่อต่อร่วมกับระบบจริง



รูปที่ 4.12 ชุดควบคุมระบบไฟถนน



รูปที่ 4.13 ชุดควบคุมระบบไฟถนนเมื่อต่อร่วมกับระบบจริง

จากการทดสอบนำชุดควบคุมรูปที่ 4.12 มาทำงานร่วมกับระบบจริงดังรูปที่ 4.13 โดยการเปิดระบบไว้ 24 ชั่วโมง สรุปได้ว่า ชุดควบคุมสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพทั้งในด้านการควบคุมการทำงานของโคมไฟ ตามเงื่อนไขต่างๆ ทั้งเงื่อนไข เวลา ความสว่างของสภาพแวดล้อม ฝน และ ความจุแบตเตอรี่ ในส่วนของการวัดค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าและพารามิเตอร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องชุดควบคุมสามารถวัดค่าได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ และส่งค่าที่วัดและคำนวณเหล่านั้นผ่านเครือข่ายไร้สายไปยังส่วนของเซิร์ฟเวอร์แบบเรียลไทม์ได้อย่างถูกต้องครบถ้วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 การทดสอบความถูกต้องในการส่งค่าพารามิเตอร์ (ช่วงไม่ได้จ่ายโหลด)

Day	Time	Status	Solar Cell			Battery				Load					
			V <sub>solar</sub> (V)	I <sub>solar</sub> (A)	P <sub>solar</sub> (W)	V <sub>battery</sub> (V)	I <sub>battery</sub> (A)	P <sub>battery</sub> (W)	%Battery	V <sub>load</sub>	I <sub>load</sub>	P <sub>load</sub>	Q <sub>load</sub>	S <sub>load</sub>	PF
4/4/62	14.45	off	38.26	4.07	155.70	13.24	-6.79	-89.96	140	229.0791	0.0297	0.1363	6.8158	6.8171	0.02
4/4/62	14.46	off	38.02	4.01	152.55	13.24	-6.87	-90.97	140	228.4797	0.0235	0.1074	5.3681	5.3692	0.02
4/4/62	14.47	off	36.34	4.03	146.47	13.24	-6.41	-84.85	140	228.6841	0.0271	0.1238	6.1888	6.1900	0.02
4/4/62	14.48	off	39.38	4.16	163.76	13.24	-6.96	-92.12	140	227.0011	0.0255	0.1161	5.8067	5.8078	0.02
4/4/62	14.49	off	35.96	4.04	145.39	13.24	-6.93	-91.8	140	228.9758	0.0354	0.1621	8.1055	8.1071	0.02
4/4/62	14.50	off	37.50	4.13	154.85	13.24	-6.71	-88.81	140	228.5208	0.0251	0.1148	5.7392	5.7404	0.02
4/4/62	14.51	off	35.77	4.17	149.00	13.24	-6.65	-88.06	140	229.2364	0.0364	0.1668	8.3370	8.3386	0.02
4/4/62	14.52	off	35.05	4.14	145.06	13.24	-6.45	-85.44	140	228.4667	0.0373	0.1704	8.5173	8.5190	0.02
4/4/62	14.53	off	35.03	4.09	143.21	13.24	-6.59	-87.21	140	228.1096	0.0265	0.1200	6.0468	6.0480	0.02
4/4/62	14.54	off	36.76	4.08	149.85	13.27	-6.31	-83.73	143	229.0791	0.0297	0.1363	4.9578	4.9588	0.02
4/4/62	14.55	off	35.36	4.01	141.92	13.27	-6.16	-81.74	143	228.4797	0.0235	0.1074	8.5703	8.5720	0.02
4/4/62	14.56	off	34.93	4.09	142.94	13.24	-6.05	-80.10	140	228.6841	0.0271	0.1238	9.0104	9.0123	0.02
4/4/62	14.57	off	35.00	4.01	140.40	13.24	-5.54	-73.35	140	227.0011	0.0256	0.1161	4.9387	4.9397	0.02
4/4/62	14.58	off	35.24	4.01	141.24	13.27	-5.93	-78.69	143	228.9758	0.0354	0.1621	6.8754	6.8768	0.02
4/4/62	14.59	off	36.41	4.08	148.39	13.27	-5.58	-74.05	143	228.5208	0.0251	0.1148	6.8018	6.8032	0.02
4/4/62	15.00	off	34.54	4.10	141.60	13.24	-5.58	-73.88	140	229.2364	0.0364	0.1668	9.0108	9.0127	0.02

ตารางที่ 4.10 การทดสอบความถูกต้องในการส่งค่าพารามิเตอร์ (ช่วงจ่ายโหลด)

Day	Time	Status	Solar Cell			Battery				Load					
			V <sub>solar</sub> (V)	I <sub>solar</sub> (A)	P <sub>solar</sub> (W)	V <sub>battery</sub> (V)	I <sub>battery</sub> (A)	P <sub>battery</sub> (W)	%Battery	V <sub>load</sub>	I <sub>load</sub>	P <sub>load</sub>	Q <sub>load</sub>	S <sub>load</sub>	PF
4/4/62	0.00	on	16.36	0.035	0.57	12.19	5.13	62.55	44.55	232.32	0.24	53.05	15.47	55.26	0.96
4/4/62	0.01	on	15.66	0.040	0.63	12.06	5.33	64.36	32.73	231.90	0.24	53.02	15.46	55.23	0.96
4/4/62	0.02	on	16.16	0.040	0.65	12.15	5.10	61.96	40.91	232.68	0.23	51.94	15.15	54.10	0.96
4/4/62	0.03	on	16.84	0.043	0.72	12.12	5.88	71.34	38.18	230.33	0.24	53.05	15.47	55.26	0.96
4/4/62	0.04	on	17.42	0.033	0.58	12.14	5.70	69.18	40.00	232.13	0.24	53.11	15.49	55.32	0.96
4/4/62	0.05	on	16.71	0.032	0.54	12.10	5.55	67.18	36.36	230.70	0.24	52.94	15.44	55.14	0.96
4/4/62	0.06	on	15.60	0.026	0.41	12.11	5.93	71.96	37.27	230.73	0.23	51.20	14.93	53.33	0.96
4/4/62	0.07	on	16.06	0.043	0.68	12.12	5.38	65.25	38.18	232.58	0.23	51.67	15.07	53.82	0.96
4/4/62	0.08	on	16.54	0.047	0.78	12.08	5.59	67.54	34.55	232.61	0.24	52.69	15.36	54.88	0.96
4/4/62	0.09	on	17.46	0.034	0.60	12.12	6.01	72.96	38.18	231.66	0.24	52.33	15.26	54.52	0.96
4/4/62	0.10	on	16.21	0.045	0.73	12.08	4.99	60.36	34.55	230.94	0.24	52.63	15.35	54.82	0.96
4/4/62	0.11	on	17.09	0.022	0.38	12.13	5.61	68.18	39.09	232.16	0.24	52.81	15.40	55.01	0.96
4/4/62	0.12	on	15.77	0.034	0.53	12.09	5.36	64.911	35.45	230.57	0.24	52.83	15.41	55.03	0.96
4/4/62	0.13	on	16.36	0.046	0.75	12.06	5.73	69.21	32.73	230.29	0.23	51.59	15.05	53.74	0.96
4/4/62	0.14	on	15.62	0.037	0.58	12.10	5.31	64.29	36.36	231.34	0.23	51.56	15.04	53.71	0.96
4/4/62	0.15	on	15.59	0.044	0.68	12.07	5.32	64.31	33.64	230.24	0.24	52.41	15.28	54.58	0.96

#### 4.6 การวิเคราะห์พฤติกรรมการทำงานของระบบจากข้อมูลที่วัดได้

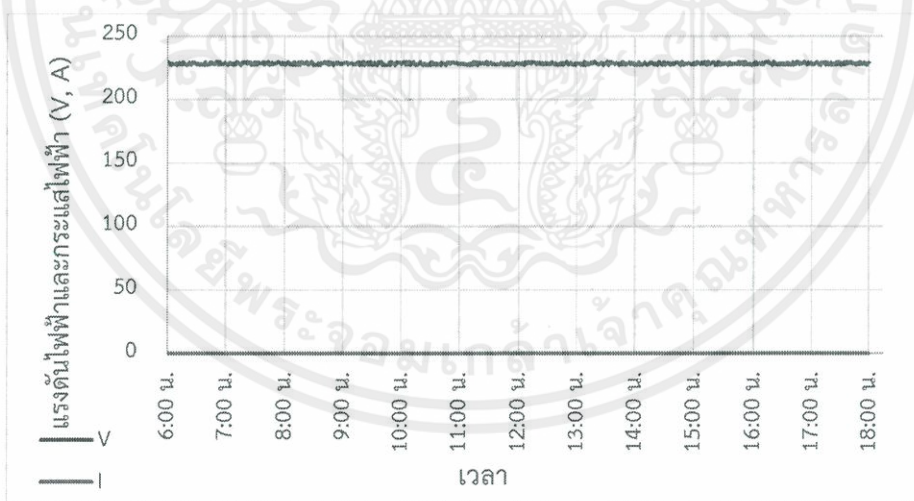
จุดประสงค์อย่างหนึ่งที่สำคัญของการสร้าง ชุดควบคุมไฟส่องสว่างถนน คือ ความต้องการในการดูพฤติกรรมการใช้พลังงานของไฟถนน ซึ่งพฤติกรรมการใช้พลังงานสามารถบอกได้ว่าการทำงานของระบบไฟส่องสว่างถนน มีประสิทธิภาพและทำงานอย่างปกติหรือไม่ ซึ่งการวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้พลังงานของระบบ จะแบ่งออกเป็น

- การวิเคราะห์พฤติกรรมช่วงไม่ได้จ่ายโหลด ( 6.00 น – 18.00 น )
  - การวิเคราะห์พฤติกรรมที่ โหลด
  - การวิเคราะห์พฤติกรรมที่ แบตเตอรี่
  - การวิเคราะห์พฤติกรรมที่ โซล่าเซลล์
- การวิเคราะห์พฤติกรรมช่วงจ่ายโหลด ( 18.00 น – 6.00 น )
  - การวิเคราะห์พฤติกรรมที่ โหลด
  - การวิเคราะห์พฤติกรรมที่ แบตเตอรี่
  - การวิเคราะห์พฤติกรรมที่ โซล่าเซลล์

##### 4.6.1 การวิเคราะห์พฤติกรรมช่วงไม่ได้จ่ายโหลด ( 6.00 น – 18.00 น )

###### 4.6.1.1 การวิเคราะห์พฤติกรรมที่โหลด

- แรงดันและกระแสที่โหลด

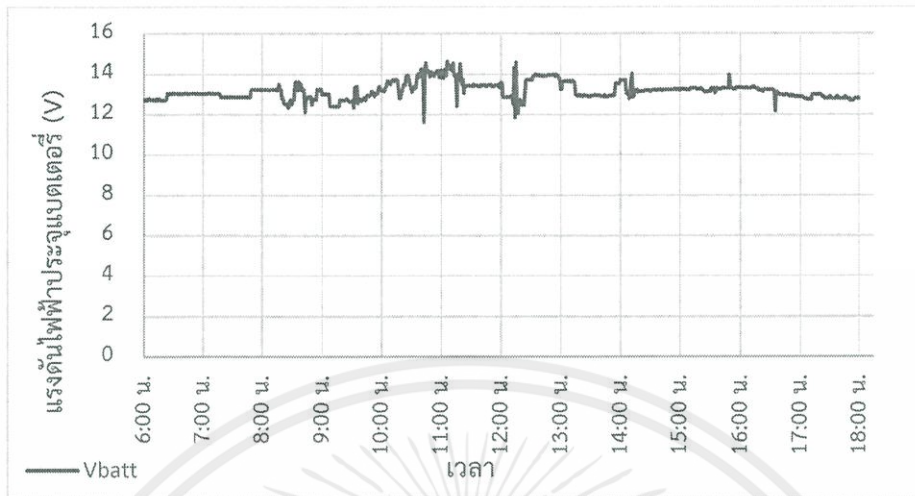


รูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ของแรงดันและกระแสไฟฟ้าของโหลดเทียบกับเวลา

จากรูปที่ 4.14 จะสังเกตได้ว่า ช่วงเวลาตั้งแต่เวลา 6.00 น - 18.00 น แรงดันไฟฟ้าที่โหลดจะคงที่ที่ประมาณ 227 โวลต์ และกระแสไฟฟ้าที่โหลดจะเข้าใกล้ 0 เนื่องจากช่วงเวลาเหล่านี้ไม่มีการเปิดคอมพิวเตอร์ ดังนั้นจึงไม่มีการดึงกระแสของโหลด

#### 4.6.1.2 การวิเคราะห์พฤติกรรมที่แบตเตอรี่

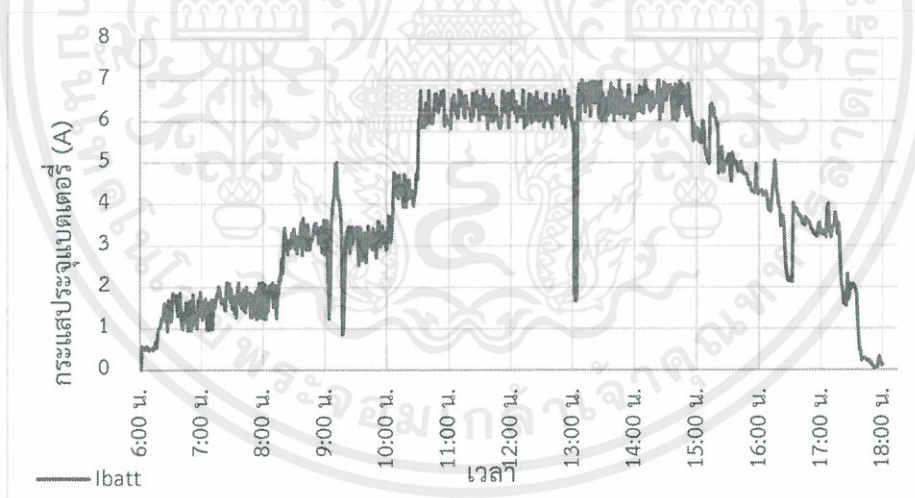
- แรงดันไฟฟ้าประจุแบตเตอรี่



รูปที่ 4.15 ความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้าประจุแบตเตอรี่เทียบกับเวลา

จากรูปที่ 4.15 จะสังเกตได้ว่า คอนโทรลเลอร์ชาร์จเจอร์พยายามรักษาระดับแรงดันชาร์จแบตเตอรี่ให้คงที่โดยอยู่ที่ประมาณ 13 โวลต์ (V)

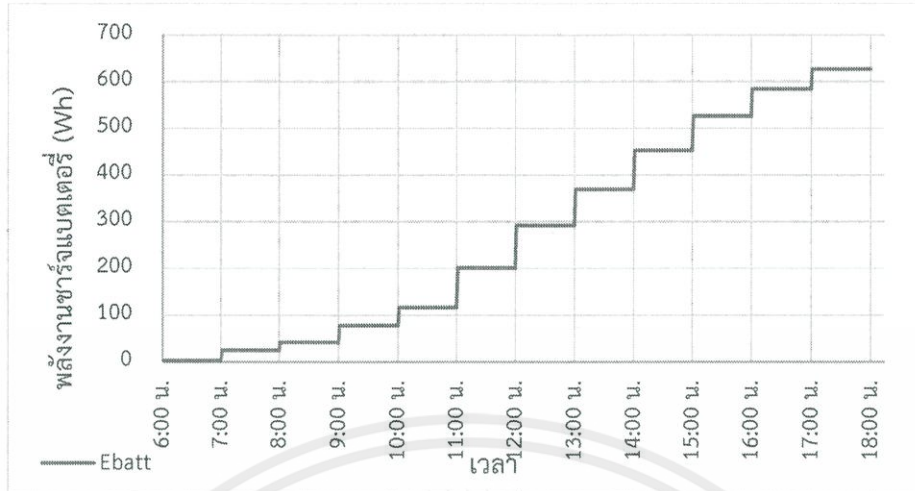
- กระแสไฟฟ้าประจุแบตเตอรี่



รูปที่ 4.16 ความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าประจุแบตเตอรี่เทียบกับเวลา

จากรูปที่ 4.16 จะสังเกตได้ว่า ช่วงเช้า 6.00 น – 8.00 น กระแสไฟฟ้าประจุแบตเตอรี่ค่อนข้างน้อยเนื่องจากโซล่าเซลล์ผลิตกระแสไฟฟ้าได้อย่างจำกัด เพราะ ความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ยังไม่มากพอ หลังจาก 8.00 น กระแสไฟฟ้าประจุแบตเตอรี่เริ่มมากขึ้นและจะประจุแบตเตอรี่ได้มากที่สุดที่ช่วงเวลาตั้งแต่ 10.30 น – 15.00 น ซึ่งเป็นเวลาที่ความเข้มแสงมาก หลังจาก 15.00 น ความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ลดลง เป็นผลให้อัตราของกระแสประจุแบตเตอรี่ลดลง

● พลังงานชาร์จแบตเตอรี่

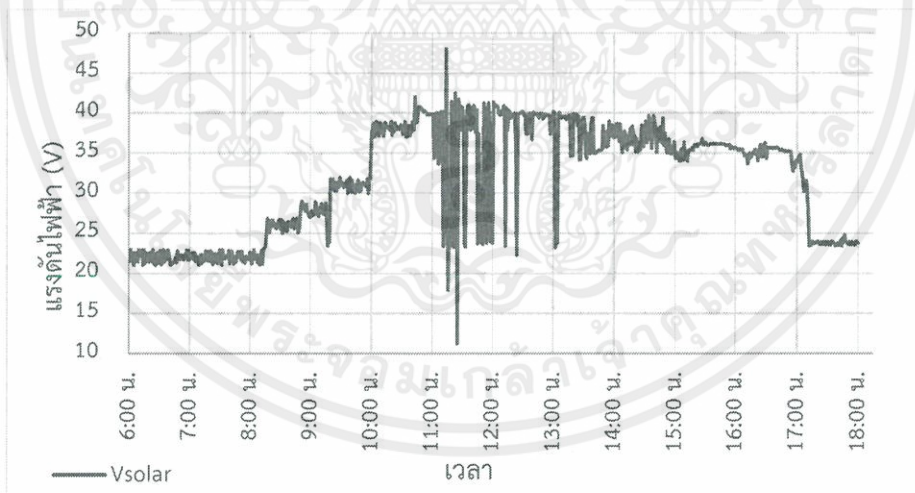


รูปที่ 4.17 ความสัมพันธ์ของพลังงานชาร์จแบตเตอรี่เทียบกับเวลา

จากรูปที่ 4.17 จะสังเกตได้ว่า แนวโน้มการได้รับพลังงานของแบตเตอรี่จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ในช่วงเช้า แล้วจากนั้นจะเพิ่มขึ้นอย่างสังเกตเห็นชัดในช่วงที่โซล่าเซลล์ผลิตพลังงานได้มากอย่าง 11.00 น ไปจนถึง 14.00 น จากนั้นอัตราการเพิ่มขึ้นของพลังงานจะลดลง

4.6.1.3 การวิเคราะห์พฤติกรรมที่โซล่าเซลล์

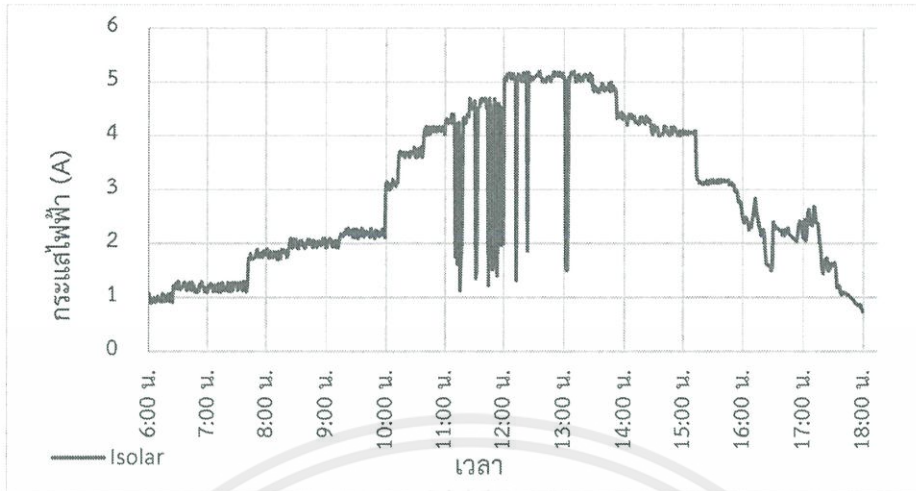
● แรงดันไฟฟ้าที่โซล่าเซลล์



รูปที่ 4.18 ความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้าของโซล่าเซลล์เทียบกับเวลา

จากรูปที่ 4.18 จะสังเกตได้ว่า ช่วงเช้า 6.00 น. – 7.00 น. แรงดันไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ยังไม่สูงมากนักอยู่ประมาณ 23 โวลต์ เนื่องจากยังไม่แสงแดดส่องลงบนแผงโซล่าเซลล์ หลังจากเวลา 7 โมงแสงแดดเริ่มส่องลงบนแผงโซล่าเซลล์ทำให้แรงดันไฟฟ้าของโซล่าเซลล์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและจะไปเพิ่มขึ้นสูงสุด ณ ช่วงเวลาประมาณ 11.29 น. จากกราฟจะสังเกตได้อีกว่าจะมีการกระเพื่อมของแรงดันเนื่องจากบางช่วงเวลามีเมฆมาบังแสงแดด ทำให้แสงแดดไม่สามารถส่องลงบนโซล่าเซลล์ได้ ทำให้แรงดันจะตกลงช่วงขณะและกลับมาสู่ระดับเดิมเมื่อเมฆโดนลมพัดไป

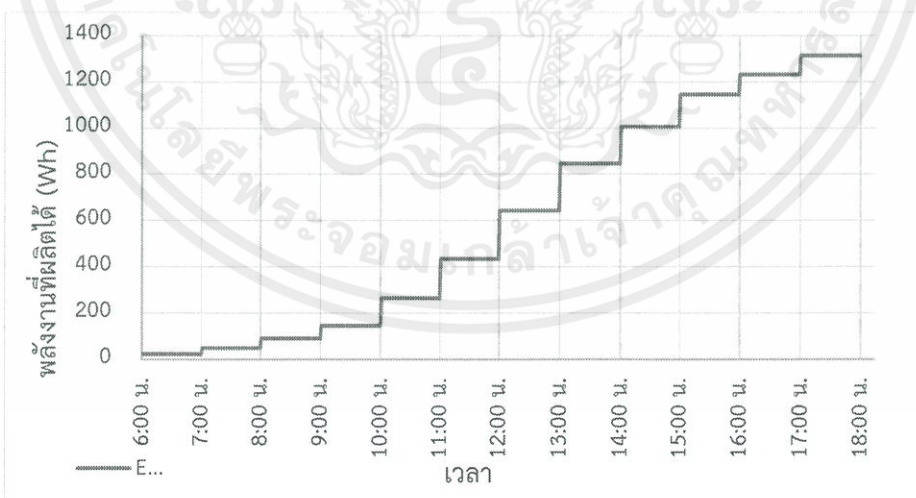
- กระแสไฟฟ้าที่โซล่าเซลล์



รูปที่ 4.19 ความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าของโซล่าเซลล์เทียบกับเวลา

จากรูปที่ 4.19 จะสังเกตได้ว่า ช่วงเช้า กระแสไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ที่ประจุแบตเตอรี่ยังไม่มากซึ่งอยู่ที่ประมาณ 1 – 2 แอมแปร์ (A) เนื่องจากโซล่าเซลล์ยังไม่ได้รับแสงแดดเต็มที่ กระแสไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ที่ประจุแบตเตอรี่จะมากในช่วงสายจนถึงบ่ายสามโมงและจะค่อยๆ ลดลงเมื่อเวลาเย็นตามปริมาณความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ส่องลงบนแผงโซล่าเซลล์ จากราฟจะสังเกตได้อีกว่ากระแสโซล่าเซลล์จะมีการกระเพื่อมไม่คงที่ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง เช่น ช่วง 11 โมงซึ่งมีสาเหตุมาจากเมฆมาบดบังดวงอาทิตย์ทำให้โซล่าเซลล์ได้รับแสงแดดไม่เต็มที่

- พลังงานที่โซล่าเซลล์ผลิตได้



รูปที่ 4.20 ความสัมพันธ์ของพลังงานที่โซล่าเซลล์ผลิตได้เทียบกับเวลา

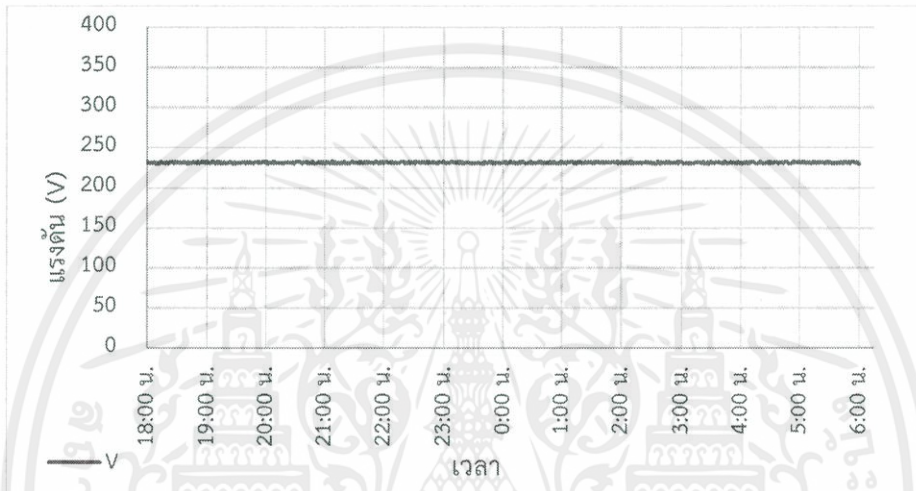
จากรูปที่ 4.20 จะสังเกตได้ว่า พลังงานที่โซล่าเซลล์ผลิตได้จะค่อยๆ เพิ่มขึ้น ในช่วงเช้า 6.00 น – 9.00 น พลังงานจะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ เนื่องจากความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ยังไม่มาก

และในเวลา 10.00 น. จะเห็นแนวโน้มพลังงานที่เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งในเวลานี้ความเข้มของแสงอาทิตย์เริ่มเพิ่มมากขึ้นทำให้โซล่าเซลล์สามารถผลิตพลังงานได้มากขึ้นไปจนถึง 15.00 น หลังจาก 15.00 น การผลิตพลังงานของโซล่าเซลล์เริ่มลดน้อยลง เนื่องจากความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ที่ส่องลงบนแผงโซล่าเซลล์เริ่มลดน้อยลง

#### 4.6.2 การวิเคราะห์พฤติกรรมช่วงจ่ายโหลด

##### 4.6.2.1 การวิเคราะห์พฤติกรรมที่โหลด

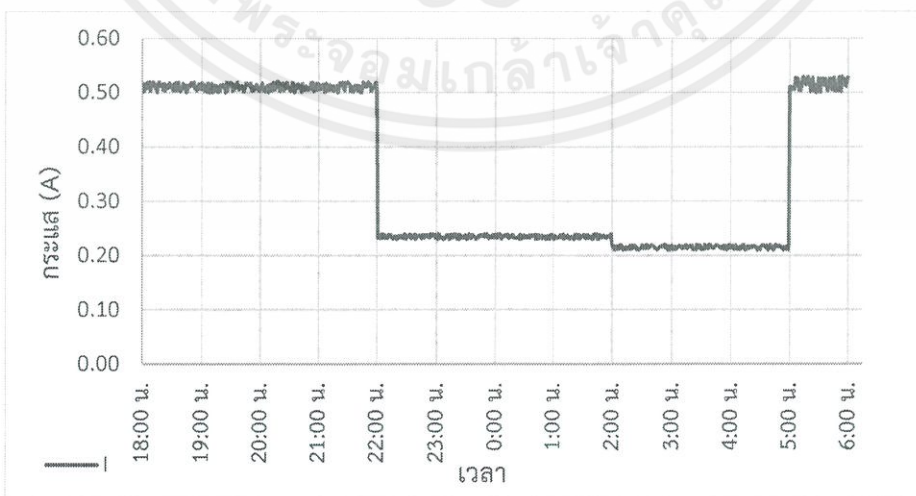
###### ● แรงดันไฟฟ้าที่โหลด



รูปที่ 4.21 ความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้าที่โหลดเทียบกับเวลา

จากรูปที่ 4.21 จะสังเกตได้ว่า แรงดันโหลดคงที่ตลอดช่วงที่มีการจ่ายโหลด ซึ่งเป็นสิ่งที่บ่งบอกว่า ระบบส่องสว่างไฟถนน ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ พลังงานเพียงพอต่อการขับโหลดคอมไฟ และใน

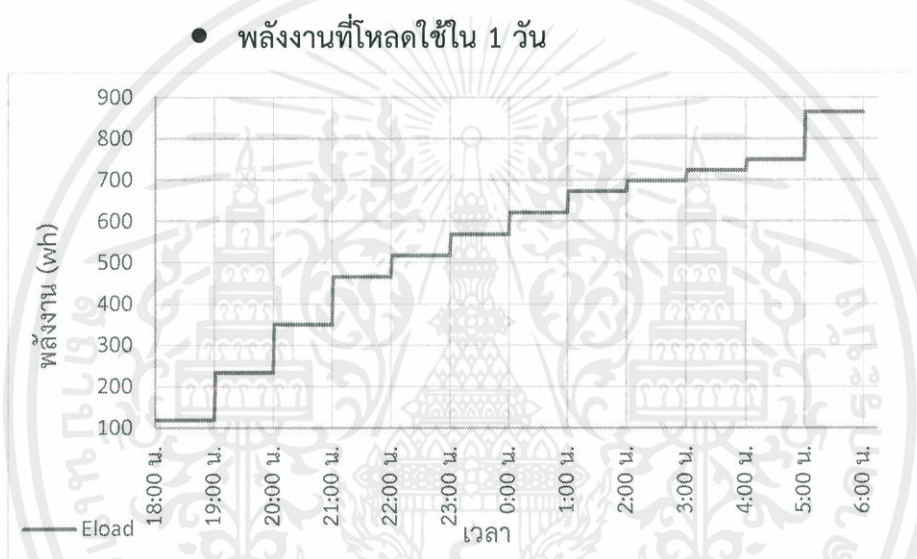
###### ● กระแสไฟฟ้าที่โหลด



รูปที่ 4.22 ความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าที่โหลดเทียบกับเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

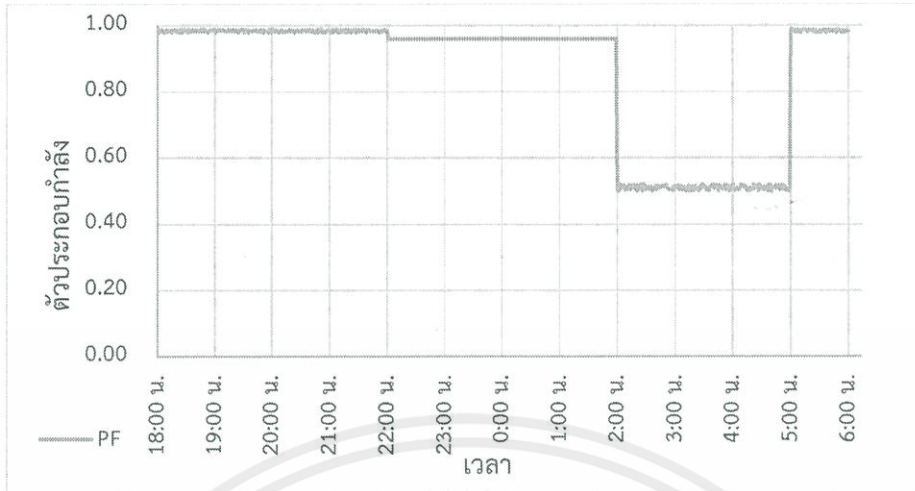
รูปที่ 4.22 จะสังเกตได้ว่า ช่วงเวลา 18.00 น. – 22.00 น. กระแสไฟฟ้าที่โหลดมีค่าเพิ่มขึ้นจากเดิมที่เป็น 0 ในช่วงเวลา 6.00 น. – 18.00 น. ดังรูปที่ 4.9 ซึ่งในช่วง 18.00 น. – 22.00 น. กระแสไฟฟ้าที่โหลดมีค่าประมาณ 0.5 แอมแปร์ ซึ่งในช่วงนี้เป็นช่วงหลังเลิกงานของผู้คน การสัญจรบนท้องถนนค่อนข้างคับคั่ง ดังนั้นในช่วงเวลานี้จึงมีการสั่งให้ชุดคอนโทรลไฟถนนเปิดโคมให้สว่าง ซึ่งสังเกตได้ว่าในช่วงเวลานี้กระแสโหลดจะสูงสุด หลังจาก 22.00 น. โคมไฟจะลดความสว่างลงอย่างอัตโนมัติ ซึ่งจะสังเกตเห็นได้จากโหลดดิ่งกระแสลดลง และในช่วง 2.00 น. – 5.00 น. จะลดความสว่างของโคมลงอีกเพื่อประหยัดพลังงาน สังเกตได้จากกระแสในช่วงนี้จะต่ำที่สุด หลังจาก 5.00 น. ผู้คนเริ่มออกมาทำงาน ชุดควบคุมไฟถนนจะสั่งให้เพิ่มความสว่างอย่างอัตโนมัติ ซึ่งความสว่างจะเท่ากับช่วง 18.00 น. -22.00 น. เพื่อความปลอดภัยของผู้คนที่สัญจรทั้งทางเท้าและบนท้องถนน สังเกตได้จากกราฟว่าในช่วงนี้กระแสที่โหลดจะกลับไปเท่ากับในช่วงเวลา 18.00 น. - 22.00 น



รูปที่ 4.23 ความสัมพันธ์ของพลังงานที่โหลดใช้เทียบกับเวลา

จากรูปที่ 4.23 จะสังเกตได้ว่า ช่วงเวลา 18.00 น. – 22.00 น. ปริมาณการใช้พลังงานของโหลดมีอัตราที่เพิ่มขึ้นมากที่สุดและการใช้พลังงานจะลดลงเมื่อมีการลดความสว่างโคมที่เวลา 22.00 น. – 2.00 น. ที่เวลา 2.00 น. - 5.00 น. อัตราการใช้พลังงานของโหลดจะเพิ่มขึ้นต่ำสุดเนื่องจากมีการลดความสว่างโคมลงถึง 70% หลังจากเวลา 5.00 น. จะเพิ่มความสว่างโคมทำให้อัตราการใช้พลังงานในช่วง 5.00 น. – 6.00 น. เพิ่มสูงขึ้น

- ค่าตัวประกอบกำลังของระบบ

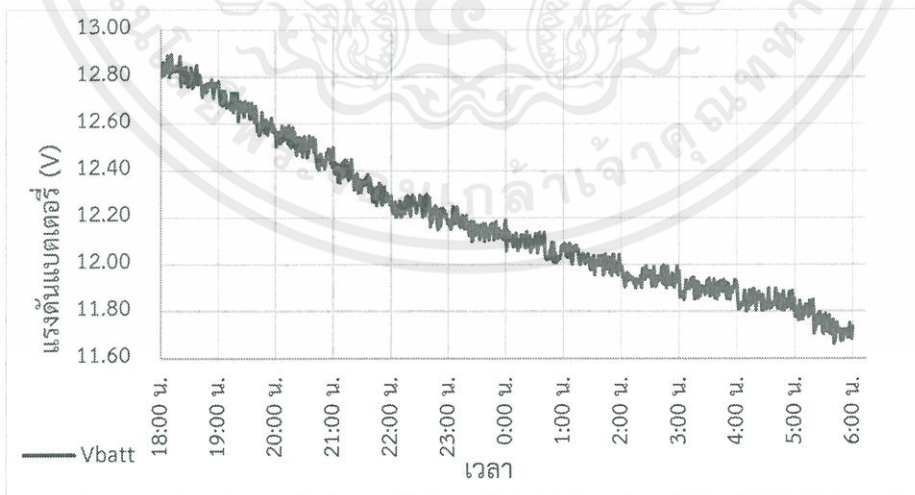


รูปที่ 4.24 ความสัมพันธ์ของค่าตัวประกอบกำลังเทียบกับเวลา

จากรูปที่ 4.24 จะสังเกตได้ว่า ช่วงเวลา 18.00 น. – 22.00 น. ค่าตัวประกอบกำลังจะสูงสุดอยู่ที่ประมาณ 0.99 เนื่องจากชุดควบคุมไฟถนนทำการเซตความสว่างของโคมไฟไว้สูง เนื่องจากช่วงเวลานี้มีการสัญจรบนท้องถนนหนาแน่น ทำให้ระบบทำงานควบคุมไปกับโหลดได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ หลังจากที่มีการลดความสว่างของโคมไฟลงทำให้ประสิทธิภาพลดลง ซึ่งในช่วง 2.00 น. – 5.00 น. ค่าตัวประกอบกำลังจะต่ำสุดอยู่ที่ประมาณ 0.5 เนื่องจากลดความสว่างของโคมลงทำให้โคมมีประสิทธิภาพลดลง

#### 4.6.2.2 การวิเคราะห์พฤติกรรมที่แบตเตอรี่

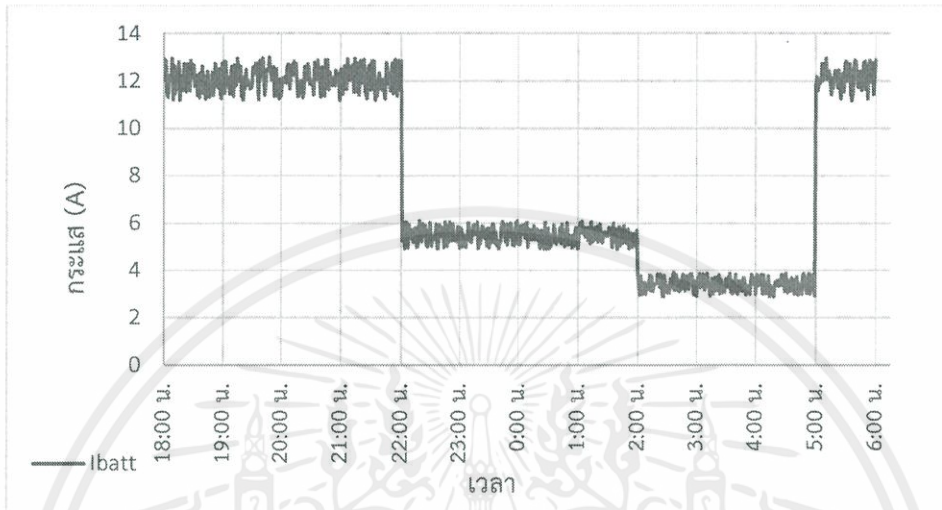
- แรงดันไฟฟ้าที่แบตเตอรี่



รูปที่ 4.25 ความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้าที่แบตเตอรี่เทียบกับเวลา

จากรูปที่ 4.25 จะสังเกตได้ว่า ช่วงเวลา 18.00 น. – 22.00 น. และ 5.00 น. -6.00 น. ความชันของกราฟมีอัตราการลดลงสูงสุด เนื่องจากช่วงเวลานี้โคมไฟมีความสว่างสูงที่สุดทำให้แรงดันของแบตเตอรี่มีอัตราการลดลงสูงเมื่อเทียบกับช่วงเวลา 22.00 น. – 2.00 น. และ 2.00 น. – 5.00 น.

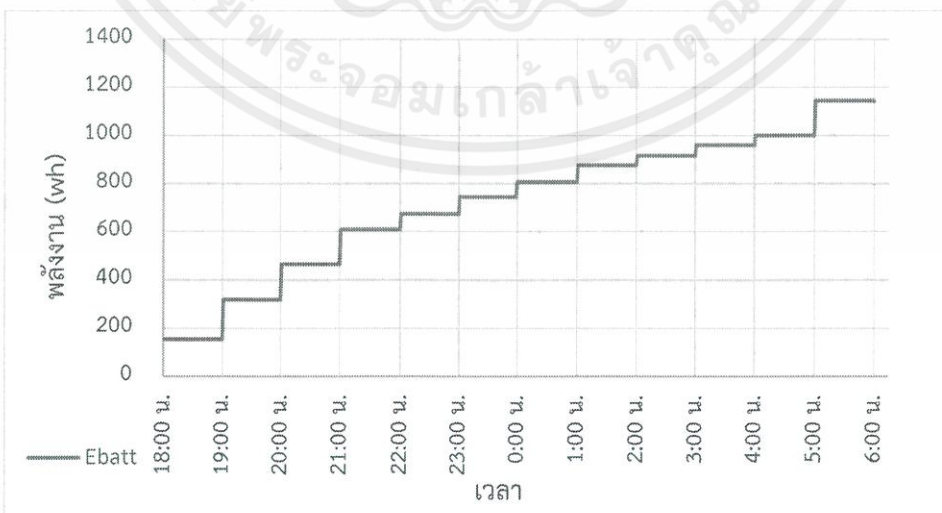
● กระแสไฟฟ้าที่แบตเตอรี่ขณะจ่ายโหลด



รูปที่ 4.26 ความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าที่แบตเตอรี่ขณะจ่ายโหลดเทียบกับเวลา

จากรูปที่ 4.26 จะสังเกตได้ว่า ช่วงเวลาที่โคมเปิดไฟสว่างที่สุดคือ 18.00 น. – 22.00 น. ซึ่งช่วงนี้จะโหลดจะดึงกระแสจากแบตเตอรี่สูงถึง 12 แอมแปร์ซึ่งจะสัมพันธ์กับรูปที่ 4.18 ที่ในช่วงเวลานี้แรงดันแบตเตอรี่จะมีอัตราการลดลงที่สูง ซึ่งหลังจาก 22.00 น. จะมีการลดความสว่างโคมเพื่อประหยัดพลังงานในช่วงที่ผู้คนสัญจรบนท้องถนนน้อย ทำให้โหลดดึงกระแสลดลง และในเวลา 5.00 น. ชุดควบคุมโคมไฟจะเพิ่มความสว่างของโคมทำให้โหลดมีการดึงกระแสที่สูงเช่นเดียวกับเวลา 18.00 น.

● แรงดันไฟฟ้าที่แบตเตอรี่



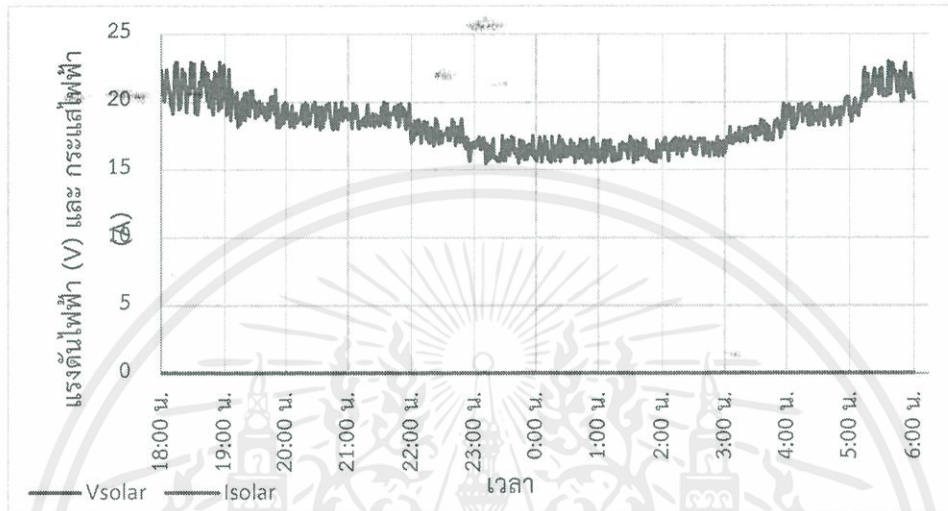
รูปที่ 4.27 ความสัมพันธ์ของพลังงานที่แบตเตอรี่ใช้ในการจ่ายโหลดเทียบกับเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.27 จะสังเกตได้ว่า แบตเตอรี่มีอัตราการใช้พลังงานที่เพิ่มสูงขึ้นซึ่งจะสูงสุดในช่วงที่เปิดโคมสว่างสุดคือ 18.00 น. – 22.00 น. และ 5.00 น. – 6.00 น. และชุดควบคุมจะปรับลดความสว่างลงเพื่อประหยัดพลังงานในช่วง 22.00 น. – 2.00 น. และช่วง 2.00 น. – 5.00 น.

#### 4.6.2.3 การวิเคราะห์พฤติกรรมที่โซล่าเซลล์

- แรงดันไฟฟ้าที่แบตเตอรี่



รูปที่ 4.28 ความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าเทียบกับเวลา

จากรูปที่ 4.28 จะสังเกตได้ว่า แรงดันไฟฟ้ามีแนวโน้มเป็นรูปประฆังคว่ำเนื่องจากแรงดันของโซล่าเซลล์ขึ้นอยู่กับปริมาณแสงแดดที่ส่องลงบนแผง และกระแสไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ก็จะแปรผันตรงกับแรงดันด้วย ทำให้โซล่าเซลล์ผลิตกระแสไฟฟ้าที่ต่ำในช่วงกลางคืน

## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลอง

#### 5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองในบทที่ 4 สามารถสรุปผลการทดลองได้ว่า ผู้ควบคุมระบบส่องสว่างอัจฉริยะ ที่ได้ออกแบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ทั้งในด้าน การวัดค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าและการทำงานตามสภาวะหรือเงื่อนไขต่าง ๆ เช่น ฝนฟ้าอากาศ, อุณหภูมิ, เวลา, ความจุของแบตเตอรี่ และ เมื่อเกิดเหตุไฟฟ้าขัดข้อง หรือ มีการซ่อมแซมระบบส่องสว่าง เรายังสามารถ สลับแหล่งพลังงานจากแบตเตอรี่ไปเป็นพลังงานจากการไฟฟ้าได้เพื่อความปลอดภัยในการตรวจสอบ ดูแล ซ่อมแซมระบบส่องสว่างได้อีกด้วย อีกทั้ง ผู้ควบคุมระบบส่องสว่างอัจฉริยะ ยังสามารถแสดงค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าที่สำคัญแบบเรียลไทม์ผ่านจอแอลซีดี ได้ถูกต้องแม่นยำและ ส่งค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าที่สำคัญเหล่านี้ผ่านเครือข่ายไร้สายเข้าสู่ Cloud Storage ซึ่งจะช่วยให้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างสะดวกผ่านทางคอมพิวเตอร์และแอปพลิเคชันทางโทรศัพท์มือถือ

#### 5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ผู้ควบคุมระบบส่องสว่างอัจฉริยะ ถูกออกแบบส่งค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าที่สำคัญผ่านเครือข่ายไร้สายดังนั้นจึงต้องติดตั้งผู้ควบคุมในบริเวณที่มีสัญญาณอินเทอร์เน็ตที่เสถียร หากสัญญาณอินเทอร์เน็ตขัดข้องระบบส่องสว่างยังสามารถทำงานได้อย่างปกติ เพียงแต่จะไม่สามารถส่งค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งเราสามารถดูค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าแบบเรียลไทม์ผ่านทางจอแอลซีดีหน้าผู้ควบคุมทดแทนได้

2. ผู้ควบคุมระบบส่องสว่างอัจฉริยะ ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นพลังงานทดแทนเป็นพลังงานหลัก ดังนั้น จะต้องคำนึงถึงบริเวณที่จะนำแผงโซลาร์เซลล์ไปติดตั้งด้วย เพื่อการประจุกแบตเตอรี่ได้อย่างมีประสิทธิภาพและจ่ายพลังงานได้อย่างต่อเนื่อง 12 ชั่วโมง

#### 5.3 การนำเอาผู้ควบคุมระบบส่องสว่างอัจฉริยะไปติดตั้งจริง

จากการนำเอา ผู้ควบคุมระบบส่องสว่างอัจฉริยะ ไปติดตั้งจริง เพื่อให้ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด คณะผู้จัดทำคำนึงถึงปัจจัยและเงื่อนไขในการติดตั้ง ดังนี้

1. ตำแหน่งที่เหมาะสมของการติดตั้ง ผู้ควบคุมระบบส่องสว่างอัจฉริยะ และ โซลาร์เซลล์
2. ติดตั้งในบริเวณที่มีสัญญาณอินเทอร์เน็ตเสถียรและต่อเนื่อง

พบว่า ผู้ควบคุมระบบส่องสว่างอัจฉริยะ สามารถทำงานตามเงื่อนไข ได้อย่างถูกต้อง แสดงแนวโน้มและวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้พลังงานของระบบส่องสว่างได้อย่างมีประสิทธิภาพ และ ลดค่าไฟฟ้าได้ เพราะ ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นพลังงานทดแทนเป็นพลังงานหลัก อีกทั้งยัง สามารถ

ตรวจสอบสถานการณ์ทำงานของระบบ การใช้พลังงาน และตัวแปรพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าผ่าน  
เครือข่ายแบบเรียลไทม์ได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

#### 5.4 การต่อยอดในอนาคต

1. โดยข้อจำกัดทางด้าน เวลา ทำให้การทดสอบ ผู้ควบคุมระบบส่องสว่างอัจฉริยะ  
ทดสอบในเวลาที่ยากัด ซึ่งควรจะทดสอบและเก็บผลดูแนวโน้มและความเสถียรของระบบ 3 เดือนขึ้นไป
2. เพิ่มการวัดตัวแปรพารามิเตอร์ที่สำคัญทางไฟฟ้าอย่าง THD<sub>v</sub> เพื่อดูคุณภาพไฟฟ้าของ  
ระบบ
3. เพิ่มฟังก์ชันการทำงานให้ ผู้ควบคุมระบบส่องสว่างอัจฉริยะ ฉลาดยิ่งขึ้น เช่น วัด  
คุณภาพอากาศ การตรวจจับฝุ่น PM 2.5 ในบริเวณท้องถนน และตรวจจับบริเวณที่มีการเกิดฟ้าผ่า  
 เป็นต้น



## เอกสารอ้างอิง

- [1] Fares S. El-Faouri, Munther Sharaiha, Daoud Bargouth, and Ayman Faza., “A Smart Street Lighting System Using Solar Energy”, 2017 International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICEI)., P 509-512, 2017
- [2] Mokhtar Ali ; Mohamed Orabi ; Emad Abdelkarim ; Jaber A. Abu Qahouq ; Abdelali El Aroudi., “Design and development of energy-free solar street LED light system”, 2011 IEEE PES Conference on Innovative Smart Grid Technologies - Middle East., P 1 – 7, 2011
- [3] Deepak K Srivatsa, Preethi B, Parinitha R, Sumana G, A. Kumar., “Smart Street Lights”, 2013 Texas Instruments India Educators' Conference., P 103 – 106, 2013
- [4] Aziera Abdullah, Siti Hajar Yusoff\*, Syasya Azra Zaini, Nur Shahida Midi, Sarah Yasmin Mohamad., “Smart Street Light Using Intensity Controller”, 2018 7th International Conference on Computer and Communication Engineering (ICCCE)., P 1 – 5, 2018
- [5] Ming Hwa Sheu ; Li Hung Chang ; Shih Chang Hsia ; Chi-Chia Sun., “Intelligent System Design for Variable Color Temperature LED Street Light”, 2016 IEEE International Conference on Consumer Electronics-Taiwan (ICCE-TW)., P 1 – 2, 2016
- [6] P. V. Manitha ; Sudharsan S. Anandaraman ; K. Manikumar ; K. Aswathaman., “Design and Development of Enhanced Road Safety Mechanism using Smart Roads and Energy Optimized Solar Street Lights”, 2017 International Conference on Energy, Communication, Data Analytics and Soft Computing (ICECDS)., P 1650-1654, 2017
- [7] Milena F. Pinto ; Thiago R. F. Mendonça ; Carlos A. Duque ; Henrique A. C. Braga., “Street Lighting System for Power Quality Monitoring and Energy-Efficient Illumination Control”, 2016 IEEE 25th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE)., P 34 – 39, 2016
- [8] Peter Janiga ; Dionyz Gasparovsky ; Lukas Lipnicky ; Dragan Minovski., “Reactive Power in Street Lighting Network and Relation with Smart Metering in Slovakia”, 2018 19th International Scientific Conference on Electric Power Engineering (EPE)., P 1 – 4, 2018

## เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- [9] Nabil Ouerhani, Nuria Pazos, Marco Aeberli, Michael Muller., “IoT-Based Dynamic Street Light Control for Smart Cities Use Cases”, 2016 International Symposium on Networks, Computers and Communications (ISNCC)., P 1 – 5, 2016
- [10] Maheshkumar Narsayya Bhairi ; Shubhangi Shital Kangle ; Manohar Suresh Edake ; Bhaskar Shivraj Madgundi ; V. B. Bhosale., “Design and Implementation of Smart Solar LED Street Light”, 2017 International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICEI)., P 509 – 512, 2017
- [11] Rifki Muhendra ; Yudha Hamdi Arzi., “Development of street lights controller using wifi mesh network”., 2017 International Conference on Smart Cities, Automation & Intelligent Computing Systems (ICON-SONICS)., P 105 – 109, 2017





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



๒๕๖๕

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ระบบโครงข่ายไฟถนนอัจฉริยะ ส่วนที่ 2 การออกแบบชุดควบคุม

### A Smart Solar Street Lighting Network Part 2: Smart Communication and Controller

ธิดิพย์ เกียรติโพธิ์เวช<sup>1</sup> ชีรัช จรัสสิริญญาวงศ์<sup>2</sup> พลวุฒิ คำฝอย<sup>3</sup> และ ภรภัทร เล็กตระกูล<sup>4</sup>

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1 ซอย ฉลองกรุง 1 ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 โทรศัพท์ 02-329-8000 ต่อ 3925

#### บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบชุดควบคุมไฟถนนระบบโครงข่ายไฟถนนอัจฉริยะ โดยใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นตัวประมวลผลและควบคุมการทำงานของไฟถนน โดยควบคุมระบบให้ทำงานภายใต้เงื่อนไขต่างๆอย่างอัตโนมัติ เช่น ลดการใช้พลังงานโดยลดความสว่างของโคม เปิด - ปิด โคมไฟถนนแอลอีดีตามสภาพแวดล้อม และเลือกสลับแหล่งพลังงานอัตโนมัติ ซึ่งชุดควบคุมไฟถนนจะวัดค่าตัวแปรพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าและพารามิเตอร์ที่สำคัญอื่น ๆ พร้อมแสดงผลผ่านหน้าจอแสดงผลหน้าตู้ควบคุมและส่งค่าพารามิเตอร์ผ่านเครือข่ายออนไลน์ไร้สายไปที่เครือข่ายจัดการข้อมูลแบบออนไลน์ เพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบสถานการณ์การทำงาน การดูแลซ่อมบำรุง วิเคราะห์และตัดสินใจการทำงานได้โดยอัตโนมัติ จากกรณีทดลองนำชุดควบคุมไปถนนไปใช้งานร่วมกับโคมไฟถนนแอลอีดีและระบบบริหารจัดการแบบรวมศูนย์ พบว่า ชุดควบคุมไฟถนนสามารถควบคุมไฟถนนได้ ตามเงื่อนไขต่างๆ ที่ออกแบบไว้และสามารถแก้ปัญหาของไฟถนนแบบดั้งเดิมที่ไม่สามารถควบคุมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### Abstract

This thesis aims to design A Smart Solar Street Lighting Network using a microcontroller. Is a processor and control of street lighting By controlling the system to work under various conditions automatically, such as reducing energy consumption by reducing the brightness of the lamp, turn on - off the LED street lamp according to the environment And choose to switch the automatic power source Which the street light control unit will measure the variable parameters, electrical parameters and other important parameters, along with displaying data through the control panel display screen and sending parameters via wireless online network to the online data management network To make it easier to check the work situation Maintenance Automatic analysis and decision making From the experiment to bring the control unit to the road to use with LED street lamp and centralized management system, it was found that the street light control unit could control the street light. According to various conditions Designed and able to solve the problems of traditional street lights that cannot be effectively controlled

#### 1.บทนำ

โครงงานนี้มีแนวคิดที่จะออกแบบระบบควบคุมไฟถนนให้มีความฉลาด ที่มีการวัดค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าที่เป็นข้อมูลจริงในการใช้งานได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์แนวโน้มการใช้พลังงาน พร้อมแสดงผลการวัด ผ่านหน้าจอแสดงผลที่หน้าตู้ควบคุม เพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบสถานการณ์การทำงาน การดูแลและการซ่อมบำรุง อีกทั้งยังสามารถวิเคราะห์และตัดสินใจการทำงานได้โดยอัตโนมัติ เช่น การเปิดปิดแบบอัตโนมัติตามเวลาที่ตั้งไว้ การเปิดปิดตามปริมาณแสงที่กำหนด การลดระดับความสว่างไฟถนนตามช่วงเวลาที่มีความต้องการใช้ไฟน้อย และอีกหน้าที่หนึ่งคือสามารถส่งข้อมูลการวัดและการวิเคราะห์ผลต่างๆ ให้กับส่วนบริหารจัดการข้อมูลของระบบ

#### 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

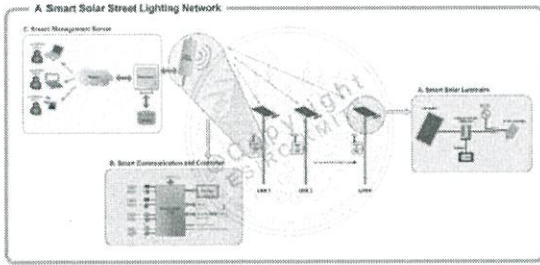
##### การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษการวัดค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าและแสงสว่างของระบบส่องสว่างไฟถนน [1], [2] และการส่งค่าผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อนำค่าไปวิเคราะห์ เนื่องจาก ระบบส่องสว่างยุคก่อนส่วนมากเป็นการติดตั้งแบบแยกโคด (Standalone) ทำให้การตรวจเช็คและการตรวจสอบซ่อมบำรุงทำได้ยาก จึงได้มีการนำเอาระบบตรวจวัด (Monitoring) และระบบเครือข่าย (Network) มาใช้ร่วมกันด้วย [3], [4] ทำให้การตรวจเช็คสถานะและควบคุมการทำงานของระบบทำได้ง่ายขึ้น สามารถทำได้ผ่านคอมพิวเตอร์หรือแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน และมีการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าอย่างอัตโนมัติ ทำให้ลดเวลาการตรวจเช็ค ซ่อมบำรุง อีกทั้งยังทำให้เสถียรภาพและประสิทธิภาพของระบบส่องสว่างมากขึ้น

#### 3.การออกแบบและการสร้างวงจร

##### 3.1 ภาพรวมของระบบโครงข่ายไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะ

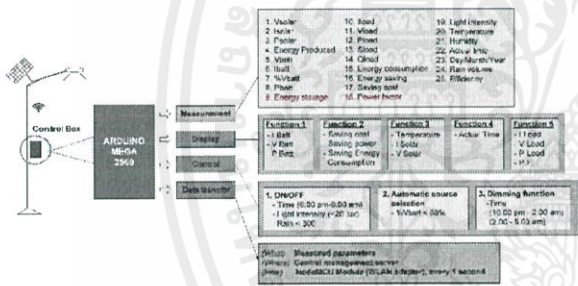
ระบบโครงข่ายไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะ หมายถึงโครงข่ายของชุดอุปกรณ์ไฟถนนที่จะออกแบบขึ้นให้ทำงานร่วมกันผ่านเครือข่ายไร้สาย โดยสามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติ เป็นการทำงานร่วมกันระหว่างระบบไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์ ชุดควบคุมการทำงาน และการบริหารจัดการข้อมูลต่างๆ ได้อย่างเป็นระบบ โดยแสดงภาพรวมทั้งระบบได้ในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ภาพรวมของระบบไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะ

3.2 แนวคิดการออกแบบชุดควบคุม

หน้าที่หลักในการทำงานของชุดควบคุมที่นำเสนอมี 4 ประเด็นย่อย คือ (1) การควบคุมการทำงานและการใช้พลังงานของโคมไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์ให้ทำงานโดยอัตโนมัติ (2) การวัดค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าที่สำคัญเพื่อประมวลผล และบันทึกข้อมูลที่เป็นประโยชน์ (3) การแสดงผลการวัด การวิเคราะห์ ผ่านทางหน้าจอแสดงผลที่แต่ละตู้ควบคุม และ (4) การรับคำสั่งจากส่วนบริหารจัดการข้อมูล เพื่อส่งต่อการทำงานให้กับโคมไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์ รวมไปถึงการส่งข้อมูลการวัด และการวิเคราะห์ให้กับส่วนบริหารจัดการข้อมูลของระบบ ผ่านทางเครือข่ายสื่อสารไร้สายต่อไปด้วย

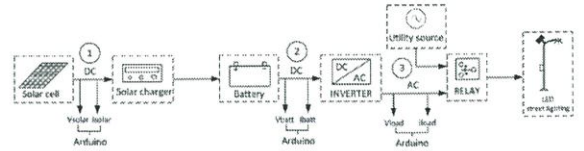


รูปที่ 3 ภาพรวมของการออกแบบส่วนควบคุม

3.3 ส่วนการวัดพารามิเตอร์

พารามิเตอร์ที่มีทั้งหมด 25 พารามิเตอร์ แบ่งเป็น พารามิเตอร์ที่ได้จากการวัดทั้งหมด 6 พารามิเตอร์ ได้แก่ แรงดัน ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า พารามิเตอร์ที่ต้องคำนวณจากค่าที่วัดมาทั้งหมด 13 พารามิเตอร์ เช่น พลังงานไฟฟ้า, กำลังไฟฟ้า, กำลังไฟฟ้าจริง, ความจุแบตเตอรี่, ค่าตัวประกอบกำลังและค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ เป็นต้น นอกจากนี้พารามิเตอร์ทางไฟฟ้าแล้วยังมีพารามิเตอร์อื่นๆ ที่เกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมใช้งาน เช่น อุณหภูมิภายในตู้ควบคุม, ความเข้มแสง, ปริมาณน้ำฝน, ความชื้น, วัน/เดือน/ปี และเวลาปัจจุบัน การวัดค่าพลังงานไฟฟ้าจะวัดจาก 3 จุดสำคัญ คือ 1) วัดฝั่งขาออกของเซลล์แสงอาทิตย์ 2) วัดจากแบตเตอรี่ 3) วัดฝั่งขาออกจากอินเวอร์เตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 4 โดยการวัดพลังงานไฟฟ้า จะแบ่งเป็น กระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าโดยวัดทั้ง

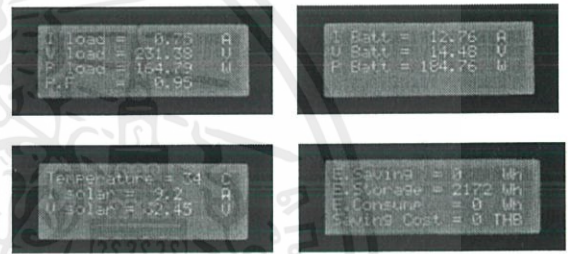
กระแสตรงและกระแสสลับ (AC, DC) โดยใช้โมดูลในการวัดและใช้วงจรแบ่งแรงดัน



รูปที่ 4 ตำแหน่งวัดพลังงานไฟฟ้าของระบบโคมไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์

3.4 ส่วนการแสดงผลบนหน้าจอ LCD

การรับค่าอินพุตจะรับจากโมดูลและเซ็นเซอร์ต่างๆ เข้าบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ และเขียนคำสั่งในบอร์ดให้แสดงค่าผ่านทางจอ LCD ดังในรูปที่ 5



รูปที่ 5 ส่วนการแสดงผลบนหน้าจอ LCD

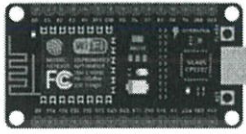
3.5 เงื่อนไขการทำงานของชุดควบคุมโคมไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์

การออกแบบชุดควบคุมจะต้องสามารถวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้อย่างแม่นยำ และใช้พารามิเตอร์ต่างๆ เหล่านั้นในการควบคุมการทำงานของโคมไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์ และพารามิเตอร์ทุกตัวที่ได้จากการวัดในระบบ จะถูกส่งค่าไปยังเครือข่ายไร้สาย โดยพารามิเตอร์ ความจุแบตเตอรี่ จะถูกใช้เป็นเงื่อนไขในการเลือกแหล่งพลังงานแบบอัตโนมัติระหว่างพลังงานระบบของการไฟฟ้ากับระบบพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ โดยเมื่อค่าความจุแบตเตอรี่ มีค่าน้อยกว่าที่กำหนด ระบบควบคุมจะส่งปลดวงจรทางด้านพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์มาเป็นพลังงานระบบของการไฟฟ้าแทน ถ้าค่าความจุแบตเตอรี่ถึงค่าที่กำหนด ระบบควบคุมจะเลือกมาใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ตามเดิม

นอกจากนี้ยังใช้ตัวแปรเวลา, ความเข้มแสง (หน่วย lux) และปริมาณน้ำฝน โดยระบบจะสั่งให้โคมไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์ ทำงานช่วงเวลา 18.00 น. ถึง 6.00 น. โดยช่วงที่ความสว่างไม่เพียงพอ เช่น ฟ้ามืด ก่อนกำหนดและช่วงเวลาฝนตก ระบบควบคุมจะสั่งให้โคมไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์ทำงาน และในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟน้อยระบบควบคุมจะปรับลดความสว่างของแสงที่ออกจากโคมไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อประหยัดพลังงาน

3.6 ส่วนการออกแบบการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายไร้สาย

อุปกรณ์ที่ใช้ในการสื่อสารนั้นจะใช้ NodeMCU (ESP8266) เป็น WLAN Adapter และยังสามารถเป็น Access point ในตัว ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่สามารถทำงานร่วมกับโมโครคอนโทรลเลอร์ได้



รูปที่ 7 ส่วนการออกแบบการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายไร้สาย

3.7 การเลือกแหล่งพลังงานแบบอัตโนมัติ

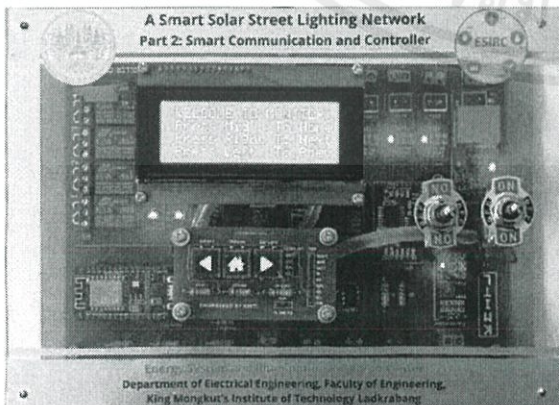
การเลือกแหล่งพลังงานแบบอัตโนมัติ ใช้ Relay module 10 A 250V Active High ใช้ไฟเลี้ยงโมดูล 5 V ทำงานแบบ Active High คือ ต้องส่งสัญญาณดิจิทัลขา IN ของโมดูล เป็น 1 โมดูลถึงเริ่มทำงาน โดยเปลี่ยนสถานะจาก NC ไป NO ทางฝั่งเอาต์พุตของ โมดูลรีเลย์ การทำงานจะทำหน้าที่คล้ายสวิตช์แต่ควบคุมด้วยสัญญาณดิจิทัล ซึ่งในการทำงานจะแบ่งเป็นรีเลย์ 2 ตัว ซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกันโดย

Relay 1 จะทำหน้าที่เลือกแหล่งพลังงานแบบอัตโนมัติระหว่างพลังงานระบบของการไฟฟ้ากับระบบพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ โดยใช้เงื่อนไข ความจุแบตเตอรี่ และกรณีที่ต้องการซ่อมบำรุงยังสามารถควบคุมการสับเปลี่ยนพลังงานผ่านสวิตช์

Relay 2 จะทำหน้าที่ เปิด/ปิด โคมไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์ตามเงื่อนไขความเข้มแสง, สภาวะฝนตก และเวลา 18.00-6.00 น. ในกรณีที่ความต้องการซ่อมบำรุงสามารถเปิด/ปิด โคมไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์ผ่านสวิตช์

3.8 ชิ้นงานต้นแบบ

หลังจากการออกแบบวงจร PCB ด้วยโปรแกรม Altium Design ก็ทำการผนวกรวมทุกชิ้นงานทุกส่วนเข้าเป็นส่วนเดียวกันกลายเป็นชิ้นงานต้นแบบตามรูปที่ 8



รูปที่ 8 ชิ้นงานต้นแบบ

4. การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การวัดค่าความถูกต้องของตัวแปรพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ

V <sub>REF</sub> (V)	V <sub>AC</sub> (V)			V <sub>AVG</sub> (V)	%Error
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
50	49.82	49.86	49.84	49.84	0.32
100	99.52	99.43	99.49	99.48	0.52
150	149.01	148.88	148.98	148.96	0.69
200	198.98	198.95	198.94	198.96	0.52
250	248.86	248.96	248.92	248.91	0.43

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ

โหลดไฟ (W)	I <sub>REF</sub> (A)	I <sub>AC</sub> (A)			I <sub>AVG</sub> (A)	%Error
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
100	0.78	0.82	0.80	0.79	0.80	-2.56
200	1.13	1.15	1.12	1.13	1.13	0
300	1.51	1.58	1.56	1.52	1.55	-2.65
400	1.91	2.00	1.96	1.93	1.96	-2.62

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้ากระแสตรง

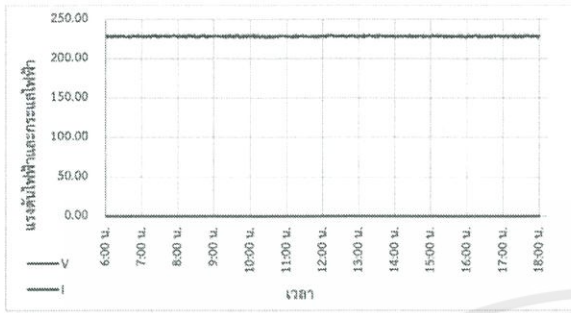
V <sub>REF</sub> (V)	V <sub>DC</sub> (V)			V <sub>AVG</sub> (V)	%Error
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
12	11.98	11.98	11.99	11.98	0.17
16	16.01	15.97	15.99	15.99	0.06
20	19.96	19.98	20.01	19.98	0.10
24	24.01	23.97	23.98	23.99	0.04
28	27.97	27.99	28.02	27.99	0.04
32	32.01	31.98	31.96	31.98	0.06

ตาราง 4 การเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้ากระแสตรง

โหลดไฟ (W)	I <sub>DC</sub> (A)	I <sub>DC</sub> (V)			I <sub>AVG</sub> (V)	%Error
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
100	0.15	0.14	0.15	0.14	0.14	4.44444
200	0.36	0.34	0.35	0.34	0.34333	4.63056
300	0.54	0.52	0.51	0.52	0.516	4.44444

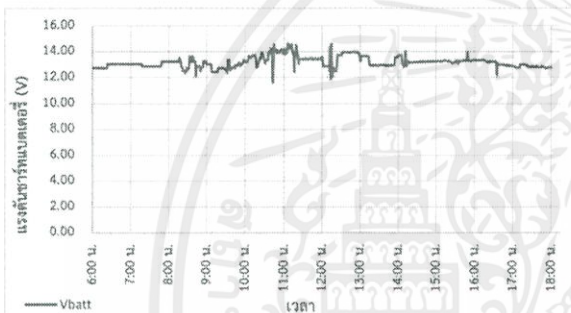
### 4.2 การวิเคราะห์พฤติกรรมช่วงไม่ได้จ่ายโหลด

#### ● การวิเคราะห์พฤติกรรมที่โหลด

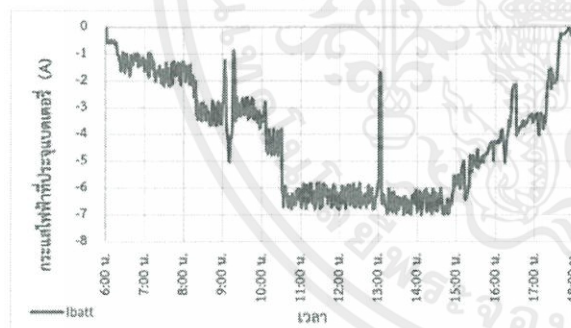


รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ของแรงดันและกระแสไฟฟ้าของโหลดเทียบกับเวลา

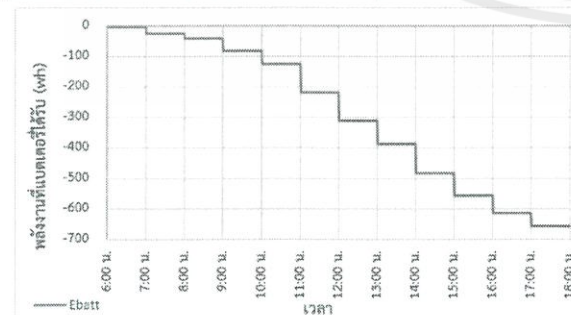
#### ● การวิเคราะห์พฤติกรรมที่ แบตเตอรี่



รูปที่ 9 ความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าประจุแบตเตอรี่เทียบกับเวลา

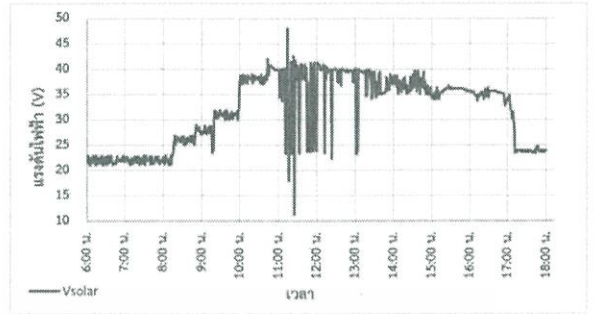


รูปที่ 10 ความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าประจุแบตเตอรี่เทียบกับเวลา

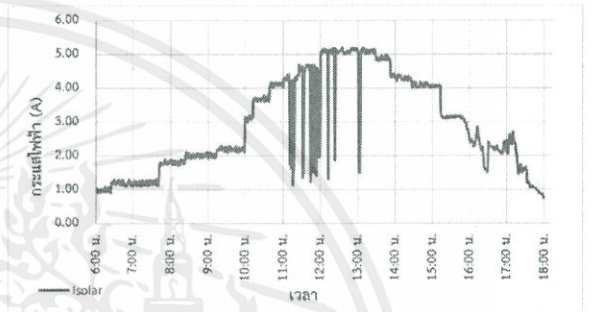


รูปที่ 11 ความสัมพันธ์ของพลังงานแบตเตอรี่เทียบกับเวลา

#### ● การวิเคราะห์พฤติกรรมที่โซล่าเซลล์



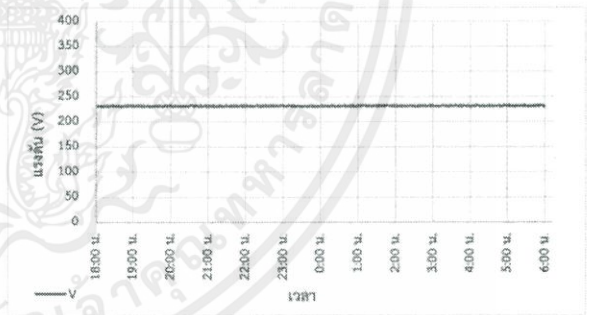
รูปที่ 12 ความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้าของโซล่าเซลล์เทียบกับเวลา



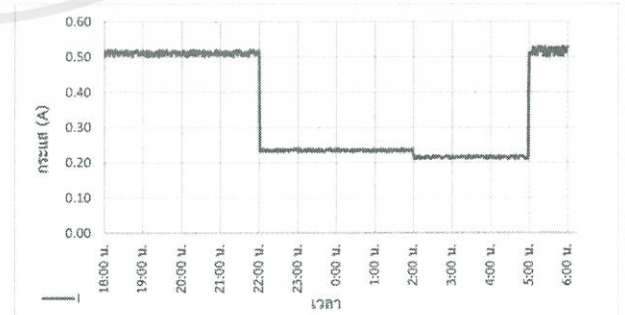
รูปที่ 13 ความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าของโซล่าเซลล์เทียบกับเวลา

### 4.3 การวิเคราะห์พฤติกรรมช่วงจ่ายโหลด

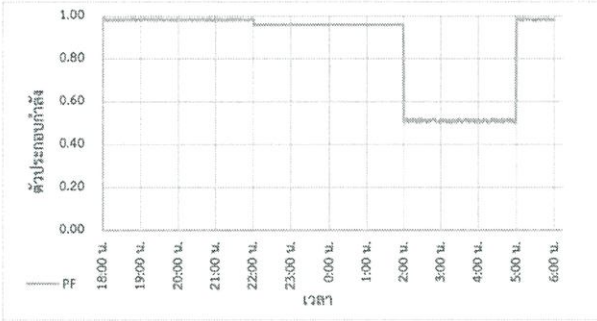
#### ● การวิเคราะห์พฤติกรรมที่โหลด



รูปที่ 14 ความสัมพันธ์ของแรงดัน โหลดเทียบกับเวลา

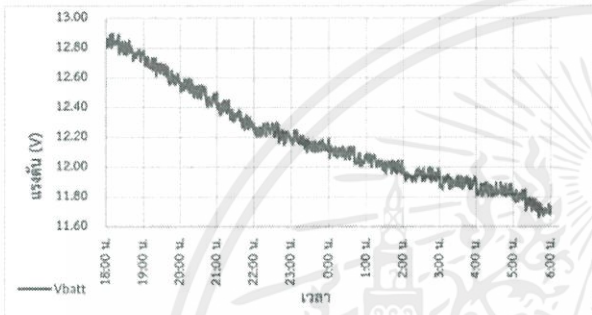


รูปที่ 15 ความสัมพันธ์ของแรงดัน โหลดเทียบกับเวลา

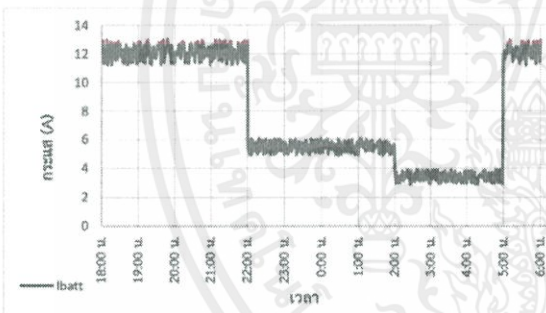


รูปที่ 16 ความสัมพันธ์ของค่าตัวประกอบกำลังเทียบกับเวลา

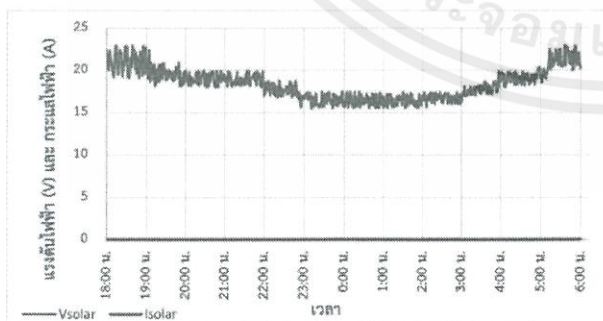
● การวิเคราะห์พฤติกรรมที่แบตเตอรี่



รูปที่ 17 ความสัมพันธ์ของแรงดันแบตเตอรี่เทียบกับเวลา



รูปที่ 18 ความสัมพันธ์ของกระแสแบตเตอรี่เทียบกับเวลา



รูปที่ 19 ความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าเทียบกับเวลา

5. สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองหัวข้อที่ 4 สามารถสรุปผลการทดลองได้ว่า ตัวควบคุมระบบส่องสว่างอัจฉริยะ ที่ได้ออกแบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ทั้งในด้าน การวัดค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าและการทำงานตามสภาวะหรือเงื่อนไขต่าง ๆ เช่น ฝนฟ้าอากาศ, อุณหภูมิ, เวลา, ความจุของแบตเตอรี่ และ เมื่อเกิดเหตุไฟฟ้าขัดข้อง หรือ มีการซ่อมแซมระบบส่องสว่าง เรายังสามารถ สลับแหล่งพลังงานจากแบตเตอรี่ไปเป็นพลังงานจากการไฟฟ้าได้เพื่อความปลอดภัยในการตรวจสอบ ดูแล ซ่อมแซมระบบส่องสว่างได้อีกด้วย อีกทั้ง ตัวควบคุมระบบส่องสว่างอัจฉริยะ ยังสามารถแสดงค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าที่สำคัญแบบเรียลไทม์ผ่านจอแอลซีดี ได้ถูกต้องแม่นยำและ ส่งค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าที่สำคัญเหล่านี้ผ่านเครือข่ายไร้สายเข้าสู่ Cloud Storage ซึ่งจะช่วยให้สามารถเข้าถึงข้อมูล ได้อย่างสะดวกผ่านทางคอมพิวเตอร์และแอปพลิเคชันทางโทรศัพท์มือถือ

6. กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยการช่วยเหลือจากหลายท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องขอขอบคุณ ผศ.ดร.เชาว์ ชมภูอินโหว และ ผศ.ดร.ชาย ชมภูอินโหว อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อโครงการมาโดยตลอด และได้กรุณาตรวจสอบแก้ไข ปริญญานิพนธ์จนสำเร็จเรียบร้อยเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

[1] Milena F. Pinto ; Thiago R. F. Mendonça ; Carlos A. Duque ; Henrique A. C. Braga., “Street Lighting System for Power Quality Monitoring and Energy-Efficient Illumination Control”, 2016 IEEE 25th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE)., P 34 – 39, 2016

[2] Peter Janiga ; Dionyz Gasparovsky ; Lukas Lipnicky ; Dragan Minovski., “Reactive Power in Street Lighting Network and Relation with Smart Metering in Slovakia”, 2018 19th International Scientific Conference on Electric Power Engineering (EPE)., P 1 – 4, 2018

[3] Nabil Ouerhani, Nuria Pazos, Marco Aeberli, Michael Muller., “IoT-Based Dynamic Street Light Control for Smart Cities Use Cases”, 2016 International Symposium on Networks, Computers and Communications (ISNCC)., P 1 – 5, 2016



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าช่วงไม่ได้จ่ายโหลด (6.00 น - 18.00 น)

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
6:00:00	229.4817	0.02963	0.135992	6.799609	6.798249	0.02	21.90042	1.052256	23.04485	12.72396	-0.25	-3.18099	-3.18099	23.04485	0.135992
6:01:00	227.7447	0.023083	0.105142	5.257107	5.256056	0.02	21.32637	1.004176	21.41542	12.78563	-0.02	-0.25571	-3.18099	23.04485	0.135992
6:02:00	227.0167	0.039349	0.178659	8.932949	8.931163	0.02	22.19771	1.003339	22.27184	12.77788	-0.5773	-7.37666	-3.18099	23.04485	0.135992
6:03:00	228.4365	0.028563	0.130495	6.524749	6.523444	0.02	21.15895	1.068584	22.61013	12.70533	-0.52141	-6.62464	-3.18099	23.04485	0.135992
6:04:00	228.4778	0.02965	0.135486	6.77432	6.772965	0.02	22.29179	1.074404	23.95039	12.73182	-0.54498	-6.93861	-3.18099	23.04485	0.135992
6:05:00	227.3274	0.035495	0.161382	8.069097	8.067483	0.02	22.88342	0.972988	22.2653	12.70456	-0.50562	-6.42367	-3.18099	23.04485	0.135992
6:06:00	227.8445	0.03718	0.169424	8.471216	8.469521	0.02	21.14621	0.993059	20.99943	12.71672	-0.57252	-7.28058	-3.18099	23.04485	0.135992
6:07:00	228.7116	0.035232	0.161161	8.058061	8.056449	0.02	21.3907	1.079857	23.09889	12.73233	-0.56555	-7.20082	-3.18099	23.04485	0.135992
6:08:00	227.8409	0.02428	0.11064	5.532019	5.530912	0.02	21.63198	0.956346	20.68765	12.71788	-0.52884	-6.72571	-3.18099	23.04485	0.135992
6:09:00	229.1669	0.025367	0.116266	5.813302	5.812139	0.02	22.36943	0.930542	20.8157	12.76049	-0.48	-6.12504	-3.18099	23.04485	0.135992
6:10:00	227.7881	0.026049	0.118672	5.933595	5.932408	0.02	22.62294	0.900659	20.37556	12.7693	-0.51257	-6.54516	-3.18099	23.04485	0.135992
6:11:00	227.6601	0.037549	0.170966	8.548299	8.546589	0.02	21.71948	1.023041	22.21992	12.78411	-0.52987	-6.77393	-3.18099	23.04485	0.135992
6:12:00	229.8191	0.037943	0.174402	8.720095	8.718351	0.02	21.40347	0.913726	19.55692	12.71924	-0.54372	-6.91572	-3.18099	23.04485	0.135992
6:13:00	228.5552	0.036771	0.168084	8.404216	8.402535	0.02	22.09386	1.039027	22.95613	12.79652	-0.49	-6.2703	-3.18099	23.04485	0.135992
6:14:00	228.7659	0.035615	0.162951	8.147561	8.145931	0.02	21.51159	0.929637	19.99797	12.71379	-0.54046	-6.87133	-3.18099	23.04485	0.135992
6:15:00	228.8277	0.023555	0.1078	5.390001	5.388923	0.02	22.90776	0.999196	22.88933	12.75057	-0.67	-8.54288	-3.18099	23.04485	0.135992
6:16:00	228.9921	0.035376	0.162016	8.100796	8.099176	0.02	21.92387	0.955208	20.94187	12.7405	-0.54218	-6.90758	-3.18099	23.04485	0.135992
6:17:00	228.4813	0.033425	0.152738	7.636896	7.635368	0.02	21.16911	0.979967	20.74502	12.72933	-0.78	-9.92888	-3.18099	23.04485	0.135992
6:18:00	229.4027	0.034984	0.160507	8.025374	8.023769	0.02	22.84932	0.962746	21.9981	12.73257	-1.01	-12.8599	-3.18099	23.04485	0.135992
6:19:00	229.2586	0.020709	0.094954	4.74771	4.74676	0.02	21.93427	1.069558	23.45998	12.71052	-1.03	-13.0918	-3.18099	23.04485	0.135992
6:20:00	229.5853	0.028211	0.129538	6.476891	6.475596	0.02	21.80876	0.929533	20.27196	12.76316	-1.08	-13.7842	-3.18099	23.04485	0.135992
6:21:00	229.481	0.031513	0.144633	7.231626	7.230179	0.02	22.56499	1.066935	24.07538	12.7931	-1.25	-15.9914	-3.18099	23.04485	0.135992
6:22:00	229.2242	0.027055	0.124033	6.201638	6.200398	0.02	21.56251	1.09553	23.62239	12.73537	-1.26	-16.0466	-3.18099	23.04485	0.135992
6:23:00	228.0781	0.033021	0.150626	7.5313	7.529794	0.02	21.84809	0.9028	19.72446	12.75899	-1.35508	-17.2894	-3.18099	23.04485	0.135992
6:24:00	227.849	0.021686	0.098823	4.94116	4.940171	0.02	22.8569	1.093084	24.98452	13.02768	-1.61355	-21.0208	-3.18099	23.04485	0.135992
6:25:00	229.8894	0.021222	0.097576	4.878796	4.87782	0.02	21.07226	1.251311	26.36796	13.06832	-1.1902	-15.5539	-3.18099	23.04485	0.135992

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
6:26:00	229.7771	0.029261	0.134468	6.723408	6.722063	0.02	21.3963	1.114143	23.83854	13.06014	-1.52923	-19.972	-3.18099	23.04485	0.135992
6:27:00	229.7455	0.03437	0.157926	7.896319	7.89474	0.02	21.46697	1.204841	25.86428	13.04745	-0.95041	-12.4005	-3.18099	23.04485	0.135992
6:28:00	229.9528	0.029055	0.133627	6.681327	6.67999	0.02	21.09987	1.240915	26.18314	13.04098	-1.68625	-21.9903	-3.18099	23.04485	0.135992
6:29:00	228.6106	0.036347	0.166185	8.309234	8.307572	0.02	22.77373	1.219513	27.77287	13.02269	-1.49806	-19.5087	-3.18099	23.04485	0.135992
6:30:00	229.5528	0.038416	0.176369	8.818463	8.8167	0.02	21.96546	1.122598	24.65838	13.0528	-1.19016	-15.5349	-3.18099	23.04485	0.135992
6:31:00	228.1021	0.035714	0.16293	8.146522	8.144893	0.02	21.78482	1.174054	25.57656	13.03285	-1.26155	-16.4416	-3.18099	23.04485	0.135992
6:32:00	228.6478	0.029898	0.136724	6.836199	6.834832	0.02	21.02478	1.226786	25.7929	13.03419	-1.86393	-24.2948	-3.18099	23.04485	0.135992
6:33:00	227.539	0.021325	0.097044	4.852207	4.851237	0.02	21.98231	1.106119	24.31505	13.055	-1.61402	-21.0711	-3.18099	23.04485	0.135992
6:34:00	229.2712	0.022163	0.101629	5.081438	5.080422	0.02	21.12829	1.119722	23.6578	13.04058	-1.7074	-22.2655	-3.18099	23.04485	0.135992
6:35:00	228.4522	0.024225	0.110683	5.534147	5.53304	0.02	21.62041	1.225523	26.49631	13.05521	-1.81191	-23.6549	-3.18099	23.04485	0.135992
6:36:00	227.4269	0.034647	0.157593	7.879661	7.878084	0.02	21.26626	1.238942	26.34767	13.05637	-1.55762	-20.3369	-3.18099	23.04485	0.135992
6:37:00	228.8286	0.023219	0.106262	5.313082	5.312019	0.02	22.22121	1.280727	28.45931	13.05741	-1.3107	-17.1144	-3.18099	23.04485	0.135992
6:38:00	229.7063	0.027583	0.126721	6.336034	6.334766	0.02	21.92516	1.179363	25.85771	13.05898	-1.66492	-21.7421	-3.18099	23.04485	0.135992
6:39:00	227.9412	0.023204	0.105785	5.289249	5.288191	0.02	21.52175	1.157703	24.9158	13.02766	-1.86825	-24.3389	-3.18099	23.04485	0.135992
6:40:00	228.0845	0.033802	0.154196	7.709804	7.708262	0.02	22.80893	1.138352	25.9646	13.0227	-1.51273	-19.6999	-3.18099	23.04485	0.135992
6:41:00	229.3969	0.03773	0.173103	8.655129	8.653397	0.02	21.60288	1.196934	25.85723	13.03666	-1.0731	-13.9896	-3.18099	23.04485	0.135992
6:42:00	229.9725	0.023774	0.109345	5.467257	5.466163	0.02	21.2383	1.283801	27.26575	13.03889	-0.99764	-13.0081	-3.18099	23.04485	0.135992
6:43:00	229.9325	0.020812	0.095706	4.785324	4.784367	0.02	21.89237	1.281078	28.04583	13.03652	-1.37521	-17.9279	-3.18099	23.04485	0.135992
6:44:00	227.1568	0.027333	0.124176	6.208814	6.207572	0.02	22.24699	1.201123	26.72138	13.06541	-1.16767	-15.2561	-3.18099	23.04485	0.135992
6:45:00	228.7319	0.037847	0.173135	8.656753	8.655021	0.02	22.18007	1.262194	27.99556	13.03169	-1.63583	-21.3176	-3.18099	23.04485	0.135992
6:46:00	229.6384	0.027455	0.126093	6.30467	6.303409	0.02	21.17107	1.265416	26.79022	13.04754	-1.58354	-20.6612	-3.18099	23.04485	0.135992
6:47:00	228.6765	0.034951	0.159849	7.992465	7.990866	0.02	21.47268	1.228383	26.37667	13.06268	-0.96224	-12.5694	-3.18099	23.04485	0.135992
6:48:00	229.8038	0.028779	0.13227	6.613498	6.612175	0.02	22.28416	1.271995	28.34534	13.04585	-1.58677	-20.7007	-3.18099	23.04485	0.135992
6:49:00	229.5701	0.022309	0.10243	5.121498	5.120474	0.02	21.84829	1.150927	25.14578	13.03915	-1.67521	-21.8434	-3.18099	23.04485	0.135992
6:50:00	229.0914	0.020817	0.095382	4.769102	4.768148	0.02	21.46187	1.223305	26.25442	13.04481	-0.95522	-12.4607	-3.18099	23.04485	0.135992
6:51:00	229.3566	0.030805	0.141305	7.065254	7.063841	0.02	22.18772	1.143637	25.3747	13.04569	-1.08218	-14.1177	-3.18099	23.04485	0.135992
6:52:00	229.2445	0.032539	0.14919	7.459487	7.457995	0.02	22.26224	1.243875	27.69144	13.02254	-1.81321	-23.6125	-3.18099	23.04485	0.135992
6:53:00	229.9003	0.030355	0.139572	6.97858	6.977184	0.02	22.44964	1.141721	25.63122	13.04555	-1.11306	-14.5204	-3.18099	23.04485	0.135992

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
6:54:00	228.4399	0.028487	0.130149	6.507467	6.506165	0.02	22.19567	1.217583	27.02507	13.03784	-1.36686	-17.8209	-3.18099	23.04485	0.135992
6:55:00	227.5095	0.032795	0.149223	7.461172	7.45968	0.02	22.7752	1.289375	29.36577	13.0642	-1.18053	-15.4226	-3.18099	23.04485	0.135992
6:56:00	229.9027	0.02088	0.096009	4.800445	4.799485	0.02	22.62409	1.18253	26.75368	13.06643	-1.00979	-13.1943	-3.18099	23.04485	0.135992
6:57:00	229.0753	0.029924	0.137098	6.854895	6.853524	0.02	22.7359	1.227401	27.90606	13.0394	-1.69437	-22.0936	-3.18099	23.04485	0.135992
6:58:00	227.0973	0.038319	0.174043	8.702158	8.700418	0.02	21.78118	1.270364	27.67003	13.06101	-1.33617	-17.4518	-3.18099	23.04485	0.135992
6:59:00	227.102	0.023126	0.105041	5.252053	5.251003	0.02	21.68822	1.236487	26.81719	13.0674	-1.88033	-24.5711	-3.18099	23.04485	0.135992
7:00:00	227.4153	0.034873	0.158613	7.930672	7.929086	0.02	22.0395	1.161149	25.59114	13.05392	-1.69461	-22.1213	-3.18099	23.04485	0.135992
7:01:00	227.6278	0.02283	0.103935	5.196753	5.195714	0.02	21.72927	1.152601	25.04519	13.05126	-1.23105	-16.0668	-25.3023	48.09003	0.239927
7:02:00	229.1769	0.028718	0.131632	6.58158	6.580263	0.02	22.01522	1.138091	25.05533	13.04917	-1.37118	-17.8927	-25.3023	48.09003	0.239927
7:03:00	229.0658	0.039017	0.178751	8.937546	8.935758	0.02	21.5418	1.231861	26.53651	13.02898	-1.44921	-18.8817	-25.3023	48.09003	0.239927
7:04:00	228.458	0.028475	0.130108	6.505405	6.504103	0.02	21.47486	1.213216	26.05364	13.0604	-1.7194	-22.456	-25.3023	48.09003	0.239927
7:05:00	229.3329	0.032938	0.151076	7.553812	7.552301	0.02	22.92259	1.216867	27.89375	13.02566	-1.38553	-18.0474	-25.3023	48.09003	0.239927
7:06:00	227.1786	0.034027	0.154603	7.730153	7.728606	0.02	21.13269	1.172095	24.76952	13.06753	-0.98733	-12.902	-25.3023	48.09003	0.239927
7:07:00	228.8465	0.029247	0.133861	6.693048	6.691709	0.02	21.81277	1.13786	24.81988	13.02129	-1.62813	-21.2003	-25.3023	48.09003	0.239927
7:08:00	227.5383	0.038911	0.177073	8.85366	8.851889	0.02	22.13286	1.16101	25.69647	13.05504	-0.98796	-12.8979	-25.3023	48.09003	0.239927
7:09:00	229.9326	0.034046	0.156566	7.828289	7.826723	0.02	22.80809	1.165408	26.58073	13.03496	-1.24363	-16.2106	-25.3023	48.09003	0.239927
7:10:00	229.2398	0.035491	0.162718	8.135919	8.134292	0.02	21.88418	1.127957	24.68442	13.06179	-1.70188	-22.2296	-25.3023	48.09003	0.239927
7:11:00	227.53	0.030037	0.136687	6.834348	6.832981	0.02	21.56853	1.204182	25.97244	13.04409	-0.99324	-12.9559	-25.3023	48.09003	0.239927
7:12:00	229.1265	0.029218	0.133894	6.694714	6.693375	0.02	22.46943	1.153544	25.91947	13.06094	-1.69868	-22.1863	-25.3023	48.09003	0.239927
7:13:00	227.2841	0.027172	0.123515	6.175746	6.17451	0.02	21.64305	1.169996	25.32227	13.05238	-1.52573	-19.9143	-25.3023	48.09003	0.239927
7:14:00	227.2305	0.039658	0.180231	9.011555	9.009753	0.02	21.81973	1.239935	27.05506	13.06024	-1.66681	-21.7689	-25.3023	48.09003	0.239927
7:15:00	227.3982	0.031654	0.143963	7.198141	7.196701	0.02	21.99101	1.27364	28.00863	13.04868	-1.81	-23.6181	-25.3023	48.09003	0.239927
7:16:00	229.8208	0.034028	0.156407	7.820329	7.818765	0.02	21.44277	1.230054	26.37576	13.05181	-1.87	-24.4069	-25.3023	48.09003	0.239927
7:17:00	228.1324	0.027427	0.125142	6.257091	6.255839	0.02	21.85324	1.19116	26.03071	13.02	-2.02	-26.3004	-25.3023	48.09003	0.239927
7:18:00	228.8719	0.022644	0.103649	5.182464	5.181427	0.02	21.9365	1.166594	25.59097	12.87	-1.83	-23.5521	-25.3023	48.09003	0.239927
7:19:00	228.5509	0.039674	0.181352	9.067596	9.065782	0.02	21.05215	1.179355	24.82795	12.87	-1.67	-21.4929	-25.3023	48.09003	0.239927
7:20:00	227.8235	0.039047	0.177917	8.89585	8.894071	0.02	22.91666	1.231617	28.22454	12.87	-1.62	-20.8494	-25.3023	48.09003	0.239927
7:21:00	227.278	0.02022	0.091909	4.595468	4.594549	0.02	21.3405	1.272274	27.15098	12.87	-1.69	-21.7503	-25.3023	48.09003	0.239927

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
7:22:00	228.6695	0.028746	0.131468	6.573392	6.572078	0.02	21.13067	1.251691	26.44907	12.87	-1.72	-22.1364	-25.3023	48.09003	0.239927
7:23:00	228.7084	0.03757	0.171851	8.592558	8.590839	0.02	21.15362	1.2979	27.4553	12.87	-1.45	-18.6615	-25.3023	48.09003	0.239927
7:24:00	229.6341	0.027987	0.128536	6.426789	6.425504	0.02	21.92561	1.20222	26.35941	12.87	-1.92463	-24.77	-25.3023	48.09003	0.239927
7:25:00	227.1497	0.036629	0.166406	8.320282	8.318618	0.02	22.13755	1.281334	28.3656	12.87	-2.11025	-27.1589	-25.3023	48.09003	0.239927
7:26:00	228.1311	0.036864	0.168196	8.409793	8.408111	0.02	21.78221	1.293968	28.18548	12.87	-1.74048	-22.4	-25.3023	48.09003	0.239927
7:27:00	227.9671	0.021742	0.099128	4.956415	4.955423	0.02	22.40412	1.126212	25.23178	12.87	-2.08405	-26.8217	-25.3023	48.09003	0.239927
7:28:00	227.2865	0.02391	0.108687	5.434375	5.433288	0.02	21.21488	1.193699	25.32419	12.87	-1.65375	-21.2838	-25.3023	48.09003	0.239927
7:29:00	229.2756	0.020172	0.092499	4.624969	4.624043	0.02	21.36585	1.256215	26.84011	12.87	-1.93637	-24.921	-25.3023	48.09003	0.239927
7:30:00	227.1547	0.026666	0.121147	6.057367	6.056156	0.02	22.95867	1.243058	28.53895	12.87	-1.4769	-19.0077	-25.3023	48.09003	0.239927
7:31:00	228.3209	0.027608	0.126069	6.303452	6.302191	0.02	21.65588	1.170766	25.35397	12.87	-1.72529	-22.2045	-25.3023	48.09003	0.239927
7:32:00	228.3098	0.032415	0.148012	7.400613	7.399133	0.02	22.12645	1.188533	26.29802	12.87	-1.37386	-17.6816	-25.3023	48.09003	0.239927
7:33:00	229.8922	0.027559	0.12671	6.335513	6.334245	0.02	22.40602	1.23008	27.5612	12.87	-1.79515	-23.1036	-25.3023	48.09003	0.239927
7:34:00	228.7101	0.03285	0.150262	7.513088	7.511586	0.02	22.78267	1.112994	25.35698	12.87	-1.29069	-16.6111	-25.3023	48.09003	0.239927
7:35:00	229.0804	0.027558	0.12626	6.313019	6.311756	0.02	22.61351	1.225499	27.71284	12.87	-1.87729	-24.1607	-25.3023	48.09003	0.239927
7:36:00	228.0582	0.038305	0.174717	8.735843	8.734095	0.02	21.57249	1.270774	27.41376	12.87	-2.11189	-27.18	-25.3023	48.09003	0.239927
7:37:00	227.483	0.032731	0.148914	7.445714	7.444225	0.02	21.56138	1.297626	27.97861	12.87	-1.69966	-21.8747	-25.3023	48.09003	0.239927
7:38:00	228.4084	0.037963	0.173421	8.671056	8.669321	0.02	22.80295	1.112734	25.37361	12.87	-1.68874	-21.7341	-25.3023	48.09003	0.239927
7:39:00	229.0495	0.021321	0.097673	4.883638	4.882662	0.02	22.90668	1.18671	27.18359	12.87	-1.497	-19.2664	-25.3023	48.09003	0.239927
7:40:00	227.6592	0.021958	0.099981	4.999035	4.998035	0.02	21.3572	1.122298	23.96915	12.87	-1.87321	-24.1082	-25.3023	48.09003	0.239927
7:41:00	227.5101	0.02985	0.135825	6.791261	6.789903	0.02	21.84445	1.275114	27.85417	12.87	-1.93227	-24.8683	-25.3023	48.09003	0.239927
7:42:00	227.4772	0.028544	0.129863	6.493166	6.491867	0.02	22.54529	1.845815	41.61443	12.87	-1.43331	-18.4467	-25.3023	48.09003	0.239927
7:43:00	228.7578	0.020712	0.09476	4.738011	4.737063	0.02	21.37722	1.814856	38.79658	12.87	-1.41489	-18.2096	-25.3023	48.09003	0.239927
7:44:00	227.9567	0.035199	0.160476	8.023805	8.0222	0.02	21.96874	1.702528	37.40238	12.87	-2.0052	-25.8069	-25.3023	48.09003	0.239927
7:45:00	229.6112	0.036736	0.168698	8.434899	8.433212	0.02	21.07706	1.854504	39.08749	12.87	-1.63055	-20.9851	-25.3023	48.09003	0.239927
7:46:00	228.5303	0.024054	0.10994	5.496979	5.49588	0.02	22.70006	1.85748	42.1649	12.87	-1.5941	-20.516	-25.3023	48.09003	0.239927
7:47:00	228.7813	0.02517	0.115167	5.758363	5.757212	0.02	21.76272	1.811756	39.42874	12.87	-1.86511	-24.004	-25.3023	48.09003	0.239927
7:48:00	228.2518	0.033193	0.151529	7.576446	7.574931	0.02	22.64486	1.886217	42.71312	12.87	-1.29081	-16.6128	-25.3023	48.09003	0.239927
7:49:00	227.4031	0.026184	0.119088	5.954409	5.953218	0.02	21.3568	1.737368	37.10461	13.24	-1.83979	-24.3589	-25.3023	48.09003	0.239927

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
7:50:00	229.0052	0.029021	0.132918	6.645879	6.64455	0.02	21.15572	1.725085	36.49542	13.24	-1.28558	-17.0211	-25.3023	48.09003	0.239927
7:51:00	227.5758	0.03544	0.161305	8.065253	8.06364	0.02	21.97406	1.899062	41.7301	13.24	-1.45463	-19.2593	-25.3023	48.09003	0.239927
7:52:00	229.0346	0.037852	0.173387	8.669348	8.667614	0.02	22.29444	1.723426	38.42282	13.24	-1.31888	-17.462	-25.3023	48.09003	0.239927
7:53:00	229.1182	0.039213	0.179688	8.984382	8.982585	0.02	22.71771	1.88544	42.83288	13.24	-1.90022	-25.1589	-25.3023	48.09003	0.239927
7:54:00	228.5107	0.021457	0.098062	4.903094	4.902114	0.02	21.41974	1.715338	36.74209	13.24	-1.23561	-16.3595	-25.3023	48.09003	0.239927
7:55:00	229.1519	0.029131	0.133507	6.675327	6.673991	0.02	22.89745	1.737011	39.77311	13.24	-1.48075	-19.6052	-25.3023	48.09003	0.239927
7:56:00	227.9821	0.025039	0.114171	5.708538	5.707396	0.02	22.80788	1.767328	40.30902	13.24	-2.09976	-27.8008	-25.3023	48.09003	0.239927
7:57:00	228.9888	0.029649	0.135784	6.789189	6.787831	0.02	21.82716	1.705757	37.23184	13.24	-1.28115	-16.9624	-25.3023	48.09003	0.239927
7:58:00	229.0473	0.022524	0.103183	5.159155	5.158123	0.02	22.78225	1.738202	39.60015	13.24	-1.95523	-25.8872	-25.3023	48.09003	0.239927
7:59:00	229.3408	0.027747	0.127272	6.363594	6.362321	0.02	21.64976	1.702388	36.85629	13.24	-2.1215	-28.0887	-25.3023	48.09003	0.239927
8:00:00	227.2972	0.034822	0.1583	7.914993	7.91341	0.02	22.90595	1.812992	41.52831	13.24	-1.26233	-16.7132	-25.3023	48.09003	0.239927
8:01:00	228.1505	0.036395	0.166071	8.303557	8.301896	0.02	22.99751	1.81057	41.63859	13.24	-2.03127	-26.8941	-42.0155	89.72863	0.405998
8:02:00	227.7318	0.030425	0.138574	6.928709	6.927323	0.02	22.46262	1.703692	38.26938	13.24	-2.08221	-27.5685	-42.0155	89.72863	0.405998
8:03:00	227.7422	0.023083	0.105141	5.257036	5.255984	0.02	22.825	1.779439	40.61569	13.24	-1.23295	-16.3242	-42.0155	89.72863	0.405998
8:04:00	228.9096	0.028563	0.130768	6.538404	6.537096	0.02	22.41973	1.844106	41.34436	13.24	-1.77925	-23.5573	-42.0155	89.72863	0.405998
8:05:00	229.5041	0.039094	0.179445	8.972275	8.97048	0.02	22.18084	1.714228	38.02301	13.24	-1.413	-18.7082	-42.0155	89.72863	0.405998
8:06:00	227.7276	0.022207	0.101142	5.057121	5.05611	0.02	21.53022	1.898807	40.88173	13.24	-2.03997	-27.0092	-42.0155	89.72863	0.405998
8:07:00	228.7192	0.030121	0.137787	6.889339	6.887961	0.02	22.72301	1.806034	41.03854	13.21	-1.81125	-23.9266	-42.0155	89.72863	0.405998
8:08:00	228.7565	0.029013	0.132737	6.636854	6.635526	0.02	21.10124	1.704373	35.96439	13.24	-1.97569	-26.1581	-42.0155	89.72863	0.405998
8:09:00	228.6034	0.027926	0.127678	6.383897	6.38262	0.02	22.66659	1.727164	39.14891	13.24	-2.11088	-27.948	-42.0155	89.72863	0.405998
8:10:00	227.0039	0.035674	0.161962	8.098123	8.096503	0.02	22.68505	1.739347	39.45718	13.24	-1.52997	-20.2568	-42.0155	89.72863	0.405998
8:11:00	229.1625	0.023968	0.109849	5.492458	5.49136	0.02	21.3358	1.817869	38.7857	13.24	-1.60603	-21.2638	-42.0155	89.72863	0.405998
8:12:00	229.0569	0.034289	0.157085	7.854232	7.852661	0.02	21.08908	1.711047	36.08442	13.24	-2.04982	-27.1397	-42.0155	89.72863	0.405998
8:13:00	229.0747	0.034919	0.159982	7.999106	7.997506	0.02	22.33245	1.887021	42.14179	13.24	-1.25633	-16.6338	-42.0155	89.72863	0.405998
8:14:00	229.8542	0.036864	0.169468	8.473391	8.471696	0.02	23.01	1.713701	39.43227	13.24	-1.78	-23.5672	-42.0155	89.72863	0.405998
8:15:00	227.7282	0.032561	0.1483	7.414989	7.413506	0.02	23.08	1.797371	41.48333	13.21	-1.87	-24.7027	-42.0155	89.72863	0.405998
8:16:00	228.7295	0.027515	0.12587	6.293508	6.292249	0.02	23.54	1.795364	42.26287	13.24	-2.23111	-29.5399	-42.0155	89.72863	0.405998
8:17:00	228.5206	0.031408	0.143546	7.177295	7.175859	0.02	25.8611	1.873935	48.46201	13.51	-2.14556	-28.9865	-42.0155	89.72863	0.405998

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
8:18:00	228.1892	0.029416	0.134249	6.712461	6.711119	0.02	26.67958	1.713712	45.72111	13.24	-2.67708	-35.4445	-42.0155	89.72863	0.405998
8:19:00	228.6263	0.032497	0.148592	7.42958	7.428093	0.02	26.86147	1.727716	46.409	13.24	-2.34086	-30.9929	-42.0155	89.72863	0.405998
8:20:00	228.2235	0.037295	0.170232	8.511591	8.509888	0.02	26.09977	1.782839	46.53168	12.82	-3.00048	-38.4662	-42.0155	89.72863	0.405998
8:21:00	227.2664	0.032806	0.149113	7.455641	7.45415	0.02	25.80482	1.813435	46.79536	12.82	-3.42633	-43.9256	-42.0155	89.72863	0.405998
8:22:00	228.6199	0.035044	0.160233	8.011648	8.010046	0.02	25.21173	1.764417	44.484	12.56	-3.17914	-39.9299	-42.0155	89.72863	0.405998
8:23:00	228.7695	0.029608	0.135468	6.77339	6.772035	0.02	26.03236	1.739991	45.29608	12.54	-3.07088	-38.5088	-42.0155	89.72863	0.405998
8:24:00	227.3795	0.023356	0.106216	5.310776	5.309713	0.02	26.02886	1.908036	49.664	12.54	-2.801	-35.1245	-42.0155	89.72863	0.405998
8:25:00	228.0196	0.025252	0.115159	5.757963	5.756811	0.02	25.12431	1.995927	50.14629	12.54	-3.10546	-38.9425	-42.0155	89.72863	0.405998
8:26:00	227.9819	0.030683	0.139903	6.995134	6.993735	0.02	25.86792	1.947802	50.38558	12.35	-3.15264	-38.9351	-42.0155	89.72863	0.405998
8:27:00	229.5343	0.039038	0.179212	8.960575	8.958783	0.02	26.95545	1.979662	53.36267	12.45	-2.95409	-36.7785	-42.0155	89.72863	0.405998
8:28:00	227.7563	0.036539	0.166438	8.321921	8.320256	0.02	25.95912	1.984894	51.52611	12.73	-3.31975	-42.2605	-42.0155	89.72863	0.405998
8:29:00	227.758	0.039306	0.179044	8.952186	8.950396	0.02	26.51492	1.934201	51.28519	12.73	-3.2992	-41.9988	-42.0155	89.72863	0.405998
8:30:00	228.4485	0.037651	0.172026	8.601299	8.599579	0.02	26.70867	2.002404	53.48155	12.54	-3.4061	-42.7125	-42.0155	89.72863	0.405998
8:31:00	228.7584	0.033788	0.154584	7.729216	7.72767	0.02	26.64826	1.994543	53.15109	12.72	-2.92293	-37.1796	-42.0155	89.72863	0.405998
8:32:00	227.3181	0.030664	0.13941	6.970482	6.969088	0.02	26.43753	2.016194	53.3032	12.72	-3.23147	-41.1043	-42.0155	89.72863	0.405998
8:33:00	229.181	0.033808	0.154961	7.748039	7.746489	0.02	25.73749	1.948104	50.1393	13.61	-2.82879	-38.4998	-42.0155	89.72863	0.405998
8:34:00	229.0942	0.033134	0.151816	7.590793	7.589274	0.02	26.62307	2.056777	54.7577	13.61	-3.19145	-43.4356	-42.0155	89.72863	0.405998
8:35:00	229.9018	0.032915	0.151344	7.567208	7.565694	0.02	26.68893	1.906174	50.87374	13.21	-2.99023	-39.5009	-42.0155	89.72863	0.405998
8:36:00	227.9678	0.032198	0.1468	7.340004	7.338536	0.02	26.27914	1.979084	52.00862	13.62	-3.33627	-45.44	-42.0155	89.72863	0.405998
8:37:00	229.3291	0.034504	0.158255	7.912729	7.911146	0.02	25.30759	1.974161	49.96126	13.62	-3.56733	-48.5871	-42.0155	89.72863	0.405998
8:38:00	228.9864	0.034686	0.158852	7.942598	7.941009	0.02	25.26445	2.021548	51.0733	13.24	-2.78838	-36.9182	-42.0155	89.72863	0.405998
8:39:00	228.397	0.026434	0.120749	6.037468	6.036261	0.02	25.69537	2.018731	51.87205	13.51	-3.66674	-49.5377	-42.0155	89.72863	0.405998
8:40:00	227.2753	0.032653	0.148425	7.421226	7.419742	0.02	25.7055	1.936679	49.78331	13.24	-3.00787	-39.8242	-42.0155	89.72863	0.405998
8:41:00	228.415	0.0332	0.151669	7.583473	7.581956	0.02	26.78874	1.959253	52.48592	13.24	-3.08386	-40.8304	-42.0155	89.72863	0.405998
8:42:00	229.0254	0.02878	0.131827	6.591348	6.59003	0.02	26.77314	2.055247	55.02541	13.24	-2.90797	-38.5015	-42.0155	89.72863	0.405998
8:43:00	228.3564	0.026775	0.122286	6.114294	6.113071	0.02	26.51918	1.972784	52.31662	12.13	-3.52391	-42.745	-42.0155	89.72863	0.405998
8:44:00	227.828	0.023246	0.105922	5.296076	5.295016	0.02	26.29103	1.952302	51.32804	12.82	-3.38878	-43.4442	-42.0155	89.72863	0.405998
8:45:00	228.4925	0.035575	0.162574	8.128701	8.127075	0.02	25.98919	2.010392	52.24846	12.82	-2.90549	-37.2484	-42.0155	89.72863	0.405998

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
8:46:00	228.4089	0.035288	0.161204	8.060198	8.058586	0.02	26.34328	1.950698	51.38778	12.89	-3.12454	-40.2753	-42.0155	89.72863	0.405998
8:47:00	227.9396	0.022781	0.103855	5.192762	5.191723	0.02	26.00247	2.035792	52.93563	12.89	-3.13054	-40.3527	-42.0155	89.72863	0.405998
8:48:00	227.3898	0.025758	0.117144	5.857204	5.856033	0.02	26.3211	2.073824	54.58533	12.88	-3.1895	-41.0807	-42.0155	89.72863	0.405998
8:49:00	229.106	0.034215	0.156779	7.838954	7.837387	0.02	25.01306	1.998977	50.00054	12.89	-3.35874	-43.2942	-42.0155	89.72863	0.405998
8:50:00	229.3679	0.033873	0.155387	7.769357	7.767803	0.02	27.87779	1.95333	54.45453	12.51	-3.52381	-44.0828	-42.0155	89.72863	0.405998
8:51:00	227.0747	0.021752	0.098787	4.939327	4.938339	0.02	28.46542	2.04609	58.24281	12.78	-3.54637	-45.3226	-42.0155	89.72863	0.405998
8:52:00	229.1434	0.026693	0.122331	6.11656	6.115337	0.02	27.30714	2.016838	55.07408	12.76	-3.3373	-42.5839	-42.0155	89.72863	0.405998
8:53:00	228.0578	0.036899	0.168301	8.415073	8.41339	0.02	28.16832	2.014061	56.73272	12.76	-3.25443	-41.5265	-42.0155	89.72863	0.405998
8:54:00	227.6085	0.037812	0.172128	8.606381	8.604659	0.02	27.37682	1.919996	52.56338	12.76	-3.07747	-39.2685	-42.0155	89.72863	0.405998
8:55:00	228.9394	0.020861	0.095516	4.775802	4.774847	0.02	28.69229	1.930049	55.37754	13.25	-3.44153	-45.6003	-42.0155	89.72863	0.405998
8:56:00	229.1893	0.022328	0.102346	5.117316	5.116293	0.02	28.27541	2.050639	57.98265	13.24	-3.45712	-45.7722	-42.0155	89.72863	0.405998
8:57:00	228.5842	0.022769	0.104092	5.204617	5.203576	0.02	28.72887	1.984005	56.9982	13.25	-2.84707	-37.7236	-42.0155	89.72863	0.405998
8:58:00	228.9749	0.032389	0.148325	7.416241	7.414758	0.02	27.97691	1.944801	54.40952	13.25	-2.99055	-39.6247	-42.0155	89.72863	0.405998
8:59:00	227.7072	0.025671	0.116909	5.845471	5.844302	0.02	28.19184	2.092155	58.98169	13.25	-3.61893	-47.9508	-42.0155	89.72863	0.405998
9:00:00	228.9737	0.020773	0.09513	4.756517	4.755566	0.02	28.3556	1.914326	54.28187	13.01	-2.79297	-36.3365	-42.0155	89.72863	0.405998
9:01:00	227.6084	0.037257	0.169601	8.480032	8.478335	0.02	27.8487	2.044939	56.94889	13.01	-2.95623	-38.4605	-78.3521	146.6775	0.575599
9:02:00	229.5424	0.031152	0.143016	7.150775	7.149345	0.02	28.42877	1.939178	55.12845	13.01	-3.611	-46.9791	-78.3521	146.6775	0.575599
9:03:00	229.3657	0.034213	0.156948	7.84739	7.84582	0.02	27.93178	1.924638	53.75854	13.02	-2.28	-29.6856	-78.3521	146.6775	0.575599
9:04:00	228.2313	0.029156	0.133086	6.654308	6.652977	0.02	28.50029	2.014899	57.42521	13.02	-1.25	-16.275	-78.3521	146.6775	0.575599
9:05:00	228.7891	0.032885	0.150475	7.52375	7.522245	0.02	27.03459	2.010301	54.34768	13.01	-1.89	-24.5889	-78.3521	146.6775	0.575599
9:06:00	229.3644	0.039236	0.179987	8.999341	8.997541	0.02	27.73282	2.090464	57.97448	13.01	-3.5	-45.535	-78.3521	146.6775	0.575599
9:07:00	228.7607	0.035033	0.160283	8.014157	8.012554	0.02	27.23201	1.923209	52.37285	13.01	-3.81	-49.5681	-78.3521	146.6775	0.575599
9:08:00	229.8387	0.025653	0.117919	5.895974	5.894794	0.02	27.8515	2.050708	57.11531	12.42	-4.08	-50.6736	-78.3521	146.6775	0.575599
9:09:00	228.1952	0.029947	0.136674	6.833714	6.832347	0.02	28.18792	1.972987	55.61441	12.42	-4.24	-52.6608	-78.3521	146.6775	0.575599
9:10:00	227.079	0.032919	0.149504	7.475211	7.473716	0.02	28.34517	2.021662	57.30437	12.42	-4.97	-61.7274	-78.3521	146.6775	0.575599
9:11:00	228.3034	0.021119	0.096429	4.821426	4.820462	0.02	28.44032	1.950321	55.46777	12.42	-5.02	-62.3484	-78.3521	146.6775	0.575599
9:12:00	228.146	0.027815	0.126916	6.345824	6.344555	0.02	28.47741	1.928976	54.93223	12.41	-4.26	-52.8666	-78.3521	146.6775	0.575599
9:13:00	227.4889	0.023561	0.107196	5.359784	5.358712	0.02	28.22847	2.06829	58.38466	12.42	-4.1	-50.922	-78.3521	146.6775	0.575599

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
9:14:00	229.1557	0.028367	0.130011	6.500543	6.499243	0.02	28.75923	2.249882	64.70489	12.42	-4.12	-51.1704	-78.3521	146.6775	0.575599
9:15:00	228.4988	0.030283	0.138391	6.919546	6.918162	0.02	28.44852	2.205363	62.7393	12.41	-3.78	-46.9098	-78.3521	146.6775	0.575599
9:16:00	227.3435	0.033367	0.151716	7.585782	7.584264	0.02	28.2278	2.21534	62.53419	12.42	-3.27	-40.6134	-78.3521	146.6775	0.575599
9:17:00	227.6849	0.035676	0.162459	8.12296	8.121335	0.02	23.45	2.109936	49.47801	12.42	-0.87	-10.8054	-78.3521	146.6775	0.575599
9:18:00	227.1773	0.032675	0.14846	7.422977	7.421492	0.02	23.87	2.129316	50.82677	12.72	-1.02	-12.9744	-78.3521	146.6775	0.575599
9:19:00	228.665	0.026175	0.119707	5.985375	5.984178	0.02	23.97	2.176057	52.1601	12.72	-1.75	-22.26	-78.3521	146.6775	0.575599
9:20:00	228.5786	0.03141	0.143591	7.179566	7.17813	0.02	30.85672	2.267527	69.96845	12.71	-3.17709	-40.3808	-78.3521	146.6775	0.575599
9:21:00	228.5775	0.023572	0.107759	5.387954	5.386876	0.02	31.68826	2.181492	69.12771	12.72	-3.35946	-42.7323	-78.3521	146.6775	0.575599
9:22:00	228.6467	0.029073	0.13295	6.647508	6.646178	0.02	31.96245	2.276906	72.77551	12.71	-3.3265	-42.2798	-78.3521	146.6775	0.575599
9:23:00	227.8522	0.038009	0.173207	8.660344	8.658612	0.02	31.11605	2.160954	67.24037	12.72	-3.45555	-43.9547	-78.3521	146.6775	0.575599
9:24:00	229.5506	0.02354	0.108071	5.403568	5.402487	0.02	30.51344	2.267059	69.17576	12.72	-2.82913	-35.9865	-78.3521	146.6775	0.575599
9:25:00	227.9969	0.033106	0.150962	7.548109	7.546599	0.02	30.05247	2.242383	67.38915	12.78	-3.19034	-40.7726	-78.3521	146.6775	0.575599
9:26:00	227.6168	0.038817	0.17671	8.83551	8.833743	0.02	31.30782	2.128215	66.62976	12.72	-3.46896	-44.1251	-78.3521	146.6775	0.575599
9:27:00	228.3514	0.039135	0.17873	8.9365	8.934713	0.02	31.16547	2.243711	69.9263	12.68	-3.06241	-38.8314	-78.3521	146.6775	0.575599
9:28:00	229.052	0.037817	0.173242	8.662103	8.66037	0.02	30.7728	2.103597	64.73357	12.64	-3.30196	-41.7368	-78.3521	146.6775	0.575599
9:29:00	227.4972	0.021755	0.098985	4.949274	4.948284	0.02	31.73027	2.244874	71.23046	12.64	-3.424	-43.2794	-78.3521	146.6775	0.575599
9:30:00	229.925	0.032673	0.150246	7.512278	7.510775	0.02	30.28774	2.282347	69.12714	12.68	-3.4519	-43.77	-78.3521	146.6775	0.575599
9:31:00	229.4803	0.020886	0.09586	4.793024	4.792065	0.02	31.34814	2.247298	70.44862	12.64	-3.45866	-43.7175	-78.3521	146.6775	0.575599
9:32:00	228.4989	0.02992	0.136732	6.836603	6.835236	0.02	31.28374	2.134359	66.77072	12.36	-3.00092	-37.0913	-78.3521	146.6775	0.575599
9:33:00	228.3982	0.029384	0.134225	6.711227	6.709884	0.02	30.80675	2.229008	68.66848	13.35	-2.53463	-33.8373	-78.3521	146.6775	0.575599
9:34:00	227.1338	0.026756	0.121542	6.077109	6.075893	0.02	31.83648	2.18291	69.49618	13.35	-3.44856	-46.0383	-78.3521	146.6775	0.575599
9:35:00	227.4384	0.037383	0.170049	8.502426	8.500725	0.02	30.03544	2.244776	67.42283	13.39	-3.363	-45.0306	-78.3521	146.6775	0.575599
9:36:00	229.7219	0.02964	0.136177	6.808869	6.807507	0.02	30.11552	2.131879	64.20264	12.56	-2.65339	-33.3266	-78.3521	146.6775	0.575599
9:37:00	228.7224	0.030842	0.141084	7.054182	7.052771	0.02	30.65996	2.134565	65.44568	12.8	-3.07189	-39.3202	-78.3521	146.6775	0.575599
9:38:00	228.2929	0.037035	0.169096	8.454815	8.453123	0.02	31.3218	2.208271	69.16704	12.68	-2.75427	-34.9242	-78.3521	146.6775	0.575599
9:39:00	227.3083	0.035743	0.162491	8.12457	8.122945	0.02	30.04972	2.220977	66.73975	12.68	-3.31798	-42.072	-78.3521	146.6775	0.575599
9:40:00	227.115	0.030094	0.136695	6.834743	6.833376	0.02	30.96779	2.257631	69.91384	12.76	-2.61116	-33.3185	-78.3521	146.6775	0.575599
9:41:00	227.725	0.028638	0.130433	6.521671	6.520367	0.02	30.36445	2.109956	64.06766	12.76	-2.95688	-37.7298	-78.3521	146.6775	0.575599

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
9:42:00	228.5129	0.028425	0.129908	6.495419	6.49412	0.02	31.9367	2.102617	67.15064	12.84	-3.48418	-44.7369	-78.3521	146.6775	0.575599
9:43:00	228.4444	0.038864	0.177566	8.878302	8.876526	0.02	31.73289	2.166067	68.73559	12.76	-3.11862	-39.7936	-78.3521	146.6775	0.575599
9:44:00	228.0726	0.036656	0.167203	8.360168	8.358495	0.02	30.4231	2.140418	65.11816	12.72	-3.25936	-41.459	-78.3521	146.6775	0.575599
9:45:00	228.6604	0.030038	0.13737	6.868479	6.867105	0.02	31.53252	2.106738	66.43075	12.96	-2.95285	-38.2689	-78.3521	146.6775	0.575599
9:46:00	228.9464	0.021765	0.099661	4.983026	4.98203	0.02	30.76463	2.221603	68.34679	12.96	-2.91615	-37.7933	-78.3521	146.6775	0.575599
9:47:00	227.1741	0.020031	0.091009	4.550474	4.549564	0.02	31.84304	2.217439	70.61002	12.92	-3.41254	-44.09	-78.3521	146.6775	0.575599
9:48:00	227.8401	0.033787	0.15396	7.698004	7.696465	0.02	31.99912	2.12906	68.12804	12.96	-2.97336	-38.5347	-78.3521	146.6775	0.575599
9:49:00	229.4593	0.038294	0.175739	8.786928	8.78517	0.02	30.58988	2.174302	66.51164	12.98	-3.04839	-39.5681	-78.3521	146.6775	0.575599
9:50:00	229.2509	0.031964	0.146555	7.327735	7.326269	0.02	31.66235	2.268556	71.82783	13.16	-2.72555	-35.8683	-78.3521	146.6775	0.575599
9:51:00	227.1689	0.035755	0.162447	8.122326	8.120701	0.02	31.66386	2.209633	69.9655	13.12	-3.32675	-43.6469	-78.3521	146.6775	0.575599
9:52:00	228.1389	0.03035	0.138482	6.924122	6.922737	0.02	31.58248	2.28314	72.10723	13.04	-3.58921	-46.8033	-78.3521	146.6775	0.575599
9:53:00	227.6891	0.039756	0.181042	9.052099	9.050288	0.02	30.92958	2.237004	69.18958	12.92	-3.54699	-45.8271	-78.3521	146.6775	0.575599
9:54:00	228.4447	0.030043	0.137263	6.86314	6.861767	0.02	30.58202	2.257509	69.03917	13.08	-2.99023	-39.1122	-78.3521	146.6775	0.575599
9:55:00	228.389	0.025181	0.115024	5.751177	5.750026	0.02	30.9885	2.154515	66.76518	13.04	-3.26224	-42.5396	-78.3521	146.6775	0.575599
9:56:00	229.8796	0.028162	0.129477	6.473829	6.472534	0.02	31.03186	2.164896	67.18075	13.04	-3.48183	-45.4031	-78.3521	146.6775	0.575599
9:57:00	227.0622	0.022265	0.10111	5.055505	5.054494	0.02	30.03161	2.252954	67.65984	13.31	-3.109	-41.3808	-78.3521	146.6775	0.575599
9:58:00	227.7889	0.020579	0.093751	4.687574	4.686637	0.02	31.50108	2.176514	68.56252	13.39	-3.33575	-44.6657	-78.3521	146.6775	0.575599
9:59:00	229.1183	0.020731	0.094998	4.749912	4.748962	0.02	31.51189	2.203929	69.44998	13.2	-3.02522	-39.9329	-78.3521	146.6775	0.575599
10:00:00	229.4995	0.025219	0.115756	5.787816	5.786658	0.02	38.15	3.022581	115.3115	13.21	-2.91611	-38.5218	-78.3521	146.6775	0.575599
10:01:00	227.7868	0.024841	0.113167	5.658344	5.657212	0.02	38.02964	3.045067	115.8028	13.18	-3.0751	-40.5298	-116.874	262.4803	0.688766
10:02:00	228.0183	0.035645	0.162554	8.127712	8.126086	0.02	38.85626	3.194403	124.1226	13.2	-3.71154	-48.9923	-116.874	262.4803	0.688766
10:03:00	229.6685	0.030068	0.138115	6.905758	6.904377	0.02	37.25392	3.168876	118.053	13.16	-3.1259	-41.1368	-116.874	262.4803	0.688766
10:04:00	229.091	0.036617	0.167771	8.38856	8.386882	0.02	37.82465	3.116942	117.8972	13.31	-3.09585	-41.2058	-116.874	262.4803	0.688766
10:05:00	228.6473	0.022164	0.101354	5.067679	5.066666	0.02	37.41909	3.030231	113.3885	13.43	-3.3975	-45.6284	-116.874	262.4803	0.688766
10:06:00	227.0301	0.033961	0.154202	7.710108	7.708566	0.02	38.91383	3.155549	122.7945	13.67	-3.6825	-50.3398	-116.874	262.4803	0.688766
10:07:00	228.5669	0.032406	0.14814	7.406985	7.405503	0.02	38.84867	3.124757	121.3927	13.63	-4.76497	-64.9465	-116.874	262.4803	0.688766
10:08:00	229.7459	0.024288	0.111603	5.580143	5.579027	0.02	37.8975	3.024964	114.6386	13.63	-4.71451	-64.2588	-116.874	262.4803	0.688766
10:09:00	227.2296	0.039674	0.180301	9.015038	9.013235	0.02	37.37873	3.023199	113.0033	13.51	-4.37204	-59.0662	-116.874	262.4803	0.688766

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
10:10:00	229.855	0.020888	0.096023	4.801165	4.800205	0.02	38.39051	3.016393	115.8009	13.67	-4.20846	-57.5297	-116.874	262.4803	0.688766
10:11:00	227.7889	0.021112	0.096184	4.80918	4.808218	0.02	37.76612	3.164123	119.4966	13.71	-4.14964	-56.8915	-116.874	262.4803	0.688766
10:12:00	229.4029	0.031898	0.14635	7.317525	7.316061	0.02	37.00181	3.154823	116.7342	13.72	-4.70507	-64.5536	-116.874	262.4803	0.688766
10:13:00	228.2676	0.029146	0.133062	6.65309	6.651759	0.02	37.53636	3.70274	138.9874	13.67	-4.47404	-61.1601	-116.874	262.4803	0.688766
10:14:00	228.2887	0.02877	0.131355	6.567771	6.566457	0.02	37.10467	3.749881	139.1381	13.71	-4.24423	-58.1884	-116.874	262.4803	0.688766
10:15:00	229.1467	0.039204	0.179672	8.983576	8.981779	0.02	38.16628	3.729491	142.3408	13.75	-4.37856	-60.2052	-116.874	262.4803	0.688766
10:16:00	227.5633	0.021883	0.099595	4.97974	4.978744	0.02	37.10081	3.610348	133.9468	13.71	-3.95202	-54.1822	-116.874	262.4803	0.688766
10:17:00	227.3958	0.02016	0.091687	4.584327	4.58341	0.02	37.19396	3.772007	140.2959	13.31	-4.72862	-62.9379	-116.874	262.4803	0.688766
10:18:00	229.4788	0.021384	0.098146	4.907276	4.906294	0.02	37.82394	3.675805	139.0334	12.8	-4.65695	-59.609	-116.874	262.4803	0.688766
10:19:00	229.2784	0.036629	0.167967	8.398327	8.396648	0.02	38.39112	3.782267	145.2055	12.84	-3.93709	-50.5523	-116.874	262.4803	0.688766
10:20:00	228.1448	0.027466	0.125324	6.266204	6.264951	0.02	38.30821	3.707818	142.0399	13.08	-4.56283	-59.6818	-116.874	262.4803	0.688766
10:21:00	228.0955	0.029176	0.133097	6.654862	6.653531	0.02	38.18828	3.722404	142.1522	13.2	-4.15523	-54.8491	-116.874	262.4803	0.688766
10:22:00	227.2807	0.038144	0.173387	8.669373	8.667639	0.02	37.56859	3.653221	137.2464	13.43	-4.58247	-61.5426	-116.874	262.4803	0.688766
10:23:00	227.9697	0.032794	0.149519	7.475963	7.474468	0.02	37.47421	3.671091	137.5712	13.51	-4.16591	-56.2814	-116.874	262.4803	0.688766
10:24:00	228.6159	0.025721	0.117604	5.880203	5.879027	0.02	38.45053	3.640906	139.9948	13.47	-4.27779	-57.6218	-116.874	262.4803	0.688766
10:25:00	227.2021	0.023819	0.108235	5.411735	5.410653	0.02	37.21931	3.742922	139.309	13.87	-4.32007	-59.9194	-116.874	262.4803	0.688766
10:26:00	228.7371	0.023386	0.106984	5.349196	5.348126	0.02	38.69819	3.791077	146.7078	13.95	-3.9721	-55.4108	-116.874	262.4803	0.688766
10:27:00	228.7105	0.02965	0.135625	6.781228	6.779872	0.02	37.69316	3.61464	136.2472	13.91	-4.19637	-58.3715	-116.874	262.4803	0.688766
10:28:00	229.8569	0.025779	0.118511	5.925559	5.924374	0.02	37.00058	3.692477	136.6238	13.71	-4.29637	-58.9032	-116.874	262.4803	0.688766
10:29:00	227.0884	0.038225	0.173609	8.680441	8.678705	0.02	37.86922	3.76811	142.6954	13.43	-4.73207	-63.5516	-116.874	262.4803	0.688766
10:30:00	229.9984	0.024119	0.110945	5.547261	5.546151	0.02	38.46148	3.716171	142.9295	13.31	-4.61434	-61.4169	-116.874	262.4803	0.688766
10:31:00	227.2364	0.024206	0.110011	5.500531	5.499431	0.02	37.87752	3.780936	143.2125	13.12	-6.04451	-79.3039	-116.874	262.4803	0.688766
10:32:00	229.7048	0.021994	0.101044	5.052192	5.051181	0.02	37.57734	3.624303	136.1917	13.31	-5.88559	-78.3372	-116.874	262.4803	0.688766
10:33:00	229.2623	0.038351	0.175849	8.792471	8.790713	0.02	38.06278	3.73686	142.2353	13.39	-6.75799	-90.4895	-116.874	262.4803	0.688766
10:34:00	229.2345	0.02495	0.114388	5.719379	5.718235	0.02	37.57083	3.690684	138.6621	13.31	-5.86625	-78.0797	-116.874	262.4803	0.688766
10:35:00	228.1426	0.03219	0.146878	7.343912	7.342443	0.02	37.99819	3.670597	139.476	13.35	-5.99405	-80.0206	-116.874	262.4803	0.688766
10:36:00	228.8047	0.037354	0.170934	8.54672	8.545011	0.02	37.55668	3.74178	140.5289	13.91	-5.98517	-83.2537	-116.874	262.4803	0.688766
10:37:00	228.1856	0.029617	0.135164	6.758183	6.756831	0.02	37.33991	3.790319	141.5302	14.03	-5.86003	-82.2162	-116.874	262.4803	0.688766

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
10:38:00	229.519	0.035051	0.160896	8.04482	8.043211	0.02	38.93071	3.677889	143.1828	13.87	-6.44838	-89.439	-116.874	262.4803	0.688766
10:39:00	229.0497	0.027529	0.12611	6.305508	6.304246	0.02	37.37629	4.199147	156.9485	14.01	-5.92947	-83.0719	-116.874	262.4803	0.688766
10:40:00	228.4617	0.02315	0.105779	5.288971	5.287913	0.02	37.34974	4.069942	152.0113	14.27	-5.99169	-85.5015	-116.874	262.4803	0.688766
10:41:00	229.9697	0.025334	0.116523	5.826147	5.824981	0.02	38.45046	4.01502	154.3794	13.99	-6.74561	-94.3711	-116.874	262.4803	0.688766
10:42:00	227.8213	0.032675	0.148879	7.443948	7.442459	0.02	38.77031	4.112202	159.4313	13.71	-6.00807	-82.3706	-116.874	262.4803	0.688766
10:43:00	227.6816	0.035716	0.162636	8.13182	8.130193	0.02	42.03	4.076146	171.3204	11.64	-5.98801	-69.7005	-116.874	262.4803	0.688766
10:44:00	229.8638	0.031558	0.145079	7.253969	7.252518	0.02	39.78	4.02786	160.2283	14.32	-5.95913	-85.3348	-116.874	262.4803	0.688766
10:45:00	227.3467	0.027161	0.123498	6.174923	6.173688	0.02	38.88	4.114218	159.9608	14.55	-6.08927	-88.5989	-116.874	262.4803	0.688766
10:46:00	229.3382	0.029712	0.13628	6.813995	6.812632	0.02	40.73	4.03064	164.168	13.91917	-6.28668	-87.5054	-116.874	262.4803	0.688766
10:47:00	227.857	0.034149	0.15562	7.780979	7.779422	0.02	40.73	4.161558	169.5003	14.22045	-6.65588	-94.6495	-116.874	262.4803	0.688766
10:48:00	229.7796	0.025391	0.116686	5.834297	5.83313	0.02	40.73	4.000168	162.9269	13.93427	-6.66773	-92.91	-116.874	262.4803	0.688766
10:49:00	228.0704	0.028301	0.129091	6.454535	6.453244	0.02	40.6	4.148225	168.418	14.00481	-6.46475	-90.5376	-116.874	262.4803	0.688766
10:50:00	227.8177	0.027623	0.125861	6.293065	6.291806	0.02	40.43	4.167777	168.5032	14.11948	-6.23828	-88.0813	-116.874	262.4803	0.688766
10:51:00	229.6008	0.037876	0.173928	8.696389	8.694649	0.02	40.27	4.059285	163.4674	13.97496	-6.40695	-89.5369	-116.874	262.4803	0.688766
10:52:00	227.8733	0.039709	0.180972	9.048593	9.046783	0.02	40.22	4.060019	163.2939	13.93786	-6.39134	-89.0816	-116.874	262.4803	0.688766
10:53:00	227.3749	0.023364	0.106246	5.312315	5.311253	0.02	40.22	4.19584	168.7567	13.95748	-6.71189	-93.6811	-116.874	262.4803	0.688766
10:54:00	229.4196	0.028052	0.128716	6.435779	6.434492	0.02	40.06	4.014843	160.8346	14.1269	-6.49288	-91.7243	-116.874	262.4803	0.688766
10:55:00	228.0179	0.036934	0.168434	8.421711	8.420027	0.02	39.8	4.135822	164.6057	13.9693	-6.75224	-94.3241	-116.874	262.4803	0.688766
10:56:00	227.2173	0.03864	0.175593	8.77964	8.777884	0.02	39.93	4.057581	162.0192	14.24701	-5.88995	-83.9141	-116.874	262.4803	0.688766
10:57:00	227.0635	0.02646	0.120162	6.008081	6.006879	0.02	39.8	4.107431	163.4757	13.80013	-6.16084	-85.0204	-116.874	262.4803	0.688766
10:58:00	228.0431	0.029337	0.133803	6.690132	6.688794	0.02	39.89	4.070006	162.3525	14.23507	-5.97849	-85.1043	-116.874	262.4803	0.688766
10:59:00	228.1368	0.024986	0.114006	5.700299	5.699159	0.02	39.84	4.021165	160.2032	14.22844	-5.97416	-85.003	-116.874	262.4803	0.688766
11:00:00	228.1248	0.027022	0.123289	6.164448	6.163215	0.02	39.8	4.159209	165.5365	14.04226	-6.03368	-84.7265	-116.874	262.4803	0.688766
11:01:00	229.2632	0.021999	0.100871	5.043558	5.04255	0.02	39.59	4.386369	173.6564	13.94924	-5.99413	-83.6135	-201.6	436.1367	0.789637
11:02:00	229.0393	0.030812	0.141145	7.057248	7.055836	0.02	34.41	4.3045	148.1178	14.24445	-5.8308	-83.0565	-201.6	436.1367	0.789637
11:03:00	229.105	0.037045	0.169742	8.487114	8.485417	0.02	39.89	4.246434	169.3903	14.29554	-6.5586	-93.7587	-201.6	436.1367	0.789637
11:04:00	228.0374	0.023283	0.106187	5.309366	5.308304	0.02	39.51	4.335257	171.286	13.84108	-6.52954	-90.3759	-201.6	436.1367	0.789637
11:05:00	229.1519	0.026155	0.11987	5.993494	5.992295	0.02	40.06	4.384536	175.6445	13.95565	-6.64727	-92.767	-201.6	436.1367	0.789637

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
11:06:00	228.1864	0.02187	0.099811	4.990527	4.989529	0.02	33.7	4.384593	147.7608	14.63	-6.28063	-91.8857	-201.6	436.1367	0.789637
11:07:00	229.8647	0.034917	0.160523	8.026137	8.024532	0.02	37.53	4.33501	162.6929	14.51	-6.22191	-90.28	-201.6	436.1367	0.789637
11:08:00	228.2668	0.0282	0.128741	6.437028	6.435741	0.02	40.01	4.28227	171.3336	14.48	-6.16473	-89.2654	-201.6	436.1367	0.789637
11:09:00	229.7019	0.031819	0.146179	7.308955	7.307493	0.02	40.18	4.346281	174.6336	14.23	-6.0961	-86.7475	-201.6	436.1367	0.789637
11:10:00	229.9764	0.020691	0.095167	4.758363	4.757411	0.02	39.8	4.323238	172.0649	14.37	-6.76317	-97.1867	-201.6	436.1367	0.789637
11:11:00	228.543	0.031732	0.145043	7.252152	7.250701	0.02	23.38	1.75	40.915	14.19	-6.59307	-93.5556	-201.6	436.1367	0.789637
11:12:00	229.4012	0.037573	0.172386	8.619302	8.617578	0.02	40.27	4.274569	172.1369	14.56	-6.72513	-97.918	-201.6	436.1367	0.789637
11:13:00	227.0693	0.038527	0.174964	8.748194	8.746444	0.02	25.18	1.62	40.7916	13.98	-6.37621	-89.1394	-201.6	436.1367	0.789637
11:14:00	229.6845	0.039221	0.180169	9.008434	9.006632	0.02	48	4.36238	209.3942	13.87	-6.60795	-91.6523	-201.6	436.1367	0.789637
11:15:00	227.8393	0.035873	0.163466	8.173279	8.171644	0.02	28.94	4.272252	123.639	13.82	-6.16316	-85.1749	-201.6	436.1367	0.789637
11:16:00	228.2892	0.030985	0.141469	7.073453	7.072038	0.02	17.94	1.13	20.2722	12.44	-6.09337	-75.8015	-201.6	436.1367	0.789637
11:17:00	227.0054	0.023403	0.106253	5.312674	5.311612	0.02	23.97	1.64	39.3108	13.99	-6.62238	-92.6472	-201.6	436.1367	0.789637
11:18:00	228.9274	0.038173	0.174776	8.738825	8.737077	0.02	23.5	2.01	47.235	13.71	-6.38082	-87.481	-201.6	436.1367	0.789637
11:19:00	229.4664	0.028998	0.133083	6.654168	6.652837	0.02	41.45	4.294201	177.9946	14.51	-6.31807	-91.6752	-201.6	436.1367	0.789637
11:20:00	227.2852	0.025567	0.116219	5.810972	5.80981	0.02	23.46	4.209052	98.74435	13.99	-6.32828	-88.5326	-201.6	436.1367	0.789637
11:21:00	227.2476	0.031903	0.144999	7.249934	7.248484	0.02	23.88	4.378125	104.5496	13.51	-6.1991	-83.7499	-201.6	436.1367	0.789637
11:22:00	227.0717	0.03916	0.177843	8.892164	8.890385	0.02	23.25	4.320866	100.4601	13.75	-6.01403	-82.6929	-201.6	436.1367	0.789637
11:23:00	228.3042	0.03511	0.160315	8.015727	8.014123	0.02	42.5	4.26459	181.2451	13.1808	-6.68263	-88.0824	-201.6	436.1367	0.789637
11:24:00	227.0105	0.025642	0.116422	5.821089	5.819925	0.02	39.93	4.217315	168.3974	13.49222	-6.1089	-82.4226	-201.6	436.1367	0.789637
11:25:00	229.4254	0.026087	0.119701	5.985067	5.98387	0.02	11.29	4.331128	48.89844	13.47316	-6.50013	-87.5773	-201.6	436.1367	0.789637
11:26:00	227.612	0.034787	0.158361	7.918032	7.916448	0.02	41.74	4.539156	189.4644	13.44162	-6.42311	-86.337	-201.6	436.1367	0.789637
11:27:00	228.5848	0.037017	0.169232	8.461598	8.459905	0.02	40.98	4.518687	185.1758	13.41284	-6.72832	-90.2458	-201.6	436.1367	0.789637
11:28:00	229.2835	0.022851	0.104786	5.239282	5.238234	0.02	40.11	4.543091	182.2234	13.42064	-6.36269	-85.3914	-201.6	436.1367	0.789637
11:29:00	227.5763	0.039363	0.179164	8.958193	8.956402	0.02	37.95	4.598565	174.5155	13.41524	-6.62911	-88.9312	-201.6	436.1367	0.789637
11:30:00	229.4283	0.020413	0.093666	4.68329	4.682353	0.02	40.73	4.515929	183.9338	13.40117	-6.05594	-81.1566	-201.6	436.1367	0.789637
11:31:00	227.6388	0.029039	0.132207	6.61037	6.609048	0.02	38.45	4.633421	178.155	13.45135	-6.57337	-88.4207	-201.6	436.1367	0.789637
11:32:00	228.9579	0.0209	0.095706	4.785282	4.784325	0.02	23.67	1.36	32.1912	13.45512	-6.50746	-87.5587	-201.6	436.1367	0.789637
11:33:00	228.8105	0.036234	0.165817	8.290826	8.289167	0.02	23.33	1.48	34.5284	13.41482	-6.19796	-83.1446	-201.6	436.1367	0.789637

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
11:34:00	229.3567	0.027763	0.127354	6.367699	6.366425	0.02	38.29	4.612636	176.6178	13.4966	-6.78115	-91.5225	-201.6	436.1367	0.789637
11:35:00	227.5562	0.028173	0.128221	6.411041	6.409759	0.02	40.9	4.507107	184.3407	13.46014	-6.18922	-83.3078	-201.6	436.1367	0.789637
11:36:00	229.6132	0.03031	0.13919	6.959496	6.958104	0.02	41.02	4.592725	188.3936	13.40828	-6.60628	-88.5788	-201.6	436.1367	0.789637
11:37:00	228.8741	0.027572	0.126211	6.310559	6.309297	0.02	40.77	4.664218	190.1601	13.48763	-6.32725	-85.3396	-201.6	436.1367	0.789637
11:38:00	229.4915	0.020284	0.093102	4.65512	4.654189	0.02	37.91	4.536157	171.9657	13.44789	-5.83457	-78.4627	-201.6	436.1367	0.789637
11:39:00	229.2985	0.035962	0.16492	8.246012	8.244363	0.02	38.03	4.618213	175.6306	13.47938	-6.48408	-87.4013	-201.6	436.1367	0.789637
11:40:00	229.9006	0.037634	0.173043	8.65213	8.650399	0.02	40.56	4.610162	186.9882	13.44528	-6.51094	-87.5414	-201.6	436.1367	0.789637
11:41:00	227.6834	0.038472	0.175187	8.759349	8.757597	0.02	40.94	4.549543	186.2583	13.48857	-6.54288	-88.254	-201.6	436.1367	0.789637
11:42:00	228.2786	0.021505	0.098183	4.909139	4.908157	0.02	40.64	4.58887	186.4917	13.46265	-6.01376	-80.9611	-201.6	436.1367	0.789637
11:43:00	228.0139	0.036301	0.165542	8.277098	8.275442	0.02	37.61	4.660869	175.2953	13.45467	-6.65554	-89.5481	-201.6	436.1367	0.789637
11:44:00	227.46	0.023995	0.109156	5.457791	5.456699	0.02	40.39	4.697745	189.7419	13.41036	-6.03476	-80.9283	-201.6	436.1367	0.789637
11:45:00	227.8241	0.023308	0.106202	5.310119	5.309057	0.02	23.71	1.23	29.1633	13.46233	-6.2258	-83.8138	-201.6	436.1367	0.789637
11:46:00	229.8366	0.039293	0.180617	9.030856	9.029049	0.02	37.4	4.611089	172.4547	13.42952	-6.35911	-85.3998	-201.6	436.1367	0.789637
11:47:00	227.3375	0.027724	0.126054	6.302722	6.301461	0.02	24.01	4.532979	108.8368	13.48004	-6.11084	-82.3743	-201.6	436.1367	0.789637
11:48:00	229.5523	0.038406	0.176325	8.81626	8.814496	0.02	23.92	1.56	37.3152	13.47511	-6.07286	-81.8325	-201.6	436.1367	0.789637
11:49:00	229.9364	0.020365	0.093652	4.682593	4.681657	0.02	23.84	1.52	36.2368	13.49956	-5.86728	-79.2057	-201.6	436.1367	0.789637
11:50:00	227.9282	0.030292	0.13809	6.904511	6.90313	0.02	23.63	1.58	37.3354	13.43077	-5.84134	-78.4536	-201.6	436.1367	0.789637
11:51:00	227.8274	0.032181	0.146635	7.331764	7.330298	0.02	41.28	4.590089	189.4789	13.40086	-5.99141	-80.29	-201.6	436.1367	0.789637
11:52:00	229.0544	0.029217	0.133845	6.692262	6.690923	0.02	38.96	4.664484	181.7283	13.43247	-6.73528	-90.4715	-201.6	436.1367	0.789637
11:53:00	229.3075	0.026631	0.122132	6.106614	6.105393	0.02	24.05	1.67	40.1635	13.48997	-6.70025	-90.3861	-201.6	436.1367	0.789637
11:54:00	228.0148	0.039277	0.179115	8.955751	8.95396	0.02	23.8	1.41	33.558	13.45514	-6.23406	-83.8802	-201.6	436.1367	0.789637
11:55:00	229.107	0.024808	0.113673	5.683628	5.682492	0.02	40.18	4.559647	183.2066	13.42817	-6.41737	-86.1735	-201.6	436.1367	0.789637
11:56:00	228.8535	0.027163	0.124326	6.216306	6.215063	0.02	41.32	4.644904	191.9274	13.42037	-6.21291	-83.3795	-201.6	436.1367	0.789637
11:57:00	229.8602	0.039702	0.182519	9.125964	9.124138	0.02	38.5	4.642182	178.724	13.48728	-6.67741	-90.0601	-201.6	436.1367	0.789637
11:58:00	227.9294	0.032975	0.150319	7.515962	7.514459	0.02	23.97	1.97	47.2209	13.42184	-5.86111	-78.6669	-201.6	436.1367	0.789637
11:59:00	228.2592	0.025843	0.117976	5.898817	5.897637	0.02	23.97	2.03	48.6591	13.35	-6.42354	-85.7542	-201.6	436.1367	0.789637
12:00:00	228.6106	0.029824	0.13636	6.817999	6.816635	0.02	23.84	2.01	47.9184	13.59	-6.68936	-90.9084	-201.6	436.1367	0.789637
12:01:00	228.9378	0.033596	0.153828	7.691404	7.689866	0.02	41.4	5.069856	209.892	13.56	-6.30594	-85.5086	-292.509	646.0287	0.943465

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
12:02:00	227.2799	0.032381	0.147191	7.359547	7.358075	0.02	41.15	5.080951	209.0811	12.87	-6.74731	-86.8379	-292.509	646.0287	0.943465
12:03:00	229.8678	0.021729	0.099897	4.994832	4.993833	0.02	41.07	5.173036	212.4566	12.87	-6.50834	-83.7623	-292.509	646.0287	0.943465
12:04:00	229.7493	0.032247	0.148173	7.408659	7.407177	0.02	40.86	5.157714	210.7442	12.87	-6.21232	-79.9526	-292.509	646.0287	0.943465
12:05:00	228.2891	0.028039	0.12802	6.400996	6.399716	0.02	40.86	5.040638	205.9605	12.87	-6.47199	-83.2945	-292.509	646.0287	0.943465
12:06:00	229.3448	0.022381	0.102661	5.133063	5.132036	0.02	40.1	5.03044	201.7206	12.87	-6.00473	-77.2809	-292.509	646.0287	0.943465
12:07:00	227.6865	0.028392	0.129288	6.464414	6.463121	0.02	39.76	5.103203	202.9033	12.87	-6.29222	-80.9808	-292.509	646.0287	0.943465
12:08:00	227.0487	0.033635	0.152736	7.636792	7.635265	0.02	40.12	5.13812	206.1414	12.87	-6.36912	-81.9706	-292.509	646.0287	0.943465
12:09:00	227.1944	0.028499	0.129498	6.474917	6.473622	0.02	40.31	5.07324	204.5023	12.9	-6.11275	-78.8544	-292.509	646.0287	0.943465
12:10:00	228.8843	0.02954	0.135225	6.761232	6.759879	0.02	39.8	5.104698	203.167	12.9	-6.23786	-80.4684	-292.509	646.0287	0.943465
12:11:00	227.0363	0.039064	0.177379	8.868938	8.867164	0.02	40.89	5.097788	208.4486	12.93	-6.19543	-80.1069	-292.509	646.0287	0.943465
12:12:00	229.5014	0.021887	0.100461	5.023065	5.022061	0.02	38.88	5.072955	197.2365	12.52	-6.75403	-84.5605	-292.509	646.0287	0.943465
12:13:00	228.8604	0.034684	0.158756	7.937814	7.936227	0.02	23.46	1.32	30.9672	14.31	-5.86369	-83.9094	-292.509	646.0287	0.943465
12:14:00	227.9794	0.027035	0.123268	6.163408	6.162175	0.02	40.6	5.14192	208.762	11.88	-6.02463	-71.5726	-292.509	646.0287	0.943465
12:15:00	228.4165	0.021043	0.096129	4.806472	4.805511	0.02	37.95	5.049701	191.6361	14.59	-6.00341	-87.5897	-292.509	646.0287	0.943465
12:16:00	227.1203	0.031496	0.143067	7.153336	7.151905	0.02	40.31	5.077391	204.6696	12.28	-5.93291	-72.8562	-292.509	646.0287	0.943465
12:17:00	229.1131	0.020652	0.094635	4.731736	4.73079	0.02	40.22	5.153018	207.2544	12.08	-6.44335	-77.8357	-292.509	646.0287	0.943465
12:18:00	229.5591	0.034403	0.157948	7.897421	7.895842	0.02	39.38	5.172113	203.6778	12.64	-6.66063	-84.1904	-292.509	646.0287	0.943465
12:19:00	229.4846	0.036522	0.167625	8.381261	8.379584	0.02	39.8	5.010595	199.4217	12.75	-6.65233	-84.8172	-292.509	646.0287	0.943465
12:20:00	227.4681	0.024289	0.110498	5.524913	5.523808	0.02	39.84	5.11195	203.6601	12.48	-5.9757	-74.5768	-292.509	646.0287	0.943465
12:21:00	228.388	0.023994	0.109598	5.479892	5.478796	0.02	39.8	5.042581	200.6947	12.48	-6.14624	-76.7051	-292.509	646.0287	0.943465
12:22:00	229.582	0.029971	0.137618	6.880879	6.879503	0.02	39.97	5.115167	204.4532	12.48	-6.57905	-82.1065	-292.509	646.0287	0.943465
12:23:00	227.0183	0.021646	0.098282	4.914083	4.9131	0.02	36.05	5.11951	184.5584	12.48	-6.0333	-75.2956	-292.509	646.0287	0.943465
12:24:00	229.606	0.034948	0.160488	8.024378	8.022773	0.02	22.32	1.87	41.7384	13.16	-6.30009	-82.9092	-292.509	646.0287	0.943465
12:25:00	229.4604	0.024005	0.110164	5.50819	5.507088	0.02	39.84	5.003843	199.3531	13.72	-6.71122	-92.078	-292.509	646.0287	0.943465
12:26:00	228.6514	0.039407	0.180209	9.01044	9.008638	0.02	39.97	5.02909	201.0127	13.72	-6.42074	-88.0925	-292.509	646.0287	0.943465
12:27:00	228.4364	0.030714	0.140324	7.016204	7.014801	0.02	39.93	5.132784	204.9521	13.72	-6.02002	-82.5946	-292.509	646.0287	0.943465
12:28:00	227.2266	0.032956	0.149768	7.488418	7.48692	0.02	40.06	5.075611	203.329	13.72	-6.01785	-82.5649	-292.509	646.0287	0.943465
12:29:00	229.2673	0.022211	0.101843	5.092156	5.091138	0.02	40.14	5.129948	205.9161	13.72	-6.51481	-89.3831	-292.509	646.0287	0.943465

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
12:30:00	227.9746	0.031183	0.142178	7.108885	7.107463	0.02	40.14	5.193613	208.4716	13.72	-6.2578	-85.857	-292.509	646.0287	0.943465
12:31:00	227.3382	0.022256	0.101195	5.059754	5.058741	0.02	39.68	5.182376	205.6367	13.72	-6.46572	-88.7097	-292.509	646.0287	0.943465
12:32:00	229.6402	0.036757	0.168816	8.440815	8.439127	0.02	39.78	5.12487	203.8673	13.93894	-5.88024	-81.9643	-292.509	646.0287	0.943465
12:33:00	229.9958	0.039647	0.182375	9.118729	9.116905	0.02	37.4	5.0912	190.4109	13.95238	-6.41363	-89.4854	-292.509	646.0287	0.943465
12:34:00	227.9792	0.027099	0.12356	6.178014	6.176779	0.02	39.17	5.031259	197.0744	13.94851	-6.67965	-93.1712	-292.509	646.0287	0.943465
12:35:00	227.1338	0.027494	0.124894	6.244718	6.243469	0.02	37.4	5.155999	192.8344	13.99718	-6.05524	-84.7564	-292.509	646.0287	0.943465
12:36:00	229.6892	0.027442	0.126064	6.303192	6.301931	0.02	39.97	5.125518	204.867	13.92204	-6.40229	-89.1329	-292.509	646.0287	0.943465
12:37:00	228.6226	0.024376	0.11146	5.573012	5.571897	0.02	39.93	5.042082	201.3303	13.93287	-6.35252	-88.5088	-292.509	646.0287	0.943465
12:38:00	229.7334	0.026384	0.121226	6.061307	6.060095	0.02	39.93	5.185561	207.0595	13.91333	-6.00374	-83.5319	-292.509	646.0287	0.943465
12:39:00	228.6167	0.032567	0.148907	7.44537	7.443881	0.02	36.69	5.100298	187.1299	13.95298	-6.15069	-85.8205	-292.509	646.0287	0.943465
12:40:00	228.4956	0.028851	0.131848	6.592419	6.591101	0.02	40.1	5.060394	202.9218	13.99414	-5.85062	-81.8744	-292.509	646.0287	0.943465
12:41:00	227.1499	0.03944	0.179174	8.9587	8.956908	0.02	40.06	5.199829	208.3052	13.95826	-6.65438	-92.8836	-292.509	646.0287	0.943465
12:42:00	229.7273	0.025807	0.11857	5.928485	5.927299	0.02	39.93	5.109461	204.0208	13.99217	-6.56281	-91.828	-292.509	646.0287	0.943465
12:43:00	227.4961	0.039198	0.178347	8.917326	8.915543	0.02	39.93	5.014782	200.2402	13.98276	-6.19274	-86.5916	-292.509	646.0287	0.943465
12:44:00	228.266	0.027385	0.125021	6.251066	6.249816	0.02	39.76	5.132866	204.0828	13.90737	-6.49569	-90.338	-292.509	646.0287	0.943465
12:45:00	229.4538	0.035984	0.165134	8.256691	8.255039	0.02	39.72	5.003893	198.7546	13.96447	-6.1502	-85.8843	-292.509	646.0287	0.943465
12:46:00	227.2983	0.021432	0.097429	4.871454	4.870479	0.02	39.42	5.09198	200.7259	13.98337	-6.22418	-87.035	-292.509	646.0287	0.943465
12:47:00	227.6087	0.037243	0.169535	8.476754	8.475058	0.02	39.8	5.191156	206.608	13.98787	-6.74265	-94.3153	-292.509	646.0287	0.943465
12:48:00	229.7141	0.033087	0.152012	7.60061	7.599089	0.02	39.97	5.172629	206.75	13.93955	-6.48785	-90.4376	-292.509	646.0287	0.943465
12:49:00	229.4979	0.027432	0.125912	6.295579	6.294319	0.02	39.76	5.028703	199.9412	13.90503	-6.46176	-89.851	-292.509	646.0287	0.943465
12:50:00	229.2648	0.035128	0.16107	8.053504	8.051893	0.02	39.3	5.033211	197.8052	13.98526	-5.95961	-83.3467	-292.509	646.0287	0.943465
12:51:00	227.294	0.021193	0.096339	4.816967	4.816004	0.02	39.72	5.033954	199.9486	13.92291	-6.31804	-87.9656	-292.509	646.0287	0.943465
12:52:00	227.0051	0.034774	0.157878	7.893909	7.89233	0.02	39.8	5.061482	201.447	13.99147	-6.76047	-94.5889	-292.509	646.0287	0.943465
12:53:00	228.5884	0.035161	0.160749	8.037445	8.035837	0.02	39.72	5.103583	202.7143	13.97169	-5.86197	-81.9016	-292.509	646.0287	0.943465
12:54:00	228.7792	0.033477	0.153176	7.658798	7.657266	0.02	39.72	5.164343	205.1277	13.97969	-6.45931	-90.2992	-292.509	646.0287	0.943465
12:55:00	227.1818	0.033297	0.151291	7.564547	7.563033	0.02	39.78	5.190641	206.4837	13.94038	-6.16297	-85.9141	-292.509	646.0287	0.943465
12:56:00	227.4041	0.021433	0.097479	4.873962	4.872987	0.02	39.63	5.000693	198.1775	13.95	-6.61056	-92.2173	-292.509	646.0287	0.943465
12:57:00	227.7821	0.032953	0.150124	7.50619	7.504689	0.02	37.4	5.123707	191.6266	13.95	-6.25236	-87.2205	-292.509	646.0287	0.943465

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
12:58:00	228.1072	0.022945	0.104678	5.233881	5.232835	0.02	39.59	5.037464	199.4332	13.8	-6.06433	-83.6878	-292.509	646.0287	0.943465
12:59:00	227.2634	0.020574	0.093516	4.675776	4.674841	0.02	38.54	5.099381	196.5301	13.8	-6.31087	-87.09	-292.509	646.0287	0.943465
13:00:00	228.4343	0.030747	0.140473	7.023662	7.022257	0.02	40.12	5.094974	204.4104	13.27	-5.78	-76.7006	-292.509	646.0287	0.943465
13:01:00	228.9193	0.039292	0.179895	8.994775	8.992976	0.02	40.15	5.062008	203.2396	13.27	-5.98	-79.3546	-369.209	849.2683	1.123361
13:02:00	227.2236	0.033173	0.150753	7.537671	7.536163	0.02	23.24	1.57	36.4868	13.6191	-1.89	-25.7401	-369.209	849.2683	1.123361
13:03:00	227.8839	0.020319	0.092609	4.630455	4.629528	0.02	23.78	1.5	35.67	13.62046	-1.68	-22.8824	-369.209	849.2683	1.123361
13:04:00	228.1677	0.031228	0.142505	7.125259	7.123834	0.02	23.79	1.52	36.1608	13.68185	-1.78	-24.3537	-369.209	849.2683	1.123361
13:05:00	228.8261	0.036242	0.16586	8.293001	8.291342	0.02	39.63	5.123048	203.0264	13.6133	-6.50667	-88.5773	-369.209	849.2683	1.123361
13:06:00	229.753	0.030892	0.14195	7.097488	7.096068	0.02	40.05	5.053756	202.4029	13.62166	-6.9127	-94.1624	-369.209	849.2683	1.123361
13:07:00	228.9582	0.039131	0.179189	8.95944	8.957648	0.02	39.42	5.151007	203.0527	13.69575	-6.03453	-82.6475	-369.209	849.2683	1.123361
13:08:00	227.1714	0.02215	0.100636	5.031812	5.030806	0.02	39.55	5.055273	199.9361	13.62842	-6.92419	-94.3658	-369.209	849.2683	1.123361
13:09:00	229.0856	0.031259	0.143222	7.161082	7.15965	0.02	39.47	5.158495	203.6058	13.67248	-6.99865	-95.6889	-369.209	849.2683	1.123361
13:10:00	228.3003	0.021068	0.096195	4.80976	4.808798	0.02	39.47	5.0671	199.9985	13.62167	-6.47141	-88.1515	-369.209	849.2683	1.123361
13:11:00	229.3999	0.033529	0.15383	7.691507	7.689968	0.02	39.63	5.158437	204.4289	13.66316	-6.90697	-94.3711	-369.209	849.2683	1.123361
13:12:00	227.0848	0.039687	0.180246	9.012283	9.010481	0.02	39.55	5.163813	204.2288	13.69116	-6.24392	-85.4865	-369.209	849.2683	1.123361
13:13:00	229.7378	0.029679	0.136366	6.818306	6.816942	0.02	39.21	5.001217	196.0977	13.65651	-6.91895	-94.4887	-369.209	849.2683	1.123361
13:14:00	227.1412	0.023819	0.108207	5.410368	5.409286	0.02	39.51	5.02302	198.4595	13.61571	-6.4241	-87.4687	-369.209	849.2683	1.123361
13:15:00	227.1887	0.02847	0.12936	6.468005	6.466711	0.02	39.68	5.107571	202.6684	12.9867	-6.67867	-86.7338	-369.209	849.2683	1.123361
13:16:00	229.4899	0.02357	0.108181	5.40904	5.407958	0.02	39.47	5.148593	203.215	12.93568	-6.94065	-89.782	-369.209	849.2683	1.123361
13:17:00	229.5245	0.025806	0.118462	5.923083	5.921898	0.02	34.66	5.089451	176.4004	12.93427	-6.13479	-79.349	-369.209	849.2683	1.123361
13:18:00	227.8636	0.026023	0.118592	5.929614	5.928428	0.02	39.76	5.178344	205.891	12.98987	-6.62787	-86.0951	-369.209	849.2683	1.123361
13:19:00	229.4925	0.03081	0.141413	7.070636	7.069221	0.02	34.75	5.126613	178.1498	12.94136	-6.97723	-90.2948	-369.209	849.2683	1.123361
13:20:00	228.3812	0.021734	0.099272	4.963589	4.962596	0.02	39.8	5.126872	204.0495	12.91178	-6.52633	-84.2666	-369.209	849.2683	1.123361
13:21:00	228.2291	0.024417	0.111453	5.572661	5.571546	0.02	39.92	5.052429	201.693	12.96984	-6.4542	-83.7099	-369.209	849.2683	1.123361
13:22:00	228.803	0.033661	0.154034	7.701685	7.700144	0.02	39.8	5.133513	204.3138	12.97323	-6.95395	-90.2153	-369.209	849.2683	1.123361
13:23:00	229.9085	0.038096	0.17517	8.758488	8.756736	0.02	39.8	5.1185	203.7163	12.94004	-6.56801	-84.9903	-369.209	849.2683	1.123361
13:24:00	227.7813	0.038026	0.173232	8.661585	8.659853	0.02	38.37	5.081217	194.9663	12.92934	-6.92353	-89.5167	-369.209	849.2683	1.123361
13:25:00	228.6626	0.02235	0.102213	5.110671	5.109648	0.02	39.59	5.050185	199.9368	12.90239	-6.1056	-78.7768	-369.209	849.2683	1.123361

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
13:26:00	227.6602	0.039309	0.178983	8.949169	8.947379	0.02	34.16	5.166819	176.4985	12.98768	-6.56087	-85.2105	-369.209	849.2683	1.123361
13:27:00	229.9874	0.031214	0.143578	7.178896	7.17746	0.02	34.24	5.052551	172.9993	12.963	-6.96439	-90.2794	-369.209	849.2683	1.123361
13:28:00	229.5439	0.038717	0.177744	8.887177	8.8854	0.02	38.88	5.199976	202.1751	12.93349	-6.01637	-77.8127	-369.209	849.2683	1.123361
13:29:00	229.4709	0.033952	0.155821	7.791063	7.789505	0.02	39.38	4.912265	193.445	12.96904	-6.69574	-86.8372	-369.209	849.2683	1.123361
13:30:00	229.2796	0.038099	0.174708	8.735384	8.733637	0.02	39.47	4.89607	193.2479	12.91371	-6.21107	-80.2079	-369.209	849.2683	1.123361
13:31:00	227.9186	0.031057	0.141569	7.078453	7.077038	0.02	38.41	4.864024	186.8272	12.93518	-6.33914	-81.9979	-369.209	849.2683	1.123361
13:32:00	229.3364	0.033732	0.15472	7.736003	7.734456	0.02	34.87	4.986305	173.8725	12.98203	-6.02095	-78.1642	-369.209	849.2683	1.123361
13:33:00	227.395	0.035825	0.162927	8.146339	8.144709	0.02	34.37	4.871077	167.4189	12.9241	-6.56722	-84.8754	-369.209	849.2683	1.123361
13:34:00	227.059	0.03035	0.137824	6.8912	6.889821	0.02	37.44	4.890691	183.1075	12.95286	-6.16144	-79.8083	-369.209	849.2683	1.123361
13:35:00	228.2333	0.02104	0.096038	4.801921	4.800961	0.02	35.13	4.855768	170.5831	12.98129	-6.70594	-87.0517	-369.209	849.2683	1.123361
13:36:00	228.0741	0.025688	0.117173	5.85867	5.857498	0.02	34.96	4.821953	168.5755	12.97362	-6.31164	-81.8848	-369.209	849.2683	1.123361
13:37:00	228.3506	0.025369	0.115859	5.792965	5.791806	0.02	38.29	4.883409	186.9857	12.97106	-6.92838	-89.8684	-369.209	849.2683	1.123361
13:38:00	229.282	0.023243	0.106583	5.32913	5.328064	0.02	39.42	4.997582	197.0047	12.95032	-6.21986	-80.5492	-369.209	849.2683	1.123361
13:39:00	227.6258	0.030075	0.136917	6.84587	6.8445	0.02	39.38	4.955322	195.1406	12.99129	-6.82531	-88.6695	-369.209	849.2683	1.123361
13:40:00	229.6199	0.032434	0.148949	7.447463	7.445973	0.02	35	4.886782	171.0374	12.93042	-6.02532	-77.91	-369.209	849.2683	1.123361
13:41:00	229.33	0.035561	0.163103	8.155153	8.153521	0.02	35.04	4.9454	173.2868	12.90171	-6.77461	-87.4041	-369.209	849.2683	1.123361
13:42:00	229.6602	0.025372	0.116538	5.826898	5.825732	0.02	35.21	4.958113	174.5751	12.94407	-6.34262	-82.0993	-369.209	849.2683	1.123361
13:43:00	229.0014	0.020425	0.093549	4.677436	4.6765	0.02	35.09	4.81642	169.0082	12.97552	-6.20258	-80.4817	-369.209	849.2683	1.123361
13:44:00	229.3584	0.039502	0.181202	9.060085	9.058272	0.02	35.3	4.928425	173.9734	12.92881	-6.3222	-81.7386	-369.209	849.2683	1.123361
13:45:00	228.7462	0.028544	0.130588	6.529389	6.528082	0.02	35.3	4.867159	171.8107	12.96289	-6.99415	-90.6644	-369.209	849.2683	1.123361
13:46:00	227.9138	0.036309	0.165507	8.275349	8.273694	0.02	35.34	4.973191	175.7526	12.98142	-6.18414	-80.2789	-369.209	849.2683	1.123361
13:47:00	227.4112	0.020388	0.092729	4.636429	4.635501	0.02	35.42	4.952144	175.4049	12.94557	-6.75054	-87.3896	-369.209	849.2683	1.123361
13:48:00	227.2972	0.026138	0.118822	5.941118	5.93993	0.02	35.51	4.813843	170.9396	12.99819	-6.43231	-83.6084	-369.209	849.2683	1.123361
13:49:00	227.7665	0.026898	0.12253	6.12648	6.125255	0.02	38.41	4.872082	187.1367	12.99547	-6.35406	-82.574	-369.209	849.2683	1.123361
13:50:00	228.9764	0.020442	0.093615	4.680741	4.679805	0.02	35.8	4.873557	174.4733	12.94364	-6.09836	-78.935	-369.209	849.2683	1.123361
13:51:00	227.2364	0.03704	0.168339	8.416935	8.415251	0.02	37.74529	4.969131	187.5613	12.90991	-6.47332	-83.57	-369.209	849.2683	1.123361
13:52:00	227.2132	0.039103	0.177693	8.884629	8.882852	0.02	37.9652	4.914263	186.571	12.92031	-6.57159	-84.907	-369.209	849.2683	1.123361
13:53:00	227.0481	0.037689	0.171144	8.557205	8.555493	0.02	36.77264	4.411308	162.2155	12.92047	-6.20752	-80.2041	-369.209	849.2683	1.123361

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
13:54:00	229.1027	0.034447	0.157839	7.891961	7.890383	0.02	37.81063	4.355002	164.6653	12.97449	-6.87461	-89.1945	-369.209	849.2683	1.123361
13:55:00	229.1991	0.02604	0.119367	5.968345	5.967152	0.02	35.693	4.337899	154.8326	13.56	-6.88176	-93.3167	-369.209	849.2683	1.123361
13:56:00	229.3911	0.020148	0.092437	4.621874	4.62095	0.02	36.37136	4.385156	159.4941	13.56	-6.04623	-81.9869	-369.209	849.2683	1.123361
13:57:00	227.2492	0.024403	0.110913	5.545663	5.544554	0.02	36.02267	4.32704	155.8715	13.56	-6.04236	-81.9344	-369.209	849.2683	1.123361
13:58:00	227.3694	0.02959	0.134558	6.727909	6.726563	0.02	36.3326	4.324839	157.1327	13.56	-6.41709	-87.0158	-369.209	849.2683	1.123361
13:59:00	227.39	0.033984	0.154554	7.727713	7.726167	0.02	35.17029	4.428235	155.7423	13.56	-6.2929	-85.3317	-369.209	849.2683	1.123361
14:00:00	227.3291	0.037037	0.168394	8.419683	8.417998	0.02	35.4837	4.317411	153.1977	13.71	-6.08973	-83.4902	-369.209	849.2683	1.123361
14:01:00	229.0912	0.028582	0.130957	6.547867	6.546557	0.02	36.63685	4.357084	159.6298	13.71	-6.47007	-88.7047	-452.699	1008.898	1.254318
14:02:00	227.3199	0.030941	0.140669	7.03347	7.032063	0.02	37.09659	4.471289	165.8696	13.71	-6.64065	-91.0434	-452.699	1008.898	1.254318
14:03:00	229.9702	0.032108	0.147677	7.383836	7.382359	0.02	37.64491	4.206363	158.3482	13.7	-6.25516	-85.6957	-452.699	1008.898	1.254318
14:04:00	227.2733	0.032054	0.1457	7.284979	7.283522	0.02	37.25388	4.340406	161.6969	13.7	-6.26617	-85.8465	-452.699	1008.898	1.254318
14:05:00	229.1353	0.026649	0.122126	6.1063	6.105079	0.02	36.78756	4.386386	161.3644	13.72	-6.85011	-93.9835	-452.699	1008.898	1.254318
14:06:00	228.7724	0.034473	0.157731	7.886532	7.884955	0.02	36.922	4.399474	162.4373	13.08	-6.83787	-89.4393	-452.699	1008.898	1.254318
14:07:00	227.8855	0.039405	0.179598	8.979877	8.978081	0.02	36.08903	4.229435	152.6362	13.12	-6.23879	-81.8529	-452.699	1008.898	1.254318
14:08:00	227.2698	0.02959	0.1345	6.724996	6.723651	0.02	37.97448	4.297646	163.2009	13.12	-6.63744	-87.0832	-452.699	1008.898	1.254318
14:09:00	227.833	0.037443	0.170615	8.530745	8.529039	0.02	37.4413	4.247127	159.018	12.8	-6.20442	-79.4165	-452.699	1008.898	1.254318
14:10:00	227.9356	0.035695	0.162725	8.136252	8.134625	0.02	35.27562	4.301672	151.7442	13.12	-6.88558	-90.3388	-452.699	1008.898	1.254318
14:11:00	228.339	0.02681	0.122434	6.121685	6.12046	0.02	35.66195	4.256123	151.7816	13.71	-6.98447	-95.7571	-452.699	1008.898	1.254318
14:12:00	228.6949	0.024155	0.110482	5.524086	5.522981	0.02	35.37493	4.368237	154.5261	14.03	-6.6939	-93.9154	-452.699	1008.898	1.254318
14:13:00	228.8817	0.032223	0.147505	7.37524	7.373765	0.02	36.42591	4.256601	155.0506	12.88	-6.45039	-83.081	-452.699	1008.898	1.254318
14:14:00	229.4416	0.037652	0.172781	8.639046	8.637318	0.02	36.17733	4.318615	156.236	13	-6.74916	-87.7391	-452.699	1008.898	1.254318
14:15:00	229.5142	0.023633	0.108481	5.424052	5.422967	0.02	35.19149	4.348851	153.0426	13.2	-6.32715	-83.5183	-452.699	1008.898	1.254318
14:16:00	228.2614	0.027505	0.125566	6.27832	6.277064	0.02	35.44808	4.305761	152.6309	13.24	-6.24829	-82.7273	-452.699	1008.898	1.254318
14:17:00	228.6116	0.020503	0.093743	4.687147	4.686209	0.02	37.74147	4.359241	164.5242	13.24	-6.50441	-86.1184	-452.699	1008.898	1.254318
14:18:00	229.055	0.027477	0.125875	6.293758	6.292499	0.02	38.00609	4.374722	166.2661	13.12	-6.72053	-88.1734	-452.699	1008.898	1.254318
14:19:00	228.7888	0.031774	0.145389	7.269446	7.267992	0.02	36.69408	4.214448	154.6453	13.16	-6.33371	-83.3516	-452.699	1008.898	1.254318
14:20:00	229.4316	0.021807	0.100062	5.003117	5.002116	0.02	36.98468	4.248086	157.1141	13.16	-6.46871	-85.1283	-452.699	1008.898	1.254318
14:21:00	229.1699	0.033476	0.153432	7.671613	7.670078	0.02	36.67198	4.35323	159.6416	13.16	-6.43522	-84.6874	-452.699	1008.898	1.254318

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
14:22:00	227.1636	0.028141	0.127852	6.392604	6.391325	0.02	36.82564	4.207866	154.9574	13.16	-6.49336	-85.4526	-452.699	1008.898	1.254318
14:23:00	227.5602	0.03899	0.177453	8.87266	8.870885	0.02	37.84685	4.266649	161.4792	13.16	-6.95041	-91.4674	-452.699	1008.898	1.254318
14:24:00	229.9786	0.037024	0.170294	8.514702	8.512999	0.02	35.34	4.285827	151.4611	13.16	-6.99501	-92.0544	-452.699	1008.898	1.254318
14:25:00	229.4875	0.039905	0.183152	9.157617	9.155785	0.02	35.42	4.305128	152.4876	13.2	-6.06606	-80.072	-452.699	1008.898	1.254318
14:26:00	228.7347	0.033278	0.152239	7.611938	7.610415	0.02	35.51	4.247959	150.845	13.2	-6.76895	-89.3502	-452.699	1008.898	1.254318
14:27:00	228.2099	0.039557	0.180546	9.02728	9.025474	0.02	38.44	4.329227	166.4155	13.2	-6.24284	-82.4055	-452.699	1008.898	1.254318
14:28:00	229.3345	0.02523	0.115724	5.786212	5.785055	0.02	39.35295	4.18596	164.7299	13.2	-6.54717	-86.4227	-452.699	1008.898	1.254318
14:29:00	227.2215	0.028135	0.127858	6.392902	6.391624	0.02	35.12679	4.133822	145.2079	13.2	-6.93737	-91.5733	-452.699	1008.898	1.254318
14:30:00	228.7353	0.035328	0.161616	8.080807	8.079191	0.02	36.59285	4.073717	149.0689	13.2	-6.88114	-90.8311	-452.699	1008.898	1.254318
14:31:00	227.8824	0.022775	0.103798	5.189922	5.188883	0.02	36.52613	4.117765	150.406	13.16	-6.51867	-85.7857	-452.699	1008.898	1.254318
14:32:00	228.4013	0.032582	0.148838	7.441879	7.44039	0.02	39.3675	4.156961	163.6492	13.2	-6.77171	-89.3866	-452.699	1008.898	1.254318
14:33:00	229.0595	0.029478	0.135045	6.752229	6.750878	0.02	38.89441	4.057617	157.8186	13.2	-6.86954	-90.678	-452.699	1008.898	1.254318
14:34:00	229.4313	0.032331	0.148353	7.417644	7.41616	0.02	35.50016	4.137613	146.8859	13.24	-6.82353	-90.3436	-452.699	1008.898	1.254318
14:35:00	228.345	0.037862	0.172912	8.645576	8.643847	0.02	37.01981	4.074956	150.8541	13.24	-6.88555	-91.1647	-452.699	1008.898	1.254318
14:36:00	227.9418	0.028656	0.13064	6.531978	6.530671	0.02	37.92076	4.076761	154.5939	13.2	-6.62466	-87.4456	-452.699	1008.898	1.254318
14:37:00	228.0363	0.037665	0.171781	8.589059	8.587341	0.02	36.66808	4.014632	147.2089	13.24	-6.05429	-80.1588	-452.699	1008.898	1.254318
14:38:00	228.6497	0.034494	0.157741	7.887054	7.885476	0.02	38.9134	4.018965	156.3916	13.2	-6.11439	-80.7099	-452.699	1008.898	1.254318
14:39:00	229.5049	0.036168	0.166012	8.300625	8.298964	0.02	35.68053	4.174974	148.9653	13.24	-6.81009	-90.1656	-452.699	1008.898	1.254318
14:40:00	229.1838	0.034923	0.160078	8.003883	8.002282	0.02	36.36447	4.081822	148.4333	13.24	-6.90149	-91.3757	-452.699	1008.898	1.254318
14:41:00	228.6547	0.036592	0.16734	8.366981	8.365307	0.02	38.9529	4.16594	162.2754	13.27	-6.02263	-79.9203	-452.699	1008.898	1.254318
14:42:00	229.4514	0.027705	0.127141	6.357066	6.355795	0.02	35.44132	4.170325	147.8018	13.2	-6.15193	-81.2054	-452.699	1008.898	1.254318
14:43:00	227.0644	0.038346	0.17414	8.707025	8.705283	0.02	38.51261	4.059042	156.3243	13.2	-6.12067	-80.7929	-452.699	1008.898	1.254318
14:44:00	229.2482	0.037346	0.171231	8.561544	8.559831	0.02	36.58811	4.09231	149.7299	13.24	-6.97567	-92.3579	-452.699	1008.898	1.254318
14:45:00	229.0791	0.029759	0.136343	6.817144	6.81578	0.02	35.38465	4.060033	143.6628	13.24	-6.68291	-88.4817	-452.699	1008.898	1.254318
14:46:00	228.4797	0.0235	0.107383	5.369162	5.368089	0.02	39.39166	4.103586	161.6471	13.24	-6.90653	-91.4424	-452.699	1008.898	1.254318
14:47:00	228.6841	0.027068	0.1238	6.190001	6.188763	0.02	38.08383	4.028324	153.414	13.24	-6.43261	-85.1678	-452.699	1008.898	1.254318
14:48:00	227.0011	0.025585	0.116157	5.807849	5.806687	0.02	37.45446	4.040047	151.3178	13.24	-6.86351	-90.8728	-452.699	1008.898	1.254318
14:49:00	228.9758	0.035406	0.162143	8.107141	8.105519	0.02	39.14849	4.164229	163.0233	13.24	-6.29399	-83.3324	-452.699	1008.898	1.254318

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
14:50:00	228.5208	0.02512	0.114807	5.740361	5.739212	0.02	36.63649	4.079966	149.4756	13.24	-6.23697	-82.5775	-452.699	1008.898	1.254318
14:51:00	229.2365	0.036376	0.166773	8.33865	8.336982	0.02	36.57426	4.146449	151.6533	13.24	-6.13531	-81.2314	-452.699	1008.898	1.254318
14:52:00	228.4666	0.037288	0.17038	8.518999	8.517295	0.02	38.44	4.179336	160.6537	13.24	-6.90759	-91.4565	-452.699	1008.898	1.254318
14:53:00	228.1096	0.026514	0.120961	6.048026	6.046816	0.02	38.04285	4.154323	158.0423	13.24	-6.73168	-89.1275	-452.699	1008.898	1.254318
14:54:00	228.785	0.021674	0.099175	4.958764	4.957772	0.02	34.77087	4.143575	144.0757	13.27	-6.31	-83.7337	-452.699	1008.898	1.254318
14:55:00	227.5727	0.037667	0.171441	8.572045	8.570331	0.02	35.632	4.091131	145.7752	13.27	-6.16	-81.7432	-452.699	1008.898	1.254318
14:56:00	229.9187	0.039198	0.180245	9.012263	9.01046	0.02	36.63295	4.038922	147.9576	13.24	-6.05	-80.102	-452.699	1008.898	1.254318
14:57:00	229.0751	0.021564	0.098794	4.939682	4.938694	0.02	35.74949	4.028216	144.0067	13.24	-5.54	-73.3496	-452.699	1008.898	1.254318
14:58:00	229.7309	0.029934	0.137535	6.876752	6.875376	0.02	35.39919	4.042823	143.1127	13.27	-5.93	-78.6911	-452.699	1008.898	1.254318
14:59:00	227.0265	0.029966	0.136063	6.803167	6.801807	0.02	36.77484	4.025056	148.0208	13.27	-5.58	-74.0466	-452.699	1008.898	1.254318
15:00:00	229.4819	0.039274	0.180253	9.012651	9.010848	0.02	34.40268	4.094318	140.8555	13.24	-5.58	-73.8792	-452.699	1008.898	1.254318
15:01:00	229.4576	0.027749	0.127345	6.367275	6.366001	0.02	36.05708	4.011353	144.6377	13.27	-5.84	-77.4968	-526.579	1153.536	1.381663
15:02:00	227.4349	0.028501	0.12964	6.48201	6.480714	0.02	35.99601	4.075626	146.7063	13.27	-5.53	-73.3831	-526.579	1153.536	1.381663
15:03:00	229.1493	0.038295	0.175507	8.775365	8.77361	0.02	35.73714	4.038922	144.3395	13.27	-5.63	-74.7101	-526.579	1153.536	1.381663
15:04:00	228.7769	0.02233	0.102173	5.108643	5.107621	0.02	36.39048	4.033677	146.7875	13.27	-5.49	-72.8523	-526.579	1153.536	1.381663
15:05:00	228.186	0.033388	0.152372	7.618579	7.617055	0.02	35.73498	4.096779	146.3983	13.27	-5.69	-75.5063	-526.579	1153.536	1.381663
15:06:00	227.0184	0.032447	0.147321	7.366051	7.364577	0.02	35.47388	4.040355	143.3271	13.24	-6.02	-79.7048	-526.579	1153.536	1.381663
15:07:00	227.8998	0.027903	0.127182	6.359088	6.357816	0.02	36.10783	4.007739	144.7108	13.24	-5.87	-77.7188	-526.579	1153.536	1.381663
15:08:00	227.1768	0.03787	0.172065	8.603251	8.60153	0.02	35.30256	4.099803	144.7335	13.27	-5.37	-71.2599	-526.579	1153.536	1.381663
15:09:00	228.552	0.027713	0.126677	6.33384	6.332573	0.02	34.45085	4.029181	138.8087	13.24	-5.19	-68.7156	-526.579	1153.536	1.381663
15:10:00	227.3634	0.035825	0.162907	8.145368	8.143739	0.02	36.10573	4.068901	146.9106	13.24	-5.11	-67.6564	-526.579	1153.536	1.381663
15:11:00	228.8644	0.021227	0.09716	4.858025	4.857053	0.02	35.75283	4.051676	144.8589	13.31	-5.04	-67.0824	-526.579	1153.536	1.381663
15:12:00	227.8589	0.031805	0.14494	7.247023	7.245573	0.02	36.21064	4.078899	147.6995	13.31	-4.99	-66.4169	-526.579	1153.536	1.381663
15:13:00	227.3905	0.035693	0.162326	8.116301	8.114678	0.02	34.87777	4.060957	141.6371	13.31	-6.34	-84.3854	-526.579	1153.536	1.381663
15:14:00	228.1787	0.032736	0.149392	7.469591	7.468097	0.02	34.74895	3.347755	116.331	13.31	-6.43	-85.5833	-526.579	1153.536	1.381663
15:15:00	227.7167	0.022354	0.101808	5.090392	5.089374	0.02	35.46	3.19	113.1174	13.31	-6.33	-84.2523	-526.579	1153.536	1.381663
15:16:00	228.838	0.029149	0.133406	6.670321	6.668987	0.02	35.46	3.17	112.4082	13.31	-6.34	-84.3854	-526.579	1153.536	1.381663
15:17:00	229.9231	0.032757	0.15063	7.531508	7.530002	0.02	35.67	3.13	111.6471	13.27	-6.12	-81.2124	-526.579	1153.536	1.381663

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
15:18:00	227.5367	0.034199	0.155629	7.781433	7.779877	0.02	35.42	3.15	111.573	13.27	-6.07	-80.5489	-526.579	1153.536	1.381663
15:19:00	227.6907	0.022909	0.104324	5.216178	5.215135	0.02	35.97	3.102168	111.585	13.27	-5.91	-78.4257	-526.579	1153.536	1.381663
15:20:00	228.509	0.031762	0.145157	7.257853	7.256401	0.02	36.01	3.159071	113.7582	13.27	-5.95	-78.9565	-526.579	1153.536	1.381663
15:21:00	228.7936	0.032243	0.147539	7.376946	7.375471	0.02	36.01	3.174744	114.3225	13.31	-4.76	-63.3556	-526.579	1153.536	1.381663
15:22:00	229.4033	0.026107	0.11978	5.989017	5.987819	0.02	35.84	3.114618	111.6279	13.27	-4.98	-66.0846	-526.579	1153.536	1.381663
15:23:00	229.524	0.028176	0.12934	6.466991	6.465698	0.02	36.14	3.115257	112.5854	13.2	-4.97	-65.604	-526.579	1153.536	1.381663
15:24:00	229.9159	0.03477	0.159884	7.994213	7.992614	0.02	36.18	3.110718	112.5458	13.16	-5.39	-70.9324	-526.579	1153.536	1.381663
15:25:00	227.7099	0.024239	0.110387	5.519353	5.518249	0.02	36.26	3.186501	115.5425	13.12	-4.78	-62.7136	-526.579	1153.536	1.381663
15:26:00	227.674	0.039051	0.177819	8.890962	8.889184	0.02	36.31	3.156538	114.6139	13.12	-4.79	-62.8448	-526.579	1153.536	1.381663
15:27:00	228.7439	0.031113	0.142337	7.11683	7.115407	0.02	36.82	3.142559	115.709	13.16	-4.95	-65.142	-526.579	1153.536	1.381663
15:28:00	229.7251	0.020471	0.094053	4.70263	4.70169	0.02	36.07	3.127909	112.8237	13.16	-5.01	-65.9316	-526.579	1153.536	1.381663
15:29:00	229.0565	0.021469	0.098354	4.917709	4.916725	0.02	36.05	3.155397	113.7521	13.16	-5.08	-66.8528	-526.579	1153.536	1.381663
15:30:00	228.4615	0.028855	0.131847	6.592364	6.591045	0.02	36.31	3.185725	115.6737	13.16	-5.13	-67.5108	-526.579	1153.536	1.381663
15:31:00	227.7356	0.037042	0.168716	8.435795	8.434108	0.02	36.35	3.168279	115.1669	13.31	-5.2	-69.212	-526.579	1153.536	1.381663
15:32:00	228.3161	0.026519	0.121093	6.054675	6.053464	0.02	36.01	3.171247	114.1966	13.31	-4.74	-63.0894	-526.579	1153.536	1.381663
15:33:00	229.5897	0.029297	0.134526	6.726283	6.724938	0.02	36.01	3.134549	112.8751	13.31	-4.56	-60.6936	-526.579	1153.536	1.381663
15:34:00	228.1892	0.023715	0.108229	5.411455	5.410372	0.02	36.1	3.143005	113.4625	13.31	-5.25	-69.8775	-526.579	1153.536	1.381663
15:35:00	228.1991	0.029919	0.136551	6.827542	6.826177	0.02	36.18	3.124741	113.0531	13.08	-5.12	-66.9696	-526.579	1153.536	1.381663
15:36:00	228.1196	0.038456	0.17545	8.772507	8.770752	0.02	36.14	3.109127	112.3638	13.31	-4.98	-66.2838	-526.579	1153.536	1.381663
15:37:00	228.8743	0.026098	0.119464	5.973206	5.972011	0.02	36.18	3.156482	114.2015	13.31	-5.04	-67.0824	-526.579	1153.536	1.381663
15:38:00	227.2413	0.027909	0.126841	6.342047	6.340778	0.02	36.18	3.166577	114.5668	13.27	-5.01	-66.4827	-526.579	1153.536	1.381663
15:39:00	229.4342	0.039536	0.181418	9.070922	9.069107	0.02	36.22	3.136918	113.6192	13.27	-4.88	-64.7576	-526.579	1153.536	1.381663
15:40:00	229.9246	0.027418	0.126081	6.304054	6.302793	0.02	36.18	3.115202	112.708	13.27	-4.8	-63.696	-526.579	1153.536	1.381663
15:41:00	229.8179	0.03582	0.164641	8.232057	8.23041	0.02	36.22	3.109288	112.6184	13.27	-4.8	-63.696	-526.579	1153.536	1.381663
15:42:00	227.5486	0.031429	0.143032	7.151595	7.150164	0.02	36.18	3.171875	114.7584	13.31	-5.03	-66.9493	-526.579	1153.536	1.381663
15:43:00	228.5843	0.024576	0.112356	5.617789	5.616665	0.02	36.14	3.151071	113.8797	13.35	-4.89	-65.2815	-526.579	1153.536	1.381663
15:44:00	227.7718	0.020873	0.095085	4.754238	4.753288	0.02	36.18	3.139149	113.5744	13.31	-4.78	-63.6218	-526.579	1153.536	1.381663
15:45:00	229.2334	0.033585	0.153974	7.698695	7.697155	0.02	36.18	3.16649	114.5636	13.31	-4.77	-63.4887	-526.579	1153.536	1.381663

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
15:46:00	227.5901	0.021666	0.098618	4.930882	4.929896	0.02	36.22	3.15133	114.1412	13.31	-4.73	-62.9563	-526.579	1153.536	1.381663
15:47:00	228.8832	0.0377	0.172579	8.628935	8.627209	0.02	36.18	3.115768	112.7285	13.31	-4.73	-62.9563	-526.579	1153.536	1.381663
15:48:00	228.2793	0.03698	0.168834	8.441719	8.440031	0.02	36.14	3.175767	114.7722	13.31	-4.69	-62.4239	-526.579	1153.536	1.381663
15:49:00	228.6272	0.029259	0.133787	6.689348	6.68801	0.02	36.1	3.185273	114.9883	13.99	-4.61	-64.4939	-526.579	1153.536	1.381663
15:50:00	227.1441	0.033183	0.150746	7.537317	7.535809	0.02	36.1	3.09	111.549	13.31	-4.49	-59.7619	-526.579	1153.536	1.381663
15:51:00	228.3631	0.036594	0.167136	8.356787	8.355116	0.02	35.97	3.09	111.1473	13.31	-4.52	-60.1612	-526.579	1153.536	1.381663
15:52:00	227.0404	0.03341	0.151708	7.585412	7.583895	0.02	35.97	3.07	110.4279	13.31	-4.36	-58.0316	-526.579	1153.536	1.381663
15:53:00	227.8485	0.029138	0.132779	6.638938	6.63761	0.02	36.01	2.97	106.9497	13.27	-4.31	-57.1937	-526.579	1153.536	1.381663
15:54:00	229.7516	0.034839	0.160088	8.0044	8.002799	0.02	36.05	2.98	107.429	13.27	-4.31	-57.1937	-526.579	1153.536	1.381663
15:55:00	229.9713	0.025399	0.116821	5.841031	5.839862	0.02	35.59	2.96	105.3464	13.27	-4.28	-56.7956	-526.579	1153.536	1.381663
15:56:00	229.3097	0.028554	0.130956	6.547786	6.546476	0.02	35.84	2.79	99.9936	13.35	-4.31	-57.5385	-526.579	1153.536	1.381663
15:57:00	229.8992	0.034244	0.157453	7.872649	7.871075	0.02	35.72	2.77	98.9444	13.35	-4.97	-66.3495	-526.579	1153.536	1.381663
15:58:00	229.0926	0.028139	0.128927	6.446325	6.445036	0.02	35.63	2.77	98.6951	13.35	-4.32	-57.672	-526.579	1153.536	1.381663
15:59:00	227.9439	0.02708	0.123455	6.172741	6.171506	0.02	35.63	2.68	95.4884	13.35	-4.26	-56.871	-526.579	1153.536	1.381663
16:00:00	227.1076	0.020792	0.094439	4.72196	4.721015	0.02	35.67	2.53	90.2451	13.35	-4.32	-57.672	-526.579	1153.536	1.381663
16:01:00	228.6178	0.035019	0.160121	8.006048	8.004446	0.02	35.63	2.43	86.5809	13.35	-4.29	-57.2715	-584.251	1240.117	1.541784
16:02:00	227.9045	0.035096	0.159971	7.998549	7.996949	0.02	35.59	2.39	85.0601	13.35	-4.34	-57.939	-584.251	1240.117	1.541784
16:03:00	228.0313	0.032815	0.149659	7.482939	7.481442	0.02	35.37	2.49	88.0713	13.31	-4.27	-56.8337	-584.251	1240.117	1.541784
16:04:00	228.4298	0.031544	0.144114	7.205701	7.204259	0.02	35.55	2.46	87.453	13.31	-4.22	-56.1682	-584.251	1240.117	1.541784
16:05:00	227.4564	0.021584	0.098187	4.909342	4.90836	0.02	35.46	2.44	86.5224	13.35	-4.28	-57.138	-584.251	1240.117	1.541784
16:06:00	228.1896	0.030876	0.140913	7.045672	7.044262	0.02	35.51	2.4	85.224	13.35	-4.31	-57.5385	-584.251	1240.117	1.541784
16:07:00	228.9213	0.03518	0.161067	8.053367	8.051757	0.02	35.42	2.26	80.0492	13.31	-4.26	-56.7006	-584.251	1240.117	1.541784
16:08:00	229.1948	0.028405	0.130205	6.51027	6.508968	0.02	35.04	2.3	80.592	13.31	-4.12	-54.8372	-584.251	1240.117	1.541784
16:09:00	229.5535	0.037131	0.170471	8.523568	8.521863	0.02	34.71	2.3	79.833	13.31	-3.87	-51.5097	-584.251	1240.117	1.541784
16:10:00	227.3684	0.028276	0.128581	6.429045	6.427759	0.02	34.66	2.43	84.2238	13.31	-3.92	-52.1752	-584.251	1240.117	1.541784
16:11:00	227.9791	0.036329	0.165647	8.282337	8.280681	0.02	34.79	2.53	88.0187	13.35	-3.83	-51.1305	-584.251	1240.117	1.541784
16:12:00	227.8383	0.024339	0.110907	5.545352	5.544243	0.02	33.7	2.66	89.642	13.35	-4.11	-54.8685	-584.251	1240.117	1.541784
16:13:00	229.7577	0.031297	0.143814	7.190716	7.189278	0.02	34.41	2.84	97.7244	13.39	-4.4	-58.916	-584.251	1240.117	1.541784

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
16:14:00	229.7865	0.029869	0.13727	6.863506	6.862133	0.02	35	2.66	93.1	13.39	-4.55	-60.9245	-584.251	1240.117	1.541784
16:15:00	227.3583	0.02405	0.109358	5.467892	5.466799	0.02	34.45	2.53	87.1585	13.35	-5.06	-67.551	-584.251	1240.117	1.541784
16:16:00	228.2074	0.025952	0.118448	5.922382	5.921197	0.02	34.78	2.45	85.211	13.31	-4.68	-62.2908	-584.251	1240.117	1.541784
16:17:00	228.7498	0.038177	0.17466	8.732984	8.731237	0.02	35.09	2.33	81.7597	13.31	-4.34	-57.7654	-584.251	1240.117	1.541784
16:18:00	228.3172	0.035174	0.160616	8.030817	8.029211	0.02	35.26	2.29	80.7454	13.22	-4.22	-55.7884	-584.251	1240.117	1.541784
16:19:00	229.4447	0.029906	0.137234	6.86171	6.860338	0.02	35.46	2.16	76.5936	13.24	-3.99	-52.8276	-584.251	1240.117	1.541784
16:20:00	227.7194	0.031511	0.143511	7.17556	7.174124	0.02	34.79	2.25	78.2775	13.2	-3.89	-51.348	-584.251	1240.117	1.541784
16:21:00	228.2589	0.039308	0.179449	8.972456	8.970662	0.02	35.09	2.26	79.3034	13.24	-3.48	-46.0752	-584.251	1240.117	1.541784
16:22:00	228.3517	0.034122	0.155835	7.791746	7.790188	0.02	34.07	2.16	73.5912	13.17	-3.72	-48.9924	-584.251	1240.117	1.541784
16:23:00	227.2759	0.024672	0.112146	5.607278	5.606156	0.02	35.21	1.85	65.1385	13.16	-3.72	-48.9552	-584.251	1240.117	1.541784
16:24:00	227.197	0.039209	0.178161	8.908061	8.906279	0.02	36.05	1.64	59.122	13.27	-3.38	-44.8526	-584.251	1240.117	1.541784
16:25:00	228.7464	0.038687	0.176992	8.849623	8.847853	0.02	35.67	1.6	57.072	13.24	-2.79	-36.9396	-584.251	1240.117	1.541784
16:26:00	229.1356	0.034602	0.15857	7.928511	7.926925	0.02	34.54	1.61	55.6094	13.24	-2.4	-31.776	-584.251	1240.117	1.541784
16:27:00	228.2097	0.024831	0.113331	5.666573	5.66544	0.02	34.62	1.59	55.0458	13.24	-2.29	-30.3196	-584.251	1240.117	1.541784
16:28:00	229.4535	0.023779	0.109125	5.456267	5.455175	0.02	36.01	1.58	56.8958	13.24	-2.17	-28.7308	-584.251	1240.117	1.541784
16:29:00	227.951	0.021294	0.09708	4.85398	4.853009	0.02	36.31	1.51	54.8281	13.24	-2.16	-28.5984	-584.251	1240.117	1.541784
16:30:00	228.4444	0.034373	0.157048	7.852407	7.850836	0.02	34.37	1.58	54.3046	13.24	-2.24	-29.6576	-584.251	1240.117	1.541784
16:31:00	229.7528	0.022541	0.103577	5.178833	5.177797	0.02	35.63	2.4	85.512	13.24	-2.15	-28.466	-584.251	1240.117	1.541784
16:32:00	227.1843	0.034548	0.156975	7.848733	7.847163	0.02	35.67	2.34	83.4678	13.24	-2.13	-28.2012	-584.251	1240.117	1.541784
16:33:00	228.569	0.031205	0.142648	7.132417	7.13099	0.02	35.67	2.28	81.3276	13.24	-4.03	-53.3572	-584.251	1240.117	1.541784
16:34:00	229.1231	0.035106	0.160874	8.043684	8.042075	0.02	35.67	2.28	81.3276	13.2	-3.86	-50.952	-584.251	1240.117	1.541784
16:35:00	229.4666	0.034666	0.159092	7.954583	7.952992	0.02	35.67	2.28	81.3276	12.18	-3.82	-46.5276	-584.251	1240.117	1.541784
16:36:00	229.4598	0.021742	0.099777	4.988844	4.987847	0.02	35.67	2.27	80.9709	13.08	-3.91	-51.1428	-584.251	1240.117	1.541784
16:37:00	229.423	0.023838	0.109378	5.468881	5.467787	0.02	35.63	2.24	79.8112	13.12	-3.83	-50.2496	-584.251	1240.117	1.541784
16:38:00	227.5191	0.028091	0.127824	6.391176	6.389898	0.02	35.67	2.23	79.5441	13	-3.76	-48.88	-584.251	1240.117	1.541784
16:39:00	227.482	0.030233	0.137547	6.877373	6.875997	0.02	35.67	2.25	80.2575	13	-3.72	-48.36	-584.251	1240.117	1.541784
16:40:00	229.3398	0.024592	0.112797	5.639826	5.638698	0.02	35.67	2.17	77.4039	13	-3.71	-48.23	-584.251	1240.117	1.541784
16:41:00	229.5238	0.032318	0.148356	7.417815	7.416331	0.02	35.72	2.17	77.5124	13	-3.67	-47.71	-584.251	1240.117	1.541784

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
16:42:00	228.6938	0.029318	0.134098	6.704922	6.703581	0.02	35.63	2.15	76.6045	13	-3.54	-46.02	-584.251	1240.117	1.541784
16:43:00	227.7348	0.036286	0.16527	8.26351	8.261857	0.02	35.42	2.26	80.0492	13	-3.51	-45.63	-584.251	1240.117	1.541784
16:44:00	227.6152	0.026198	0.11926	5.963005	5.961812	0.02	35.42	2.24	79.3408	12.96	-3.5	-45.36	-584.251	1240.117	1.541784
16:45:00	229.2728	0.022901	0.105011	5.250567	5.249517	0.02	35.42	2.29	81.1118	13	-3.69	-47.97	-584.251	1240.117	1.541784
16:46:00	227.4369	0.032122	0.146112	7.305623	7.304162	0.02	35.42	2.2	77.924	13	-3.65	-47.45	-584.251	1240.117	1.541784
16:47:00	228.8849	0.032351	0.148093	7.404642	7.403161	0.02	35.3	2.17	76.601	13	-3.62	-47.06	-584.251	1240.117	1.541784
16:48:00	227.0459	0.026944	0.12235	6.117483	6.116259	0.02	35.34	2.15	75.981	12.96	-3.57	-46.2672	-584.251	1240.117	1.541784
16:49:00	228.0732	0.031843	0.145252	7.262579	7.261126	0.02	35.21	2.13	74.9973	12.93	-3.53	-45.6429	-584.251	1240.117	1.541784
16:50:00	228.0432	0.022696	0.103515	5.175725	5.17469	0.02	35.21	2.11	74.2931	12.92	-3.45	-44.574	-584.251	1240.117	1.541784
16:51:00	229.7849	0.031382	0.144222	7.211078	7.209636	0.02	35.21	2.09	73.5889	13	-3.4	-44.2	-584.251	1240.117	1.541784
16:52:00	227.3168	0.038473	0.174912	8.745579	8.74383	0.02	35.25	2.1	74.025	12.92	-3.35	-43.282	-584.251	1240.117	1.541784
16:53:00	227.0026	0.030489	0.13842	6.921017	6.919633	0.02	35.17	2.08	73.1536	12.96	-3.3	-42.768	-584.251	1240.117	1.541784
16:54:00	228.1697	0.031437	0.143461	7.173047	7.171612	0.02	35.17	2.05	72.0985	12.92	-3.27	-42.2484	-584.251	1240.117	1.541784
16:55:00	228.4806	0.034226	0.156402	7.820082	7.818517	0.02	33.87	2.15	72.8205	12.92	-3.3	-42.636	-584.251	1240.117	1.541784
16:56:00	229.0833	0.025177	0.115353	5.767649	5.766495	0.02	32.77	2.37	77.6649	12.88	-3.23	-41.6024	-584.251	1240.117	1.541784
16:57:00	227.9535	0.0348	0.158654	7.93272	7.931133	0.02	33.25	2.42	80.465	12.92	-3.48	-44.9616	-584.251	1240.117	1.541784
16:58:00	227.3223	0.026147	0.118875	5.943739	5.942551	0.02	33.26	2.36	78.4936	12.92	-3.56	-45.9952	-584.251	1240.117	1.541784
16:59:00	228.402	0.037729	0.172347	8.617356	8.615632	0.02	34.08	2.41	82.1328	12.88	-3.46	-44.5648	-584.251	1240.117	1.541784
17:00:00	229.0011	0.027348	0.125255	6.262759	6.261506	0.02	33.89	2.11	71.5079	12.88	-3.31	-42.6328	-584.251	1240.117	1.541784
17:01:00	228.3109	0.029875	0.136416	6.82081	6.819445	0.02	34.23	2.38	81.4674	12.88	-3.29	-42.3752	-626.883	1321.584	1.678201
17:02:00	228.8117	0.035569	0.16277	8.13849	8.136862	0.02	34.47	2.45	84.4515	12.88	-3.37	-43.4056	-626.883	1321.584	1.678201
17:03:00	229.3765	0.037892	0.173833	8.691634	8.689895	0.02	34.79	2.06	71.6674	12.85	-3.26	-41.891	-626.883	1321.584	1.678201
17:04:00	228.1858	0.025158	0.114813	5.740626	5.739478	0.02	33.12	2.21	73.1952	12.8	-3.3	-42.24	-626.883	1321.584	1.678201
17:05:00	228.459	0.031899	0.145751	7.28754	7.286082	0.02	32.47	2.57	83.4479	12.8	-3.21	-41.088	-626.883	1321.584	1.678201
17:06:00	229.9115	0.024658	0.113384	5.6692	5.668066	0.02	31.56	2.63	83.0028	12.8	-3.87	-49.536	-626.883	1321.584	1.678201
17:07:00	227.2839	0.037816	0.171901	8.595068	8.593349	0.02	30.24	2.38	71.9712	12.76	-4.02	-51.2952	-626.883	1321.584	1.678201
17:08:00	228.3512	0.03145	0.143633	7.181648	7.180212	0.02	31.22	2.46	76.8012	12.76	-3.52	-44.9152	-626.883	1321.584	1.678201
17:09:00	227.7552	0.020272	0.092341	4.617066	4.616142	0.02	31.55	2.34	73.827	12.76	-3.34	-42.6184	-626.883	1321.584	1.678201

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
17:10:00	228.1887	0.020807	0.094958	4.747884	4.746934	0.02	29.78	2.44	72.6632	12.76	-3.21	-40.9596	-626.883	1321.584	1.678201
17:11:00	228.1152	0.022016	0.100444	5.022207	5.021203	0.02	27.92	2.69	75.1048	12.76	-3.43	-43.7668	-626.883	1321.584	1.678201
17:12:00	229.5625	0.034485	0.15833	7.916488	7.914904	0.02	23.46	2.57	60.2922	13	-3.48	-45.24	-626.883	1321.584	1.678201
17:13:00	227.5446	0.023592	0.107365	5.368274	5.3672	0.02	23.97	2.41	57.7677	13	-3.52	-45.76	-626.883	1321.584	1.678201
17:14:00	229.2761	0.024505	0.112367	5.618355	5.617231	0.02	23.5	2.38	55.93	13	-3.79	-49.27	-626.883	1321.584	1.678201
17:15:00	227.9617	0.039342	0.179371	8.968527	8.966733	0.02	24.01	2.37	56.9037	13	-3.63	-47.19	-626.883	1321.584	1.678201
17:16:00	229.5935	0.031277	0.143618	7.180885	7.179448	0.02	23.92	2.15	51.428	13	-3.29	-42.77	-626.883	1321.584	1.678201
17:17:00	228.2927	0.020934	0.095583	4.77914	4.778184	0.02	23.76	2.01	47.7576	13	-3.54	-46.02	-626.883	1321.584	1.678201
17:18:00	227.212	0.021428	0.097374	4.86872	4.867747	0.02	23.84	1.89	45.0576	13	-3.22	-41.86	-626.883	1321.584	1.678201
17:19:00	227.3051	0.038945	0.177049	8.852426	8.850656	0.02	23.84	1.57	37.4288	13	-2.58	-33.54	-626.883	1321.584	1.678201
17:20:00	229.3812	0.039941	0.183232	9.161619	9.159786	0.02	23.97	1.45	34.7565	13	-2.07	-26.91	-626.883	1321.584	1.678201
17:21:00	227.5807	0.028705	0.130656	6.532808	6.531501	0.02	24.01	1.56	37.4556	13	-1.98	-25.74	-626.883	1321.584	1.678201
17:22:00	229.095	0.024309	0.111382	5.569087	5.567973	0.02	23.62	1.67	39.4454	12.9	-1.61	-20.769	-626.883	1321.584	1.678201
17:23:00	228.7482	0.036492	0.16695	8.347487	8.345817	0.02	23.63	1.73	40.8799	12.9	-1.82	-23.478	-626.883	1321.584	1.678201
17:24:00	228.3472	0.021283	0.097196	4.859814	4.858842	0.02	23.92	1.73	41.3816	12.9	-1.76	-22.704	-626.883	1321.584	1.678201
17:25:00	228.4446	0.033657	0.153774	7.688716	7.687178	0.02	23.88	1.5	35.82	12.8	-1.56	-19.968	-626.883	1321.584	1.678201
17:26:00	228.1444	0.031515	0.143801	7.19004	7.188602	0.02	23.63	1.51	35.6813	12.8	-2.31	-29.568	-626.883	1321.584	1.678201
17:27:00	228.4807	0.022866	0.104489	5.224439	5.223394	0.02	23.97	1.63	39.0711	12.8	-1.7	-21.76	-626.883	1321.584	1.678201
17:28:00	228.5279	0.032773	0.149789	7.48944	7.487941	0.02	23.59	1.55	36.5645	12.8	-1.87	-23.936	-626.883	1321.584	1.678201
17:29:00	227.3304	0.02528	0.114939	5.74694	5.74579	0.02	23.59	1.63	38.4517	12.8	-2.09	-26.752	-626.883	1321.584	1.678201
17:30:00	228.9669	0.031884	0.146007	7.300329	7.298869	0.02	23.97	1.61	38.5917	12.9	-1.98	-25.542	-626.883	1321.584	1.678201
17:31:00	227.5382	0.028	0.12742	6.371011	6.369737	0.02	23.71	1.59	37.6989	12.9	-2	-25.8	-626.883	1321.584	1.678201
17:32:00	228.462	0.022208	0.101474	5.073702	5.072688	0.02	23.54	1.65	38.841	12.8	-2.08	-26.624	-626.883	1321.584	1.678201
17:33:00	229.713	0.030062	0.138114	6.905698	6.904317	0.02	23.54	1.51	35.5454	12.8	-2.01	-25.728	-626.883	1321.584	1.678201
17:34:00	228.4759	0.034952	0.159716	7.985797	7.9842	0.02	24.01	1.19	28.5719	12.8	-1.96	-25.088	-626.883	1321.584	1.678201
17:35:00	227.0357	0.025732	0.116841	5.842058	5.84089	0.02	23.92	1.2	28.704	12.8	-1.84	-23.552	-626.883	1321.584	1.678201
17:36:00	229.8687	0.02332	0.107213	5.360644	5.359572	0.02	23.84	1.23	29.3232	12.8	-1.24	-15.872	-626.883	1321.584	1.678201
17:37:00	228.0546	0.025225	0.115054	5.752701	5.75155	0.02	23.71	1.18	27.9778	12.9	-0.87	-11.223	-626.883	1321.584	1.678201

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
17:38:00	229.7506	0.031446	0.144495	7.224764	7.223319	0.02	23.46	1.07	25.1022	12.9	-0.53	-6.837	-626.883	1321.584	1.678201
17:39:00	229.9439	0.021675	0.099682	4.98411	4.983113	0.02	23.55	1.06	24.963	12.8	-0.48	-6.144	-626.883	1321.584	1.678201
17:40:00	227.3851	0.03525	0.160308	8.015376	8.013773	0.02	23.76	1.1	26.136	12.8	-0.24	-3.072	-626.883	1321.584	1.678201
17:41:00	229.5959	0.028718	0.131869	6.593462	6.592143	0.02	23.5	1.1	25.85	12.8	-0.28	-3.584	-626.883	1321.584	1.678201
17:42:00	228.0719	0.02989	0.13634	6.81698	6.815616	0.02	23.67	1.08	25.5636	12.8	-0.3	-3.84	-626.883	1321.584	1.678201
17:43:00	229.5029	0.03536	0.162306	8.115294	8.11367	0.02	24.13	1.08	26.0604	12.8	-0.29	-3.712	-626.883	1321.584	1.678201
17:44:00	229.7004	0.023512	0.108015	5.400738	5.399658	0.02	23.42	1.06	24.8252	12.8	-0.27	-3.456	-626.883	1321.584	1.678201
17:45:00	228.9502	0.025976	0.118944	5.94722	5.94603	0.02	24.39	1.05	25.6095	12.8	-0.24	-3.072	-626.883	1321.584	1.678201
17:46:00	227.3512	0.023647	0.107522	5.376122	5.375047	0.02	24.22	1.05	25.431	12.9	-0.25	-3.225	-626.883	1321.584	1.678201
17:47:00	228.6379	0.031617	0.144579	7.22893	7.227484	0.02	24.77	1.03	25.5131	12.8	-0.24	-3.072	-626.883	1321.584	1.678201
17:48:00	228.4746	0.030519	0.139455	6.972756	6.971361	0.02	23.92	1	23.92	12.8	-0.2	-2.56	-626.883	1321.584	1.678201
17:49:00	229.2115	0.033564	0.153863	7.693144	7.691606	0.02	23.73	0.99	23.4927	12.8	-0.18	-2.304	-626.883	1321.584	1.678201
17:50:00	227.1482	0.037453	0.170148	8.507424	8.505722	0.02	23.63	0.97	22.9211	12.8	-0.13	-1.664	-626.883	1321.584	1.678201
17:51:00	228.6029	0.025476	0.116476	5.82381	5.822645	0.02	23.97	0.95	22.7715	12.7	-0.09	-1.143	-626.883	1321.584	1.678201
17:52:00	227.1911	0.020448	0.092914	4.64571	4.644781	0.02	23.59	0.91	21.4669	12.7	-0.05	-0.635	-626.883	1321.584	1.678201
17:53:00	227.599	0.031862	0.145036	7.251791	7.250341	0.02	23.59	0.89	20.9951	12.7	-0.07	-0.889	-626.883	1321.584	1.678201
17:54:00	228.8843	0.032919	0.150694	7.534706	7.533199	0.02	23.97	0.88	21.0936	12.7	-0.09	-1.143	-626.883	1321.584	1.678201
17:55:00	227.2235	0.038003	0.172705	8.635261	8.633534	0.02	23.71	0.86	20.3906	12.8	-0.08	-1.024	-626.883	1321.584	1.678201
17:56:00	227.4431	0.029347	0.133497	6.674866	6.673531	0.02	23.54	0.86	20.2444	12.8	-0.25	-3.2	-626.883	1321.584	1.678201
17:57:00	227.3306	0.026109	0.11871	5.935478	5.934291	0.02	23.54	0.87	20.4798	12.8	-0.33	-4.224	-626.883	1321.584	1.678201
17:58:00	229.7824	0.039805	0.182932	9.146602	9.144773	0.02	24.01	0.84	20.1684	12.8	-0.18	-2.304	-626.883	1321.584	1.678201
17:59:00	227.8899	0.026201	0.119418	5.970887	5.969692	0.02	23.92	0.8	19.136	12.8	-0.12	-1.536	-626.883	1321.584	1.678201
18:00:00	228.9441	0.022588	0.103429	5.171451	5.170417	0.02	23.84	0.75	17.88	12.8	-0.15	-1.92	-626.883	1321.584	1.678201

ตารางค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าช่วงจ่ายโหลด (18.00 น - 6.00 น)

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
18:00:00	231.2584	0.513399	117.07	118.7278	19.77086	0.986038	21.37955	0.034293	0.733158	12.82116	12.99255	166.5796	166.5796	0.733158	117.07
18:01:00	232.6719	0.515658	118.6055	119.9792	18.10405	0.98855	22.13969	0.043192	0.956255	12.86364	11.48802	147.7777	166.5796	0.733158	117.07
18:02:00	230.2264	0.517741	116.9167	119.1976	23.20676	0.980865	22.22793	0.022579	0.501892	12.88327	12.53055	161.4345	166.5796	0.733158	117.07
18:03:00	232.7785	0.501981	114.8004	116.8504	21.79194	0.982456	20.02702	0.025514	0.510961	12.85048	12.82694	164.8323	166.5796	0.733158	117.07
18:04:00	230.2776	0.500254	113.7256	115.1972	18.35491	0.987225	20.27337	0.024208	0.490781	12.85934	12.66535	162.8681	166.5796	0.733158	117.07
18:05:00	231.4372	0.506555	115.7658	117.2356	18.50558	0.987463	22.1702	0.040052	0.887957	12.85695	11.89598	152.946	166.5796	0.733158	117.07
18:06:00	232.8764	0.507079	116.6226	118.0866	18.5372	0.987602	19.81683	0.038228	0.75756	12.8129	12.8948	165.2197	166.5796	0.733158	117.07
18:07:00	231.9523	0.515906	117.3945	119.6656	23.20309	0.981021	19.80349	0.032203	0.637723	12.87492	12.03497	154.9494	166.5796	0.733158	117.07
18:08:00	231.3203	0.512604	117.1779	118.5758	18.15389	0.988211	22.29959	0.044872	1.000637	12.82646	12.56989	161.2272	166.5796	0.733158	117.07
18:09:00	232.0105	0.503312	115.1019	116.7736	19.68799	0.985685	20.13091	0.04018	0.808852	12.89326	12.75876	164.5021	166.5796	0.733158	117.07
18:10:00	231.155	0.50858	115.3873	117.5608	22.50161	0.981511	22.79457	0.022975	0.523716	12.82273	11.79175	151.2024	166.5796	0.733158	117.07
18:11:00	231.1669	0.508169	115.5955	117.4719	20.91239	0.984027	20.03191	0.024409	0.48895	12.81789	12.02606	154.1488	166.5796	0.733158	117.07
18:12:00	230.3209	0.500061	113.4914	115.1745	19.61784	0.985387	19.81336	0.02142	0.424411	12.88915	12.27201	158.1757	166.5796	0.733158	117.07
18:13:00	232.9961	0.500357	114.5146	116.5813	21.85412	0.982273	22.2942	0.021704	0.483873	12.85859	12.45862	160.2003	166.5796	0.733158	117.07
18:14:00	232.5358	0.503396	115.6741	117.0576	17.94407	0.988181	21.53204	0.036742	0.791136	12.87542	12.48575	160.7593	166.5796	0.733158	117.07
18:15:00	230.4798	0.517978	117.0459	119.3834	23.50873	0.98042	22.71142	0.031796	0.722141	12.80672	11.48483	147.083	166.5796	0.733158	117.07
18:16:00	232.3579	0.508187	116.6917	118.0813	18.06239	0.988232	20.51159	0.038495	0.789589	12.87102	12.84718	165.3564	166.5796	0.733158	117.07
18:17:00	230.2726	0.506782	114.7901	116.6981	21.0161	0.98365	19.76343	0.027406	0.541635	12.86543	12.03057	154.7785	166.5796	0.733158	117.07
18:18:00	230.9818	0.512406	116.0898	118.3565	23.05234	0.980849	20.71216	0.031287	0.64803	12.84166	12.39828	159.2145	166.5796	0.733158	117.07
18:19:00	232.2975	0.501933	114.3937	116.5978	22.56387	0.981097	22.3269	0.042272	0.943806	12.83302	12.54191	160.9507	166.5796	0.733158	117.07
18:20:00	230.958	0.506714	115.5617	117.0296	18.47779	0.987457	19.86045	0.030048	0.596774	12.82399	12.17879	156.1806	166.5796	0.733158	117.07
18:21:00	232.6805	0.507772	116.5227	118.1487	19.53367	0.986238	19.37905	0.034921	0.676736	12.80736	11.97627	153.3844	166.5796	0.733158	117.07
18:22:00	230.4454	0.514709	116.5995	118.6122	21.7582	0.983031	21.44905	0.029336	0.629226	12.78213	12.02044	153.6469	166.5796	0.733158	117.07
18:23:00	232.6179	0.519088	119.195	120.7491	19.31012	0.98713	19.87087	0.048931	0.972306	12.82953	12.23134	156.9223	166.5796	0.733158	117.07
18:24:00	231.234	0.509807	115.6402	117.8848	22.89493	0.980959	20.19399	0.021652	0.43724	12.79512	12.64711	161.8213	166.5796	0.733158	117.07
18:25:00	231.5155	0.512229	116.6169	118.5889	21.53707	0.98337	19.51847	0.02707	0.528371	12.76682	11.81865	150.8866	166.5796	0.733158	117.07

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
18:26:00	232.3396	0.514088	117.3166	119.4431	22.43811	0.982197	21.35391	0.0413	0.881917	12.8001	11.82882	151.41	166.5796	0.733158	117.07
18:27:00	231.9157	0.510588	116.6465	118.4134	20.37934	0.985079	21.10573	0.03358	0.708724	12.75294	11.74445	149.7762	166.5796	0.733158	117.07
18:28:00	231.3728	0.504484	114.6636	116.7238	21.83355	0.98235	19.77554	0.022177	0.438561	12.81543	11.38476	145.9006	166.5796	0.733158	117.07
18:29:00	231.0213	0.507254	115.1271	117.1864	21.87257	0.982427	22.59209	0.034258	0.773966	12.75993	12.61669	160.9881	166.5796	0.733158	117.07
18:30:00	232.5361	0.508127	116.785	118.1578	17.95947	0.988381	19.60768	0.041526	0.81423	12.78705	11.41309	145.9398	166.5796	0.733158	117.07
18:31:00	231.0126	0.505035	114.5073	116.6694	22.35679	0.981468	21.56914	0.023663	0.510392	12.79318	12.60505	161.2587	166.5796	0.733158	117.07
18:32:00	232.0799	0.519361	118.9262	120.5333	19.61766	0.986666	22.742	0.043521	0.989749	12.81379	12.91308	165.4654	166.5796	0.733158	117.07
18:33:00	230.6192	0.513369	117.1781	118.3928	16.91606	0.98974	20.64791	0.039223	0.809869	12.81256	12.85309	164.6811	166.5796	0.733158	117.07
18:34:00	230.4916	0.514802	116.5675	118.6575	22.17243	0.982386	19.71723	0.049402	0.974065	12.84698	12.31645	158.2291	166.5796	0.733158	117.07
18:35:00	232.9574	0.506975	116.8462	118.1035	17.18751	0.989354	19.19761	0.047365	0.909302	12.81574	12.00701	153.8787	166.5796	0.733158	117.07
18:36:00	230.6467	0.506172	115.4757	116.7468	17.18102	0.989112	19.67796	0.028903	0.568759	12.82378	12.83334	164.5718	166.5796	0.733158	117.07
18:37:00	232.7428	0.501961	115.1143	116.8279	19.93603	0.985333	22.84611	0.032265	0.737129	12.83864	12.18432	156.43	166.5796	0.733158	117.07
18:38:00	231.2872	0.507462	115.854	117.3694	18.79928	0.987089	19.88753	0.026158	0.520212	12.77302	11.30536	144.4035	166.5796	0.733158	117.07
18:39:00	232.6012	0.512127	117.2117	119.1214	21.24483	0.983968	20.30698	0.036008	0.731206	12.83697	11.34423	145.6255	166.5796	0.733158	117.07
18:40:00	230.8339	0.503288	114.0652	116.1758	22.04439	0.981832	22.96686	0.033595	0.771581	12.83598	11.2552	144.4715	166.5796	0.733158	117.07
18:41:00	230.3182	0.512655	116.5924	118.0737	18.6444	0.987454	22.52078	0.031698	0.713854	12.71279	12.42409	157.9448	166.5796	0.733158	117.07
18:42:00	230.466	0.519512	117.5044	119.7299	22.97735	0.981413	21.53998	0.020451	0.440511	12.70045	12.8406	163.0814	166.5796	0.733158	117.07
18:43:00	231.7481	0.517919	117.8158	120.0268	22.93202	0.981579	21.30333	0.036997	0.788159	12.71171	11.6941	148.652	166.5796	0.733158	117.07
18:44:00	231.8128	0.501942	114.3374	116.3565	21.58181	0.982648	19.02501	0.033352	0.634522	12.73815	12.56711	160.0817	166.5796	0.733158	117.07
18:45:00	231.5052	0.503297	114.1925	116.5159	23.15228	0.980059	22.64136	0.034474	0.780536	12.75133	12.9426	165.0355	166.5796	0.733158	117.07
18:46:00	231.7204	0.511029	116.7816	118.4159	19.60617	0.986198	21.13168	0.026642	0.562987	12.7429	12.54593	159.8716	166.5796	0.733158	117.07
18:47:00	232.3226	0.514317	117.3461	119.4874	22.51967	0.982079	22.80618	0.038777	0.884365	12.74309	12.83674	163.5797	166.5796	0.733158	117.07
18:48:00	232.3484	0.505338	115.8136	117.4145	19.32253	0.986366	19.90154	0.034202	0.680672	12.75111	11.37536	145.0484	166.5796	0.733158	117.07
18:49:00	230.1154	0.510792	115.9296	117.5411	19.39681	0.98629	22.00977	0.041527	0.914002	12.73245	12.03706	153.2612	166.5796	0.733158	117.07
18:50:00	231.6501	0.519793	118.1337	120.41	23.30217	0.981096	22.34156	0.040366	0.901843	12.72765	12.48315	158.8811	166.5796	0.733158	117.07
18:51:00	232.7111	0.518146	118.9462	120.5782	19.77175	0.986465	20.65018	0.030362	0.626973	12.76865	12.6813	161.9231	166.5796	0.733158	117.07
18:52:00	231.0577	0.508905	116.1352	117.5864	18.41669	0.987659	21.92159	0.028842	0.632267	12.70376	12.61385	160.2433	166.5796	0.733158	117.07
18:53:00	231.4532	0.504143	115.3329	116.6855	17.71506	0.988408	20.13184	0.033341	0.671209	12.79329	12.67934	162.2106	166.5796	0.733158	117.07

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
18:54:00	232.6849	0.507199	116.097	118.0176	21.20473	0.983726	20.93718	0.022839	0.478186	12.76911	11.29471	144.2234	166.5796	0.733158	117.07
18:55:00	231.6886	0.504652	115.5218	116.9221	18.0412	0.988024	21.35679	0.046903	1.001695	12.73794	12.65031	161.139	166.5796	0.733158	117.07
18:56:00	230.7047	0.502159	113.7131	115.8505	22.1512	0.98155	20.53019	0.029351	0.60259	12.74062	12.41361	158.1571	166.5796	0.733158	117.07
18:57:00	232.9513	0.506153	115.8137	117.909	22.12971	0.982229	19.46339	0.03821	0.743706	12.74832	11.50708	146.696	166.5796	0.733158	117.07
18:58:00	231.2831	0.515916	117.4239	119.3225	21.20101	0.984089	21.30728	0.048101	1.024906	12.74609	11.32464	144.3449	166.5796	0.733158	117.07
18:59:00	231.8373	0.506169	115.7729	117.349	19.16826	0.986569	19.71595	0.034873	0.687562	12.79531	11.93874	152.7599	166.5796	0.733158	117.07
19:00:00	232.4744	0.507081	116.5683	117.8833	17.55841	0.988845	19.83577	0.022909	0.45441	12.78791	12.56877	160.7283	166.5796	0.733158	117.07
19:01:00	230.0488	0.502589	114.2217	115.6199	17.9269	0.987907	19.80883	0.034992	0.693148	12.7264	12.98453	165.2463	331.8259	1.426306	231.2917
19:02:00	232.3945	0.507817	115.791	118.0138	22.7973	0.981164	19.54569	0.040195	0.785637	12.74339	12.77418	162.7864	331.8259	1.426306	231.2917
19:03:00	230.4777	0.505844	114.484	116.5857	22.03719	0.981973	20.46675	0.039872	0.816056	12.71887	12.48856	158.8404	331.8259	1.426306	231.2917
19:04:00	230.5827	0.50251	113.7576	115.8701	22.02492	0.981768	20.63639	0.030886	0.637379	12.72382	12.18635	155.0569	331.8259	1.426306	231.2917
19:05:00	230.0632	0.510546	115.627	117.4579	20.6579	0.984413	18.34966	0.03278	0.601499	12.66539	11.71435	148.3668	331.8259	1.426306	231.2917
19:06:00	230.8823	0.503607	114.5088	116.2741	20.18376	0.984818	20.98895	0.035004	0.734701	12.65745	11.44376	144.8488	331.8259	1.426306	231.2917
19:07:00	232.9081	0.51006	117.3449	118.7972	18.51885	0.987775	18.6379	0.041237	0.768572	12.68482	12.04803	152.8272	331.8259	1.426306	231.2917
19:08:00	231.4147	0.510002	115.6988	118.022	23.3022	0.980315	20.03103	0.043337	0.868085	12.66903	12.28779	155.6744	331.8259	1.426306	231.2917
19:09:00	231.1591	0.508109	115.5668	117.4541	20.97073	0.983932	19.88645	0.034144	0.679005	12.73556	11.49213	146.3587	331.8259	1.426306	231.2917
19:10:00	230.5324	0.509086	115.2762	117.3609	22.02221	0.982237	20.88914	0.049803	1.040351	12.74976	12.33589	157.2796	331.8259	1.426306	231.2917
19:11:00	231.5141	0.518384	118.4257	120.0132	19.45593	0.986772	20.83601	0.030981	0.645528	12.70044	11.54637	146.644	331.8259	1.426306	231.2917
19:12:00	230.0068	0.505698	114.764	116.3139	18.92476	0.986675	20.59777	0.03587	0.738833	12.72798	11.44146	145.6266	331.8259	1.426306	231.2917
19:13:00	230.5038	0.504033	114.0702	116.1815	22.04871	0.981827	18.54539	0.03844	0.71289	12.72807	12.57619	160.0706	331.8259	1.426306	231.2917
19:14:00	231.3232	0.508474	116.1028	117.6219	18.84304	0.987085	18.82885	0.029815	0.561391	12.69112	12.77564	162.1372	331.8259	1.426306	231.2917
19:15:00	231.7661	0.502454	114.4652	116.4517	21.41771	0.982941	18.8005	0.046167	0.86797	12.70923	12.21178	155.2023	331.8259	1.426306	231.2917
19:16:00	231.4779	0.508009	115.9336	117.5929	19.6848	0.985889	20.1449	0.029388	0.59202	12.70115	11.27318	143.1825	331.8259	1.426306	231.2917
19:17:00	232.4883	0.509627	116.571	118.4822	21.19513	0.983869	20.72897	0.047062	0.975555	12.69496	12.46253	158.2113	331.8259	1.426306	231.2917
19:18:00	232.2123	0.508235	115.8278	118.0184	22.63355	0.981438	20.39575	0.025485	0.519796	12.67867	12.48344	158.2735	331.8259	1.426306	231.2917
19:19:00	232.2357	0.508377	116.8529	118.0634	16.86306	0.989747	20.65239	0.041843	0.864166	12.69514	12.74794	161.8368	331.8259	1.426306	231.2917
19:20:00	232.9433	0.516155	119.0141	120.2348	17.09003	0.989847	19.90229	0.026129	0.520029	12.69253	11.36602	144.2636	331.8259	1.426306	231.2917
19:21:00	232.3058	0.50833	116.2298	118.088	20.86679	0.984264	19.6923	0.044576	0.877807	12.67479	12.89552	163.4479	331.8259	1.426306	231.2917

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
19:22:00	230.1866	0.514341	116.987	118.3943	18.20074	0.988113	19.91181	0.035798	0.712809	12.64816	11.78404	149.0465	331.8259	1.426306	231.2917
19:23:00	232.2708	0.505333	115.6703	117.3741	19.92595	0.985485	19.90136	0.039179	0.779708	12.60992	11.38262	143.534	331.8259	1.426306	231.2917
19:24:00	231.6783	0.514962	117.6707	119.3056	19.68315	0.986297	20.19979	0.046681	0.942946	12.68231	11.32872	143.6743	331.8259	1.426306	231.2917
19:25:00	231.5264	0.504957	114.761	116.9109	22.31743	0.981611	18.78162	0.030738	0.577307	12.64547	12.00988	151.8705	331.8259	1.426306	231.2917
19:26:00	232.6653	0.501572	115.1514	116.6983	18.93816	0.986744	20.37672	0.025824	0.526205	12.63768	12.48234	157.7479	331.8259	1.426306	231.2917
19:27:00	231.3165	0.515869	117.9307	119.3291	18.21467	0.988281	18.93163	0.024576	0.465269	12.6922	12.3223	156.3971	331.8259	1.426306	231.2917
19:28:00	232.8188	0.507812	116.4539	118.2283	20.40631	0.984992	19.11435	0.028656	0.547749	12.69681	11.82288	150.1129	331.8259	1.426306	231.2917
19:29:00	230.4066	0.504047	114.6138	116.1357	18.73974	0.986895	18.71821	0.027823	0.52079	12.67839	11.92674	151.2119	331.8259	1.426306	231.2917
19:30:00	230.1617	0.504229	114.0689	116.0543	21.37444	0.982893	19.56919	0.036933	0.722742	12.68134	11.89109	150.7949	331.8259	1.426306	231.2917
19:31:00	232.7	0.510472	117.2636	118.7868	18.9618	0.987177	18.28676	0.029793	0.544821	12.65823	12.37773	156.6802	331.8259	1.426306	231.2917
19:32:00	232.5212	0.507063	116.4328	117.9029	18.56037	0.987532	19.97043	0.032362	0.646283	12.68688	11.52226	146.1816	331.8259	1.426306	231.2917
19:33:00	231.7762	0.510389	116.657	118.2961	19.62459	0.986144	20.7152	0.043681	0.904859	12.69558	12.26309	155.6871	331.8259	1.426306	231.2917
19:34:00	230.25	0.500567	113.7559	115.2555	18.53126	0.98699	20.83316	0.040655	0.846966	12.67771	12.06799	152.9944	331.8259	1.426306	231.2917
19:35:00	231.4361	0.512288	117.2774	118.562	17.40567	0.989165	18.7985	0.040681	0.764737	12.65966	12.92706	163.6522	331.8259	1.426306	231.2917
19:36:00	231.6177	0.512677	117.482	118.7452	17.27393	0.989363	18.21364	0.02869	0.522554	12.63582	12.73434	160.9089	331.8259	1.426306	231.2917
19:37:00	231.1708	0.518214	118.5349	119.7959	17.33589	0.989474	19.10184	0.04203	0.80285	12.60782	12.80335	161.4223	331.8259	1.426306	231.2917
19:38:00	230.7635	0.506954	114.8902	116.9865	22.04729	0.982081	19.70577	0.027783	0.547478	12.64606	11.61727	146.9128	331.8259	1.426306	231.2917
19:39:00	230.4668	0.510266	116.1394	117.5993	18.47241	0.987586	18.90177	0.048498	0.916702	12.69772	12.18883	154.7703	331.8259	1.426306	231.2917
19:40:00	232.8924	0.513456	117.6924	119.58	21.16275	0.984215	20.92458	0.030463	0.637417	12.63685	11.85027	149.7501	331.8259	1.426306	231.2917
19:41:00	231.9187	0.512618	117.5094	118.8857	18.03701	0.988424	19.48142	0.026827	0.522624	12.58615	11.36566	143.0499	331.8259	1.426306	231.2917
19:42:00	230.6724	0.513113	116.9238	118.3611	18.38991	0.987856	20.96346	0.035228	0.738503	12.58065	12.32321	155.034	331.8259	1.426306	231.2917
19:43:00	232.6579	0.511092	117.4925	118.9097	18.30356	0.988082	19.16201	0.045325	0.868524	12.5667	12.43823	156.3075	331.8259	1.426306	231.2917
19:44:00	231.9491	0.518996	118.5507	120.3805	20.90927	0.9848	19.66487	0.021798	0.428659	12.62372	11.32763	142.9967	331.8259	1.426306	231.2917
19:45:00	231.2725	0.505798	115.045	116.9771	21.17306	0.983483	20.32643	0.029773	0.605177	12.61713	12.69689	160.1983	331.8259	1.426306	231.2917
19:46:00	230.4325	0.504343	114.9	116.217	17.44698	0.988667	19.75035	0.021634	0.427273	12.5564	12.75042	160.0994	331.8259	1.426306	231.2917
19:47:00	231.5997	0.502294	115.1247	116.3311	16.70999	0.98963	20.66954	0.034832	0.719969	12.60052	11.87251	149.5998	331.8259	1.426306	231.2917
19:48:00	231.9773	0.516105	118.3181	119.7245	18.29706	0.988253	18.95058	0.039651	0.751412	12.57813	12.71486	159.9292	331.8259	1.426306	231.2917
19:49:00	230.6884	0.511996	116.7826	118.1115	17.6682	0.988748	19.59655	0.035122	0.68827	12.6271	12.08586	152.6094	331.8259	1.426306	231.2917

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
19:50:00	230.0532	0.507678	114.9178	116.7929	20.84442	0.983945	20.19831	0.046246	0.934101	12.62912	12.06354	152.352	331.8259	1.426306	231.2917
19:51:00	232.3968	0.506082	115.4825	117.6118	22.27846	0.981895	19.55794	0.045197	0.883956	12.55154	11.32962	142.2041	331.8259	1.426306	231.2917
19:52:00	230.0121	0.513167	116.0502	118.0347	21.55305	0.983187	19.85761	0.021371	0.424374	12.56116	12.65606	158.9749	331.8259	1.426306	231.2917
19:53:00	232.5151	0.519119	118.555	120.7029	22.66944	0.982205	19.39479	0.030289	0.587452	12.55506	12.27815	154.1529	331.8259	1.426306	231.2917
19:54:00	231.5556	0.519327	117.9367	120.2531	23.4893	0.980737	19.25024	0.046596	0.896986	12.57118	12.67265	159.3102	331.8259	1.426306	231.2917
19:55:00	232.5487	0.505012	115.4071	117.44	21.75669	0.98269	19.74825	0.031265	0.617427	12.60704	12.96781	163.4857	331.8259	1.426306	231.2917
19:56:00	231.8278	0.50725	115.4252	117.5946	22.48361	0.981552	19.42558	0.02103	0.408523	12.59475	12.42053	156.4335	331.8259	1.426306	231.2917
19:57:00	232.8134	0.50294	114.9127	117.0911	22.48076	0.981396	18.48248	0.032217	0.595443	12.55254	12.73892	159.9058	331.8259	1.426306	231.2917
19:58:00	230.6804	0.51906	117.6637	119.737	22.18577	0.982684	18.25754	0.031689	0.578559	12.58012	12.94622	162.865	331.8259	1.426306	231.2917
19:59:00	232.3448	0.505043	115.1303	117.3441	22.68595	0.981134	19.32242	0.021032	0.406381	12.58127	12.79262	160.9474	331.8259	1.426306	231.2917
20:00:00	232.9091	0.513349	118.0303	119.5637	19.08683	0.987176	18.05247	0.032817	0.592423	12.60938	12.7899	161.2727	331.8259	1.426306	231.2917
20:01:00	230.0334	0.508171	115.0681	116.8962	20.59234	0.984362	19.58559	0.032919	0.64474	12.58634	11.95193	150.431	482.2568	2.071046	346.3599
20:02:00	232.9574	0.506773	116.6818	118.0565	17.96364	0.988356	18.17006	0.02798	0.5084	12.57296	11.35965	142.8244	482.2568	2.071046	346.3599
20:03:00	231.8498	0.514506	117.7061	119.2882	19.36363	0.986737	18.53034	0.042544	0.788355	12.5665	12.87353	161.7752	482.2568	2.071046	346.3599
20:04:00	232.9569	0.500687	114.8736	116.6385	20.21369	0.984869	18.71182	0.037593	0.703426	12.58484	11.43153	143.864	482.2568	2.071046	346.3599
20:05:00	230.0235	0.502519	113.8016	115.5912	20.2615	0.984518	18.87488	0.031564	0.595768	12.56908	12.57538	158.0609	482.2568	2.071046	346.3599
20:06:00	231.12	0.502642	114.789	116.1706	17.86358	0.988107	18.26858	0.02992	0.546591	12.57834	11.92444	149.9896	482.2568	2.071046	346.3599
20:07:00	232.6037	0.508413	116.1867	118.2588	22.04113	0.982478	19.63007	0.038985	0.765279	12.58419	11.52989	145.0943	482.2568	2.071046	346.3599
20:08:00	231.9294	0.51698	118.5586	119.9029	17.9044	0.988788	18.76265	0.026101	0.48973	12.54504	12.37961	155.3027	482.2568	2.071046	346.3599
20:09:00	231.4683	0.514138	117.6735	119.0066	17.76294	0.988798	19.16167	0.030645	0.587207	12.50268	11.63872	145.5152	482.2568	2.071046	346.3599
20:10:00	232.887	0.513983	117.7305	119.7	21.62434	0.983547	19.34421	0.043837	0.847996	12.57232	12.22959	153.7544	482.2568	2.071046	346.3599
20:11:00	230.7524	0.517054	116.9698	119.3115	23.52237	0.980373	18.5588	0.020615	0.382591	12.59188	11.82291	148.8727	482.2568	2.071046	346.3599
20:12:00	232.6498	0.510029	116.8607	118.6582	20.57567	0.984851	19.20378	0.036171	0.694618	12.55883	11.88826	149.3026	482.2568	2.071046	346.3599
20:13:00	231.6881	0.516745	117.4109	119.7236	23.41824	0.980683	18.24	0.032796	0.5982	12.50131	12.70808	158.8676	482.2568	2.071046	346.3599
20:14:00	230.3396	0.502987	114.6781	115.8579	16.49254	0.989816	18.56773	0.043228	0.802652	12.51371	11.66193	145.9341	482.2568	2.071046	346.3599
20:15:00	231.9911	0.519909	118.7841	120.6142	20.93142	0.984827	18.23381	0.028313	0.516247	12.50061	12.74079	159.2677	482.2568	2.071046	346.3599
20:16:00	232.6909	0.50491	115.9556	117.488	18.91406	0.986957	18.9992	0.046226	0.878265	12.53833	11.35254	142.3418	482.2568	2.071046	346.3599
20:17:00	232.7079	0.512722	117.748	119.3145	19.2707	0.986871	19.8404	0.02778	0.551173	12.52862	11.99826	150.3217	482.2568	2.071046	346.3599

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
20:18:00	231.7569	0.515773	118.0112	119.534	19.01932	0.987261	19.78775	0.047043	0.930873	12.53002	11.80734	147.9462	482.2568	2.071046	346.3599
20:19:00	230.3015	0.515806	117.2314	118.7909	19.18557	0.986872	18.07343	0.042563	0.769262	12.58904	11.89627	149.7627	482.2568	2.071046	346.3599
20:20:00	231.3546	0.514873	116.795	119.1183	23.41156	0.980496	19.56202	0.024394	0.477192	12.56244	12.4424	156.3069	482.2568	2.071046	346.3599
20:21:00	231.6019	0.507108	115.9373	117.4472	18.7716	0.987145	18.9529	0.042358	0.802803	12.4934	11.49424	143.6022	482.2568	2.071046	346.3599
20:22:00	230.1471	0.50281	113.5503	115.7203	22.30524	0.981248	19.53807	0.040771	0.796584	12.5077	11.93008	149.2178	482.2568	2.071046	346.3599
20:23:00	230.1367	0.503151	114.01	115.7935	20.24487	0.984598	18.53484	0.029457	0.545984	12.47382	12.96578	161.7328	482.2568	2.071046	346.3599
20:24:00	230.2673	0.501807	113.77	115.5497	20.20219	0.984598	19.97608	0.033557	0.670343	12.45954	11.39225	141.9422	482.2568	2.071046	346.3599
20:25:00	230.0401	0.502358	113.2748	115.5624	22.88008	0.980204	19.18362	0.033826	0.648901	12.46582	12.19096	151.9704	482.2568	2.071046	346.3599
20:26:00	230.7003	0.507578	115.8382	117.0984	17.13304	0.989238	19.469	0.039912	0.777054	12.53901	11.56209	144.9772	482.2568	2.071046	346.3599
20:27:00	231.1672	0.509887	116.6126	117.8692	17.16549	0.989339	18.88603	0.026069	0.492342	12.53844	12.35408	154.901	482.2568	2.071046	346.3599
20:28:00	230.1709	0.513689	116.3183	118.2362	21.21005	0.983779	18.06656	0.023692	0.428037	12.49289	12.28449	153.4688	482.2568	2.071046	346.3599
20:29:00	230.8292	0.518738	118.351	119.7398	18.18391	0.988402	18.19755	0.031817	0.578983	12.51112	11.80479	147.6912	482.2568	2.071046	346.3599
20:30:00	231.6941	0.519681	118.0648	120.4071	23.63439	0.980546	19.48631	0.02269	0.442141	12.49507	12.38065	154.6971	482.2568	2.071046	346.3599
20:31:00	230.4609	0.504581	114.5309	116.2861	20.12771	0.984906	18.18499	0.026489	0.481702	12.5459	11.62895	145.8956	482.2568	2.071046	346.3599
20:32:00	230.5862	0.507736	115.8085	117.0769	17.1869	0.989166	19.84369	0.033803	0.670771	12.52811	11.71765	146.8	482.2568	2.071046	346.3599
20:33:00	232.1163	0.517458	118.3463	120.1104	20.51003	0.985313	19.55661	0.028656	0.560424	12.54432	12.8844	161.626	482.2568	2.071046	346.3599
20:34:00	230.1461	0.51593	116.8583	118.7394	21.05177	0.984158	18.58326	0.047882	0.889797	12.45377	12.20085	151.9466	482.2568	2.071046	346.3599
20:35:00	232.7016	0.507226	116.8122	118.0322	16.92711	0.989663	18.46139	0.048747	0.899946	12.51513	11.31545	141.6143	482.2568	2.071046	346.3599
20:36:00	232.3645	0.513753	117.3281	119.378	22.02808	0.982828	18.16154	0.023253	0.422317	12.50021	12.58362	157.2979	482.2568	2.071046	346.3599
20:37:00	230.0105	0.502729	113.5783	115.6329	21.70096	0.982232	19.60416	0.037245	0.730164	12.50382	12.26811	153.3982	482.2568	2.071046	346.3599
20:38:00	232.1625	0.509683	116.1869	118.3293	22.41502	0.981894	19.54454	0.039158	0.765332	12.53236	11.52744	144.466	482.2568	2.071046	346.3599
20:39:00	231.4059	0.502941	114.3958	116.3835	21.41776	0.982921	18.02304	0.033385	0.601698	12.54881	12.48284	156.6448	482.2568	2.071046	346.3599
20:40:00	232.8624	0.503636	115.6469	117.2779	19.49078	0.986093	19.92724	0.049487	0.98613	12.54894	12.72362	159.668	482.2568	2.071046	346.3599
20:41:00	230.1314	0.50465	114.1857	116.1359	21.19382	0.983207	19.20476	0.031455	0.604088	12.50444	11.86108	148.3162	482.2568	2.071046	346.3599
20:42:00	231.2525	0.503594	115.2922	116.4574	16.43247	0.989995	18.05386	0.047874	0.864313	12.462	11.59099	144.4469	482.2568	2.071046	346.3599
20:43:00	230.4132	0.501972	114.2405	115.661	18.07104	0.987719	18.09321	0.021317	0.385701	12.40764	11.24337	139.5037	482.2568	2.071046	346.3599
20:44:00	230.0902	0.513803	116.2133	118.2209	21.69482	0.983018	18.92414	0.049333	0.933586	12.49697	11.22618	140.2933	482.2568	2.071046	346.3599
20:45:00	230.1017	0.515042	116.741	118.5121	20.41235	0.985055	18.24738	0.0333	0.607631	12.43042	11.46168	142.4734	482.2568	2.071046	346.3599

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
20:46:00	232.5724	0.510516	117.3215	118.7319	18.24628	0.988121	18.07974	0.037054	0.669934	12.43867	11.26705	140.1472	482.2568	2.071046	346.3599
20:47:00	232.9105	0.512724	117.2245	119.4187	22.78727	0.981625	18.10389	0.024381	0.441393	12.41416	12.29185	152.593	482.2568	2.071046	346.3599
20:48:00	231.5747	0.518154	117.8352	119.9913	22.6447	0.982031	18.3336	0.045215	0.828948	12.4825	11.7295	146.4135	482.2568	2.071046	346.3599
20:49:00	230.8196	0.502384	113.7027	115.96	22.769	0.980533	18.24677	0.027571	0.503081	12.48026	11.20521	139.844	482.2568	2.071046	346.3599
20:50:00	232.6692	0.509503	116.9667	118.5458	19.28456	0.98668	18.52927	0.034497	0.639212	12.40513	11.92282	147.9041	482.2568	2.071046	346.3599
20:51:00	232.2186	0.50989	116.7659	118.406	19.63898	0.986149	18.16026	0.03361	0.610371	12.40487	11.5101	142.7813	482.2568	2.071046	346.3599
20:52:00	231.7648	0.500052	114.4628	115.8945	18.16025	0.987647	18.94139	0.028591	0.541562	12.45429	11.99418	149.379	482.2568	2.071046	346.3599
20:53:00	232.1208	0.5181	118.853	120.2618	18.35344	0.988286	19.91072	0.029354	0.584457	12.48947	12.66571	158.188	482.2568	2.071046	346.3599
20:54:00	232.3489	0.516009	117.7681	119.8941	22.4785	0.982267	18.53567	0.028123	0.521276	12.48035	11.82556	147.5872	482.2568	2.071046	346.3599
20:55:00	231.5114	0.512685	116.4848	118.6925	22.78609	0.9814	19.94957	0.042902	0.855876	12.42824	12.71499	158.025	482.2568	2.071046	346.3599
20:56:00	231.5818	0.505102	114.6353	116.9724	23.26541	0.98002	19.24262	0.03549	0.682915	12.45569	12.25415	152.6339	482.2568	2.071046	346.3599
20:57:00	231.089	0.507821	116.0951	117.3519	17.12874	0.98929	18.1204	0.024623	0.446182	12.47159	11.25168	140.3264	482.2568	2.071046	346.3599
20:58:00	230.043	0.515713	116.2956	118.6361	23.44908	0.980272	18.75733	0.022266	0.417657	12.43328	12.06502	150.0077	482.2568	2.071046	346.3599
20:59:00	230.8897	0.507961	115.744	117.283	18.93746	0.986878	18.87599	0.048019	0.906399	12.4405	11.56681	143.8969	482.2568	2.071046	346.3599
21:00:00	232.446	0.508672	116.0441	118.2389	22.67606	0.981438	19.67012	0.034761	0.683748	12.40328	12.9393	160.4898	482.2568	2.071046	346.3599
21:01:00	232.3931	0.508031	116.4799	118.0628	19.26796	0.986593	19.13682	0.038716	0.740903	12.41733	11.29592	140.2651	622.522	2.811949	462.8398
21:02:00	232.5761	0.51355	117.6986	119.4395	20.3181	0.985425	19.40657	0.032583	0.632328	12.41975	12.04096	149.5458	622.522	2.811949	462.8398
21:03:00	230.4199	0.508068	115.4382	117.069	19.47239	0.98607	18.24678	0.044912	0.819494	12.36035	11.33065	140.0508	622.522	2.811949	462.8398
21:04:00	230.0453	0.5084	114.7504	116.9551	22.60226	0.981148	19.8107	0.023862	0.472722	12.37655	12.80692	158.5055	622.522	2.811949	462.8398
21:05:00	230.3133	0.505453	115.0412	116.4125	17.81551	0.98822	19.98507	0.03493	0.69807	12.4138	11.61942	144.2413	622.522	2.811949	462.8398
21:06:00	230.5627	0.514283	117.2515	118.5744	17.66287	0.988843	19.1088	0.034455	0.65839	12.42256	11.78927	146.4529	622.522	2.811949	462.8398
21:07:00	232.3957	0.508489	116.6151	118.1707	19.11073	0.986836	18.48023	0.023516	0.434584	12.43455	11.6454	144.8054	622.522	2.811949	462.8398
21:08:00	230.2343	0.513852	116.4069	118.3062	21.114	0.983946	18.1551	0.04613	0.837502	12.44107	12.34393	153.5717	622.522	2.811949	462.8398
21:09:00	232.9825	0.502946	115.1681	117.1775	21.60746	0.982851	19.61824	0.025987	0.509815	12.44924	11.41532	142.1121	622.522	2.811949	462.8398
21:10:00	230.6666	0.508275	115.3043	117.242	21.22766	0.983472	19.00051	0.035019	0.665378	12.35791	11.93374	147.4762	622.522	2.811949	462.8398
21:11:00	232.3335	0.512673	117.7145	119.1111	18.1865	0.988275	18.63144	0.022727	0.423441	12.40428	11.42764	141.7516	622.522	2.811949	462.8398
21:12:00	230.9788	0.514196	116.9101	118.7683	20.92706	0.984354	19.66153	0.020212	0.397403	12.40563	11.71033	145.2741	622.522	2.811949	462.8398
21:13:00	231.3962	0.500057	114.0034	115.7114	19.80786	0.985239	18.58712	0.036144	0.671812	12.37356	12.34078	152.6994	622.522	2.811949	462.8398

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
21:14:00	232.9787	0.510439	117.0678	118.9215	20.9149	0.984413	18.8538	0.020533	0.387121	12.41251	11.61495	144.1707	622.522	2.811949	462.8398
21:15:00	231.6957	0.502951	114.4861	116.5316	21.73826	0.982447	18.7964	0.034825	0.654587	12.40502	12.4782	154.7923	622.522	2.811949	462.8398
21:16:00	232.6042	0.501427	114.7667	116.6341	20.78729	0.983989	19.59947	0.042523	0.833431	12.40918	12.2163	151.5943	622.522	2.811949	462.8398
21:17:00	230.7891	0.509167	115.7734	117.5101	20.12826	0.985221	18.01514	0.029588	0.533038	12.4292	12.22274	151.9189	622.522	2.811949	462.8398
21:18:00	231.2746	0.509762	116.2624	117.8951	19.55234	0.986152	18.55783	0.042425	0.787309	12.44111	12.03911	149.7799	622.522	2.811949	462.8398
21:19:00	230.7493	0.518655	117.5976	119.6793	22.22452	0.982606	19.16263	0.046933	0.899357	12.42778	12.32937	153.2267	622.522	2.811949	462.8398
21:20:00	232.6661	0.516137	118.823	120.0877	17.38258	0.989468	19.14255	0.047212	0.903753	12.36299	11.82427	146.1833	622.522	2.811949	462.8398
21:21:00	232.7033	0.502984	115.0796	117.046	21.36508	0.983199	18.67514	0.043767	0.817354	12.32276	12.70221	156.5264	622.522	2.811949	462.8398
21:22:00	231.917	0.519559	118.3986	120.4946	22.37646	0.982606	19.8054	0.048844	0.967382	12.39558	12.92051	160.1573	622.522	2.811949	462.8398
21:23:00	232.7357	0.511229	116.657	118.9812	23.40195	0.980466	18.95093	0.049832	0.944368	12.39011	12.76657	158.1792	622.522	2.811949	462.8398
21:24:00	232.4931	0.509985	116.9515	118.5679	19.51122	0.986368	19.39278	0.041377	0.802414	12.39215	12.98159	160.8698	622.522	2.811949	462.8398
21:25:00	232.9499	0.514194	118.3173	119.7815	18.67163	0.987776	18.13533	0.030623	0.555363	12.31291	11.29108	139.0261	622.522	2.811949	462.8398
21:26:00	230.9759	0.514801	116.9967	118.9066	21.22622	0.983938	18.75616	0.045519	0.85376	12.35801	12.7477	157.5361	622.522	2.811949	462.8398
21:27:00	231.0155	0.505682	115.2462	116.8203	19.11283	0.986525	19.24751	0.027712	0.533381	12.36234	12.45508	153.974	622.522	2.811949	462.8398
21:28:00	232.7595	0.503809	115.6056	117.2664	19.66627	0.985837	18.76079	0.036886	0.69201	12.30106	12.22805	150.418	622.522	2.811949	462.8398
21:29:00	231.3123	0.504145	115.1779	116.6149	18.25035	0.987678	18.01205	0.041951	0.755624	12.3556	11.52912	142.4492	622.522	2.811949	462.8398
21:30:00	231.6144	0.510756	117.0975	118.2983	16.81294	0.989849	18.3788	0.049216	0.904538	12.3633	11.60643	143.4938	622.522	2.811949	462.8398
21:31:00	231.6222	0.515851	117.478	119.4825	21.7944	0.983223	18.78285	0.034842	0.65443	12.31425	11.90429	146.5924	622.522	2.811949	462.8398
21:32:00	231.2936	0.511141	116.5756	118.2236	19.67103	0.98606	19.7931	0.047407	0.938329	12.36511	11.98982	148.2555	622.522	2.811949	462.8398
21:33:00	232.2969	0.513989	117.1712	119.3981	22.95289	0.981348	18.14588	0.045195	0.820094	12.37678	12.25343	151.6581	622.522	2.811949	462.8398
21:34:00	231.8765	0.517316	118.5408	119.9533	18.35417	0.988224	19.94678	0.022306	0.444925	12.36385	11.21705	138.6859	622.522	2.811949	462.8398
21:35:00	230.9903	0.505888	114.6977	116.8552	22.3516	0.981536	19.82156	0.030971	0.613903	12.31379	11.72189	144.3409	622.522	2.811949	462.8398
21:36:00	230.0837	0.508002	115.4746	116.883	18.09029	0.98795	18.41253	0.021606	0.397822	12.3209	11.25222	138.6375	622.522	2.811949	462.8398
21:37:00	231.9904	0.504818	115.4052	117.113	19.92754	0.985417	19.10073	0.037442	0.715169	12.30193	12.68916	156.1011	622.522	2.811949	462.8398
21:38:00	230.5431	0.518821	118.1135	119.6105	18.86428	0.987485	18.64415	0.021275	0.396646	12.31274	11.39749	140.3344	622.522	2.811949	462.8398
21:39:00	232.0032	0.506559	116.0419	117.5233	18.60114	0.987395	18.39704	0.035574	0.654458	12.33379	12.51004	154.2961	622.522	2.811949	462.8398
21:40:00	230.9908	0.516829	117.4984	119.3827	21.1272	0.984216	19.5647	0.046222	0.904326	12.31318	11.82928	145.6561	622.522	2.811949	462.8398
21:41:00	230.0541	0.503631	114.5821	115.8623	17.17652	0.98895	18.91051	0.036581	0.691765	12.28713	12.95587	159.1904	622.522	2.811949	462.8398

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
21:42:00	232.809	0.507541	115.8387	118.1602	23.30761	0.980352	19.21951	0.034284	0.658923	12.29932	12.3528	151.931	622.522	2.811949	462.8398
21:43:00	230.1815	0.508671	115.0968	117.0868	21.49514	0.983004	18.14335	0.046995	0.852652	12.3378	12.0243	148.3534	622.522	2.811949	462.8398
21:44:00	232.2181	0.506432	116.3495	117.6026	17.12242	0.989344	18.91898	0.041383	0.782931	12.31709	11.79096	145.2303	622.522	2.811949	462.8398
21:45:00	231.4492	0.505161	114.6792	116.9191	22.7765	0.980842	19.91411	0.024022	0.478383	12.26733	12.82134	157.2837	622.522	2.811949	462.8398
21:46:00	230.1043	0.501302	113.6225	115.3516	19.89803	0.98501	18.17354	0.047747	0.867727	12.26295	11.84497	145.2543	622.522	2.811949	462.8398
21:47:00	230.237	0.517249	117.8457	119.0899	17.16972	0.989552	18.51106	0.036608	0.677653	12.34001	12.84949	158.5628	622.522	2.811949	462.8398
21:48:00	231.0242	0.501855	114.2389	115.9407	19.79194	0.985322	18.57157	0.033167	0.615962	12.29479	11.23253	138.1016	622.522	2.811949	462.8398
21:49:00	231.429	0.502258	114.5672	116.237	19.63166	0.985634	18.15758	0.02042	0.370777	12.2598	11.60203	142.2386	622.522	2.811949	462.8398
21:50:00	231.7937	0.502997	115.3429	116.5914	17.01698	0.989291	18.08324	0.042763	0.773285	12.27451	11.30061	138.7094	622.522	2.811949	462.8398
21:51:00	231.4144	0.510054	115.69	118.0338	23.4052	0.980143	18.14776	0.036734	0.666645	12.31171	12.05823	148.4575	622.522	2.811949	462.8398
21:52:00	231.0286	0.501781	113.6934	115.9257	22.64017	0.980744	18.00115	0.021947	0.395064	12.33249	11.96091	147.5078	622.522	2.811949	462.8398
21:53:00	230.0624	0.500503	113.3635	115.1468	20.18705	0.984512	18.47542	0.020993	0.387851	12.266	12.97378	159.1364	622.522	2.811949	462.8398
21:54:00	231.6566	0.502172	114.7869	116.3315	18.89417	0.986722	18.09903	0.028069	0.508016	12.26684	12.2321	150.0492	622.522	2.811949	462.8398
21:55:00	232.8919	0.509302	117.1416	118.6122	18.62012	0.987601	19.9656	0.029464	0.588263	12.31472	12.50585	154.0061	622.522	2.811949	462.8398
21:56:00	231.7401	0.501961	114.7303	116.3245	19.19228	0.986295	19.05982	0.030991	0.590688	12.2585	12.78774	156.7585	622.522	2.811949	462.8398
21:57:00	231.2905	0.501305	113.7167	115.947	22.63251	0.980764	18.39883	0.033502	0.616396	12.30435	11.26423	138.5991	622.522	2.811949	462.8398
21:58:00	232.5161	0.504807	115.6675	117.3758	19.9527	0.985446	18.8397	0.049675	0.935861	12.25416	12.75413	156.2912	622.522	2.811949	462.8398
21:59:00	231.8013	0.508771	115.9695	117.9339	21.43545	0.983343	17.17264	0.049004	0.841528	12.26513	12.03636	147.6275	622.522	2.811949	462.8398
22:00:00	232.7079	0.504613	115.4517	117.4274	21.44995	0.983175	18.23572	0.030871	0.562963	12.34422	12.88847	159.0981	622.522	2.811949	462.8398
22:01:00	230.4278	0.237427	52.52134	54.70973	15.31872	0.96	18.01147	0.025389	0.457302	12.21231	5.632264	68.78294	691.3049	3.269251	515.3611
22:02:00	230.4069	0.230402	50.96284	53.08629	14.86416	0.96	17.02853	0.032456	0.552677	12.22385	6.031214	73.72463	691.3049	3.269251	515.3611
22:03:00	230.4039	0.237796	52.59749	54.78906	15.34094	0.96	17.73109	0.025839	0.458161	12.21556	5.624122	68.70178	691.3049	3.269251	515.3611
22:04:00	230.4506	0.230216	50.93132	53.05346	14.85497	0.96	17.50571	0.043977	0.76984	12.22978	5.850102	71.54544	691.3049	3.269251	515.3611
22:05:00	231.9127	0.238732	53.15028	55.36487	15.50216	0.96	18.22052	0.026578	0.484271	12.25406	5.793029	70.98811	691.3049	3.269251	515.3611
22:06:00	231.9301	0.238927	53.19769	55.41426	15.51599	0.96	16.87298	0.021049	0.355156	12.203	5.131385	62.61831	691.3049	3.269251	515.3611
22:07:00	232.6567	0.230596	51.50369	53.64968	15.02191	0.96	17.70822	0.028409	0.503065	12.28827	4.981501	61.21403	691.3049	3.269251	515.3611
22:08:00	232.5508	0.239715	53.51618	55.74602	15.60889	0.96	18.23753	0.033727	0.615093	12.20552	5.932895	72.41404	691.3049	3.269251	515.3611
22:09:00	230.5194	0.23973	53.05201	55.26251	15.4735	0.96	17.70205	0.031008	0.548907	12.27213	5.032251	61.75644	691.3049	3.269251	515.3611

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
22:10:00	230.0211	0.234321	51.74291	53.89887	15.09168	0.96	18.72862	0.024472	0.45832	12.26769	5.223715	64.08293	691.3049	3.269251	515.3611
22:11:00	231.0786	0.235826	52.31463	54.49441	15.25844	0.96	18.07842	0.027652	0.499897	12.22727	5.003108	61.17434	691.3049	3.269251	515.3611
22:12:00	231.1838	0.232412	51.58065	53.72984	15.04436	0.96	16.80679	0.02324	0.390598	12.29737	5.155762	63.4023	691.3049	3.269251	515.3611
22:13:00	230.219	0.230125	50.85996	52.97913	14.83416	0.96	18.37485	0.046337	0.851436	12.20345	5.124461	62.53612	691.3049	3.269251	515.3611
22:14:00	231.6388	0.233049	51.82392	53.98325	15.11531	0.96	16.94182	0.041597	0.704729	12.23574	5.047882	61.76459	691.3049	3.269251	515.3611
22:15:00	232.1237	0.235011	52.36952	54.55158	15.27444	0.96	17.50573	0.026438	0.462812	12.24136	4.918755	60.21225	691.3049	3.269251	515.3611
22:16:00	231.0932	0.237628	52.71754	54.91411	15.37595	0.96	18.73996	0.041572	0.779058	12.27912	5.308908	65.18869	691.3049	3.269251	515.3611
22:17:00	230.1059	0.232352	51.32698	53.4656	14.97037	0.96	17.27501	0.026216	0.452877	12.24531	5.142943	62.97695	691.3049	3.269251	515.3611
22:18:00	231.3223	0.235505	52.29843	54.47753	15.25371	0.96	17.00422	0.038815	0.660013	12.27482	5.917414	72.63522	691.3049	3.269251	515.3611
22:19:00	232.2741	0.234389	52.2647	54.44239	15.24387	0.96	17.6508	0.020391	0.359915	12.22249	5.318137	65.00087	691.3049	3.269251	515.3611
22:20:00	230.7779	0.237849	52.69462	54.89022	15.36926	0.96	17.6961	0.033013	0.584202	12.26639	5.711309	70.05714	691.3049	3.269251	515.3611
22:21:00	232.5797	0.239337	53.43828	55.66487	15.58616	0.96	17.14027	0.025827	0.442674	12.28006	5.661032	69.51781	691.3049	3.269251	515.3611
22:22:00	232.8353	0.236075	52.76792	54.96659	15.39064	0.96	18.76226	0.04285	0.803967	12.24451	5.487321	67.18956	691.3049	3.269251	515.3611
22:23:00	231.6977	0.237562	52.84096	55.04266	15.41195	0.96	16.85928	0.02749	0.463457	12.20136	5.207098	63.53366	691.3049	3.269251	515.3611
22:24:00	230.0806	0.23307	51.4798	53.6248	15.01494	0.96	17.0889	0.040789	0.697043	12.27946	4.992977	61.31105	691.3049	3.269251	515.3611
22:25:00	231.4214	0.230094	51.11865	53.24859	14.90961	0.96	17.04401	0.024427	0.416337	12.24192	4.983725	61.01036	691.3049	3.269251	515.3611
22:26:00	230.5451	0.238301	52.74156	54.93912	15.38295	0.96	17.54117	0.034331	0.602206	12.29407	5.36971	66.01558	691.3049	3.269251	515.3611
22:27:00	232.7018	0.231657	51.75068	53.90696	15.09395	0.96	18.1302	0.037685	0.683231	12.24075	5.367202	65.69858	691.3049	3.269251	515.3611
22:28:00	232.4759	0.233042	52.00949	54.17655	15.16944	0.96	16.95995	0.027743	0.470524	12.20134	5.384887	65.70282	691.3049	3.269251	515.3611
22:29:00	232.7438	0.238597	53.31062	55.53189	15.54893	0.96	18.76188	0.047335	0.888097	12.25836	4.970447	60.92951	691.3049	3.269251	515.3611
22:30:00	231.8317	0.233514	51.97047	54.1359	15.15805	0.96	17.46421	0.021548	0.37632	12.29632	5.603978	68.90832	691.3049	3.269251	515.3611
22:31:00	232.7618	0.235113	52.53638	54.7254	15.32311	0.96	18.53722	0.039579	0.733691	12.28108	5.62281	69.05417	691.3049	3.269251	515.3611
22:32:00	231.7784	0.234705	52.22347	54.39945	15.23185	0.96	17.99968	0.02229	0.401209	12.21039	5.64964	68.98432	691.3049	3.269251	515.3611
22:33:00	230.1914	0.232911	51.46952	53.61409	15.01194	0.96	16.84997	0.026416	0.445106	12.24043	4.918346	60.20266	691.3049	3.269251	515.3611
22:34:00	232.1184	0.232381	51.78239	53.93999	15.1032	0.96	17.49833	0.046124	0.807092	12.28497	6.079872	74.69107	691.3049	3.269251	515.3611
22:35:00	231.2248	0.23583	52.34863	54.52983	15.26835	0.96	18.37523	0.039025	0.717085	12.29556	5.117277	62.91979	691.3049	3.269251	515.3611
22:36:00	230.5765	0.233614	51.71129	53.86593	15.08246	0.96	18.40536	0.036177	0.665842	12.26905	5.977963	73.34393	691.3049	3.269251	515.3611
22:37:00	232.6719	0.239793	53.56129	55.79301	15.62204	0.96	17.36821	0.037891	0.658092	12.26086	5.792262	71.01813	691.3049	3.269251	515.3611

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
22:38:00	230.8847	0.231595	51.33296	53.47183	14.97211	0.96	17.86545	0.035203	0.628922	12.28825	5.909973	72.62323	691.3049	3.269251	515.3611
22:39:00	231.9186	0.235311	52.39015	54.57308	15.28046	0.96	17.21702	0.043484	0.74867	12.27082	5.212503	63.9617	691.3049	3.269251	515.3611
22:40:00	232.7503	0.238136	53.20921	55.42626	15.51935	0.96	17.12289	0.021704	0.371636	12.2555	5.596361	68.5862	691.3049	3.269251	515.3611
22:41:00	232.3052	0.233406	52.0526	54.22146	15.18201	0.96	18.64386	0.025277	0.471269	12.18336	5.173671	63.03271	691.3049	3.269251	515.3611
22:42:00	230.4911	0.23605	52.23107	54.40737	15.23406	0.96	16.92765	0.030135	0.510114	12.16356	5.343593	64.99714	691.3049	3.269251	515.3611
22:43:00	231.659	0.233795	51.99422	54.16065	15.16498	0.96	18.5651	0.048266	0.896061	12.19173	5.171064	63.04424	691.3049	3.269251	515.3611
22:44:00	230.0955	0.233364	51.54819	53.69603	15.03489	0.96	18.00068	0.048249	0.868521	12.23554	5.62356	68.80727	691.3049	3.269251	515.3611
22:45:00	232.3757	0.235734	52.58764	54.77879	15.33806	0.96	17.33967	0.037177	0.644638	12.15124	5.923662	71.97983	691.3049	3.269251	515.3611
22:46:00	232.6816	0.230248	51.43145	53.57443	15.00084	0.96	18.13348	0.033841	0.613647	12.16707	5.248924	63.86404	691.3049	3.269251	515.3611
22:47:00	231.7742	0.230727	51.33762	53.47668	14.97347	0.96	17.37644	0.048319	0.839614	12.24306	5.363003	65.65959	691.3049	3.269251	515.3611
22:48:00	232.508	0.237243	52.95456	55.161	15.44508	0.96	18.40482	0.049089	0.903477	12.15539	5.362162	65.17917	691.3049	3.269251	515.3611
22:49:00	230.9981	0.236083	52.35324	54.53463	15.2697	0.96	18.70999	0.047343	0.885782	12.17211	5.585508	67.98741	691.3049	3.269251	515.3611
22:50:00	232.6902	0.239614	53.52554	55.75577	15.61162	0.96	18.71859	0.022858	0.427871	12.16772	5.477539	66.64913	691.3049	3.269251	515.3611
22:51:00	231.5806	0.239708	53.29126	55.51173	15.54328	0.96	16.39119	0.046349	0.759713	12.2465	5.14553	63.01473	691.3049	3.269251	515.3611
22:52:00	232.2509	0.239217	53.33612	55.55846	15.55637	0.96	17.33012	0.021309	0.36929	12.16293	5.970973	72.62452	691.3049	3.269251	515.3611
22:53:00	230.8811	0.236132	52.33766	54.51839	15.26515	0.96	17.23242	0.04499	0.77529	12.19809	5.121651	62.47438	691.3049	3.269251	515.3611
22:54:00	230.8781	0.231066	51.21427	53.34819	14.93749	0.96	16.33496	0.021318	0.348237	12.17557	5.074121	61.78033	691.3049	3.269251	515.3611
22:55:00	231.2671	0.231594	51.41777	53.56018	14.99685	0.96	16.4256	0.026697	0.438521	12.19594	5.227405	63.7531	691.3049	3.269251	515.3611
22:56:00	231.3048	0.234741	52.12478	54.29664	15.20306	0.96	17.27212	0.035423	0.611833	12.21356	5.33841	65.20102	691.3049	3.269251	515.3611
22:57:00	232.1736	0.232697	51.86516	54.02621	15.12734	0.96	16.04597	0.049412	0.792869	12.24792	6.09245	74.61983	691.3049	3.269251	515.3611
22:58:00	230.4956	0.230766	51.06295	53.19057	14.89336	0.96	16.42423	0.03533	0.580266	12.17822	5.260443	64.06286	691.3049	3.269251	515.3611
22:59:00	232.7847	0.23982	53.59346	55.82653	15.63143	0.96	16.37329	0.022574	0.369607	12.20788	5.488467	67.00255	691.3049	3.269251	515.3611
23:00:00	231.7999	0.239817	53.36598	55.58957	15.56508	0.96	15.69174	0.031303	0.491194	12.19918	4.954973	60.44661	691.3049	3.269251	515.3611
23:01:00	231.9308	0.230039	51.219	53.35312	14.93887	0.96	17.10532	0.024864	0.425307	12.17012	5.317183	64.71073	756.0157	3.694558	566.5801
23:02:00	231.8694	0.233368	51.94641	54.11085	15.15104	0.96	17.30323	0.03392	0.586928	12.16982	5.144223	62.60427	756.0157	3.694558	566.5801
23:03:00	230.5374	0.233018	51.5705	53.71927	15.0414	0.96	15.52612	0.024596	0.381887	12.20956	5.747236	70.17124	756.0157	3.694558	566.5801
23:04:00	230.7966	0.232931	51.60934	53.75973	15.05272	0.96	15.7663	0.042168	0.664839	12.21598	5.993378	73.21497	756.0157	3.694558	566.5801
23:05:00	230.4186	0.238384	52.73101	54.92813	15.37988	0.96	16.40683	0.039446	0.647189	12.20428	4.935774	60.23756	756.0157	3.694558	566.5801

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
23:06:00	232.3642	0.231236	51.58165	53.73088	15.04465	0.96	17.26911	0.021778	0.37609	12.17792	5.825816	70.94632	756.0157	3.694558	566.5801
23:07:00	231.535	0.233507	51.90253	54.06514	15.13824	0.96	15.98349	0.030514	0.487719	12.1551	5.436112	66.07649	756.0157	3.694558	566.5801
23:08:00	230.2343	0.230442	50.93348	53.05571	14.8556	0.96	17.37003	0.042585	0.739698	12.19183	5.705984	69.56637	756.0157	3.694558	566.5801
23:09:00	230.4769	0.231425	51.20466	53.33818	14.93469	0.96	17.44343	0.04757	0.829776	12.17202	5.08668	61.91516	756.0157	3.694558	566.5801
23:10:00	232.218	0.234738	52.32987	54.51028	15.26288	0.96	15.7456	0.031571	0.497099	12.18915	5.94713	72.49049	756.0157	3.694558	566.5801
23:11:00	232.6743	0.236336	52.78979	54.98936	15.39702	0.96	17.003	0.023257	0.395435	12.22182	5.416182	66.19562	756.0157	3.694558	566.5801
23:12:00	231.4644	0.239757	53.27538	55.49519	15.53865	0.96	16.15164	0.027625	0.446189	12.21482	5.545555	67.73796	756.0157	3.694558	566.5801
23:13:00	232.8334	0.232526	51.97434	54.13993	15.15918	0.96	16.11585	0.020984	0.338172	12.17379	5.231242	63.68404	756.0157	3.694558	566.5801
23:14:00	231.9862	0.239603	53.36123	55.58461	15.56369	0.96	16.90714	0.023388	0.395421	12.15932	5.96741	72.55967	756.0157	3.694558	566.5801
23:15:00	231.3259	0.236577	52.53742	54.72647	15.32341	0.96	16.65897	0.034198	0.569706	12.1919	5.152231	62.81546	756.0157	3.694558	566.5801
23:16:00	230.8668	0.232245	51.47306	53.61777	15.01298	0.96	16.81418	0.039745	0.668276	12.16314	5.395351	65.62439	756.0157	3.694558	566.5801
23:17:00	232.0457	0.231128	51.48695	53.63224	15.01703	0.96	15.73584	0.028806	0.453289	12.18224	5.378225	65.51882	756.0157	3.694558	566.5801
23:18:00	231.3612	0.233284	51.81402	53.97294	15.11242	0.96	15.92824	0.034034	0.542099	12.20037	5.567477	67.92526	756.0157	3.694558	566.5801
23:19:00	230.9622	0.23341	51.7526	53.90896	15.09451	0.96	16.11953	0.027708	0.446643	12.22879	5.461014	66.78158	756.0157	3.694558	566.5801
23:20:00	231.9193	0.238785	53.16374	55.3789	15.50609	0.96	15.80322	0.026796	0.423462	12.2412	4.996349	61.16133	756.0157	3.694558	566.5801
23:21:00	231.6464	0.230033	51.15492	53.28637	14.92018	0.96	16.29754	0.020714	0.337591	12.19143	5.530191	67.42096	756.0157	3.694558	566.5801
23:22:00	230.2883	0.236848	52.36156	54.54329	15.27212	0.96	17.23431	0.023806	0.410273	12.17103	5.963508	72.58205	756.0157	3.694558	566.5801
23:23:00	232.761	0.234608	52.4234	54.60771	15.29016	0.96	16.82041	0.035685	0.600233	12.12066	5.491499	66.56058	756.0157	3.694558	566.5801
23:24:00	231.476	0.234452	52.09912	54.26992	15.19558	0.96	15.75815	0.027393	0.43166	12.14283	6.098732	74.05587	756.0157	3.694558	566.5801
23:25:00	232.9324	0.238997	53.4433	55.6701	15.58763	0.96	17.488	0.032594	0.570003	12.14779	5.770952	70.10432	756.0157	3.694558	566.5801
23:26:00	230.1978	0.234209	51.75787	53.91445	15.09605	0.96	16.87652	0.026288	0.443655	12.12428	5.023679	60.90848	756.0157	3.694558	566.5801
23:27:00	231.7531	0.237056	52.741	54.93854	15.38279	0.96	16.46665	0.044986	0.740767	12.1244	5.637237	68.34813	756.0157	3.694558	566.5801
23:28:00	232.6138	0.237636	53.06624	55.27734	15.47765	0.96	16.29489	0.042991	0.700538	12.13481	4.914196	59.63285	756.0157	3.694558	566.5801
23:29:00	230.0439	0.235705	52.05357	54.22247	15.18229	0.96	15.9524	0.025266	0.403047	12.10366	5.028741	60.86618	756.0157	3.694558	566.5801
23:30:00	232.7741	0.236444	52.83659	55.03812	15.41067	0.96	16.67198	0.046795	0.780158	12.14542	5.497113	66.76477	756.0157	3.694558	566.5801
23:31:00	231.0123	0.235668	52.26442	54.44211	15.24379	0.96	17.2991	0.044556	0.77078	12.17833	5.763292	70.18725	756.0157	3.694558	566.5801
23:32:00	230.2217	0.234629	51.85596	54.01662	15.12465	0.96	16.20635	0.040962	0.663851	12.19199	5.505098	67.1181	756.0157	3.694558	566.5801
23:33:00	231.8795	0.235917	52.51617	54.70434	15.31722	0.96	17.22834	0.040758	0.702185	12.1939	5.90884	72.05178	756.0157	3.694558	566.5801

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
23:34:00	232.3839	0.23921	53.36496	55.5885	15.56478	0.96	15.80434	0.041304	0.652776	12.10966	5.916185	71.64296	756.0157	3.694558	566.5801
23:35:00	230.0073	0.232767	51.39653	53.53806	14.99066	0.96	17.00414	0.040885	0.695217	12.15479	5.258925	63.92114	756.0157	3.694558	566.5801
23:36:00	231.4755	0.232846	51.74229	53.89822	15.0915	0.96	15.70701	0.04576	0.718753	12.16982	5.989632	72.89273	756.0157	3.694558	566.5801
23:37:00	230.9781	0.235505	52.22062	54.39648	15.23101	0.96	15.89621	0.049412	0.78546	12.19697	5.599011	68.29096	756.0157	3.694558	566.5801
23:38:00	230.586	0.236932	52.44782	54.63314	15.29728	0.96	16.87764	0.044936	0.758409	12.13213	5.820701	70.61752	756.0157	3.694558	566.5801
23:39:00	230.3731	0.230534	50.98453	53.10889	14.87049	0.96	16.78	0.040817	0.684917	12.17903	5.151353	62.73849	756.0157	3.694558	566.5801
23:40:00	232.9861	0.238083	53.25132	55.47013	15.53164	0.96	16.64888	0.04862	0.809472	12.11425	5.474586	66.32052	756.0157	3.694558	566.5801
23:41:00	230.5751	0.238573	52.80857	55.00892	15.4025	0.96	15.77876	0.047107	0.743285	12.11975	5.583648	67.67241	756.0157	3.694558	566.5801
23:42:00	231.1306	0.23231	51.5461	53.69386	15.03428	0.96	15.57623	0.030092	0.468717	12.16748	5.532723	67.31931	756.0157	3.694558	566.5801
23:43:00	230.391	0.233045	51.54391	53.69157	15.03364	0.96	15.65273	0.046304	0.724791	12.15409	5.620879	68.31667	756.0157	3.694558	566.5801
23:44:00	230.9359	0.239725	53.14668	55.36113	15.50112	0.96	17.49383	0.025375	0.443904	12.15903	5.487517	66.72288	756.0157	3.694558	566.5801
23:45:00	231.1904	0.231222	51.31811	53.45637	14.96778	0.96	16.47555	0.024777	0.408212	12.14774	5.296308	64.33814	756.0157	3.694558	566.5801
23:46:00	231.1848	0.231415	51.35963	53.49962	14.97989	0.96	15.95428	0.040531	0.646647	12.14249	5.992501	72.76389	756.0157	3.694558	566.5801
23:47:00	230.26	0.234405	51.81523	53.9742	15.11278	0.96	16.17311	0.048081	0.777618	12.11689	5.207222	63.09534	756.0157	3.694558	566.5801
23:48:00	230.389	0.23668	52.34732	54.52845	15.26797	0.96	17.24096	0.021369	0.368418	12.18914	5.766547	70.28922	756.0157	3.694558	566.5801
23:49:00	230.7555	0.235979	52.27532	54.45346	15.24697	0.96	16.34456	0.045597	0.745266	12.15814	4.976981	60.51085	756.0157	3.694558	566.5801
23:50:00	230.9347	0.239935	53.19298	55.40936	15.51462	0.96	17.14398	0.026894	0.461077	12.11178	5.317894	64.40919	756.0157	3.694558	566.5801
23:51:00	232.6742	0.236167	52.75206	54.95006	15.38602	0.96	15.67282	0.029935	0.469172	12.14604	5.596112	67.97062	756.0157	3.694558	566.5801
23:52:00	231.4932	0.232791	51.73392	53.8895	15.08906	0.96	16.51033	0.029874	0.493229	12.11171	5.306302	64.2684	756.0157	3.694558	566.5801
23:53:00	230.1375	0.238928	52.78681	54.98626	15.39615	0.96	16.64286	0.026556	0.441967	12.19606	4.990733	60.86725	756.0157	3.694558	566.5801
23:54:00	232.7561	0.233488	52.17186	54.34569	15.21679	0.96	17.2963	0.045365	0.784643	12.17771	5.593983	68.12189	756.0157	3.694558	566.5801
23:55:00	230.8982	0.237052	52.54559	54.73499	15.3258	0.96	17.06852	0.034454	0.58807	12.17924	5.253991	63.98962	756.0157	3.694558	566.5801
23:56:00	230.2389	0.230819	51.0177	53.14344	14.88016	0.96	16.18138	0.044071	0.713126	12.11147	5.921151	71.71385	756.0157	3.694558	566.5801
23:57:00	232.341	0.235344	52.49278	54.67998	15.31039	0.96	16.1809	0.025813	0.41767	12.10907	5.069598	61.38813	756.0157	3.694558	566.5801
23:58:00	232.8804	0.230676	51.57119	53.71999	15.0416	0.96	17.42498	0.044784	0.780357	12.15031	5.037957	61.21273	756.0157	3.694558	566.5801
23:59:00	231.5798	0.237923	52.89417	55.09809	15.42747	0.96	17.21197	0.04474	0.770064	12.18197	5.887999	71.7274	756.0157	3.694558	566.5801
0:00:00	230.6351	0.238824	52.87803	55.08128	15.42276	0.96	16.95552	0.047635	0.807684	12.18393	5.741342	69.95211	825.9678	3.694558	566.5801
0:01:00	232.3828	0.234444	52.30157	54.4808	15.25462	0.96	17.31019	0.027943	0.483706	12.07156	5.68093	68.57771	825.9678	4.373518	618.8817

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
0:02:00	231.6396	0.236867	52.67305	54.86776	15.36297	0.96	16.89132	0.040196	0.67896	12.1224	5.369798	65.09487	825.9678	4.373518	618.8817
0:03:00	232.1565	0.238271	53.10348	55.31612	15.48851	0.96	16.16327	0.034909	0.564243	12.12617	5.464184	66.25961	825.9678	4.373518	618.8817
0:04:00	231.7377	0.236128	52.53108	54.71988	15.32157	0.96	16.07678	0.023549	0.378592	12.10222	5.060071	61.2381	825.9678	4.373518	618.8817
0:05:00	231.5532	0.23514	52.2695	54.44739	15.24527	0.96	15.84877	0.020016	0.317223	12.10235	5.014799	60.69086	825.9678	4.373518	618.8817
0:06:00	230.1218	0.239806	52.97716	55.18454	15.45167	0.96	16.95837	0.036214	0.614127	12.05916	5.152618	62.13625	825.9678	4.373518	618.8817
0:07:00	230.3242	0.234477	51.84538	54.0056	15.12157	0.96	16.51534	0.049351	0.815053	12.08773	5.701087	68.91319	825.9678	4.373518	618.8817
0:08:00	232.2387	0.232689	51.87793	54.03951	15.13106	0.96	16.87307	0.045441	0.766731	12.09624	5.979274	72.32673	825.9678	4.373518	618.8817
0:09:00	232.3772	0.235973	52.64135	54.83474	15.35373	0.96	16.17466	0.0287	0.46422	12.08691	5.710378	69.02085	825.9678	4.373518	618.8817
0:10:00	230.924	0.233955	51.86479	54.02582	15.12723	0.96	16.65083	0.022249	0.37047	12.07643	5.821797	70.30655	825.9678	4.373518	618.8817
0:11:00	231.0638	0.235929	52.33417	54.51476	15.26413	0.96	17.42157	0.021247	0.370163	12.09791	5.714357	69.13179	825.9678	4.373518	618.8817
0:12:00	232.8268	0.231725	51.79371	53.95178	15.1065	0.96	16.70717	0.047129	0.787397	12.11025	4.949757	59.94279	825.9678	4.373518	618.8817
0:13:00	232.0298	0.231693	51.60937	53.75976	15.05273	0.96	17.22685	0.02615	0.450478	12.0889	5.383447	65.07996	825.9678	4.373518	618.8817
0:14:00	230.0347	0.230261	50.84928	52.968	14.83104	0.96	15.64059	0.047541	0.743574	12.05946	4.981938	60.0795	825.9678	4.373518	618.8817
0:15:00	231.1407	0.238561	52.9356	55.14126	15.43955	0.96	17.06418	0.035084	0.598675	12.08322	5.129882	61.98549	825.9678	4.373518	618.8817
0:16:00	231.0575	0.23778	52.74316	54.94079	15.38342	0.96	17.33172	0.047112	0.816535	12.07672	6.003395	72.50134	825.9678	4.373518	618.8817
0:17:00	230.3811	0.239119	52.885	55.08855	15.42479	0.96	16.00495	0.032585	0.521516	12.06483	5.423301	65.4312	825.9678	4.373518	618.8817
0:18:00	230.2994	0.239521	52.95511	55.16157	15.44524	0.96	16.30186	0.04956	0.807926	12.14653	5.478393	66.54347	825.9678	4.373518	618.8817
0:19:00	232.5696	0.238718	53.29777	55.51851	15.54518	0.96	15.60341	0.040067	0.625187	12.10252	5.652218	68.40607	825.9678	4.373518	618.8817
0:20:00	232.5139	0.238779	53.29855	55.51932	15.54541	0.96	15.97235	0.021191	0.338469	12.12769	5.770012	69.97693	825.9678	4.373518	618.8817
0:21:00	232.5425	0.232573	51.91969	54.08301	15.14324	0.96	15.83742	0.039074	0.618836	12.13285	5.261187	63.83319	825.9678	4.373518	618.8817
0:22:00	232.6766	0.23126	51.6564	53.80875	15.06645	0.96	16.12884	0.038195	0.616036	12.0704	5.419725	65.41824	825.9678	4.373518	618.8817
0:23:00	232.5275	0.237424	52.99931	55.20761	15.45813	0.96	16.35051	0.023446	0.383356	12.07924	6.005529	72.54221	825.9678	4.373518	618.8817
0:24:00	230.8147	0.239355	53.03687	55.24674	15.46909	0.96	16.32525	0.026761	0.436873	12.11162	5.748632	69.62527	825.9678	4.373518	618.8817
0:25:00	232.9784	0.235574	52.68831	54.88366	15.36742	0.96	16.39275	0.0377	0.618006	12.12354	5.072843	61.50083	825.9678	4.373518	618.8817
0:26:00	231.1821	0.238689	52.97339	55.18061	15.45057	0.96	15.93985	0.040997	0.653482	12.0967	5.959732	72.0931	825.9678	4.373518	618.8817
0:27:00	231.342	0.236119	52.43925	54.62421	15.29478	0.96	16.50627	0.03668	0.605454	12.05379	5.837098	70.35913	825.9678	4.373518	618.8817
0:28:00	230.4068	0.237066	52.43672	54.62158	15.29404	0.96	17.41752	0.027415	0.477493	12.11601	5.401499	65.4446	825.9678	4.373518	618.8817
0:29:00	230.2544	0.239122	52.85642	55.05877	15.41646	0.96	17.24564	0.048257	0.832223	12.07252	5.708105	68.91123	825.9678	4.373518	618.8817

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
0:30:00	231.9339	0.230784	51.38566	53.52673	14.98748	0.96	16.25215	0.0427	0.693962	12.08073	4.926292	59.51322	825.9678	4.373518	618.8817
0:31:00	230.1628	0.231403	51.12985	53.26026	14.91287	0.96	16.89407	0.023762	0.401441	12.0759	5.945909	71.80218	825.9678	4.373518	618.8817
0:32:00	232.6661	0.232243	51.87373	54.03514	15.12984	0.96	15.83122	0.035867	0.567811	12.05623	5.440871	65.59641	825.9678	4.373518	618.8817
0:33:00	232.3442	0.238189	53.12819	55.34187	15.49572	0.96	16.69831	0.042569	0.71083	12.14932	5.181276	62.94899	825.9678	4.373518	618.8817
0:34:00	232.8673	0.238411	53.2973	55.51802	15.54505	0.96	15.9361	0.045826	0.730286	12.06109	5.927393	71.49085	825.9678	4.373518	618.8817
0:35:00	230.5709	0.231075	51.14807	53.27924	14.91819	0.96	16.64382	0.039271	0.653622	12.07541	5.109232	61.69608	825.9678	4.373518	618.8817
0:36:00	230.5235	0.237856	52.63818	54.83143	15.3528	0.96	15.88482	0.03106	0.493379	12.14582	5.397503	65.55712	825.9678	4.373518	618.8817
0:37:00	230.1618	0.2397	52.96289	55.16968	15.44751	0.96	15.74107	0.027124	0.426958	12.08874	5.218581	63.08606	825.9678	4.373518	618.8817
0:38:00	230.1782	0.236194	52.19199	54.36666	15.22266	0.96	17.05111	0.045499	0.775808	12.06396	5.297117	63.90424	825.9678	4.373518	618.8817
0:39:00	232.7194	0.233309	52.12373	54.29556	15.20276	0.96	15.83905	0.044866	0.710639	12.05365	5.696103	68.65883	825.9678	4.373518	618.8817
0:40:00	232.8937	0.236479	52.87152	55.0745	15.42086	0.96	17.15734	0.044845	0.769419	12.09719	5.879125	71.12088	825.9678	4.373518	618.8817
0:41:00	232.7128	0.238847	53.35938	55.58269	15.56315	0.96	15.84232	0.042504	0.673367	12.03464	4.907357	59.05826	825.9678	4.373518	618.8817
0:42:00	232.5779	0.23061	51.48935	53.63474	15.01773	0.96	17.10137	0.033468	0.572353	12.0936	5.317374	64.30617	825.9678	4.373518	618.8817
0:43:00	232.2456	0.230357	51.35937	53.49935	14.97982	0.96	16.31015	0.040021	0.652755	12.06841	5.518251	66.59649	825.9678	4.373518	618.8817
0:44:00	230.7722	0.230419	51.04732	53.1743	14.8888	0.96	16.02749	0.025726	0.41232	12.05805	6.036734	72.79127	825.9678	4.373518	618.8817
0:45:00	230.3254	0.231772	51.24755	53.38287	14.9472	0.96	15.74917	0.041665	0.656191	12.08171	5.762642	69.62257	825.9678	4.373518	618.8817
0:46:00	232.4869	0.235552	52.57229	54.7628	15.33358	0.96	15.83991	0.020709	0.328028	12.02945	5.141163	61.84539	825.9678	4.373518	618.8817
0:47:00	232.961	0.231433	51.75822	53.91481	15.09615	0.96	16.06271	0.045463	0.730259	12.04787	5.411553	65.19769	825.9678	4.373518	618.8817
0:48:00	230.9324	0.237675	52.69141	54.88689	15.36833	0.96	16.45004	0.0291	0.478703	12.03105	5.180737	62.3297	825.9678	4.373518	618.8817
0:49:00	230.0479	0.230466	50.89742	53.01814	14.84508	0.96	16.91397	0.031334	0.529979	12.08631	6.094072	73.65482	825.9678	4.373518	618.8817
0:50:00	230.7993	0.233575	51.75262	53.90898	15.09452	0.96	16.40539	0.035805	0.5874	12.09269	5.520227	66.75441	825.9678	4.373518	618.8817
0:51:00	231.4258	0.231725	51.48207	53.62715	15.0156	0.96	15.57441	0.046683	0.727061	12.08034	5.492231	66.34804	825.9678	4.373518	618.8817
0:52:00	232.1758	0.237499	52.9359	55.14156	15.43964	0.96	15.6255	0.02425	0.378918	12.06738	5.065054	61.12192	825.9678	4.373518	618.8817
0:53:00	232.4561	0.233384	52.08158	54.25164	15.19046	0.96	15.84996	0.032115	0.509021	12.03916	5.15192	62.0248	825.9678	4.373518	618.8817
0:54:00	231.3869	0.235778	52.3736	54.55583	15.27563	0.96	16.24268	0.041867	0.680029	12.08712	5.821146	70.3609	825.9678	4.373518	618.8817
0:55:00	232.6472	0.239254	53.43534	55.66181	15.58531	0.96	15.94751	0.020158	0.321477	12.04343	5.347551	64.40286	825.9678	4.373518	618.8817
0:56:00	231.0961	0.23703	52.58572	54.77679	15.3375	0.96	16.38565	0.033689	0.552012	12.09312	5.905579	71.41689	825.9678	4.373518	618.8817
0:57:00	232.4587	0.231948	51.76151	53.91824	15.09711	0.96	16.18079	0.040066	0.648307	12.04485	5.957365	71.75555	825.9678	4.373518	618.8817

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
0:58:00	232.8461	0.230815	51.59452	53.7443	15.0484	0.96	15.7604	0.049483	0.779871	12.04716	5.364293	64.62447	825.9678	4.373518	618.8817
0:59:00	232.0487	0.238209	53.06512	55.27616	15.47733	0.96	15.84609	0.042107	0.66723	12.01392	5.225329	62.77671	825.9678	4.373518	618.8817
1:00:00	230.9603	0.236459	52.42821	54.61272	15.29156	0.96	17.11629	0.036983	0.633014	12.08746	5.78512	69.92738	825.9678	4.373518	618.8817
1:01:00	230.1394	0.236673	52.28907	54.46778	15.25098	0.96	16.68166	0.029463	0.491493	12.0281	6.076288	73.08619	899.054	4.865012	671.1707
1:02:00	231.6595	0.233855	52.00764	54.17462	15.16889	0.96	17.16823	0.040924	0.702585	12.00568	6.025352	72.33846	899.054	4.865012	671.1707
1:03:00	232.1052	0.233618	52.05499	54.22394	15.1827	0.96	16.05179	0.042494	0.682106	12.01843	5.616149	67.49729	899.054	4.865012	671.1707
1:04:00	231.8119	0.233195	51.89502	54.05731	15.13605	0.96	16.84541	0.032143	0.541465	12.05966	5.120091	61.74655	899.054	4.865012	671.1707
1:05:00	231.7431	0.237256	52.78311	54.9824	15.39507	0.96	17.01891	0.038553	0.656132	12.05259	5.90206	71.13513	899.054	4.865012	671.1707
1:06:00	231.3363	0.239143	53.10962	55.32252	15.49031	0.96	15.67397	0.045614	0.714957	12.00624	5.861331	70.37257	899.054	4.865012	671.1707
1:07:00	230.7387	0.237462	52.60001	54.79168	15.34167	0.96	16.43689	0.047106	0.774279	12.04199	5.882268	70.83421	899.054	4.865012	671.1707
1:08:00	232.6468	0.23812	53.18204	55.39796	15.51143	0.96	15.52065	0.045232	0.702031	12.04234	5.143411	61.93869	899.054	4.865012	671.1707
1:09:00	231.5759	0.233403	51.88856	54.05058	15.13416	0.96	15.64239	0.029983	0.469001	12.05846	5.090005	61.3776	899.054	4.865012	671.1707
1:10:00	231.8451	0.239108	53.21868	55.43612	15.52211	0.96	15.62414	0.022989	0.359184	12.09542	5.977173	72.29642	899.054	4.865012	671.1707
1:11:00	231.7985	0.237178	52.77844	54.97755	15.39371	0.96	17.13987	0.046726	0.800886	12.06805	5.180506	62.51862	899.054	4.865012	671.1707
1:12:00	232.5702	0.236656	52.83746	55.03902	15.41093	0.96	16.79679	0.023231	0.39021	12.0212	5.597119	67.28406	899.054	4.865012	671.1707
1:13:00	231.0196	0.232388	51.53875	53.6862	15.03214	0.96	17.26456	0.023178	0.400151	12.00177	5.567348	66.81804	899.054	4.865012	671.1707
1:14:00	232.41	0.234006	52.20991	54.38532	15.22789	0.96	16.19467	0.024726	0.400421	12.09617	6.092274	73.69318	899.054	4.865012	671.1707
1:15:00	231.0828	0.230738	51.1869	53.31969	14.92951	0.96	16.41656	0.02614	0.429135	12.0014	5.798168	69.58615	899.054	4.865012	671.1707
1:16:00	232.3581	0.236147	52.67579	54.87061	15.36377	0.96	17.23308	0.04785	0.824605	12.09611	4.917458	59.48209	899.054	4.865012	671.1707
1:17:00	230.0816	0.236862	52.31765	54.49755	15.25931	0.96	17.13819	0.04909	0.841316	12.08762	5.486358	66.31699	899.054	4.865012	671.1707
1:18:00	230.8251	0.230389	51.05246	53.17965	14.8903	0.96	17.16132	0.02543	0.436417	12.04298	5.691482	68.54239	899.054	4.865012	671.1707
1:19:00	231.9465	0.231147	51.46912	53.61367	15.01183	0.96	16.08049	0.022536	0.362389	12.02022	5.983794	71.92654	899.054	4.865012	671.1707
1:20:00	231.5452	0.238439	53.00094	55.20931	15.45861	0.96	17.26308	0.023478	0.405296	12.07459	5.77502	69.73102	899.054	4.865012	671.1707
1:21:00	230.6873	0.232906	51.57932	53.72846	15.04397	0.96	15.9622	0.046066	0.735316	12.02095	5.913694	71.08822	899.054	4.865012	671.1707
1:22:00	230.4235	0.239566	52.99368	55.20175	15.45649	0.96	16.40384	0.029702	0.487219	11.96636	5.581369	66.78868	899.054	4.865012	671.1707
1:23:00	232.9181	0.230672	51.57857	53.72767	15.04375	0.96	15.7843	0.041754	0.659054	11.95167	5.110025	61.07335	899.054	4.865012	671.1707
1:24:00	232.9071	0.235248	52.59928	54.79091	15.34146	0.96	16.04976	0.037671	0.604618	11.98282	5.079805	60.87041	899.054	4.865012	671.1707
1:25:00	230.8925	0.235968	52.30386	54.48319	15.25529	0.96	15.78345	0.025412	0.401095	12.03496	6.034675	72.6271	899.054	4.865012	671.1707

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
1:26:00	230.7209	0.232346	51.46281	53.60709	15.00999	0.96	16.41743	0.046767	0.767786	12.02215	6.081698	73.11511	899.054	4.865012	671.1707
1:27:00	232.2767	0.237208	52.8939	55.09782	15.42739	0.96	16.07763	0.035289	0.567364	12.01658	5.967107	71.70422	899.054	4.865012	671.1707
1:28:00	230.3241	0.239578	52.97342	55.18064	15.45058	0.96	15.85796	0.041671	0.660811	12.00116	5.016342	60.20191	899.054	4.865012	671.1707
1:29:00	230.618	0.234901	52.00555	54.17245	15.16829	0.96	16.88284	0.026676	0.45037	12.04787	5.630259	67.8326	899.054	4.865012	671.1707
1:30:00	231.7571	0.237077	52.74659	54.94437	15.38442	0.96	15.81616	0.022047	0.348697	12.00631	5.555464	66.70062	899.054	4.865012	671.1707
1:31:00	232.3044	0.233552	52.08491	54.25512	15.19143	0.96	16.24013	0.037275	0.605354	11.96699	4.961814	59.37798	899.054	4.865012	671.1707
1:32:00	230.7463	0.238292	52.78565	54.98505	15.39581	0.96	17.36542	0.034009	0.590589	11.96105	4.963218	59.36529	899.054	4.865012	671.1707
1:33:00	231.4417	0.232383	51.63174	53.78307	15.05926	0.96	15.60041	0.04157	0.64851	11.98455	6.035276	72.3301	899.054	4.865012	671.1707
1:34:00	231.5934	0.236567	52.59593	54.78743	15.34048	0.96	16.46221	0.049881	0.821146	11.99675	5.84756	70.15174	899.054	4.865012	671.1707
1:35:00	230.7746	0.238076	52.74412	54.94179	15.3837	0.96	17.31553	0.028689	0.496757	11.96212	5.599715	66.98447	899.054	4.865012	671.1707
1:36:00	231.1708	0.237677	52.74616	54.94392	15.3843	0.96	16.84053	0.020843	0.351014	12.01689	5.68755	68.34668	899.054	4.865012	671.1707
1:37:00	230.7955	0.235691	52.22059	54.39645	15.23101	0.96	17.08479	0.03669	0.626835	11.97281	5.690949	68.13665	899.054	4.865012	671.1707
1:38:00	230.904	0.235422	52.18543	54.35982	15.22075	0.96	15.99083	0.04277	0.683933	11.95615	5.144009	61.50253	899.054	4.865012	671.1707
1:39:00	231.7943	0.23518	52.33293	54.51347	15.26377	0.96	17.04865	0.048698	0.830239	12.04599	5.771238	69.52026	899.054	4.865012	671.1707
1:40:00	232.6434	0.233486	52.14625	54.31901	15.20932	0.96	16.36089	0.031735	0.51921	11.95265	5.662142	67.67762	899.054	4.865012	671.1707
1:41:00	232.3866	0.236113	52.67462	54.8694	15.36343	0.96	16.37545	0.049819	0.815816	11.97503	5.782129	69.24118	899.054	4.865012	671.1707
1:42:00	232.7708	0.231119	51.64594	53.79785	15.0634	0.96	16.27641	0.047837	0.778607	11.99761	5.197048	62.35216	899.054	4.865012	671.1707
1:43:00	230.2634	0.235489	52.05546	54.22444	15.18284	0.96	16.47847	0.040618	0.669315	12.01833	5.978695	71.85394	899.054	4.865012	671.1707
1:44:00	231.4645	0.235479	52.32494	54.50514	15.26144	0.96	15.5765	0.035237	0.548876	12.00511	5.43903	65.29618	899.054	4.865012	671.1707
1:45:00	231.8381	0.230152	51.22365	53.35797	14.94023	0.96	16.28965	0.031326	0.510293	12.0468	4.938569	59.49396	899.054	4.865012	671.1707
1:46:00	231.6493	0.232457	51.69447	53.8484	15.07755	0.96	16.4967	0.023543	0.388376	11.97744	5.822007	69.73273	899.054	4.865012	671.1707
1:47:00	232.4057	0.234892	52.40669	54.59031	15.28529	0.96	16.59628	0.03323	0.551495	11.99422	5.865504	70.35214	899.054	4.865012	671.1707
1:48:00	230.3737	0.234574	51.87811	54.0397	15.13112	0.96	17.12629	0.038943	0.666944	11.99155	5.585133	66.97443	899.054	4.865012	671.1707
1:49:00	231.122	0.23305	51.70851	53.86304	15.08165	0.96	15.85085	0.032141	0.509458	12.00981	5.65429	67.90693	899.054	4.865012	671.1707
1:50:00	232.4069	0.236845	52.84271	55.04449	15.41246	0.96	16.70921	0.023758	0.396977	11.9801	5.794194	69.41503	899.054	4.865012	671.1707
1:51:00	231.7037	0.234458	52.15179	54.32478	15.21094	0.96	16.00097	0.021872	0.34997	11.99053	5.694288	68.27753	899.054	4.865012	671.1707
1:52:00	230.8019	0.237435	52.6085	54.80053	15.34415	0.96	16.24058	0.028398	0.461204	12.04604	5.48361	66.0558	899.054	4.865012	671.1707
1:53:00	230.3257	0.235362	52.04151	54.20991	15.17877	0.96	16.04362	0.02744	0.440237	11.96879	5.824392	69.71093	899.054	4.865012	671.1707

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
1:54:00	232.1828	0.231319	51.55985	53.70818	15.03829	0.96	16.12462	0.026255	0.423344	11.98837	5.64242	67.64344	899.054	4.865012	671.1707
1:55:00	230.4819	0.232427	51.42733	53.57013	14.99964	0.96	16.53012	0.031509	0.520847	12.00267	5.110705	61.3421	899.054	4.865012	671.1707
1:56:00	231.4565	0.23524	52.2699	54.44781	15.24539	0.96	17.13756	0.028293	0.484873	11.97068	4.920274	58.89905	899.054	4.865012	671.1707
1:57:00	231.8268	0.230066	51.20205	53.33547	14.93393	0.96	17.15289	0.02616	0.448727	11.95474	5.98935	71.60113	899.054	4.865012	671.1707
1:58:00	230.9501	0.238717	52.92652	55.13179	15.4369	0.96	15.55429	0.028978	0.450728	12.04441	5.089816	61.30384	899.054	4.865012	671.1707
1:59:00	232.0087	0.232371	51.75556	53.91204	15.09537	0.96	16.00992	0.040998	0.656368	11.95203	5.354886	64.00174	899.054	4.865012	671.1707
2:00:00	232.8367	0.210063	25.38891	48.91029	41.80455	0.519091	17.29462	0.020262	0.350423	11.93967	3.285156	39.22369	899.054	4.865012	671.1707
2:01:00	230.2826	0.214537	24.87231	49.40424	42.68661	0.503445	16.14826	0.022819	0.36849	11.96737	2.955805	35.37322	934.4272	5.233502	696.043
2:02:00	231.3633	0.211269	25.15616	48.87989	41.90956	0.514653	16.56834	0.036032	0.596985	11.95156	3.878523	46.35439	934.4272	5.233502	696.043
2:03:00	231.9259	0.215908	25.91823	50.07466	42.84527	0.517592	15.52229	0.044475	0.690355	11.97806	3.412376	40.87365	934.4272	5.233502	696.043
2:04:00	231.0115	0.217837	25.23077	50.3229	43.54081	0.501378	15.93736	0.02966	0.472695	11.92108	3.070857	36.60794	934.4272	5.233502	696.043
2:05:00	230.2654	0.212947	25.04789	49.03428	42.15404	0.510824	16.22969	0.049074	0.796456	11.94321	3.848604	45.96468	934.4272	5.233502	696.043
2:06:00	230.2924	0.21647	25.79889	49.85137	42.65649	0.517516	16.07158	0.03438	0.552541	11.98508	3.284423	39.36408	934.4272	5.233502	696.043
2:07:00	230.4216	0.210806	24.51949	48.57434	41.93162	0.504783	15.94517	0.027563	0.439495	11.95742	3.578633	42.79122	934.4272	5.233502	696.043
2:08:00	232.99	0.21009	25.31951	48.9488	41.89162	0.517265	15.72713	0.025346	0.398627	11.90849	3.70719	44.14703	934.4272	5.233502	696.043
2:09:00	232.826	0.214943	25.96266	50.04428	42.78282	0.518794	15.86502	0.020554	0.326082	11.97421	3.316856	39.71674	934.4272	5.233502	696.043
2:10:00	231.673	0.211272	25.35982	48.94592	41.86386	0.518119	15.8878	0.04529	0.719565	11.96129	3.826846	45.77403	934.4272	5.233502	696.043
2:11:00	232.9402	0.214578	25.15874	49.98378	43.19046	0.503338	16.16304	0.033676	0.544307	11.97131	3.768196	45.11026	934.4272	5.233502	696.043
2:12:00	232.7341	0.216759	25.3063	50.44714	43.64063	0.50164	17.46737	0.041223	0.720064	11.90514	3.624387	43.14885	934.4272	5.233502	696.043
2:13:00	232.8507	0.216743	25.33305	50.46866	43.64999	0.501956	16.18903	0.024251	0.392595	11.93675	3.084335	36.81693	934.4272	5.233502	696.043
2:14:00	231.7309	0.219523	25.44384	50.87031	44.04997	0.500171	16.99049	0.032092	0.545265	11.90178	2.962294	35.25657	934.4272	5.233502	696.043
2:15:00	231.0575	0.210078	24.8213	48.54006	41.7138	0.511357	16.60705	0.03832	0.636379	11.98731	3.848529	46.1335	934.4272	5.233502	696.043
2:16:00	232.3433	0.218989	26.29972	50.88057	43.55637	0.516891	16.348	0.04729	0.773095	11.92769	3.696558	44.0914	934.4272	5.233502	696.043
2:17:00	230.6074	0.213838	24.80575	49.31253	42.61925	0.503031	17.34102	0.037742	0.654482	11.91824	3.273185	39.0106	934.4272	5.233502	696.043
2:18:00	232.9369	0.213152	24.99551	49.65099	42.90041	0.503424	17.38524	0.024837	0.431791	11.92459	3.072502	36.63833	934.4272	5.233502	696.043
2:19:00	231.4315	0.211935	24.76113	49.04839	42.33948	0.504831	16.6716	0.041085	0.684958	11.98166	3.07674	36.86446	934.4272	5.233502	696.043
2:20:00	231.5242	0.216663	25.61093	50.16269	43.13207	0.510557	16.3647	0.044415	0.726845	11.90894	3.599308	42.86394	934.4272	5.233502	696.043
2:21:00	232.6214	0.215203	25.7016	50.06073	42.95934	0.513408	16.0964	0.04195	0.675247	11.99342	3.403836	40.82363	934.4272	5.233502	696.043

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
2:22:00	230.6084	0.218858	26.08522	50.47047	43.20682	0.516841	16.19757	0.038118	0.617424	11.96317	3.325513	39.78369	934.4272	5.233502	696.043
2:23:00	230.6475	0.218036	25.36056	50.28955	43.42673	0.504291	16.82974	0.039767	0.669266	11.93017	3.768399	44.95763	934.4272	5.233502	696.043
2:24:00	230.6148	0.218069	25.51711	50.28991	43.33535	0.5074	16.86758	0.047198	0.796108	11.9945	3.493118	41.89819	934.4272	5.233502	696.043
2:25:00	231.5668	0.216797	25.50135	50.20291	43.24365	0.507966	16.6955	0.03147	0.525403	11.9974	3.528457	42.33231	934.4272	5.233502	696.043
2:26:00	230.2583	0.218963	26.09191	50.41807	43.14156	0.517511	16.02891	0.04617	0.74005	11.98264	3.293092	39.45992	934.4272	5.233502	696.043
2:27:00	230.3948	0.210725	24.59581	48.54995	41.85862	0.506608	17.49742	0.049004	0.857445	11.97655	3.85373	46.15438	934.4272	5.233502	696.043
2:28:00	232.9823	0.218358	26.08148	50.87353	43.6792	0.512673	16.37621	0.044613	0.730586	11.92246	3.677065	43.83967	934.4272	5.233502	696.043
2:29:00	230.3595	0.211211	24.43125	48.6545	42.07581	0.502138	16.06847	0.043784	0.703548	11.97393	3.289952	39.39367	934.4272	5.233502	696.043
2:30:00	230.6365	0.21326	25.00001	49.18553	42.35819	0.50828	17.46478	0.041375	0.722608	11.98329	3.013623	36.11312	934.4272	5.233502	696.043
2:31:00	230.906	0.215575	25.45281	49.77747	42.77792	0.511332	17.22694	0.038971	0.671356	11.99024	3.062131	36.71571	934.4272	5.233502	696.043
2:32:00	230.0056	0.213639	25.07156	49.13812	42.26076	0.510226	16.7496	0.03224	0.540009	11.91224	3.741181	44.56584	934.4272	5.233502	696.043
2:33:00	231.3951	0.210518	25.00785	48.71293	41.80379	0.513372	16.71127	0.045445	0.759449	11.9295	3.049454	36.37846	934.4272	5.233502	696.043
2:34:00	230.4477	0.210649	24.94993	48.54359	41.64109	0.51397	17.34574	0.02672	0.463473	11.96803	3.278016	39.2314	934.4272	5.233502	696.043
2:35:00	230.5817	0.212949	25.43822	49.1021	41.99896	0.518068	16.81723	0.049442	0.831471	11.9224	3.586919	42.76468	934.4272	5.233502	696.043
2:36:00	232.5423	0.21715	25.94613	50.49666	43.32103	0.513819	17.04476	0.027208	0.463761	11.9057	3.224495	38.38986	934.4272	5.233502	696.043
2:37:00	232.8391	0.210712	25.12272	49.06207	42.14185	0.51206	16.0564	0.0308	0.494542	11.95809	2.999965	35.87384	934.4272	5.233502	696.043
2:38:00	230.5491	0.21835	25.28581	50.34042	43.52914	0.502296	16.82838	0.037313	0.627923	11.96555	2.916991	34.90339	934.4272	5.233502	696.043
2:39:00	231.0376	0.210164	24.41455	48.55586	41.97143	0.502814	16.40157	0.034952	0.57327	11.9115	3.707908	44.16675	934.4272	5.233502	696.043
2:40:00	230.1551	0.210308	24.89172	48.40335	41.51248	0.514256	16.02519	0.044599	0.714712	11.94182	3.621318	43.24514	934.4272	5.233502	696.043
2:41:00	230.8526	0.212259	25.38965	49.00056	41.90967	0.51815	17.1284	0.020529	0.351635	11.93222	3.612533	43.10552	934.4272	5.233502	696.043
2:42:00	231.8804	0.211016	24.7034	48.93046	42.23662	0.504867	17.03322	0.032131	0.547287	11.90428	3.712393	44.19338	934.4272	5.233502	696.043
2:43:00	231.125	0.219214	25.4817	50.66586	43.7917	0.502936	16.7097	0.044464	0.742976	11.93065	3.195472	38.12405	934.4272	5.233502	696.043
2:44:00	230.423	0.214517	25.30668	49.42968	42.46016	0.511973	16.03639	0.024279	0.389344	11.99558	3.043518	36.50878	934.4272	5.233502	696.043
2:45:00	230.4861	0.218263	25.6287	50.30654	43.28877	0.509451	17.33483	0.045768	0.793372	11.97291	2.986991	35.76299	934.4272	5.233502	696.043
2:46:00	231.9631	0.21795	25.53865	50.55638	43.63169	0.505152	17.37525	0.02074	0.360367	11.9303	3.291138	39.26426	934.4272	5.233502	696.043
2:47:00	231.3892	0.21842	25.9914	50.53992	43.34432	0.514275	17.18847	0.043702	0.751176	11.95508	3.333455	39.85173	934.4272	5.233502	696.043
2:48:00	230.328	0.217133	25.87337	50.01187	42.79902	0.517345	16.62758	0.03839	0.638336	11.91995	3.75035	44.70397	934.4272	5.233502	696.043
2:49:00	230.0065	0.217508	25.88084	50.02814	42.81352	0.517326	16.8771	0.032928	0.555727	11.97386	3.810451	45.62579	934.4272	5.233502	696.043

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
2:50:00	232.4573	0.21922	26.13268	50.95929	43.74851	0.512815	16.8305	0.038117	0.641524	11.98003	3.224306	38.62729	934.4272	5.233502	696.043
2:51:00	231.1661	0.218966	25.8368	50.61758	43.52699	0.510431	17.25402	0.022447	0.387294	11.90102	2.97613	35.41899	934.4272	5.233502	696.043
2:52:00	231.4843	0.219338	25.9721	50.7733	43.62772	0.511531	17.44038	0.023613	0.411818	11.91708	3.23405	38.54045	934.4272	5.233502	696.043
2:53:00	232.8885	0.214508	25.7624	49.95649	42.80128	0.515697	16.93741	0.043518	0.737091	11.95134	3.222087	38.50826	934.4272	5.233502	696.043
2:54:00	232.947	0.217463	26.03262	50.65741	43.45659	0.513896	16.44961	0.043771	0.720014	11.92468	2.958117	35.27461	934.4272	5.233502	696.043
2:55:00	231.7524	0.218301	25.66786	50.59169	43.59678	0.507353	16.3532	0.043929	0.71838	11.99626	3.579354	42.93887	934.4272	5.233502	696.043
2:56:00	230.0521	0.215322	25.54993	49.53529	42.43755	0.515793	17.39636	0.047818	0.831856	11.91909	3.626923	43.22963	934.4272	5.233502	696.043
2:57:00	232.6751	0.215335	25.9976	50.10316	42.8305	0.518881	16.78928	0.04902	0.823005	11.95595	2.970271	35.51241	934.4272	5.233502	696.043
2:58:00	230.9685	0.21033	24.75984	48.57956	41.79622	0.509676	16.78459	0.046374	0.77837	11.94236	3.544247	42.32668	934.4272	5.233502	696.043
2:59:00	232.0433	0.213237	24.85637	49.48016	42.78372	0.50235	16.8722	0.029008	0.489436	11.97357	3.639297	43.57538	934.4272	5.233502	696.043
3:00:00	232.2728	0.215293	25.83046	50.00681	42.81902	0.516539	17.11173	0.041152	0.704184	11.99849	3.744121	44.92381	934.4272	5.233502	696.043
3:01:00	232.6774	0.217857	26.3284	50.69046	43.31672	0.519396	16.28131	0.026435	0.430397	11.88966	3.355253	39.89282	974.32	5.663899	722.3715
3:02:00	231.8298	0.218023	25.84251	50.54428	43.43834	0.511285	17.37822	0.026119	0.453907	11.91689	3.097251	36.90961	974.32	5.663899	722.3715
3:03:00	231.9999	0.213289	25.16476	49.48301	42.60637	0.508554	17.37906	0.025681	0.446309	11.9388	3.827063	45.69056	974.32	5.663899	722.3715
3:04:00	232.071	0.213712	25.25217	49.59624	42.68624	0.509155	18.05407	0.03814	0.688579	11.9204	3.554021	42.36534	974.32	5.663899	722.3715
3:05:00	232.2265	0.217374	26.14545	50.47995	43.18149	0.517937	18.19731	0.026024	0.473561	11.88404	3.189233	37.90098	974.32	5.663899	722.3715
3:06:00	232.3974	0.21517	25.35178	50.00486	43.10189	0.506986	17.53388	0.020024	0.35109	11.93118	3.533017	42.15307	974.32	5.663899	722.3715
3:07:00	231.7245	0.215063	25.86996	49.83541	42.59475	0.519108	17.40115	0.043799	0.762161	11.88959	3.370466	40.07345	974.32	5.663899	722.3715
3:08:00	231.3671	0.21254	25.25593	49.17477	42.19355	0.513595	17.35139	0.043838	0.760657	11.90092	3.11542	37.07635	974.32	5.663899	722.3715
3:09:00	231.1952	0.219264	26.05249	50.69287	43.48603	0.513928	17.44746	0.020886	0.364409	11.85709	3.080116	36.52121	974.32	5.663899	722.3715
3:10:00	232.9019	0.21941	25.69283	51.10097	44.17225	0.502786	17.94241	0.024633	0.441968	11.89521	3.47247	41.30575	974.32	5.663899	722.3715
3:11:00	230.0545	0.213621	25.24264	49.14448	42.16621	0.513641	17.38925	0.022129	0.384799	11.9175	3.585654	42.73202	974.32	5.663899	722.3715
3:12:00	231.6944	0.219411	25.69209	50.8364	43.86635	0.505388	17.45529	0.020453	0.357008	11.91318	3.875386	46.16816	974.32	5.663899	722.3715
3:13:00	232.8502	0.216585	25.93459	50.43176	43.25228	0.514251	17.67281	0.029256	0.517031	11.85787	3.06777	36.37721	974.32	5.663899	722.3715
3:14:00	231.5724	0.213944	24.87863	49.54353	42.84408	0.502157	18.20416	0.048289	0.879067	11.90615	3.608223	42.96005	974.32	5.663899	722.3715
3:15:00	230.6636	0.211509	24.49408	48.78749	42.19312	0.502057	18.01858	0.02706	0.487585	11.8598	3.053526	36.21421	974.32	5.663899	722.3715
3:16:00	230.6671	0.214228	25.14523	49.41541	42.53939	0.508854	18.15591	0.040159	0.729122	11.87055	3.498645	41.53086	974.32	5.663899	722.3715
3:17:00	232.6904	0.215694	25.84469	50.18991	43.02417	0.514938	17.00078	0.03777	0.642122	11.85184	3.26869	38.74	974.32	5.663899	722.3715

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
3:18:00	232.8406	0.215574	25.78122	50.19447	43.06754	0.513627	18.11729	0.045988	0.833185	11.92934	3.762505	44.8842	974.32	5.663899	722.3715
3:19:00	231.5672	0.212886	25.03182	49.29739	42.4693	0.507772	17.1364	0.025825	0.44255	11.90186	3.549612	42.24699	974.32	5.663899	722.3715
3:20:00	230.7843	0.219668	26.2632	50.69595	43.36271	0.518053	17.36809	0.043439	0.754461	11.91356	3.124792	37.2274	974.32	5.663899	722.3715
3:21:00	232.9308	0.213064	25.01436	49.62907	42.86405	0.504026	17.97208	0.0234	0.420544	11.89681	3.287421	39.1098	974.32	5.663899	722.3715
3:22:00	232.4692	0.213941	25.64521	49.73471	42.61296	0.51564	17.56042	0.045696	0.802442	11.89484	3.043615	36.20333	974.32	5.663899	722.3715
3:23:00	232.1415	0.213964	25.01254	49.66992	42.9124	0.503575	18.17098	0.046928	0.852724	11.85923	3.182875	37.74643	974.32	5.663899	722.3715
3:24:00	232.1126	0.212218	25.12481	49.25847	42.3691	0.510061	17.21458	0.022329	0.384387	11.88299	3.166527	37.62781	974.32	5.663899	722.3715
3:25:00	232.8025	0.212369	25.04194	49.44004	42.62885	0.506511	16.99743	0.049174	0.835839	11.93827	3.27892	39.14463	974.32	5.663899	722.3715
3:26:00	232.6121	0.211892	25.05028	49.2886	42.4482	0.508237	17.01118	0.021203	0.360695	11.85853	3.024389	35.86481	974.32	5.663899	722.3715
3:27:00	231.0795	0.21163	24.93708	48.90342	42.06764	0.509925	18.27131	0.030613	0.559342	11.92448	3.770668	44.96323	974.32	5.663899	722.3715
3:28:00	231.2637	0.213606	25.07068	49.39929	42.56467	0.507511	17.32802	0.049947	0.865485	11.86437	3.67396	43.58923	974.32	5.663899	722.3715
3:29:00	232.6773	0.215132	25.35619	50.05622	43.15888	0.506554	17.13781	0.037634	0.644964	11.93236	3.140038	37.46806	974.32	5.663899	722.3715
3:30:00	232.3633	0.216732	26.0334	50.36051	43.10967	0.516941	17.19079	0.03392	0.583107	11.85752	3.458916	41.01415	974.32	5.663899	722.3715
3:31:00	231.8772	0.216553	25.33212	50.21382	43.35563	0.504485	17.93853	0.021569	0.386924	11.92141	2.934035	34.97782	974.32	5.663899	722.3715
3:32:00	232.1343	0.217421	26.01064	50.47091	43.25227	0.515359	17.99338	0.038803	0.698205	11.86734	3.042572	36.10723	974.32	5.663899	722.3715
3:33:00	231.9792	0.218337	25.98906	50.64954	43.47349	0.513115	18.1619	0.03521	0.63948	11.94005	3.771102	45.02716	974.32	5.663899	722.3715
3:34:00	232.7205	0.215162	26.03543	50.07258	42.77171	0.519954	17.60607	0.027972	0.492484	11.93628	3.65075	43.57636	974.32	5.663899	722.3715
3:35:00	230.6531	0.214131	25.46255	49.38989	42.32045	0.515542	18.2532	0.039101	0.713724	11.86894	3.554501	42.18816	974.32	5.663899	722.3715
3:36:00	230.1901	0.213565	25.10643	49.16063	42.26624	0.510702	17.45702	0.038524	0.672522	11.94621	3.443584	41.13778	974.32	5.663899	722.3715
3:37:00	232.2127	0.210922	25.10121	48.97882	42.05775	0.512491	18.5992	0.026291	0.488996	11.93746	3.027825	36.14455	974.32	5.663899	722.3715
3:38:00	232.0123	0.211507	25.21322	49.07223	42.09961	0.513798	18.56058	0.034163	0.63408	11.92577	3.864316	46.08495	974.32	5.663899	722.3715
3:39:00	231.5214	0.211186	24.59261	48.89414	42.2592	0.502977	18.17686	0.033323	0.605712	11.87269	2.952785	35.05751	974.32	5.663899	722.3715
3:40:00	230.5801	0.216765	25.97722	49.98172	42.70078	0.519734	18.57981	0.023961	0.445198	11.91508	3.297152	39.28582	974.32	5.663899	722.3715
3:41:00	231.2448	0.210598	25.1728	48.69968	41.6892	0.516899	18.63901	0.028398	0.52932	11.87305	3.529516	41.90612	974.32	5.663899	722.3715
3:42:00	230.4835	0.213829	25.55688	49.28396	42.1397	0.518564	17.48412	0.02103	0.367685	11.92278	3.445273	41.07725	974.32	5.663899	722.3715
3:43:00	230.4806	0.21276	24.90492	49.03702	42.24186	0.50788	17.97291	0.047488	0.853505	11.85759	3.744242	44.3977	974.32	5.663899	722.3715
3:44:00	232.3809	0.217102	26.18941	50.45041	43.12028	0.519112	17.24176	0.049123	0.846967	11.89331	3.826838	45.51377	974.32	5.663899	722.3715
3:45:00	230.2673	0.218194	25.70173	50.24299	43.1715	0.511549	18.41776	0.033318	0.613642	11.92057	3.208705	38.2496	974.32	5.663899	722.3715

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
3:46:00	232.4824	0.210194	24.48842	48.8664	42.28761	0.50113	18.65822	0.039865	0.743819	11.86195	3.631865	43.081	974.32	5.663899	722.3715
3:47:00	231.2436	0.219694	25.50653	50.80281	43.93567	0.502069	17.0675	0.034902	0.595683	11.89263	3.852366	45.81475	974.32	5.663899	722.3715
3:48:00	230.5306	0.212401	24.54285	48.96495	42.36997	0.501233	17.36148	0.031856	0.553071	11.88005	3.308807	39.30879	974.32	5.663899	722.3715
3:49:00	230.344	0.215003	24.87877	49.52456	42.82206	0.502352	17.01807	0.035919	0.611264	11.88833	3.108628	36.95639	974.32	5.663899	722.3715
3:50:00	232.8113	0.212384	24.91879	49.44545	42.70722	0.503965	17.66792	0.026537	0.46885	11.93202	3.68102	43.92201	974.32	5.663899	722.3715
3:51:00	231.1383	0.214924	25.15662	49.67706	42.83638	0.506403	18.51548	0.020747	0.384149	11.87018	3.855155	45.76138	974.32	5.663899	722.3715
3:52:00	232.3734	0.210492	24.64943	48.91276	42.24764	0.503947	18.42915	0.038182	0.703653	11.91671	3.072423	36.61317	974.32	5.663899	722.3715
3:53:00	230.8264	0.214339	25.07134	49.47516	42.65231	0.506746	17.75605	0.03595	0.638326	11.88227	3.26801	38.83137	974.32	5.663899	722.3715
3:54:00	232.568	0.213599	25.46519	49.6763	42.65278	0.512622	17.57998	0.046314	0.814205	11.91361	3.332585	39.70313	974.32	5.663899	722.3715
3:55:00	231.0161	0.212706	25.12337	49.13856	42.23049	0.511276	17.85114	0.035767	0.638475	11.88785	2.987666	35.51693	974.32	5.663899	722.3715
3:56:00	230.2235	0.213349	25.39844	49.11806	42.04168	0.51709	18.35602	0.041282	0.757771	11.9063	3.866638	46.03734	974.32	5.663899	722.3715
3:57:00	231.903	0.211402	25.27583	49.02465	42.00654	0.515574	18.41024	0.044355	0.81659	11.8636	3.056627	36.26261	974.32	5.663899	722.3715
3:58:00	230.5894	0.211062	24.70392	48.66863	41.9327	0.507594	19.05498	0.027667	0.527198	11.9421	3.281609	39.18929	974.32	5.663899	722.3715
3:59:00	231.0161	0.216091	25.87823	49.92049	42.68925	0.518389	19.56046	0.022053	0.431362	11.90615	3.153197	37.54242	974.32	5.663899	722.3715
4:00:00	230.5077	0.217175	25.14268	50.06044	43.28849	0.502246	18.90939	0.022436	0.424248	11.89298	3.658835	43.51444	974.32	5.663899	722.3715
4:01:00	232.1832	0.211605	25.49914	49.13109	41.99592	0.519002	19.23485	0.041864	0.805256	11.80777	3.421491	40.40019	1014.72	6.469155	747.8706
4:02:00	231.321	0.217575	26.10414	50.32956	43.03066	0.518664	18.53604	0.028673	0.531489	11.87002	3.829654	45.45808	1014.72	6.469155	747.8706
4:03:00	230.6747	0.212411	25.06539	48.99783	42.10123	0.511561	18.90488	0.038569	0.729136	11.81532	3.820231	45.13727	1014.72	6.469155	747.8706
4:04:00	231.62	0.218938	25.85112	50.71052	43.62656	0.509778	19.23259	0.030553	0.587613	11.86368	3.440198	40.8134	1014.72	6.469155	747.8706
4:05:00	231.8691	0.210956	25.1559	48.91425	41.94979	0.514286	19.34827	0.043474	0.841156	11.84337	3.356222	39.74898	1014.72	6.469155	747.8706
4:06:00	230.8112	0.2162	25.5968	49.90139	42.83634	0.512948	19.56259	0.03911	0.765097	11.86556	3.376945	40.06934	1014.72	6.469155	747.8706
4:07:00	231.6402	0.212376	25.50881	49.19483	42.06462	0.518526	19.59795	0.036997	0.725062	11.82225	3.231316	38.20142	1014.72	6.469155	747.8706
4:08:00	230.1596	0.213529	25.54848	49.14572	41.98305	0.519852	18.7678	0.044689	0.83872	11.86211	3.513537	41.67795	1014.72	6.469155	747.8706
4:09:00	230.9547	0.217832	25.48058	50.30924	43.37925	0.506479	19.89839	0.020421	0.40635	11.83623	3.421753	40.50064	1014.72	6.469155	747.8706
4:10:00	231.0967	0.21202	25.4044	48.99707	41.89665	0.518488	18.29101	0.037449	0.684986	11.82858	3.685222	43.59092	1014.72	6.469155	747.8706
4:11:00	232.9301	0.215756	25.94207	50.256	43.04271	0.516198	19.11043	0.027276	0.521258	11.8723	3.184957	37.81276	1014.72	6.469155	747.8706
4:12:00	231.6234	0.218522	25.55364	50.61469	43.69049	0.504866	18.89668	0.047442	0.896504	11.89179	3.549157	42.20582	1014.72	6.469155	747.8706
4:13:00	230.3107	0.21485	25.28864	49.48217	42.53199	0.511066	18.02925	0.044765	0.807081	11.8085	3.688875	43.56009	1014.72	6.469155	747.8706

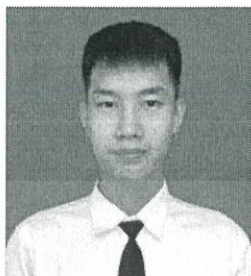
Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
4:14:00	231.8026	0.214801	25.78046	49.79147	42.59763	0.517769	18.58525	0.02926	0.54381	11.84446	3.107059	36.80144	1014.72	6.469155	747.8706
4:15:00	232.6432	0.217823	25.85874	50.67501	43.58075	0.510286	18.50089	0.028037	0.518702	11.83016	3.454195	40.86367	1014.72	6.469155	747.8706
4:16:00	231.7023	0.218456	26.21279	50.61665	43.30052	0.517869	19.84188	0.033174	0.658225	11.8536	3.811017	45.17425	1014.72	6.469155	747.8706
4:17:00	230.0448	0.21596	25.49253	49.68043	42.64125	0.51313	19.73724	0.020112	0.396948	11.87104	3.061745	36.34611	1014.72	6.469155	747.8706
4:18:00	232.5025	0.218871	25.5742	50.88805	43.99493	0.502558	19.80156	0.041166	0.815145	11.84592	3.549528	42.04742	1014.72	6.469155	747.8706
4:19:00	232.4904	0.212052	24.83983	49.30007	42.58497	0.50385	18.6071	0.030962	0.576116	11.81458	3.103651	36.66832	1014.72	6.469155	747.8706
4:20:00	231.6611	0.216036	25.34095	50.04714	43.15729	0.506342	19.5676	0.039881	0.780372	11.81298	3.081405	36.40059	1014.72	6.469155	747.8706
4:21:00	232.9934	0.214368	25.45623	49.94638	42.97233	0.509671	18.30773	0.030836	0.564545	11.83358	3.644144	43.12328	1014.72	6.469155	747.8706
4:22:00	231.848	0.214528	24.8757	49.73785	43.07033	0.500136	18.61737	0.032459	0.604304	11.88972	2.963872	35.23961	1014.72	6.469155	747.8706
4:23:00	232.1993	0.211384	24.89515	49.08326	42.30128	0.507202	18.77192	0.023481	0.440776	11.89242	3.040125	36.15445	1014.72	6.469155	747.8706
4:24:00	230.3632	0.217593	25.70581	50.12534	43.03209	0.512831	18.97826	0.034465	0.654079	11.80785	3.780842	44.64361	1014.72	6.469155	747.8706
4:25:00	231.7553	0.219723	25.4855	50.92202	44.08562	0.500481	18.82771	0.046146	0.868821	11.86903	3.098535	36.77662	1014.72	6.469155	747.8706
4:26:00	231.5749	0.212223	24.63807	49.14553	42.52351	0.501329	19.11195	0.028351	0.541838	11.81643	2.925716	34.57153	1014.72	6.469155	747.8706
4:27:00	231.3814	0.210418	24.68412	48.68691	41.96557	0.506997	18.27348	0.036331	0.66389	11.87487	3.471503	41.22363	1014.72	6.469155	747.8706
4:28:00	231.683	0.210314	25.30467	48.72608	41.64018	0.519325	19.29292	0.021236	0.409701	11.84869	3.186777	37.75914	1014.72	6.469155	747.8706
4:29:00	230.9079	0.218588	25.28576	50.4738	43.68334	0.500968	18.87067	0.040927	0.772318	11.84943	3.118971	36.95804	1014.72	6.469155	747.8706
4:30:00	231.1263	0.210996	25.03278	48.76671	41.85154	0.513317	18.8804	0.02562	0.483717	11.86249	3.171734	37.62467	1014.72	6.469155	747.8706
4:31:00	231.0022	0.216358	25.72396	49.97913	42.85081	0.514694	19.32389	0.042385	0.819051	11.82724	3.112835	36.81624	1014.72	6.469155	747.8706
4:32:00	230.6047	0.216102	25.11887	49.83405	43.04039	0.50405	19.69536	0.041052	0.808543	11.85813	3.591414	42.58745	1014.72	6.469155	747.8706
4:33:00	231.4162	0.215034	25.06107	49.76233	42.99107	0.503615	19.6673	0.032003	0.629409	11.85803	3.584315	42.50291	1014.72	6.469155	747.8706
4:34:00	231.7332	0.215576	25.29146	49.95623	43.08094	0.506272	18.12484	0.049611	0.899199	11.88219	3.821337	45.40584	1014.72	6.469155	747.8706
4:35:00	231.0291	0.219092	26.2179	50.61669	43.29747	0.517969	18.44654	0.046734	0.862074	11.83069	2.992482	35.40314	1014.72	6.469155	747.8706
4:36:00	230.5852	0.217321	25.74063	50.11096	42.99451	0.513673	19.85408	0.033038	0.65593	11.85256	3.218182	38.14368	1014.72	6.469155	747.8706
4:37:00	230.3604	0.210133	24.45881	48.40622	41.77235	0.505282	18.18029	0.023295	0.42351	11.88296	3.842019	45.65458	1014.72	6.469155	747.8706
4:38:00	232.1635	0.216122	25.38997	50.17558	43.27746	0.506023	18.16841	0.030111	0.547075	11.84532	3.382605	40.06803	1014.72	6.469155	747.8706
4:39:00	232.3869	0.212382	24.91943	49.35486	42.60192	0.504903	18.65822	0.036905	0.688581	11.80948	3.687144	43.54324	1014.72	6.469155	747.8706
4:40:00	230.054	0.218985	25.87216	50.37847	43.22755	0.513556	18.19926	0.037702	0.686142	11.86809	3.09372	36.71656	1014.72	6.469155	747.8706
4:41:00	231.5307	0.219663	26.19234	50.85864	43.59545	0.515003	19.56715	0.041698	0.815917	11.87733	3.070757	36.47241	1014.72	6.469155	747.8706

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
4:42:00	231.2276	0.219366	26.03665	50.72346	43.53116	0.513306	18.95222	0.048632	0.921683	11.89325	3.025668	35.98504	1014.72	6.469155	747.8706
4:43:00	231.7901	0.218117	25.94991	50.55741	43.38956	0.513276	18.11988	0.047628	0.863302	11.80164	3.257055	38.4386	1014.72	6.469155	747.8706
4:44:00	230.7814	0.219094	26.13479	50.56286	43.28481	0.516877	18.50761	0.043629	0.807476	11.82947	3.775374	44.66068	1014.72	6.469155	747.8706
4:45:00	232.6731	0.215056	25.25391	50.03776	43.19743	0.504697	18.61626	0.044695	0.832057	11.81827	3.862593	45.64918	1014.72	6.469155	747.8706
4:46:00	232.8303	0.217156	25.70201	50.5606	43.54057	0.508341	18.45564	0.038487	0.710304	11.81519	2.919746	34.49735	1014.72	6.469155	747.8706
4:47:00	232.4266	0.213166	25.57771	49.54542	42.43264	0.516248	18.30697	0.022716	0.415862	11.84002	3.152131	37.32128	1014.72	6.469155	747.8706
4:48:00	231.5844	0.213673	25.25849	49.48336	42.55128	0.510444	19.65186	0.04813	0.94584	11.88026	3.88802	46.19067	1014.72	6.469155	747.8706
4:49:00	232.257	0.21395	25.06704	49.69134	42.90539	0.504455	19.14845	0.048997	0.938217	11.86297	3.886248	46.10242	1014.72	6.469155	747.8706
4:50:00	232.7209	0.218795	25.92268	50.91822	43.82556	0.509104	19.02766	0.028458	0.541482	11.82806	3.562899	42.14217	1014.72	6.469155	747.8706
4:51:00	232.8473	0.212164	25.15158	49.40174	42.51976	0.509123	19.28492	0.046304	0.892971	11.84231	3.138741	37.16993	1014.72	6.469155	747.8706
4:52:00	232.8036	0.218337	25.67465	50.8296	43.86867	0.505112	19.65137	0.026583	0.522401	11.87849	3.709547	44.06384	1014.72	6.469155	747.8706
4:53:00	232.9215	0.219276	25.65065	51.07414	44.16574	0.502224	19.51582	0.024406	0.476304	11.84106	3.091753	36.60964	1014.72	6.469155	747.8706
4:54:00	230.6075	0.219516	25.35193	50.62214	43.81644	0.500807	19.70699	0.032411	0.638721	11.87228	3.064248	36.37962	1014.72	6.469155	747.8706
4:55:00	230.2237	0.217164	25.41855	49.99629	43.0526	0.508409	19.69379	0.048202	0.949276	11.87463	3.206675	38.07809	1014.72	6.469155	747.8706
4:56:00	231.1027	0.215561	24.97377	49.81665	43.10463	0.501314	18.75839	0.027548	0.516762	11.84482	3.68359	43.63146	1014.72	6.469155	747.8706
4:57:00	231.03	0.218697	25.7548	50.52549	43.46855	0.509739	19.1475	0.02349	0.449773	11.88705	3.305302	39.2903	1014.72	6.469155	747.8706
4:58:00	232.4368	0.216232	25.76578	50.26017	43.15333	0.512648	19.29035	0.030858	0.595256	11.851	3.230989	38.29044	1014.72	6.469155	747.8706
4:59:00	232.4564	0.215873	25.11432	50.18107	43.44434	0.500474	19.52526	0.023769	0.464104	11.8064	3.197807	37.75458	1014.72	6.469155	747.8706
5:00:00	230.938	0.51	115.8396	117.7784	21.28217	0.983539	19.58744	0.036069	0.706492	11.78886	12.02832	141.8001	1014.72	7.175646	747.8706
5:01:00	232.8725	0.508489	117.1756	118.413	17.07406	0.98955	18.62753	0.04879	0.908844	11.82218	11.77793	139.2408	1153.961	7.175646	865.0462
5:02:00	231.6779	0.52569	120.2983	121.7908	19.00881	0.987745	19.94707	0.040276	0.803395	11.75917	12.30742	144.725	1153.961	7.175646	865.0462
5:03:00	230.87	0.524361	119.0832	121.0591	21.78327	0.983678	19.10077	0.039978	0.763608	11.83117	11.61911	137.4676	1153.961	7.175646	865.0462
5:04:00	231.5834	0.52119	118.6657	120.6989	22.06112	0.983154	20.07038	0.045759	0.918406	11.84984	11.25305	133.3468	1153.961	7.175646	865.0462
5:05:00	232.4125	0.507536	116.3651	117.9577	19.31808	0.986498	19.42003	0.039646	0.769923	11.8281	12.49662	147.8112	1153.961	7.175646	865.0462
5:06:00	232.3006	0.523129	119.5509	121.5232	21.80507	0.983771	19.14583	0.027415	0.524884	11.83267	11.52449	136.3655	1153.961	7.175646	865.0462
5:07:00	232.6142	0.529908	121.487	123.2642	20.85562	0.985583	19.79693	0.03507	0.694281	11.81479	12.81051	151.3535	1153.961	7.175646	865.0462
5:08:00	232.9591	0.504	116.0446	117.4113	17.8627	0.988359	18.63965	0.049357	0.919995	11.81374	11.51908	136.0834	1153.961	7.175646	865.0462
5:09:00	230.2302	0.504231	114.1745	116.0893	20.99752	0.983506	19.34825	0.041135	0.795887	11.84866	12.00194	142.2069	1153.961	7.175646	865.0462

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
5:10:00	232.1399	0.526325	120.6222	122.181	19.45439	0.987242	19.52134	0.025734	0.502355	11.81782	11.80002	139.4505	1153.961	7.175646	865.0462
5:11:00	230.9525	0.500094	114.0141	115.4979	18.45389	0.987153	19.14402	0.047507	0.909484	11.83463	11.42017	135.1535	1153.961	7.175646	865.0462
5:12:00	232.7491	0.521395	119.923	121.3541	18.58203	0.988207	18.65154	0.031175	0.581454	11.7557	12.79395	150.4018	1153.961	7.175646	865.0462
5:13:00	232.1974	0.515045	117.483	119.592	22.36065	0.982365	20.98435	0.04495	0.943239	11.75051	12.14633	142.7255	1153.961	7.175646	865.0462
5:14:00	231.7533	0.503583	115.127	116.7071	19.13915	0.986461	20.4653	0.029224	0.598074	11.76334	12.18611	143.3493	1153.961	7.175646	865.0462
5:15:00	232.6839	0.522927	119.8031	121.6767	21.27067	0.984602	22.10434	0.038677	0.854923	11.8385	12.09429	143.1782	1153.961	7.175646	865.0462
5:16:00	230.1491	0.521965	118.8341	120.1298	17.59601	0.989214	21.58121	0.028651	0.618334	11.83904	11.62608	137.6416	1153.961	7.175646	865.0462
5:17:00	231.8533	0.514924	118.0251	119.3868	17.98049	0.988594	22.0334	0.022362	0.492717	11.84925	12.79116	151.5657	1153.961	7.175646	865.0462
5:18:00	230.1319	0.518708	117.0544	119.3713	23.40467	0.980591	21.2296	0.044935	0.953961	11.77112	11.56647	136.1503	1153.961	7.175646	865.0462
5:19:00	232.8697	0.529062	121.622	123.2024	19.67076	0.987172	20.37992	0.038018	0.774796	11.82866	11.62711	137.5332	1153.961	7.175646	865.0462
5:20:00	231.2407	0.525504	119.8156	121.518	20.2691	0.985991	20.88318	0.049271	1.028933	11.74378	12.45979	146.3251	1153.961	7.175646	865.0462
5:21:00	230.1338	0.503962	113.7986	115.9788	22.38214	0.981202	20.0986	0.046028	0.925091	11.7098	11.72638	137.3135	1153.961	7.175646	865.0462
5:22:00	230.1253	0.523817	118.2116	120.5434	23.59555	0.980655	21.10213	0.042499	0.896819	11.75364	11.50505	135.2262	1153.961	7.175646	865.0462
5:23:00	231.749	0.529741	120.9433	122.767	21.0818	0.985145	22.0593	0.040135	0.885355	11.76547	11.20087	131.7836	1153.961	7.175646	865.0462
5:24:00	232.1239	0.500764	114.7786	116.2392	18.36951	0.987434	21.30412	0.020946	0.446235	11.76777	11.56122	136.0498	1153.961	7.175646	865.0462
5:25:00	231.5594	0.521313	118.4953	120.7149	23.04226	0.981613	21.18982	0.044065	0.933721	11.72157	12.80239	150.0641	1153.961	7.175646	865.0462
5:26:00	231.2868	0.500622	114.4072	115.7872	17.82357	0.988081	22.12097	0.048955	1.08293	11.7667	11.43723	134.5784	1153.961	7.175646	865.0462
5:27:00	231.8931	0.503877	115.3356	116.8455	18.72389	0.987077	21.4469	0.023484	0.503659	11.71469	12.01055	140.6999	1153.961	7.175646	865.0462
5:28:00	230.7973	0.529382	120.7507	122.1799	18.63296	0.988303	21.67778	0.048118	1.043085	11.77222	11.92881	140.4286	1153.961	7.175646	865.0462
5:29:00	230.5885	0.509928	116.3846	117.5835	16.74826	0.989804	21.212	0.028713	0.60905	11.78042	12.99216	153.053	1153.961	7.175646	865.0462
5:30:00	230.6508	0.501618	114.5177	115.6987	16.4892	0.989792	21.73853	0.032894	0.715066	11.72407	11.60714	136.0829	1153.961	7.175646	865.0462
5:31:00	232.1813	0.508454	116.0215	118.0535	21.80893	0.982788	21.16509	0.02522	0.533774	11.74754	12.85932	151.0654	1153.961	7.175646	865.0462
5:32:00	231.133	0.526912	119.8336	121.7867	21.72325	0.983963	22.12134	0.027721	0.613221	11.77499	11.98606	141.1358	1153.961	7.175646	865.0462
5:33:00	230.8452	0.516139	117.125	119.1482	21.86378	0.98302	22.13794	0.043024	0.952456	11.74534	12.94776	152.0758	1153.961	7.175646	865.0462
5:34:00	232.8557	0.505204	115.7577	117.6397	20.95797	0.984003	20.09038	0.037667	0.756743	11.75347	11.45059	134.5842	1153.961	7.175646	865.0462
5:35:00	232.1896	0.504544	115.5283	117.1499	19.42462	0.986158	21.74255	0.028941	0.629256	11.72355	12.01926	140.9084	1153.961	7.175646	865.0462
5:36:00	232.1465	0.510172	117.0405	118.4347	18.11879	0.988228	21.3871	0.047997	1.026526	11.72841	11.43038	134.0602	1153.961	7.175646	865.0462
5:37:00	230.207	0.500958	114.0411	115.3241	17.15423	0.988875	21.2436	0.020842	0.442765	11.70981	12.487	146.2205	1153.961	7.175646	865.0462

Time	V	I	P	S	Q	PF	Vsolar	Isolar	Psolar	Vbatt	Ibatt	Pbatt	Ebatt	E produce	Eload
5:38:00	230.8197	0.522963	118.6562	120.7101	22.1726	0.982985	21.83426	0.022283	0.48654	11.74698	12.00412	141.0121	1153.961	7.175646	865.0462
5:39:00	230.653	0.528929	119.908	121.9991	22.49125	0.98286	20.02583	0.048035	0.96195	11.77737	12.2371	144.0759	1153.961	7.175646	865.0462
5:40:00	230.1963	0.520154	118.3599	119.7374	18.11045	0.988495	20.12888	0.048586	0.977977	11.77737	11.74382	138.3113	1153.961	7.175646	865.0462
5:41:00	231.5099	0.505306	115.7094	116.9835	17.21797	0.989109	20.16875	0.026933	0.543199	11.66518	12.44594	145.1842	1153.961	7.175646	865.0462
5:42:00	230.6214	0.514195	117.2075	118.5842	18.01737	0.98839	21.54714	0.026056	0.561436	11.69693	11.78094	137.8008	1153.961	7.175646	865.0462
5:43:00	230.8927	0.51252	116.2876	118.3372	21.92897	0.98268	20.66016	0.024869	0.513798	11.71735	11.61741	136.1253	1153.961	7.175646	865.0462
5:44:00	231.2627	0.522311	118.6202	120.791	22.79713	0.982029	21.66444	0.038825	0.841132	11.65683	12.81609	149.3951	1153.961	7.175646	865.0462
5:45:00	230.1088	0.525578	119.1591	120.9402	20.67919	0.985273	21.4156	0.027328	0.585242	11.7377	11.53608	135.4071	1153.961	7.175646	865.0462
5:46:00	230.702	0.525459	119.4468	121.2244	20.68381	0.985336	21.64394	0.037727	0.816564	11.68307	11.57514	135.2333	1153.961	7.175646	865.0462
5:47:00	230.6485	0.524035	119.6164	120.868	17.34878	0.989645	21.7808	0.041505	0.904001	11.73589	12.95956	152.092	1153.961	7.175646	865.0462
5:48:00	231.1279	0.516105	117.041	119.2863	23.0349	0.981178	22.30888	0.02015	0.449526	11.75484	12.949	152.2134	1153.961	7.175646	865.0462
5:49:00	230.4652	0.500814	113.5698	115.4202	20.58426	0.983969	20.91189	0.0327	0.683809	11.74489	12.78052	150.1059	1153.961	7.175646	865.0462
5:50:00	231.6998	0.515473	118.0164	119.4349	18.35248	0.988124	21.42695	0.039455	0.845405	11.69222	11.29107	132.0176	1153.961	7.175646	865.0462
5:51:00	231.4804	0.507547	115.3752	117.4872	22.17641	0.982024	20.83779	0.034531	0.719546	11.7235	12.42262	145.6366	1153.961	7.175646	865.0462
5:52:00	230.1417	0.519986	118.3612	119.6704	17.65323	0.98906	21.08203	0.043071	0.908026	11.68384	12.79266	149.4674	1153.961	7.175646	865.0462
5:53:00	231.9774	0.519669	118.7161	120.5514	20.95552	0.984776	20.72508	0.020214	0.418946	11.6888	12.7547	149.0871	1153.961	7.175646	865.0462
5:54:00	230.4689	0.517778	117.9598	119.3317	18.04255	0.988504	20.55766	0.045133	0.927833	11.69783	11.98957	140.2519	1153.961	7.175646	865.0462
5:55:00	230.2519	0.512249	116.0619	117.9463	20.99923	0.984023	20.22841	0.047438	0.959604	11.74619	12.7413	149.6618	1153.961	7.175646	865.0462
5:56:00	232.8029	0.51944	119.1434	120.9271	20.69302	0.98525	22.5962	0.029177	0.659285	11.72981	11.64773	136.6257	1153.961	7.175646	865.0462
5:57:00	232.5545	0.518595	118.3825	120.6017	23.02936	0.981599	22.79252	0.024783	0.564861	11.67512	12.22404	142.7171	1153.961	7.175646	865.0462
5:58:00	230.7984	0.501838	114.1525	115.8234	19.60304	0.985573	22.15681	0.04932	1.092767	11.67422	11.47342	133.9433	1153.961	7.175646	865.0462
5:59:00	231.0884	0.518575	118.0953	119.8366	20.35435	0.98547	20.66444	0.04673	0.965643	11.6587	11.5298	134.4224	1153.961	7.175646	865.0462
6:00:00	230.054	0.524039	118.3218	120.5573	23.10864	0.981457	20.72342	0.047245	0.979085	11.7115	11.84484	138.7208	1153.961	7.175646	865.0462

## ประวัติผู้เขียน



นายธิติพงษ์ เกียรติไพบูลย์เวช

เกิดวันที่ 25 กรกฎาคม พ.ศ. 2539

ที่อยู่ 1/25 ม.1 ต.นาป่า อ.เมืองชลบุรี จ.ชลบุรี 20000

โทรศัพท์ 061-5927970

E-mail: [thitipong.eis@gmail.com](mailto:thitipong.eis@gmail.com)



นายธีรัช จรัสภิญโญวงศ์

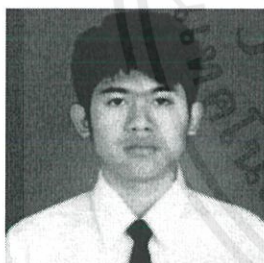
เกิดวันที่ 12 พฤศจิกายน พ.ศ. 2539

ที่อยู่ 859/22 ถนนเพชร ตำบลหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่

จังหวัด สงขลา 90110

โทรศัพท์ 091-3272396

E-mail: [theetatt@hotmail.com](mailto:theetatt@hotmail.com)



นาย พลวุฒิ คำฝอย

เกิดวันที่ 3 พฤศจิกายน พ.ศ. 2539

ที่อยู่ 718 ซอย อ่อนนุช 30 ถนน อ่อนนุช แขวง สวนหลวง

เขต สวนหลวง กรุงเทพฯ 10250

โทรศัพท์ 085-3515557

E-mail: [polawut\\_30@hotmail.com](mailto:polawut_30@hotmail.com)



นายภรภัทร เล็กตระกูล

เกิดวันที่ 15 เมษายน พ.ศ. 2539

ที่อยู่ 269 ถ.เชื่อนธานี อ.เมือง ต.ในเมือง อุดรราชธานี 34000

เบอร์โทรศัพท์ 083-3716262

Email: [58010935@kmitl.ac.th](mailto:58010935@kmitl.ac.th)