

การควบคุมอุณหภูมิในตู้อบสับปรดป้ตตาวีด้วยการให้ความร้อน  
แบบเหนียวนำ



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี  
ปีการศึกษา 2564

THE TEMPERATURE CONTROL IN THE SMOOTH CAYENNE  
PINEAPPLE INCUBATOR WITH INDUCTION HEATING



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the  
Degree of Master of Engineering in Mechatronic Engineering  
Suranaree University of Technology  
Academic Year 2021

## การควบคุมอุณหภูมิในตู้อบสับปรดปัดตาเวียด้วยการให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นักวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



(รศ. ดร.จิระพล ศรีเสรีรุ่งผล)

ประธานกรรมการ



(ผศ. ดร.อุเทน ลีตัน)

กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)



(รศ. ดร.กามนต์ เกิดชื่น)

กรรมการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



(รศ. ดร.ฉัตรชัย โชติษฐียงกูร)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและประกันคุณภาพ



(รศ. ดร.พรศิริ จงกล)

คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

นพฤทธิ พรหมลัง : การควบคุมอุณหภูมิในตู้อบสับปะรดปัตตาเวียด้วยการให้ความร้อนแบบ  
เหนี่ยวนำ (THE TEMPERATURE CONTROL IN THE SMOOTH CAYENNE PINEAPPLE  
INCUBATOR WITH INDUCTION HEATING) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์  
ดร.อุเทน ลีตน, 133 หน้า.

คำสำคัญ: ตู้อบลมร้อน/การให้ความร้อนเหนี่ยวนำ/ควบคุมอัตโนมัติ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบสร้างระบบควบคุมแบบป้อนกลับที่สามารถควบคุม  
กำลังไฟฟ้าของแหล่งพลังความร้อนเหนี่ยวนำแปรผันตามอุณหภูมิในห้องอบแห้งตามที่กำหนดไว้  
ระบบพลังงานความร้อนเหนี่ยวนำมีพิกัดกำลังไฟฟ้าน้อยกว่า 1 kW ใช้วงจรอินเวอร์เตอร์กึ่งบริดจ์  
สร้างแหล่งจ่ายไฟฟ้าความถี่ 20 kHz ถูกควบคุมกำลังไฟฟ้าด้วยเทคนิคการปรับความกว้างพัลส์  
(PWM) แบบอัตโนมัติเพื่อควบคุมการรักษาอุณหภูมิภายในห้องอบแห้งให้คงที่ตามที่กำหนดไว้

ทดสอบความสามารถในการรักษาอุณหภูมิห้องอบแห้ง จะเห็นได้จากการประเมินเปอร์เซ็นต์  
ความคลาดเคลื่อน พบว่า ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนการกระจายอุณหภูมิเฉลี่ยของภาคที่ I II  
และ III ในห้องอบแห้ง เป็น 3.345% 2.397% และ 2.191% ตามลำดับ ถือว่ายอมรับได้ ทดสอบ  
ความสามารถของระบบพลังงานความร้อนเหนี่ยวนำไปใช้กับขบวนการอบแห้งสับปะรดปัตตาเวีย  
โดยมีผลของอุณหภูมิในห้องอบแห้งคงที่ 60 °C อัตราการไหลของอากาศร้อนเป็น 1.5 m/s  
ผลทดสอบการอบแห้งวัสดุตัวอย่าง แสดงมวลก่อนและหลังการอบแห้ง ทุก ๆ 1 ชั่วโมง โดยที่มวลของ  
เนื้อสับปะรดมีค่า 2002 กรัม ระยะเวลาอบแห้ง 8 ชั่วโมง เมื่อนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้น  
และระยะเวลาการอบแห้งของสับปะรด พบว่า ปริมาณความชื้นสุดท้ายของสับปะรดมีค่าเป็น  
19.41% d.b. นอกจากนี้ ได้วิเคราะห์ความสามารถการอบแห้งระบบพลังงานความร้อนเหนี่ยวนำ  
ด้วยผลสรุปจากอัตราการอบแห้ง (Drying rate, DR) ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ, SEC และอัตรา  
การระเหยน้ำจำเพาะ, SMER ตามลำดับ

สาขาวิชา วิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์  
ปีการศึกษา 2564

ลายมือชื่อนักศึกษา \_\_\_\_\_  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา \_\_\_\_\_

NOPPALITH PROMLUNG : THE TEMPERATURE CONTROL IN THE SMOOTH  
CAYENNE PINEAPPLE INCUBATOR WITH INDUCTION HEATING. THESIS ADVISOR :  
ASSOC. PROF. UTHEN LEETON, Ph.D., 133 PP.

Keywords: Temperature Control/Induction Heating/Hot Air Oven

This research aims to design and construct a feedback control system that can control the power of the induction heat source according to the specified temperature in the drying chamber. The induction heating power system has a power rating of not less than 1 kW, uses a half-bridge inverter to generate a 20 kHz power supply. The power is controlled by an automatic pulse width modulation (PWM) technique to control the heating. Maintain a constant temperature in the drying chamber as required.

Test ability to maintain drying room temperature It can be seen from the estimation of percentage discrepancy. It was found that the average temperature distribution percentage tolerances of trays I, II and III in the drying chamber were 3.345%, 2.397% and 2.191%, respectively, considered acceptable. Test the ability of the induction heating system to be applied to the drying of Batavia pineapples. The effect of the drying chamber temperature was constant at 60 °C, the hot air flow rate was 1.5 m/s. The sample material drying test result. The mass before and after drying was shown every 1 h, where the mass of pineapple pulp was 2002 g, drying time was 8 h. It was found that the final moisture content of pineapple was 19.41 % d.b. The results are summarized from the drying rate (DR), specific energy consumption, SEC and specific water evaporation rate, SMER, respectively.

School of Mechatronic Engineering  
Academic Year 2021

Student's Signature \_\_\_\_\_  
Advisor's Signature \_\_\_\_\_

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลืออย่างยิ่ง ทั้งด้านวิชาการและด้านการดำเนินงานวิจัย จากบุคคลและกลุ่มบุคคลต่าง ๆ ได้แก่

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุเทน ลีตัน ซึ่งเป็นที่ปรึกษาของวิทยานิพนธ์ รวมทั้งสละเวลาให้คำแนะนำ และความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์เกี่ยวกับแนวทางการทำวิจัย การปรับปรุงและนำเสนองาน ทำให้ผู้จัดทำได้ข้อมูลที่ครบถ้วนและสามารถนำมาใช้วิเคราะห์วางแผน รวมทั้งแผนงานต่าง ๆ และสรุปข้อมูลได้อย่างถูกต้อง ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมาก

อนึ่ง ผู้จัดทำหวังว่า งานโครงการนี้จะมีประโยชน์อยู่ไม่น้อย จึงขอมอบส่วนดี ทั้งหมดนี้ให้แก่เหล่าคณาจารย์ จนทำให้ผลงานวิจัยเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้อง สำหรับข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้น นั้น ผู้จัดทำรับผิดชอบและพร้อมนำไปปรับปรุงและยินดีที่จะรับฟังคำแนะนำจากทุกท่านที่ได้เข้ามาศึกษา เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาต่อไป

นพฤทธิ พรหมลั้ง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย).....	ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ).....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูป.....	ช
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ .....	ฌ
<b>บทที่</b>	
<b>1 บทนำ.....</b>	<b>1</b>
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย.....	2
1.3 สมมุติฐานการวิจัย.....	2
1.4 ข้อยกเว้นเบื้องต้น .....	2
1.5 ขอบเขตของงานวิจัย .....	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	3
<b>2 ปรัชญาบรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....</b>	<b>4</b>
2.1 บทนำ.....	4
2.2 การอบแห้ง.....	4
2.3 ข้อมูลเกี่ยวกับสับปรดพันธุ์ปัตตาเวีย.....	6
2.4 พื้นฐานการให้ความร้อนแบบเหนียวนำ .....	7
2.5 การสร้างแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าความถี่สูง.....	17
2.6 การควบคุมอุณหภูมิ .....	21
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมอุณหภูมิ.....	23
<b>3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....</b>	<b>26</b>
3.1 บทนำ.....	26

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน .....	26
3.3 ข้อกำหนดในการออกแบบระบบ .....	26
3.4 วิธีการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ .....	27
<b>4 ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ผล .....</b>	<b>39</b>
4.1 บทนำ .....	39
4.2 ผลการทดสอบระบบพลังงานความร้อนแบบเหนี่ยวนำที่สร้างขึ้น .....	39
4.3 ผลทดสอบการควบคุมอุณหภูมิในห้องอบแห้งให้คงที่ .....	42
4.4 ความสามารถการอบแห้ง .....	47
4.5 การวิเคราะห์ความสามารถการอบแห้งระบบพลังงานความร้อนเหนี่ยวนำ .....	51
<b>5 บทสรุป .....</b>	<b>53</b>
5.1 สรุปผลงานวิจัย .....	53
5.2 ข้อเสนอแนะ .....	54
รายการอ้างอิง .....	55
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก .....	56
ภาคผนวก ข .....	130
ประวัติผู้เขียน .....	133



## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ข้อดีข้อเสียของอินเวอร์เตอร์เรโซแนนซ์แบบอนุกรมและแบบขนาน.....	21
2.2	เปรียบเทียบการควบคุมพื้นฐาน.....	23
4.1	ผลระหว่างปริมาณความชื้นและระยะเวลาอบแห้งสับปะรด.....	50
4.2	ผลสรุปความสามารถการอบแห้งระบบพลังงานความร้อนเหนี่ยวนำ .....	52



## สารบัญญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ลักษณะของสับประตพัพนรฐัปตตาเวีย .....	6
2.2	หลักการเหนี่ยวนำพัพนฐาน .....	7
2.3	วงจรสมมุลของหม้อแปลงไฟฟ้า .....	8
2.4	ขดลวดเหนี่ยวนำความร้อนให้กับขั้วงาน .....	9
2.5	ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกระแส กับระยะจากผิวขั้วงาน .....	10
2.6	การออกแบบขดลวดเหนี่ยวนำกับค่าอินดักแตนซ์ .....	12
2.7	ลักษณะตัวอย่างขดลวดเหนี่ยวนำแบบต่าง ๆ .....	12
2.8	กราฟความร้อนจำเฉพาะของโลหะชนิดต่าง ๆ ณ อุณหภูมิเริ่มต้น 20 .....	15
2.9	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานจำเพาะโลหะกับอุณหภูมิ .....	16
2.10	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความซาบซึมสัมพันธ์ของโลหะกับอุณหภูมิ .....	17
2.11	วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่น .....	17
2.12	อินเวอร์เตอร์เรโซแนนซ์แบบอนุกรม .....	19
2.13	อินเวอร์เตอร์เรโซแนนซ์แบบขนาน .....	20
2.14	การควบคุมแบบระบบเปิด (Open Loop Control) .....	22
2.15	การควบคุมแบบระบบปิด (Close Loop Control) .....	22
3.1	ผังโครงสร้างเครื่องอบแห้งต้นแบบ .....	27
3.2	ขนาดพิกัดโครงสร้างเครื่องอบแห้งต้นแบบ .....	28
3.3	แผนภาพระบบการให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำ .....	30
3.4	วงจรเรโซแนนซ์แบบอนุกรม .....	30
3.5	Mica Capacitor .....	33
3.6	โครงสร้างของอินเวอร์เตอร์แบบกึ่งบริดจ์ .....	33
3.7	ภาพถ่ายเครื่องอบแห้งพลังงานความร้อนเหนี่ยวนำสร้างขึ้น .....	36
3.8	ผังการทดลองของงานวิจัย .....	37
3.9	ทดสอบความสามารถการอบแห้งระบบพลังงานความร้อนเหนี่ยวนำ .....	38
4.1	รอบการทำงานของวงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์ .....	40

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.2	แรงดันและกระแสไฟฟ้าด้านขาเข้าวงจรอินเวอร์เตอร์..... 41
4.3	แรงดันและกระแสไฟฟ้าด้านขาออกวงจรอินเวอร์เตอร์..... 41
4.4	ผังการทำงานของระบบอัตโนมัติ..... 42
4.5	การกระจายอุณหภูมิในห้องอบแห้งแต่ละชั้นภาค..... 43
4.6	การใช้ไฟฟ้าขณะควบคุมแบบวงเปิด..... 45
4.7	การใช้ไฟฟ้าขณะควบคุมอัตโนมัติ..... 46
4.8	เปอร์เซ็นต์ความเคลื่อนไหว..... 47
4.9	การควบคุมในห้องอบแห้งให้คงที่ขณะอบวัสดุตัวอย่าง..... 48
4.10	การใช้ไฟฟ้าขณะอบแห้ง..... 49
4.11	ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นมาตรฐานแห้งและระยะเวลาการอบแห้งสับปะรด..... 51

## คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

IRR	=	อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return)
NPV	=	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value)
Initial Cost	=	เงินเริ่มลงทุน
O&M	=	ค่าการดำเนินการและบำรุงรักษา (Operating cost and Maintenance cost)
PB	=	ระยะเวลาราคาต้นทุน (Payback period)
COE	=	ค่าบาทต่อหน่วย (Cost of Energy)
kW	=	หน่วยของกำลังไฟฟ้า
kWh/yr	=	จำนวนหน่วยของพลังงานไฟฟ้าใน 1 ปี
THB	=	สกุลเงิน (บาท)
MTHB	=	สกุลเงิน (ล้านบาท)
THB/Unit	=	ราคาไฟฟ้าบาทต่อหน่วย
Ft	=	การปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ หรือค่าไฟฟ้าผันแปร
PV Rooftop	=	แผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา (Solar Cell)
22-33 kV	=	ช่วงของการรับซื้อไฟฟ้าขนาดแรงดันไฟฟ้าที่ 22-33 กิโลโวลต์
P	=	พลังงานไฟฟ้าหรือกำลังไฟฟ้าในช่วง On Peak
OP	=	พลังงานไฟฟ้าหรือกำลังไฟฟ้าในช่วง Off Peak
H	=	พลังงานไฟฟ้าหรือกำลังไฟฟ้าในช่วงวันหยุดสุดสัปดาห์

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

สับปะรดเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่ง สับปะรดท่าอุเทน (Tha Uthen Pineapple) เป็นสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียปลูกในภูมิประเทศที่เหมาะสม ทั้งสภาพภูมิประเทศ ที่เป็นลูกคลื่นลอนตื้น ดินร่วนปนทราย ภูมิอากาศมีฝนตกสม่ำเสมอตลอดปี ส่งผลต่อคุณภาพ แม้ไม่มีการรดน้ำเพิ่มเติมผลผลิตที่ได้ก็ยังคงหวานฉ่ำ ผนวกกับประสบการณ์และความเชี่ยวชาญ ใช้หลักการภูมิปัญญาความเอาใจใส่ในการจัดการ การปกป้องผลผลิตไม่ให้โดนแดด เนื้อสับปะรดละเอียดแน่นสีเหลืองเข้ม ตาตื้น รสชาติหวานฉ่ำ กลิ่นหอม ไม่กัดลิ้น และไม่ระคายคอ แกนหวานกรอบรับประทานได้ มีความแตกต่างไปจากพันธุ์ดั้งเดิม สับปะรดท่าอุเทน [1] ได้รับรางวัลชนะเลิศอันดับ 1 เป็นเวลา 2 ปีซ้อน จากการประกวดสับปะรดระดับประเทศของกรมส่งเสริมการเกษตร เมื่อปี พ.ศ.2548 และ 2549 ได้รับการขึ้นทะเบียน "สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (GI)" สับปะรดท่าอุเทน (Tha Uthen Pineapple) (กรมทรัพย์สินปัญญา, 2557)

การอบแห้งเป็นวิธีแก้ปัญหาในช่วงเวลาที่สับปะรดออกมามากล้นตลาด ราคาต่ำ จำหน่ายไม่ทันก็เกิดการเน่าเสีย ดังนั้น การแปรรูปผลิตภัณฑ์เพื่อเก็บรักษาวัตถุดิบให้คงอยู่ได้นานขึ้น สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ หรือชะลอปฏิกิริยาต่าง ๆ ทั้งทางเคมีและทางชีวเคมีซึ่งมีน้ำเป็นส่วนร่วมและเป็นสาเหตุให้อาหารเสื่อมเสีย ปัจจุบันในอุตสาหกรรมการแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร เช่น อุตสาหกรรมการอบแห้ง พบว่ามีการใช้แหล่งพลังงานในการอบแห้ง เช่น ฟืน ไฟฟ้า แก๊ส และ น้ำมันเตา เป็นพลังงานหลักที่ใช้อยู่ในรูปความร้อน ซึ่งต้นทุนของผลิตภัณฑ์อบแห้ง 20-60% การใช้พลังงานจากไฟฟ้า น้ำมัน และ ฟืน ในการอบแห้ง ยังมีผลกระทบต่อการใช้พลังงานรวม และสิ่งแวดล้อมของประเทศอีกด้วย ดังนั้นเพื่อลดต้นทุนในการใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานเหล่านั้น

แหล่งพลังงานความร้อนอีกรูปแบบหนึ่ง คือความร้อนแบบเหนี่ยวนำเป็นพลังงานทางเลือกอย่างหนึ่งที่มีความสนใจมีการพัฒนาตลอด วิธีการเหนี่ยวนำความร้อน (induction heating) กล่าวได้ว่าเป็นวิธีให้ความร้อนที่มีประสิทธิภาพสูง มีข้อดีหลายประการ เช่น ประหยัดพลังงาน เกิดความร้อนอย่างรวดเร็วสม่ำเสมอ กำหนดความร้อนเฉพาะจุดเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ขึ้นงานกับแหล่งเกิดพลังงานไม่สัมผัสกันโดยตรง การนำวิธีการสร้างความร้อนดังกล่าว มาประยุกต์ใช้แทนการสร้างความร้อนแบบดั้งเดิม จึงช่วยลดปริมาณการใช้พลังงานลงได้จากข้อดีของการเหนี่ยวนำความร้อนได้

พัฒนาการอบด้วยลมร้อนให้มีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น ซึ่งการให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำนั้นจะมี ข้อดีที่มากกว่าแบบการใช้แก๊สและขดลวดความร้อน หลักการให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำถูกค้นพบโดย Michael Faraday ในปี ค.ศ. 1831 ซึ่งพบว่า เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงกระแสในขดลวดด้านปฐมภูมิจะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไหลในวงจрд้านขดลวดทุติยภูมิในเกือบร้อยปีที่ผ่านมามีหลักการดังกล่าวได้ถูกนำมาใช้ในมอเตอร์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า และ หม้อแปลง โดยสามารถเห็นได้ชัดในกรณีของกระแสไหลวน (eddy current) ที่แกนเหล็กของหม้อแปลงทำให้เกิดการสูญเสียในรูปความร้อน

ดังนั้น แนวทางงานวิจัยนี้ จึงมุ่งเน้นการออกแบบและพัฒนาการควบคุมกำลังไฟฟ้าของเครื่องให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำที่มีวงจรควบคุมระบบเหนี่ยวนำความร้อน ที่ผ่านมาสร้างขึ้นด้วยวงจรควบคุมที่มีขนาดใหญ่ซึ่งมีความซับซ้อนและยุ่งยาก แต่ในปัจจุบันจะลดระบบควบคุมลงโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์มีศักยภาพที่สูงมากขึ้น ขนาด หน่วยความจำ ความรวดเร็ว คำสั่งในการทำงาน และฟังก์ชันในการใช้งานมาควบคุมการทำงาน วงจรกำลังมีขนาดเล็กลง จากการพัฒนาการออกแบบวงจร ในกระบวนการอบสับปรดจะมีปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการอบแห้ง เช่น ทดสอบประสิทธิภาพตู้อบ อุณหภูมิของอากาศความชื้นของอากาศ ความเร็วของอากาศ ที่ใช้ในการอบ มีความสำคัญต่อการพัฒนาประสิทธิภาพการให้ความร้อนเมื่อเทียบกับการให้ความร้อนในรูปแบบอื่น ๆ นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางการลดใช้พลังงานในอนาคตที่จำเป็นได้อีกด้วย

## 1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อออกแบบและสร้างระบบควบคุมแบบป้อนกลับกำลังไฟฟ้าของแหล่งพลังงานความร้อนเหนี่ยวนำแปรผันตามอุณหภูมิในห้องอบแห้งที่กำหนดไว้แบบอัตโนมัติ

1.2.2 เพื่อทดสอบความสามารถในการรักษาอุณหภูมิในห้องอบแห้งให้คงที่

## 1.3 สมมติฐานการวิจัย

เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของงานวิจัยนี้ จึงได้กำหนดสมมติฐาน คือ ระบบการควบคุมกำลังของแหล่งพลังงานความร้อนแบบเหนี่ยวนำจะสามารถรักษาอุณหภูมิของอากาศร้อนในห้องอบแห้งให้คงที่ได้ขณะอบวัสดุตัวอย่าง

## 1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.4.1 ออกแบบและพัฒนาาระบบควบคุมกำลังไฟฟ้าของแหล่งพลังงานความร้อนเหนี่ยวนำแบบอัตโนมัติเพื่อรักษาอุณหภูมิในห้องอบแห้งให้มีค่าคงที่

1.4.2 การทดสอบจะพิจารณาตัวแปรอุณหภูมิในห้องแห้ง และตัวแปรของระบบทางไฟฟ้า

1.4.3 พิจารณาการใช้พลังงานไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานความร้อนแบบเหนี่ยวนำความร้อน  
ขณะอบวัสดุตัวอย่างเท่านั้น

## 1.5 ขอบเขตของงานวิจัย

- 1.5.1 เครื่องอบแห้งอาศัยพลังงานความร้อนแบบเหนี่ยวนำ
- 1.5.2 วัสดุตัวอย่างเพื่อการอบแห้งใช้สับประดสายพันธุ์ปัตตาเวีย
- 1.5.3 พิจารณาเฉพาะการควบคุมกำลังไฟฟ้าของเครื่องให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำที่  
สร้างขึ้น
- 1.5.4 การทดสอบกระทำภายในห้องอบแห้งที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ทดสอบ  
การตอบสนองของระบบควบคุมของเครื่องให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำ
- 1.5.5 ประเมินค่าความชื้นสุดท้ายของวัสดุอบแห้งให้อยู่ในช่วงเหมาะสม
- 1.5.6 ศึกษาอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าที่อาศัยการให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำ ภายหลังจาก  
จบวนการอบแห้ง

## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.6.1 ได้ต้นแบบระบบการควบคุมอุณหภูมิให้คงที่แบบอัตโนมัติในห้องอบแห้ง ที่อาศัย  
พลังงานความร้อนแบบเหนี่ยวนำ
- 1.6.2 ได้ข้อมูลอัตราการสิ้นเปลืองของการใช้พลังงานไฟฟ้า
- 1.6.3 ขยายผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ในงานอุตสาหกรรมการอบแห้ง หรือวิสาหกิจ ชุมชน

## บทที่ 2

### ปรีทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 บทนำ

งานวิทยานิพนธ์นี้เน้นเรื่องการควบคุมอุณหภูมิในห้องอบแห้งให้คงที่แบบอัตโนมัติ โดยอาศัยพลังงานความร้อนแบบเหนี่ยวนำ เพื่อใช้กับขบวนการอบแห้ง

- การอบแห้ง
- ข้อมูลเกี่ยวกับสับประรดปัตตาเวีย
- การให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำ
- การควบคุมอุณหภูมิในห้องอบแห้ง
- งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.2 การอบแห้ง

##### 2.2.1 ความรู้พื้นฐานการอบแห้ง

การอบแห้งเป็นกระบวนการลดความชื้นวัสดุ จนถึงระดับจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้เพื่อให้วัสดุมีรูปทรงที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษา ด้วยการถ่ายเทความร้อนและมวลสารไปพร้อมๆ กัน การอบแห้งวัสดุโดยทั่ว ๆ ไปมักจะใช้อากาศร้อนเป็นตัวกลางในการพาความชื้นออกไปจากวัสดุ ดังนั้นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการอบแห้งจึงได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และอัตราการไหลของอากาศ ปราภฏการณ์หลักที่เกิดขึ้นในการอบแห้งด้วยลมร้อน คือการถ่ายเทความร้อนและมวลสาร วัสดุและของไหล โดยมีแรงขับจากความต่างศักย์ของอุณหภูมิและความชื้น

##### 2.2.2 ความชื้น

ความชื้นเป็นตัวบอกปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในวัสดุเมื่อเปรียบเทียบกับมวลของวัสดุ ชื้นหรือแห้ง ความชื้นในวัสดุสามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ ความชื้นมาตรฐานเปียก (wet basis) หาได้จากสมการที่ 2.1 และความชื้นมาตรฐานแห้ง (dry basis) หาได้ดังสมการที่ 2.2

$$\text{ความชื้นมาตรฐานเปียก (\%wb)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}} \times 100 \quad (2.1)$$



$$\text{ความชื้นมาตรฐานแห้ง (\%db)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}} \times 100 \quad (2.2)$$

การคำนวณหาอัตราการอบแห้งและการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะหาได้ตั้งสมการที่ 2.3 และ 2.4

$$\text{อัตราการอบแห้ง (DR)} = \frac{\text{ปริมาณน้ำที่ระเหยออกจากวัสดุ (kg)}}{\text{ระยะเวลาในการอบแห้ง (hr)}} \quad (2.3)$$

$$\text{การสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (SEC)} = \frac{\text{การสิ้นเปลืองพลังงานของเครื่องอบแห้ง (MJ)}}{\text{อัตราการระเหยน้ำ (kg)}} \quad (2.4)$$

### 2.1.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการอบแห้ง

การอบแห้ง คือการเคลื่อนย้ายน้ำออกจากอาหาร ปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนย้ายนี้ จึงมีผลต่ออัตราการอบแห้ง [3] ซึ่งได้แก่

1. ธรรมชาติของอาหาร ซึ่งอาหารเนื้อโปรงมีการเคลื่อนที่ของน้ำภายในอาหารแบบผ่านช่องแคบซึ่งเร็วกว่าการแพร่ในอาหารเนื้อแน่น ดังนั้นอาหารเนื้อโปรงจึงแห้งได้เร็วกว่าอาหารเนื้อแน่น อาหารที่มีน้ำตาลสูงจะเหนียวเหนอะกีดขวางการเคลื่อนที่ของน้ำจึงแห้งช้า อาหารที่มีการลวกนวดคลึง ทำให้เซลล์แตกจึงแห้งได้เร็วขึ้น

2. ขนาดและรูปร่าง มีผลต่อพื้นที่ผิวต่อน้ำหนัก เช่น รูปร่างเหมือนกัน ขนาดเล็กจะมีพื้นที่ผิวต่อน้ำหนักมากกว่าขนาดใหญ่จึงแห้งได้เร็วกว่า แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงพื้นที่ผิวที่สัมผัสกับอากาศที่จะเคลื่อนย้ายไอน้ำออกไปได้

3. ตำแหน่งของอาหารในเตา น้ำในอาหารที่สัมผัสกับลมร้อนได้ดีกว่าหรือสัมผัสลมร้อนที่มีความชื้นต่ำย่อมระเหยได้ดีกว่า

4. ปริมาณอากาศต่อถาด ถ้าปริมาณอากาศต่อถาดมากเกินไป อาหารส่วนล่างไม่ได้สัมผัสกับอากาศร้อน หรือได้รับความร้อนจากภาคแล้ว แต่ไอน้ำไม่สามารถแพร่กระจายผ่านชั้นอาหารตอนบนออกมาได้จึงแห้งช้า

5. ความสามารถในการรับไอน้ำของอากาศร้อน อากาศร้อนที่มีไอน้ำอยู่มาก จะรับไอน้ำเพิ่มได้น้อย จึงมีผลในช่วงอัตราการอบแห้งคงที่

6. อุณหภูมิของอากาศร้อน ถ้าอากาศมีความชื้นคงที่การเพิ่มอุณหภูมิเป็นการเพิ่มความสามารถในการรับไอน้ำจึงมีผลต่อการอบแห้งในช่วงอัตราการอบแห้งคงที่ และอุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้การแพร่กระจายของน้ำดีขึ้น จึงมีผลต่อการอบในช่วงอัตราการอบแห้งลดลงด้วย

7. ความเร็วของลมร้อน ลมร้อนทำหน้าที่ในการเคลื่อนย้ายไอน้ำออกไปด้วย เมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นจึงเคลื่อนย้ายได้ดีขึ้น นอกจากนี้ ความเร็วลมทำให้เกิดกระแสปั่นป่วนของอากาศในเตาอากาศจึงสัมผัสอาหารได้ดีขึ้น

## 2.3 ข้อมูลเกี่ยวกับสับประรดพันธุ์ปัตตาเวีย

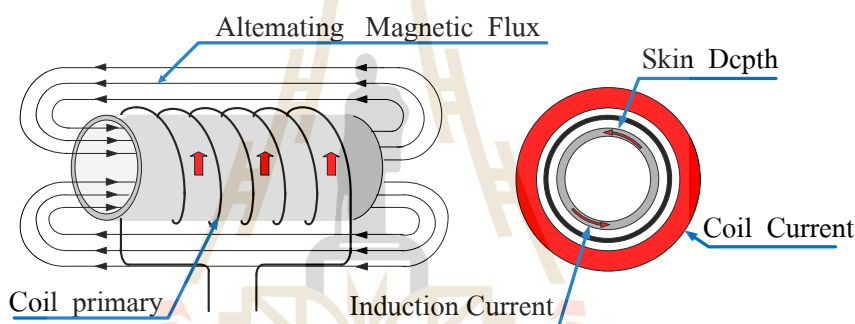
ในการทดลองใช้สับประรดพันธุ์ปัตตาเวีย (Smooth Cayenne) หรือ สับประรดท่าอุเทน (Tha Uthen Pineapple) เป็นสับประรดพันธุ์ปัตตาเวียปลูกในภูมิภาคที่เหมาะสม ทั้งสภาพภูมิประเทศ ที่เป็นลูกคลื่น ลอนตื้น ดินร่วนปนทราย ภูมิภาคที่มีฝนตกสม่ำเสมอตลอดปี ส่งผลต่อคุณภาพ แม้ไม่มีการรดน้ำเพิ่มเติมผลผลิตที่ได้ก็ยังคงหวานฉ่ำ ผนวกกับประสบการณ์และความเชี่ยวชาญ รวมถึงภูมิปัญญาความเอาใจใส่ในการจัดการ การปกป้องผลผลิตไม่ให้โดนแดด ทาให้ได้ สับประรดที่มีเนื้อละเอียดแน่นสีเหลืองเข้ม ตาตื้น รสชาติหวานฉ่ำ กลิ่นหอม ไม่กััดลิ้น และไม่ระคายคอ แกนหวานกรอบรับประทานได้ แตกต่างไปจากพันธุ์เดิม สับประรดท่าอุเทน ได้รับรางวัลชนะเลิศอันดับ 1 เป็นเวลา 2 ปี ซ้อน จากการประกวดสับประรดระดับประเทศของกรมส่งเสริมการเกษตร เมื่อปี พ.ศ.2548 และ 2549 ได้รับการขึ้นทะเบียน สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (GI)" สับประรดท่าอุเทน (Tha Uthen Pineapple) จากกรมทรัพย์สินปัญญา (2557) การทดลองเลือกใช้ใช้สับประรดพันธุ์ปัตตาเวียที่มีระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่มีการสุกประมาณร้อยละ 30 (สุกมีสีเหลืองนับจากขั้ว ผลขึ้นไปไม่เกินสามตา) หรือมีค่าเฉลี่ยของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Total soluble solid ; TSS) เท่ากับ 12 องศาบริกซ์



รูปที่ 2.1 ลักษณะของสับประรดพันธุ์ปัตตาเวีย

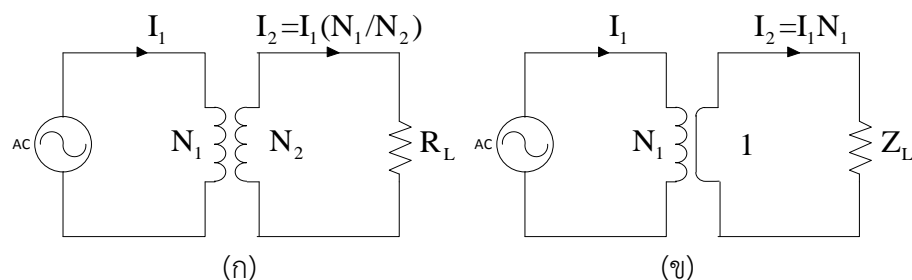
## 2.4 พื้นฐานการให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำ

การให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำ เป็นระบบที่พัฒนาขึ้น อาศัยหลักการเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic) เมื่อมีกระแสไฟฟ้าสลับเข้าสู่ขดลวดเหนี่ยวนำ ก่อให้เกิดสนามแม่เหล็กค้ำผ่านชิ้นงานที่อยู่ภายในขดลวดเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กที่ค้ำผ่านชิ้นงานจะเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไหลวนผ่านชิ้นงานเป็นเส้นทางปิดซึ่งกระแสส่วนมากจะไหลผ่านชิ้นงานในระดับความลึกผิว ทำให้เกิดความร้อนที่บริเวณชิ้นงานปริมาณความร้อนนี้จะขึ้นอยู่กับกระแสเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นและความต้านทานสมมูลของชิ้นงานที่กระแสไหลวน จากที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่าการให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำมีปัจจัยพื้นฐาน 3 อย่าง คือ การเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กไฟฟ้า อำนาจพื้นผิว และการถ่ายเทความร้อน ซึ่งเป็นพื้นฐานของการเหนี่ยวนำความร้อนสามารถแสดงได้ในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 หลักการเหนี่ยวนำพื้นฐาน

ถ้าพิจารณาทั้งระบบ จะพบว่าคล้ายกับเป็นหม้อแปลงไฟฟ้าชุดหนึ่ง โดยขดลวดเหนี่ยวนำจะเสมือนขดลวดปฐมภูมิ (primary coil) ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานในรูปแบบของกระแสไฟฟ้าที่ได้จากแหล่งจ่ายไฟฟ้าเป็นพลังงานในรูปแบบของสนามแม่เหล็กที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาตามค่าความถี่ของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับนั้น ๆ อีกทั้งความเข้มของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจะแปรผันตามขนาดของกระแสที่ไหลผ่านขดลวดปฐมภูมิ ในขณะที่ชิ้นงานที่เป็นโลหะที่ถูกให้ความร้อนจะถูกเปรียบเสมือนขดลวดทุติยภูมิ (secondary coil) ของหม้อแปลงไฟฟ้ามีหน้าที่เปลี่ยนพลังงานในรูปแบบของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดปฐมภูมิให้เป็นพลังงานในรูปแบบของกระแสไฟฟ้ากลายเป็นกระแสที่ไหลบนผิวของชิ้นงานส่งผลทำให้เกิดความร้อนขึ้นเนื่องจากกำลังงานสูญเสียที่ผิวของชิ้นงานอันเนื่องมาจากความต้านทานของผิวชิ้นงาน จากที่กล่าวมาสามารถจำลองด้วยวงจรสมมูลเปรียบเทียบกันระหว่างหม้อแปลงไฟฟ้ากับการให้ความร้อนหลักการกระแสเหนี่ยวนำ แสดงให้เห็นได้ในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 วงจรสมมูลของหม้อแปลงไฟฟ้า

(ก) วงจรสมมูลของหม้อแปลงไฟฟ้าทั่วไป

(ข) วงจรสมมูลของขดลวดเหนี่ยวนำและชิ้นงานโลหะ

หลักการทำงานของขดลวดเหนี่ยวนำจากวงจรสมมูลในรูปที่ 2.3 ข. วิเคราะห์ได้โดยอาศัยพื้นฐานของหม้อแปลงไฟฟ้าซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสที่ไหลผ่านขดลวดเหนี่ยวนำกับกระแสที่ไหลบนผิวชิ้นงานได้ดังนี้

$$\frac{I_s}{I_p} = \frac{N_p}{N_s} \quad (2.5)$$

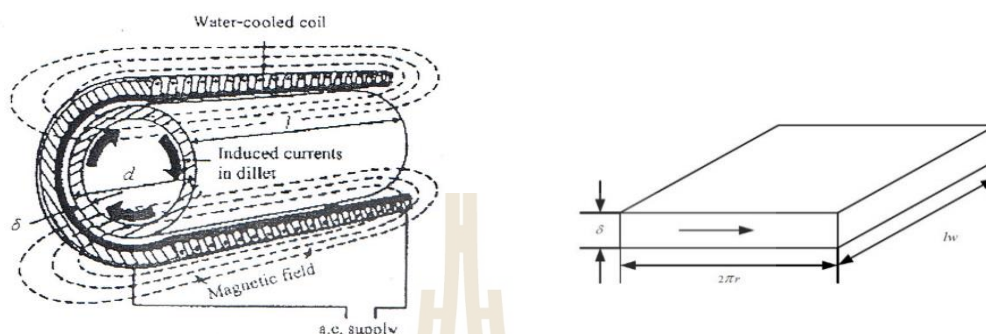
$$I_s = I_p \left( \frac{N_p}{N_s} \right) \quad (2.6)$$

เนื่องจากผิวของชิ้นงานเปรียบเสมือนกับขดลวดทุติยภูมิ ( $N_s$ ) มีจำนวนรอบเท่ากับหนึ่งชั้น จึงเขียนสมการที่ 2.6 ได้ใหม่เป็น

$$I_s = I_p N_p \quad (2.7)$$

จากสมการที่ 2.7 อธิบายได้ว่ากระแสที่ไหลในชิ้นงานจะแปรค่าตามกระแสที่ไหลผ่านขดลวดเหนี่ยวนำ ( $I_s$ ) และจำนวนรอบของขดลวดเหนี่ยวนำ ( $N_p$ ) อย่างไรก็ตามในกรณีนี้ต้องคำนึงถึงค่ากระทำกับผิว (skin effect) ของความหนาแน่นกระแสเหนี่ยวนำที่ความถี่สูงเนื่องจากค่าความหนาแน่นกระแสเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นกับผิวโลหะทรงกระบอก จะมีค่าลดลงตามระยะความลึกผิวและหาความถี่มีค่าสูงขึ้นอัตราการลดลงของกระแสดังกล่าวจะมีค่าเพิ่มขึ้นตาม เนื่องจาก ค่าความหนาแน่นของกระแส (J) ที่ได้จากการเหนี่ยวนำกระแสในขดลวด (coil) ไปยังที่ผิวชิ้นงานด้วยระยะความลึกใน

รูปลักษณะฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล (exponential) พร้อมกับกำหนดเป็นค่าซึมความลึกผิว (skin effect) โดยความถี่ของแหล่งจ่ายมีค่าสูงๆ ค่าความซึมลึกผิวดังกล่าวจะมีค่าลดลง ถ้ารูปทรงชิ้นงานมีลักษณะแผ่นเรียบจากลักษณะการคลี่ของชิ้นงานออกดังแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ขดลวดเหนี่ยวนำความร้อนให้กับชิ้นงาน

เมื่อพิจารณาลักษณะของการคลี่ชิ้นงานออกในรูปที่ 2.8 จะเห็นว่าความหนาแน่นของกระแส ( $J$ ) ไหลวนที่ชิ้นงานที่ซึมลึกผิว สามารถหาได้จากสมการ

$$J = J_0 e^{-x/\delta} \quad (2.8)$$

โดยที่  $J$  คือ เป็นค่าความหนาแน่นกระแสที่ระยะ  $x$  ใด ๆ จากผิว (cm.)

$J_0$  คือ เป็นค่าความหนาแน่นของกระแสที่ผิว (cm.)

$\delta$  คือ เป็นค่าความซึมลึกผิวที่ชิ้นงาน (m.) จะมีค่าเท่ากับ

$$\delta = \sqrt{\frac{\rho}{\mu f \pi}} = \sqrt{\frac{2\rho}{\mu \omega}} \quad (2.9)$$

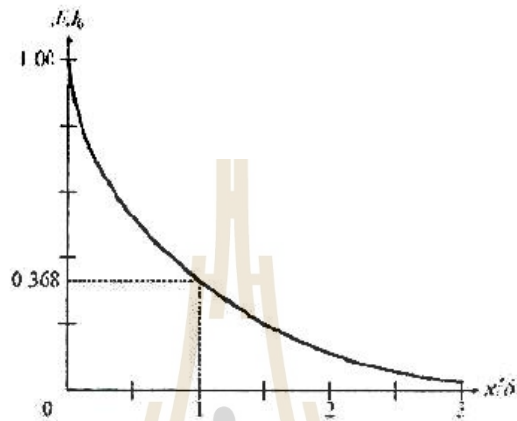
โดยที่  $\rho$  คือ ความต้านทานจำเพาะของชิ้นงาน ( $\Omega / \text{cm}$ )

$\mu$  คือ ค่าความซาบซึมแม่เหล็กได้ของชิ้นงาน (H/m)

$f$  คือ ความถี่ของแหล่งจ่ายกระแสสลับ (Hz)

$\omega$  คือ ความถี่เชิงมุมของแหล่งจ่ายกระแสสลับ (rad/s)

สมการที่ 2.9 อัตราส่วนความหนาแน่นของกระแสที่ระยะ  $x$  ใด ๆ ต่อค่าความหนาแน่นของกระแสจากผิวขณะกระทำกับอัตราส่วนระยะ  $x$  ต่อค่าความซึมลึกผิว  $\delta$  หรือ  $J/J_0 = f\left(\frac{x}{\delta}\right)$  จะได้ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกระแส กับระยะจากผิวชิ้นงาน

พิจารณารูปที่ 2.8 จะเห็นว่าค่าความหนาแน่นกระแสเหนี่ยวนำที่ระยะ  $x$  มีค่าเท่ากับ  $\delta$  จะมีค่าเท่ากับ 0.368 เท่าของค่าความหนาแน่นกระแสที่ผิว การหาค่าความต้านทานของชิ้นงานหลังจากทำการคลี่ออกเป็นแผ่นบางจะสามารถพิจารณาได้ดังนี้

$$R_w = \frac{\rho l}{A} \quad (2.10)$$

โดยตัวอย่างชิ้นงานในรูปที่ 2.11 มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ  $\pi d \delta$  แทนลงในสมการที่ 2.10

$$R_w = \frac{\rho \pi d}{\delta l w} \quad (2.11)$$

กำลังงานสูญเสียที่ผิวของชิ้นงาน ( $P_w$ ) เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$P_w = (I_p N_p)^2 (R_w) \quad (2.12)$$

สรุปได้ว่า การให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำคือการทำให้เกิดกำลังงานสูญเสียที่ผิวของชิ้นงาน และเปลี่ยนเป็นความร้อนโดยที่ความร้อนที่เกิดขึ้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับพื้นที่หน้าตัดความซึมซาบของแม่เหล็กและความต้านทานจำเพาะของชิ้นงานอีกทั้งยังขึ้นอยู่กับจำนวนรอบของขดลวดเหนี่ยวนำ ดังนั้น วิธีการให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำจึงไม่ต้องอาศัยพลังงานความร้อนจากภายนอก จึงทำให้มีประสิทธิภาพที่ดี

#### 2.4.1 หลักการของขดลวดเหนี่ยวนำ

##### (ก) รูปแบบโดยทั่วไปของขดลวดเหนี่ยวนำ

ขดลวดเหนี่ยวนำเป็นขดลวดที่สร้างสนามแม่เหล็กไปเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไหลวนขึ้นที่วัสดุและเป็นผลให้เกิดความร้อน ซึ่งการออกแบบรูปร่างขนาด และจำนวนรอบขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ขึ้นอยู่กับขนาด รูปร่างชนิดของวัสดุที่ใช้ทำขดลวดเหนี่ยวนำและวัสดุตลอดจนความถี่ของไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้ป้อนให้กับขดลวดเหนี่ยวนำดังนั้นทั้งประสิทธิภาพและตัวประกอบดังกล่าวข้างต้น หลักการพื้นฐานประกอบไปด้วย

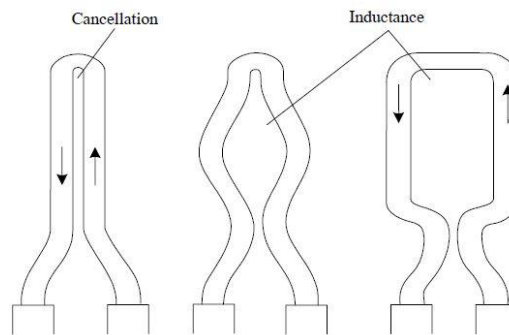
ขดลวดเหนี่ยวนำจะต้องอยู่ใกล้วัสดุให้มากที่สุดเพื่อให้เกิดการส่งพลังงานสูงสุดอธิบายได้โดยการที่จำนวนเส้นแรงแม่เหล็กตัดผ่านชิ้นงานได้มากขึ้นเมื่ออยู่ใกล้ชิ้นงานมากขึ้น

1. ในกรณีที่ขดลวดเหนี่ยวนำเป็นขดโซลินอยด์เส้นแรงแม่เหล็กจะคล่องผ่านภายในขดลวดมากที่สุด ซึ่งตำแหน่งนี้จะให้อัตรากระแสไหลวนในวัสดุมากที่สุด

2. เนื่องจากเส้นแรงแม่เหล็กจะมีความหนาแน่นมากที่สุดที่ตำแหน่งใกล้ขดลวดเหนี่ยวนำและจะลดลงเมื่อห่างออกไป โดยที่ตำแหน่งศูนย์กลางของขดลวดเหนี่ยวนำจะมีเส้นแรงแม่เหล็กน้อยที่สุด ดังนั้นถ้าวัสดุถูกวางไม่ตรงกลางขดลวดเหนี่ยวนำพื้นที่ที่อยู่ใกล้กับขดลวดเหนี่ยวนำจะน้อยที่สุด ดังนั้นถ้าวัสดุถูกวางไม่ตรงกลางขดลวดเหนี่ยวนำพื้นที่ ที่อยู่ใกล้กับขดลวดเหนี่ยวนำจะถูกเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไหลวนมากกว่าส่งผลให้ได้รับความร้อนสม่ำเสมอ

3. ที่จุดต่อของเส้นลวดตัวนำกับขดลวดเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กจะมีค่าอ่อนมาก ดังนั้นศูนย์กลางสนามแม่เหล็กไม่จำเป็นจะต้องเป็นศูนย์กลางทางเรขาคณิต ด้วยเหตุนี้จะมีผลสำหรับขดลวดเหนี่ยวนำที่มีรอบเดียว แต่ถ้ามีจำนวนรอบมากขึ้นสภาวะนี้จะมีผลน้อยลงโดยการจับวัสดุหมุนไปด้วยขณะที่มีการเหนี่ยวนำให้เกิดความร้อน เพื่อให้วัสดุได้รับกระแสไหลวนจนเกิดเป็นความร้อนอย่างสม่ำเสมอ

4. การออกแบบขดลวดเหนี่ยวนำจะต้องไม่ทำให้เกิดการหักล้างสนามแม่เหล็กดังแสดงในรูปที่ 2.9 ด้านซ้ายสุดไม่มีค่าอินดักแตนซ์

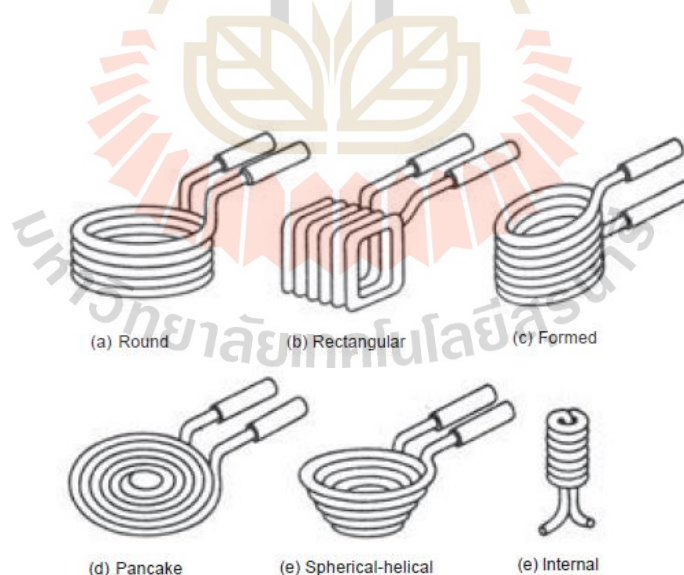


รูปที่ 2.6 การออกแบบขดลวดเหนี่ยวนำกับค่าอินดักแตนซ์

จากเหตุผลข้างต้นขดลวดเหนี่ยวนำจะต้องสามารถทำให้เกิดความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็กในพื้นที่ที่ต้องการให้ความร้อนได้สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. a helical solenoid จะให้ความร้อนแก่ชิ้นงานภายในขดลวดเหนี่ยวนำ
2. a pancake coil จะให้ความร้อนบริเวณผิวหน้าด้านหนึ่งของชิ้นงาน
3. an internal coil จะให้ความร้อนบริเวณรอบนอกของขดลวดเหนี่ยวนำ

โดยทั่วไปแล้วขดลวดเหนี่ยวนำนิยมทำจากท่อทองแดงกลวง ทั้งนี้เพราะทองแดงเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี ทำให้มีกำลังสูญเสียในขดลวดเหนี่ยวนำต่ำ ซึ่งส่งผลให้ระบบมีประสิทธิภาพสูงดังแสดงดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 ลักษณะตัวอย่างขดลวดเหนี่ยวนำแบบต่าง ๆ

จากรูปที่ 2.7 แสดงขดลวดแบบต่างๆเหล่านี้จะถูกนำไปใช้ตามสภาวะของงานตามรูปร่างวัสดุที่มีความเหมาะสมอย่างไรก็ดีเนื่องจากความหนาแน่นของกระแสที่ไหลในขดลวดเหนี่ยวนำมีค่าสูง



ความร้อนที่เกิดจากกระแสที่ไหลในขดลวดเหนี่ยวนำนั้นจะมีค่ามากดังนั้นจึงใช้ท่อทองแดงกลวง เพื่อให้สามารถระบายความร้อนที่เกิดขึ้นภายในขดลวดเหนี่ยวนำได้ด้วยของเหลว เช่น น้ำน้ำผ่านเข้าไป ในท่อ

#### (ข) การหาค่าความเหนี่ยวนำ

สำหรับการออกแบบขดลวดเหนี่ยวนำนั้นจะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติต่างๆที่ส่งผลต่อกระแสไฟฟ้าในขดลวด จำนวนเส้นแรงแม่เหล็กหรือความเข้มของสนามแม่เหล็กโดยรวม ซึ่งการคำนวณหรือพิจารณาค่าความเหนี่ยวนำนั้นถูกกำหนดโดย 4 ปัจจัย ดังนี้

1. จำนวนรอบของขดลวดโดยถ้าตัวเหนี่ยวนำมีจำนวนรอบของขดลวดมากขึ้น สนามแม่เหล็กที่เกิดจากการไหลผ่านของกระแสไฟฟ้าในขดลวดเกิดขึ้นมากด้วย สนามแม่เหล็กปริมาณมากนี้จะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้นในตัวเหนี่ยวนำ และจากการที่มีเส้นแรงแม่เหล็กจำนวนมากตัดกับขดลวด จึงส่งผลให้ค่าความเหนี่ยวนำมากตามไปด้วย ดังนั้น ค่าความเหนี่ยวนำจึงจำเป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนรอบของขดลวด

2. พื้นที่ของขดลวด โดยถ้าพื้นที่ของขดลวดเพิ่มขึ้นสำหรับขดลวดที่มีจำนวนรอบใดๆ จะทำให้เส้นแรงแม่เหล็กมีจำนวนมากขึ้นด้วย และการมีสนามแม่เหล็กเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าความเหนี่ยวนำเพิ่มขึ้นตาม ดังนั้น ค่าความเหนี่ยวนำจึงเป็นสัดส่วนโดยตรงกับพื้นที่ของขดลวด

3. ความยาวของขดลวด โดยถ้าทำให้ขดลวดจำนวน 4 รอบขยายพื้นที่ออกผลรวมของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจากขดลวดแต่ละขดจะมีปริมาณลดลง แต่ในทางกลับกันถ้าขดลวดที่มีจำนวนเท่าเดิมนำมาให้อยู่ชิดกันมากขึ้นความยาวของขดลวดสั้นลงสนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดในแต่ละขดจะเสริมซึ่งกันและกันทำให้เกิดสนามแม่เหล็กที่มีปริมาณมากขึ้น ส่งผลให้ค่าความเหนี่ยวนำมีค่ามากด้วย ดังนั้น ค่าความเหนี่ยวนำจึงเป็นสัดส่วนผกผันกับความยาวของขดลวด

4. วัสดุที่นำมาทำแกนภายในขดลวดตัวเหนี่ยวนำ ส่วนมากมีแกนที่ทำมาจากวัสดุจำพวกนิกเกิล โคบอลต์ เหล็ก เฟอร์ไรต์ และอัลลอย ซึ่งแกนเหล่านี้มีคุณสมบัติที่จะช่วยรวมหรือเพิ่มความเข้มของสนามแม่เหล็ก ดังนั้น ค่าความซึมซาบได้เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อค่าความเหนี่ยวนำ ถ้าค่าความซึมซาบได้ของวัสดุที่ใช้ทำแกนมีค่ามากแล้วจะทำให้ค่าความเหนี่ยวนำมีค่ามากตามไปด้วย

จากปัจจัยทั้ง 4 ประการที่มีผลต่อค่าความเหนี่ยวนำ ดังนั้นจึงสามารถนำมาเขียนเป็นสูตรคำนวณหาค่าความเหนี่ยวนำได้ดังนี้

$$L = \frac{N^2 A \mu}{l} \quad (2.13)$$

โดยที่	L	คือ	ค่าความเหนี่ยวนำมีหน่วยเป็น เฮนรี่ (H)
	N	คือ	จำนวนรอบ
	A	คือ	พื้นที่ของขดลวด มีหน่วยเป็นตารางเมตร (m <sup>2</sup> .)
	$\mu$	คือ	ค่าความซึมซาบแม่เหล็ก (permeability)
	$\ell$	คือ	ความยาวของวัสดุที่นำมาทำแกน มีหน่วยเป็น เมตร (m.)

#### 2.4.2 ผลทางอุณหภูมิจากโลหะ

ก) ความร้อนจำเพาะและอุณหภูมิจากชิ้นงาน

ในการให้ความร้อนโลหะด้วยหลักการเหนี่ยวนำ เมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิของชิ้นงานจะเห็นว่าอุณหภูมิที่ต้องการให้ความร้อนแก่ชิ้นงานขึ้นอยู่กับน้ำหนักของชิ้นงาน ชนิดของวัสดุ ค่าความร้อนจำเพาะของวัสดุ และระยะเวลาที่ต้องการให้ความร้อน เมื่อเปรียบเทียบเป็นกำลังไฟฟ้าสูญเสียที่ชิ้นงาน สามารถคำนวณเปรียบเทียบได้จากสมการ

$$P_w = m C \left( \frac{T_f - T_m}{t} \right) \quad (2.14)$$

โดยที่	$P_w$	คือ	กำลังไฟฟ้าที่ชิ้นงาน (W.)
	m	คือ	มวลของชิ้นงาน (g., kg.)
	C	คือ	ความร้อนจำเพาะของชิ้นงาน (J/kg·°C)
	$T_f$	คือ	อุณหภูมิเริ่มต้นของชิ้นงาน (°C)
	$T_m$	คือ	อุณหภูมิที่ต้องการ หรืออุณหภูมิสุดท้ายของชิ้นงาน (°C)
	t	คือ	เวลาที่ใช้ในการให้ความร้อน (s.)

ค่าปริมาตรและมวลของชิ้นงานสามารถหาได้จากสมการ

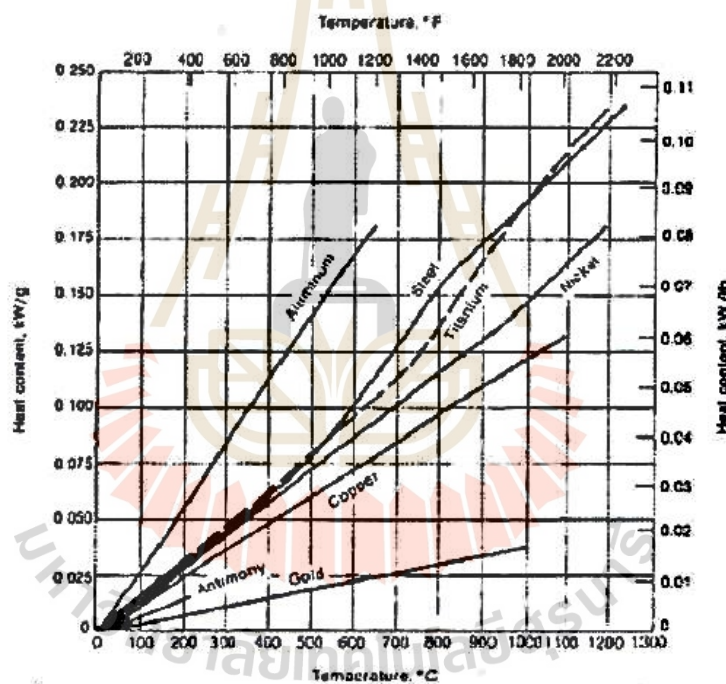
$$v = \pi r^2 \times h \quad (2.15)$$

และ

$$m = \rho v \quad (2.16)$$

โดยที่  $v$  คือ ปริมาตรของชิ้นงาน ( $m^3$ .)  
 $\pi r^2$  คือ รัศมีทรงกระบอก( $cm^3$ .)  
 $h$  คือ ความสูงของชิ้นงาน ( $m$ .)  
 $l$  คือ ความยาวของชิ้นงาน ( $m$ .)  
 $m$  คือ มวลของชิ้นงาน ( $g$ .)  
 $\rho$  คือ สัมประสิทธิ์ความหนาแน่นของชิ้นงาน ( $g/m^3$ .)

สำหรับค่าความร้อนจำเพาะของโลหะ(heat content)ชนิดต่างๆ นั้นจะมีค่าจำเพาะที่ต่างกัน ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากกราฟรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 กราฟความร้อนจำเพาะของโลหะชนิดต่าง ๆ ณ อุณหภูมิเริ่มต้น 20 °C

ข) การเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจำเพาะของโลหะตามอุณหภูมิ

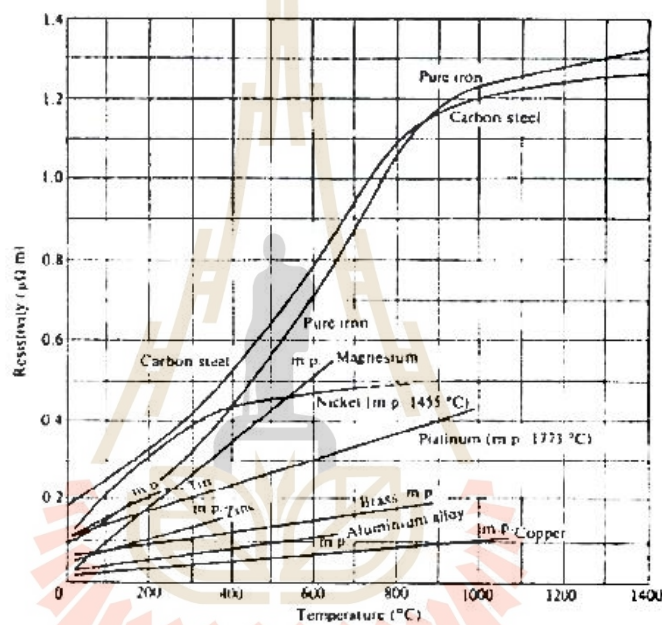
เมื่ออุณหภูมิของโลหะมีค่าสูง ค่าความต้านทานจำเพาะจะมีการเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิโดยโลหะส่วนใหญ่จะมีการเปลี่ยนแปลงที่เป็นเชิงเส้นในช่วงหนึ่งสามารถพิจารณาได้จากสมการ

$$\rho_{\theta} = \rho_1 [1 + \alpha(\theta_1 - \theta_1)] \quad (2.17)$$

โดยที่  $\rho_{\theta}$  คือ ค่าความต้านทานจำเพาะที่อุณหภูมิ  $\theta_1$  ใด ๆ ( $\Omega\text{m.}$ )

$\rho_1$  คือ ค่าความต้านทานจำเพาะที่อุณหภูมิ  $\theta_1$  ( $\Omega\text{m.}$ )

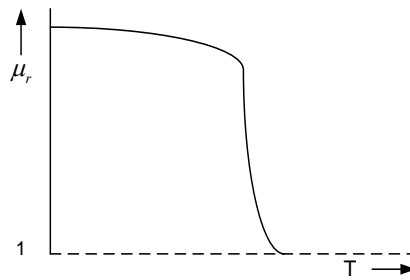
สำหรับการเปลี่ยนแปลงของความต้านทานจำเพาะของโลหะชนิดต่าง ๆ จะมีลักษณะดังกราฟความสัมพันธ์รูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานจำเพาะโลหะกับอุณหภูมิ

ค) ความซาบซึ่มแม่เหล็กของโลหะตามอุณหภูมิ

โลหะที่เป็นสารแม่เหล็ก นั้น โดยปกติจะมีค่าความซาบซึ่มแม่เหล็กที่ค่อนข้างสูง แต่เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นค่า  $\mu_r$  จะลดลงจนกระทั่งเมื่ออุณหภูมิที่เรียกว่าอุณหภูมิรี (curie temperature) แม่เหล็กจะเปลี่ยนสภาพไปเป็นสารแม่เหล็ก มีค่าซาบซึ่มแม่เหล็กสัมพันธ์เป็น 1 หรือเท่ากับค่าความซาบซึ่มแม่เหล็กของอากาศนั่นเอง  $\mu_r = 1$  ดังรูปที่ 2.10



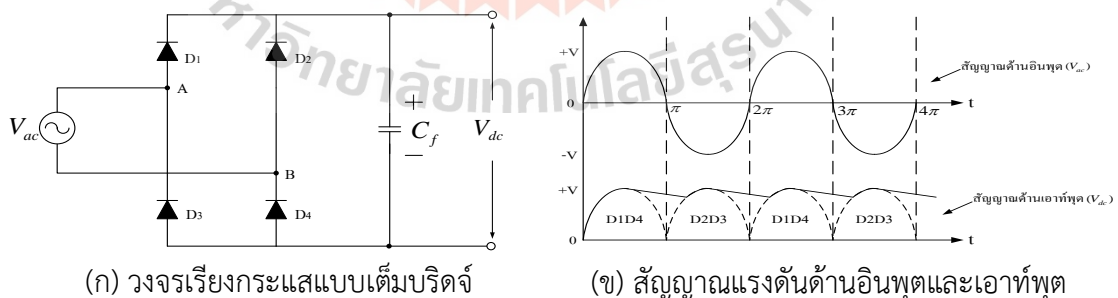
รูปที่ 2.10 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความซาบซึมสัมพันธ์ของโลหะกับอุณหภูมิ

## 2.5 การสร้างแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าความถี่สูง

เครื่องให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำแต่ละแบบจะมีช่วงความถี่การทำงานและกำลังไฟฟ้าทางด้านเอาต์พุตต่างกัน ขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดไฟสลัที่จ่ายให้กับเครื่องและอุปกรณ์ที่ใช้ในวงจร รวมทั้งความถี่กับการประยุกต์ใช้งานในแต่ละช่วงด้วย

### 2.5.1 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มบริดจ์

วงจรที่ทำหน้าที่แปลงผันกำลังไฟฟ้าจากกระแสสลับให้เป็นกระแสตรง ซึ่งประกอบด้วยไดโอดทั้งหมด 4 ตัว เนื่องจากต้องการให้แรงดันด้านเอาต์พุตของวงจรเป็นไฟฟ้ากระแสตรง ดังนั้น จึงต่อคาปาซิเตอร์ขนานกับด้านเอาต์พุตของวงจรดังรูปที่ 2.11 ก. เพื่อกรองสัญญาณความถี่ต่ำแล้วส่งสัญญาณความถี่สูงออกไปใช้งานส่งผลให้สัญญาณแรงดันด้านเอาต์พุตของวงจรใกล้เคียงกับไฟฟ้ากระแสตรงดังรูปที่ 2.11 ข.



(ก) วงจรเรียงกระแสแบบเต็มบริดจ์

(ข) สัญญาณแรงดันด้านอินพุตและเอาต์พุต

รูปที่ 2.11 วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่น

### 2.5.2 หลักการทำงานของวงจรเรียงกระแสแบบเต็มบริดจ์

เมื่อจ่ายแรงดันด้านอินพุตให้กับวงจรในช่วงเวลา 0 ถึง  $\pi$  พิจารณาวงจรในรูปที่ 2.14 ก. และสัญญาณรูปที่ 2.14 ข. แรงดันที่จุด A มีค่าเป็นบวกที่จุด B มีค่าเป็นลบ จึงทำให้ไดโอด  $D_1D_4$  นำกระแสขณะที่ไดโอด  $D_2D_3$  หยุดนำกระแสหลังจากนั้นในช่วงเวลา  $\pi$  ถึง  $2\pi$  แรงดันที่จุด A มีค่าเป็นลบที่จุด B มีค่าเป็นบวก ทำให้ไดโอด  $D_1D_4$  หยุดนำกระแสในขณะที่ไดโอด  $D_2D_3$  นำกระแส ซึ่งสัญญาณแรงดันที่ได้มีระลอกคลื่นปนอยู่ปริมาณสูง ดังนั้น จึงใช้ตัวเก็บประจุฟิลเตอร์ ( $C_f$ ) ต่อขนานกับโหลดหรือด้านเอาต์พุตของวงจร เพื่อทำหน้าที่กรองสัญญาณความถี่ต่ำแล้วส่งสัญญาณความถี่สูงออกไปใช้งานส่งผลให้สัญญาณด้านเอาต์พุตของวงจรใกล้เคียงกับไฟฟ้ากระแสตรงสามารถคำนวณหาพารามิเตอร์ของวงจรได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$V_{\text{rms}} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \quad (2.18)$$

$$I_{\text{rms}} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \quad (2.19)$$

$$V_{\text{dc}} = \frac{2V_m}{\pi} = 0.636 V_m \quad (2.20)$$

$$I_{\text{dc}} = \frac{2I_m}{\pi} = 0.636 I_m \quad (2.21)$$

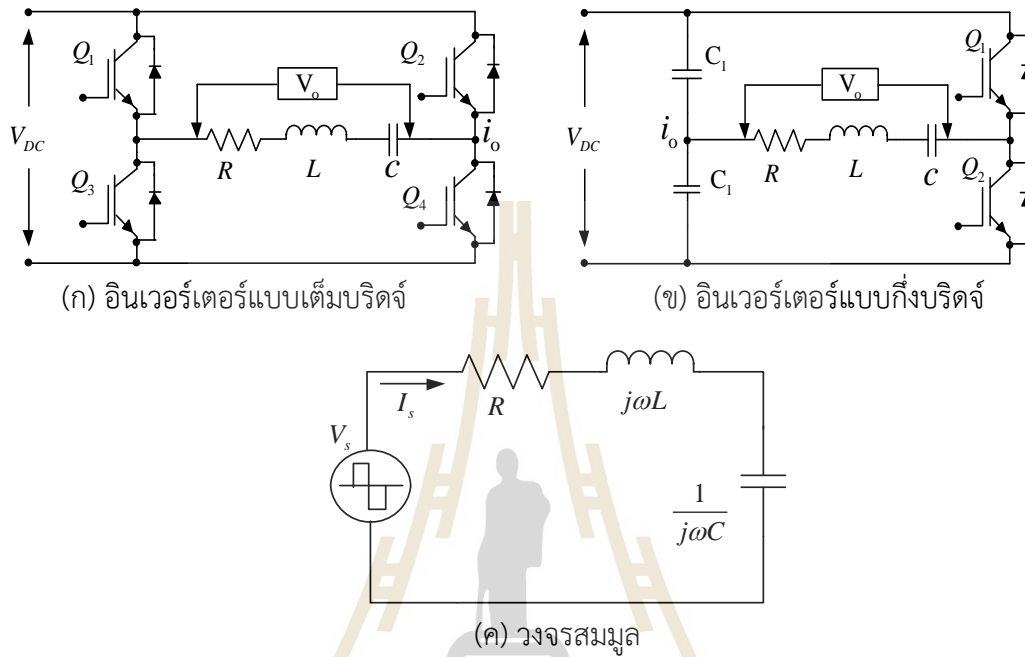
เมื่อ	$V_{\text{rms}}$	คือ	ค่าแรงดันเฉลี่ยไฟฟ้ากระแสสลับ (V.)
	$I_{\text{rms}}$	คือ	ค่ากระแสเฉลี่ยไฟฟ้ากระแสสลับ (A.)
	$V_{\text{dc}}$	คือ	ค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (V.)
	$I_{\text{dc}}$	คือ	ค่ากระแสไฟฟ้ากระแสตรง (A.)

### 2.5.3 อินเวอร์เตอร์เรโซแนนซ์

อินเวอร์เตอร์เรโซแนนซ์ คือ วงจรที่ทำหน้าที่แปลงผันกำลังไฟฟ้าจากไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่สภาวะกระแสและแรงดันด้านเอาต์พุตที่จ่ายโหลดเกิดอินเฟสกัน เนื่องจากอิมพีแดนซ์ของวงจร  $Z = R$  สามารถแบ่งออกได้ 2 ชนิด ดังนี้

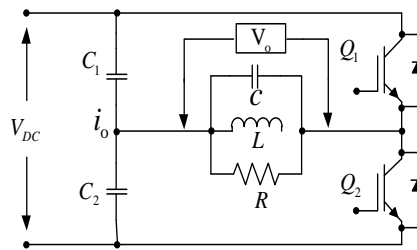
1. อินเวอร์เตอร์เรโซแนนซ์แบบอนุกรมคืออินเวอร์เตอร์ที่ประกอบด้วย ความต้านทาน (R) ความเหนี่ยวนำ (L) และตัวเก็บประจุ (C) ซึ่งต่ออนุกรมเข้ากับด้านเอาต์พุตของ

อินเวอร์เตอร์แล้วทำให้เกิดสถานะเรโซแนนซ์ขึ้นที่ความถี่สวิตช์ซิงของอินเวอร์เตอร์ สำหรับอินเวอร์เตอร์เรโซแนนซ์แบบอนุกรมอิมพีแดนซ์ของวงจรมีค่าน้อยสุดที่สถานะเรโซแนนซ์ โดยที่โครงสร้างของอินเวอร์เตอร์เป็น ดังกล่าวแสดงในรูปที่ 2.12

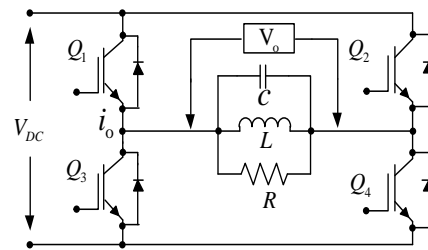


รูปที่ 2.12 อินเวอร์เตอร์เรโซแนนซ์แบบอนุกรม

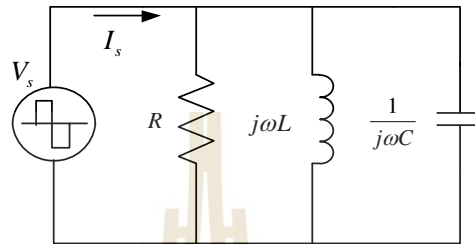
2. อินเวอร์เตอร์เรโซแนนซ์แบบขนาน คือ อินเวอร์เตอร์ที่ประกอบด้วย ค่าความต้านทาน ( $R$ ) ค่าความเหนี่ยวนำ ( $L$ ) และค่าตัวเก็บประจุ ( $C$ ) ต่อขนานเข้ากับด้าน เอาท์พุทของอินเวอร์เตอร์แล้วทำให้เกิดสถานะเรโซแนนซ์ขึ้นที่ความถี่สวิตช์ซิงของอินเวอร์เตอร์ สำหรับอินเวอร์เตอร์เรโซแนนซ์แบบขนานอิมพีแดนซ์ของวงจรจะมี ค่ามากที่สุดที่สถานะเรโซแนนซ์ โดยที่โครงสร้างของอินเวอร์เตอร์ดังรูปที่ 2.13



(ก) อินเวอร์เตอร์แบบกึ่งบริดจ์



(ข) อินเวอร์เตอร์แบบเต็มบริดจ์



(ค) วงจรสมมูล

รูปที่ 2.13 อินเวอร์เตอร์เรโซแนนซ์แบบขนาน

จากวงจรสมมูลของอินเวอร์เตอร์เรโซแนนซ์ทั้งสองแบบคำนวณหาพารามิเตอร์ของวงจรได้ว่า

$$L = \frac{1}{\omega_0^2 C} \tag{2.22}$$

$$C = \frac{1}{\omega_0^2 L} \tag{2.23}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \tag{2.24}$$

$$V_R = i_s R \tag{2.25}$$

$$Z = R + j\left(\omega_0 L - \frac{1}{\omega_0 C}\right) \tag{2.26}$$

- โดยที่
- $L$  คือ ค่าความเหนี่ยวนำ (H.)
  - $C$  คือ ค่าความจุของคาปาซิเตอร์ ( $\mu\text{F}$ .)
  - $R$  คือ ความต้านทาน ( $\Omega$ )



$Z$	คือ	อิมพีแดนซ์ ( $\Omega$ )
$V_R$	คือ	แรงดันตกคร่อม (V.)
$i_s$	คือ	กระแสจากแหล่งจ่าย (A.)
$v_s$	คือ	แรงดันของแหล่งจ่าย (V.)
$f_0$	คือ	ความถี่เรโซแนนซ์ (Hz.)
$\omega_0$	คือ	ความถี่เชิงมุมที่สภาวะเรโซแนนซ์ (rad/s.)

อินเวอร์เตอร์เรโซแนนซ์แบบอนุกรมและแบบขนาน จะมีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกัน สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ข้อดีข้อเสียของอินเวอร์เตอร์เรโซแนนซ์แบบอนุกรมและแบบขนาน

อินเวอร์เตอร์	ข้อดี	ข้อเสีย
เรโซแนนซ์อนุกรม	<ul style="list-style-type: none"> <li>- โครงสร้างง่ายราคาถูก</li> <li>- สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้ากระแสตรงจากวงจรไดโอดเรกติฟายเออร์โดยไม่ต้องมีการปรับแรงดัน</li> <li>- กำลังไฟฟ้าที่จ่ายสามารถปรับควบคุมได้ง่าย โดยการปรับความถี่ที่วงจอินเวอร์เตอร์</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ขณะป้อนสัญญาณขับวงจรอินเวอร์เตอร์วงจรโหลดจะเปิดวงจรออกไม่ได้</li> <li>- ไม่สามารถทนการลัดวงจรที่โหลดได้</li> <li>- ควบคุมกำลังไฟฟ้าโดยการปรับความถี่สวิตช์เลื่อนออกจากความถี่เป็นไซน์เป็นผลให้มีฮาร์โมนิกส์เกิดขึ้น</li> </ul>
เรโซแนนซ์ขนาน	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ขณะป้อนสัญญาณขับวงจรอินเวอร์เตอร์วงจรโหลดเปิดวงจรออกได้</li> <li>- สามารถทนการลัดวงจรที่โหลดได้</li> <li>- อุปกรณ์ L และ C ในวงจรเรโซแนนซ์ ไม่ต้องมีพิกัดแรงดันสูง เนื่องจากกระแสเป็นรูปคลื่นสี่เหลี่ยม มีค่า Peak คงที่</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ไม่สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้ากระแสตรงจากวงจรไดโอดเรกติฟายเออร์แต่ต้องมีการปรับแรงดันจากการใช้สวิตช์ควบคุม</li> </ul>

## 2.6 การควบคุมอุณหภูมิ

การควบคุมอุณหภูมิเป็นการควบคุมแบบระบบปิด โดยมีการตั้งค่าอุณหภูมิที่ต้องการควบคุม (Set Point) ไว้ที่ตัวควบคุม เอาต์พุตของตัวควบคุมจะถูกต่อเข้ากับอุปกรณ์ที่เป็นตัวตัด

ต่อไฟให้กับแหล่งจ่ายความร้อน เช่น ฮีตเตอร์ อุณหภูมิของระบบจะถูกวัดโดยตัววัดอุณหภูมิ และส่งกลับมายังตัวควบคุมเพื่อเปรียบเทียบกับเซตพอยต์ ตัวควบคุมจะนำผลต่างที่ใช้ไปคำนวณเพื่อให้เอาต์พุตออกมาเพื่อทำให้อุณหภูมิที่วัดได้มีค่าเท่ากับเซตพอยต์ การทำให้อุณหภูมิในระบบที่เราต้องการควบคุมมีค่าเท่ากับอุณหภูมิที่เราตั้งไว้ (Set point) ในระบบการควบคุมแบ่งออกเป็น 2 ระบบคือ ระบบเปิด (Open Loop Control) หรือ Sequence Control และระบบปิด (Close Loop Control) หรือ Feedback Control การควบคุมอุณหภูมิเป็นการควบคุมระบบปิด

### 2.6.1 การควบคุมแบบระบบเปิด (Open Loop Control หรือ Sequence Control)

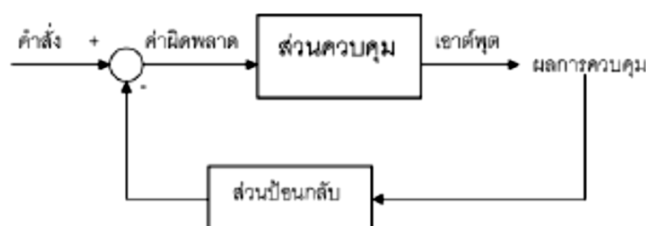
เป็นการควบคุมที่เป็นการสั่งงานเป็นขั้นตอนหรือกำหนดเป็นเวลาให้ระบบทำงาน เช่น การปิด/เปิดไฟสัญญาณจราจร การตั้งเวลาปิด/เปิดแอร์ในตัวควบคุมชุดสายโทรศัพท์ เป็นต้น ซึ่งการควบคุมนี้จะไม่คำนึงถึงผลของการควบคุม เพียงแต่ทำให้การทำงานของระบบเป็นไปตามลำดับขั้นเท่านั้นดังแสดงในรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 การควบคุมแบบระบบเปิด (Open Loop Control)

### 2.6.2 การควบคุมแบบระบบปิด (Close Loop Control หรือ Feedback Control)

เป็นการควบคุมที่คำนึงถึงผลของการควบคุมตลอดเวลา โดยจะมีการวัดผลของการควบคุมเปรียบเทียบกับค่าที่เราต้องการ ตัวควบคุมจะทำการเปิด/ปิดเอาต์พุต เพื่อให้ค่าที่วัดได้เท่ากับค่าที่ตั้งไว้ การควบคุมแบบนี้เป็นหลักการของการควบคุมทั่วไป เช่น การควบคุมอุณหภูมิการควบคุมระดับน้ำ การควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 การควบคุมแบบระบบปิด (Close Loop Control)

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบการควบคุมพื้นฐาน

วิธีการควบคุม	ข้อเด่น	ข้อด้อย
On/Off	- ง่าย - ไม่มีการ offset	- มี overshoot และ hunting เกิดขึ้น
P	- เกิด overshoot และ hunting น้อย	- ใช้เวลานานกว่าระบบจะเข้าเสถียรภาพ - เกิด offset
I	- ขจัด offset	- ใช้เวลานานกว่าระบบ P กว่าเข้าเสถียรภาพ - ไม่สามารถทำงานตามลาฟ้ง
D	- ตอบสนองได้เร็ว	- เกิด overshoot - ไม่สามารถทำงานตามลาฟ้ง
PID	- เป็นการควบคุมที่ดีที่สุด	- จำเป็นต้องตั้งค่า P,I และ D - ความสามารถในการตอบสนองต่อเซ็ตพอยต์กับสิ่งรบกวนระบบสวนทางกัน

## 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมอุณหภูมิ

ในปี พ.ศ. 2562 ภาณพษครุฑูใจกล และคณะ ได้ศึกษาการออกแบบตู้อบความร้อนสำหรับการเรียนวิชาการควบคุมอัตโนมัติ พบว่าตู้อบที่มีประสิทธิภาพสูงและมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำ การออกแบบตู้อบโดยตัวตู้ใช้วัสดุ Stainless Steel SUS 304 ใช้อินฟาเรดเซรามิกฮีตเตอร์ เป็นแหล่งกำเนิดความร้อน ฉนวนกันความร้อนเป็นเซรามิกไฟเบอร์ Thermocouple Type K กับ MAX6675 ในการวัดอุณหภูมิของตู้อบใช้ Arduino Mega 2560 ควบคุมแบบ PID ในการควบคุมฮีตเตอร์โดยอุณหภูมิในตู้อบกับอุณหภูมิที่ตั้งค่าไว้มาคำนวณเพื่อควบคุมกระแสไฟฟ้าที่จ่ายไปยัง ฮีตเตอร์ ซึ่งจะทำให้การควบคุมอุณหภูมิในตู้อบมีความแม่นยำสูง โดยจากการออกแบบและทำการทดลองในตู้อบจำลองทำให้ได้ตู้อบที่มีช่วงการทำงานในช่วงอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส จึงจะทำงานได้มีประสิทธิภาพ และยังได้แบบตู้อบสำหรับการผลิตตู้อบความร้อนตามที่ต้องการและได้บทสรุปว่าติดตั้งพัดลมเพื่อให้เกิดการไหลเวียนของอากาศภายในรวมถึงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของระบบควบคุมระหว่าง industrial control แบบ PID และการการเขียนโคด PID ลง microcontroller สำหรับการศึกษวิชาการควบคุมอัตโนมัติ โดยผลทดสอบการควบคุมอุณหภูมิแบบ PID โดยใช้ microcontroller มีประสิทธิภาพดีกว่า industrial controller

ในปี พ.ศ.2561 วิรุณ โมนะตระกูล และคณะได้ศึกษาการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบแห้ง โดยใช้อากาศร้อนแบบภาคหมุนเพื่อใช้ในการผลิตอาหารแห้งเชิงพาณิชย์ พบว่า ตัวเครื่องทาด้วย สแตนเลส ภายในและภายนอก มาตรฐาน GMP การทำงานให้ความร้อนด้วยระบบไฟฟ้าและควบคุม อุณหภูมิด้วยชุดควบคุมอุณหภูมิระบบ ดิจิทัล มีระบบไหลเวียนลมร้อนและปล่อยความชื้น มีชุดภาค แขนวนแบบลอยตัวและหมุนได้ด้วยกำลังขับเคลื่อนมอเตอร์เกียร์ไฟฟ้าหดรอบ ผลการทดสอบสามารถอบแห้ง ผลิตภัณฑ์วัตถุดิบได้มาตรฐานการทำแห้งด้วยลมร้อนและมีประสิทธิภาพในการทำเวลาอบแห้งดีกว่า ตู้อบลมร้อนแบบภาคทั่วไปโดยเฉลี่ย 25.6% และอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าอยู่ที่ 17.5 บาท ต่อชั่วโมง ซึ่งประหยัดกว่าเตาอบลมร้อนแบบภาคทั่วไปอยู่ที่ 10.57% เมื่อเทียบกับปริมาณการ อบแห้งที่เท่ากัน ด้วยซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ น้ำหนักโครงสร้าง 447 กิโลกรัม ให้ความร้อนในตู้อบ ด้วย ฮีทเตอร์ ขนาด 1,000 วัตต์ 4 ชุด ต่ออนุกรม ชุดพัดลม ส่งผ่านปริมาณลม 360 cfm ขับเคลื่อน ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า 250 วัตต์ สามารถปรับลดปริมาณลมได้ด้วย ความเร็วการหมุนมอเตอร์ไฟฟ้า และ ภาคหมุนควบคุมด้วยมอเตอร์เกียร์ ไฟฟ้าขนาด 125 วัตต์ ควบคุมความเร็วรอบด้วยระบบ อินเวอร์เตอร์ ทำอุณหภูมิได้สูงสุด 115 องศา การกระจายลมตามช่องลมปล่อยหลังผ่านฮีทเตอร์ โดย ความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ที่ 1-1.6 m/s

ในปี พ.ศ. 2559 นิติเทพ แดงจันทร์ตา และคณะได้ศึกษาการออกแบบและสร้างตู้อบใบเตย ควบคุมอัตโนมัติด้วยระบบป้อนกลับพีไอดี พบว่าตู้อบใบเตยสามารถทำงานได้ตรงตามการออกแบบ ใบเตยที่อบเสร็จแล้วแห้งสนิท ความชื้นสุทธิที่ 8.48 % ตามมาตรฐานแห้งที่ 8 - 12 %ระบบควบคุม พีไอดีจะทำให้ค่าที่ได้เกิดค่าความผิดพลาดน้อย อุณหภูมิภายในตู้อบมีค่าคงที่ใกล้เคียงกับค่าที่ตั้งไว้ โดยสามารถลดอุณหภูมิสะสมจากการเผาไหม้ของหัวเตาแบบอินฟราเรดได้ ส่งผลให้การอบมี ประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และสีของใบเตยไม่เปลี่ยนแปลงมากจนเกินไป จึงสรุปได้ว่าตู้อบใบเตย ควบคุมอัตโนมัติด้วยระบบป้อนกลับพีไอดี สามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการอบพืชสมุนไพร หรือ เตาอบชนิดอื่นๆ ที่ต้องการอุณหภูมิกึ่งที่สม่ำเสมอตลอดช่วงระยะเวลาการอบและใช้ต้นทุนในการ สร้างระบบควบคุมไม่สูง

ในปี พ.ศ. 2558 จีระพงศ์ ศรีวิชัย และคณะ ได้นำเสนอ กรณีศึกษาการอบแห้งลมร้อนด้วย วิธีความร้อนเหนี่ยวนำด้วยเทคนิคการเหนี่ยวนำความร้อน พบว่าการเหนี่ยวนำความร้อนมี ความสามารถทำให้เกิดลมร้อนภายในห้องอบแห้งได้ที่อุณหภูมิ 50, 70 และ 90 องศาเซลเซียส โดย ตู้อบแห้งลมร้อนที่มีแหล่งพลังงานความร้อนเหนี่ยวนำที่สร้างขึ้น สามารถลดความชื้นที่อัตราการ อบแห้ง 0.0107, 0.0218 และ 0.0389 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อัตราการลดความชื้นจำเพาะ 0.0429, 0.0623 และ 0.0794 กิโลกรัมต่อกิโลวัตต์ - ชั่วโมง และค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ 23.29, 16.03 และ 12.58 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อกิโลกรัม ใช้น้ำเปล่าเพื่อศึกษาการระเหยเมื่อให้ความร้อนใน ความเป็นจริงแล้วน้ำต้องระเหยออกจากวัสดุอบแห้ง อย่างเช่น สมุนไพร กล้วย เนื้อ และอื่นๆ

ในปี พ.ศ. 2557 จีระศักดิ์ วงศา และคณะได้ศึกษานวัตกรรมการให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำ พบว่ากระบวนการให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำเป็นนวัตกรรมใหม่ในการให้ความร้อนที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าการให้ความร้อนแบบขดลวดความร้อน แบบใช้แก๊สและรูปแบบอื่นๆ การให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำอาศัยหลักการเหนี่ยวนำโดยการป้อนไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความถี่สูงให้กับขดลวดเพื่อสร้างสนามแม่เหล็กวงจรรกากลาง ได้แก่ วงจรแบบฮาล์ฟบริดจ์อินเวอร์เตอร์วงจรแบบฟูลบริดจ์อินเวอร์เตอร์ วงจรแบบสามระดับ และวงจรแบบสวิตช์ตัวเดียว นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาการสับสวิตช์เพื่อลดการสูญเสียในตัวอุปกรณ์อันได้แก่ การสวิตช์ขณะแรงดันและกระแสเป็นศูนย์ (ZVZCS) การสวิตช์ขณะกระแสเป็นศูนย์ (ZCS) และการสวิตช์ขณะแรงดันเป็นศูนย์ (ZVS)

ในปี พ.ศ. 2555 อาภาภรณ์ จอมหล้าพิตรติกุล และคณะได้ศึกษาความเป็นไปได้ของสภาวะการอบแห้งด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ในขอบเขตของการอบแห้งแบบการพาความร้อนโดยได้ทำการพิจารณาผลกระทบของตัวแปรต่อสภาวะการอบแห้ง 4 ตัวแปรค่าการนำความร้อน(km), สัมประสิทธิ์การส่งถ่ายมวล (hm), ค่าการแพร่ความชื้นที่ผิว (Dm) และอัตราส่วนรูปทรง (AR) ใช้อุณหภูมิในการอบแห้ง 135 °C ผลการศึกษาพบว่าค่าการนำความร้อนและค่าการแพร่ความชื้นที่ผิวไม่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิภายในผลิตภัณฑ์ส่วนการเพิ่มขึ้นของค่าการนำความร้อนและสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลมีผลทำให้การกระจายความชื้นในผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นและการเพิ่มขึ้นของค่าการแพร่ความชื้นที่ผิวไม่มีผลกระทบต่อการกระจายความชื้นในผลิตภัณฑ์สุดท้ายอัตราส่วนรูปทรงเพิ่มขึ้นจะทำให้การกระจายอุณหภูมิและความชื้นเพิ่มขึ้น

ในปี พ.ศ. 2555 จีระศักดิ์ วงศา และคณะได้ศึกษา การประยุกต์ใช้หลักการเหนี่ยวนำความร้อนสำหรับเครื่องหลอมพลาสติก จากการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตเม็ดพลาสติก ในส่วนของการหลอมพลาสติก โดยการเปลี่ยนขดลวดความร้อนแบบเข็มขัดเป็นขดลวดเหนี่ยวนำความร้อน ซึ่งการให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำมีประสิทธิภาพในการให้ความร้อนที่ดีกว่าขดลวดความร้อน เนื่องจากความร้อนจะเกิดขึ้นกับบาเรลโดยตรง การทดสอบโดยใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส 220 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ แปลงเป็นไฟฟ้ากระแสตรง แล้วทำการสับสวิตซ์ให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับความถี่สูง ด้วยวงจรฮาล์ฟบริดจ์อินเวอร์เตอร์เพื่อให้เกิดการเหนี่ยวนำกับกระบอกลอมพลาสติก ความร้อนจะเกิดขึ้นที่กระบอกลอมและถ่ายเทความร้อนให้พลาสติก ผลทดสอบ พบว่าอุณหภูมิของกระบอกลอมเพิ่มขึ้นจาก 30 °C เป็น 250 °C โดยใช้เวลา 18 นาที ที่กระแสอินพุตเท่ากับ 20.45 แอมป์ และค่าตัวประกอบกำลังเท่ากับ 0.97 คิดเป็นกำลังไฟฟ้าอินพุตได้ 4364 วัตต์ ซึ่งใช้เวลาในการทำความร้อนได้เร็วกว่าขดลวดความร้อนแบบเข็มขัดที่พิกัดกำลังไฟฟ้าอินพุตขนาดใกล้เคียงกัน โดยสามารถลดการใช้กำลังไฟฟ้าได้ถึง 928.05 วัตต์-ชั่วโมง

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินงานวิจัย

#### 3.1 บทนำ

บทนี้แนะนำวิธีการดำเนินงานวิจัย โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ข้อกำหนดการออกแบบระบบ วิธีการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ และวิธีการอบแห้งวัสดุตัวอย่างด้วยระบบพลังงานความร้อนเหนี่ยวนำ ตามลำดับ โดยนำเสนอรายละเอียดในหัวข้อต่อไป

#### 3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.2.1 ศึกษาคุณลักษณะจำเพาะของวัสดุตัวอย่าง โดยเลือกศึกษาสัปดาห์ประรดพันธุ์ปัตตาเวีย ได้แก่ ลักษณะของสัปดาห์ประรด ปริมาณค่าความชื้นเริ่มต้น ค่าความชื้นสุดท้าย และอุณหภูมิของการอบแห้ง

3.2.2 ศึกษาทฤษฎีการอบแห้ง ประเภทของเครื่องอบแห้ง การแปลงผันพลังงานไฟฟ้าไปเป็นพลังงานความร้อน และข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

3.2.3 ประเมินระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้าไปเป็นพลังงานความร้อน ด้วยโปรแกรมทางวิศวกรรม

3.2.4 ออกแบบโครงสร้างเครื่องอบแห้งและระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้าไปเป็นพลังงานความร้อน

3.2.5 ดำเนินการสร้างเครื่องอบแห้งต้นแบบ

3.2.6 ดำเนินการทดลองการทำงานตามหน้าที่ของระบบ ได้แก่

ขั้นที่ 1 ทดลองการทำงานของแต่ละภาคส่วน

ขั้นที่ 2 ทดลองวัดสัญญาณทางไฟฟ้าของระบบแหล่งจ่ายไฟฟ้า

ขั้นที่ 3 ปรับจูนและแก้ไขส่วนต่างๆ ให้เป็นไปตามข้อกำหนด

ขั้นที่ 4 ทดลองการทำงานทุกภาคส่วนให้สมบูรณ์

3.2.7 ดำเนินการทดลองการทำงานทั้งระบบ

#### 3.3 ข้อกำหนดในการออกแบบระบบ

3.3.1 เครื่องต้นแบบสามารถอบแห้งวัสดุตัวอย่างได้ปริมาณครั้งละ kg

3.3.2 ภาควางวัสดุตัวอย่างในห้องอบแห้งจำนวน 3 ภาคว

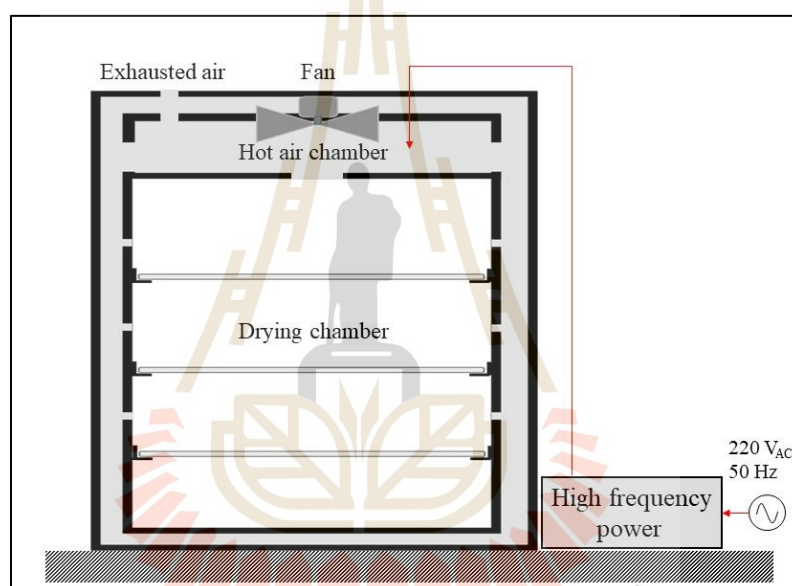
3.3.3 ค่าความชื้นเริ่มต้นของวัสดุตัวอย่าง % (dry basis) และค่าความชื้นสุดท้าย % (dry basis)

3.3.4 อุณหภูมิในห้องอบแห้งสุดท้ายเป็น 60 °C

3.3.5 งบประมาณในการดำเนินการสร้างเครื่องต้นแบบ

### 3.4 วิธีการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ

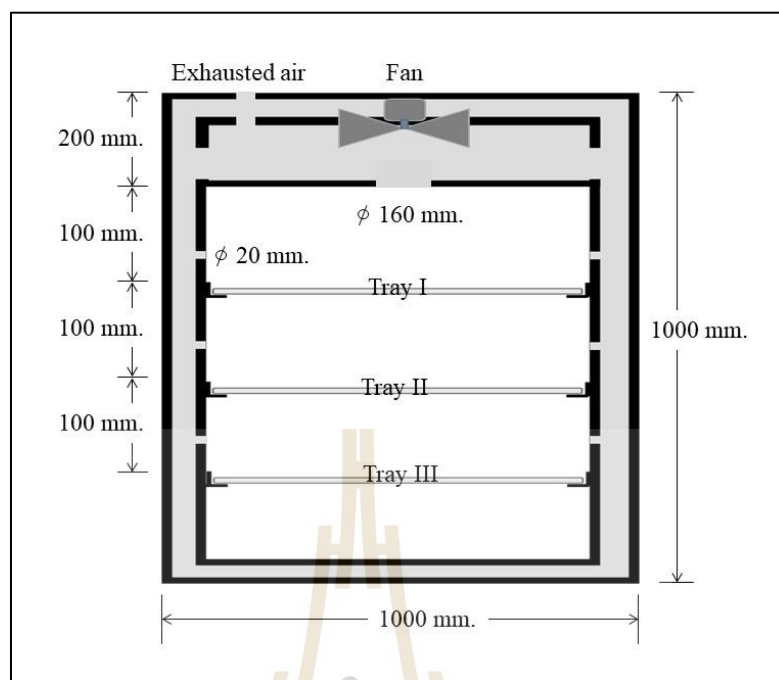
เครื่องอบแห้งต้นแบบ มีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน ได้แก่ ห้องกำเนิดอากาศร้อน ห้องอบแห้งวัสดุตัวอย่าง และระบบแปลงพลังงานไฟฟ้าไปเป็นพลังงานความร้อน ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ผังโครงสร้างเครื่องอบแห้งต้นแบบ

#### 3.4.1 โครงสร้างเครื่องอบแห้ง

กำหนดเครื่องต้นแบบมีขนาด 1000 × 1000 × 600 mm. (กว้าง × ยาว × สูง) ใช้วัสดุสแตนเลสทำเป็นโครงสร้างเครื่องต้นแบบ และใช้แผ่นเรียบสแตนเลสเป็นผนังห้องอบแห้ง ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ขนาดพิกัดโครงสร้างเครื่องอบแห้งต้นแบบ

จากโครงสร้างเครื่องอบแห้งต้นแบบในรูปที่ 3.2 ประกอบไปด้วย

1. ห้องกำเนิดอากาศร้อนมีขนาด  $1000 \times 1000 \times 200$  mm. (กว้าง  $\times$  ยาว  $\times$  สูง) ภายในห้องประกอบด้วย ขดลวดเหนียวนำเป็นตัวสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูงให้กับโลหะสแตนเลส ซึ่งจะอธิบายรายละเอียดในหัวข้อต่อไป

2. ห้องอบแห้งทำจากแผ่นสแตนเลส มีฉนวนกันความร้อนด้วยใยแก้ว ภายในห้องอบแห้งมีชั้นวางผลิตภัณฑ์จำนวน 3 ชั้น วางเรียงกันตามแนวตั้ง โดยระหว่างชั้นวางห่างกัน 200 mm ผนังด้านบนมีช่องระบายอากาศ และผนังด้านข้างมีช่องอากาศด้านข้างเข้าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 mm.

3. พัดลมขับอากาศร้อนมีการควบคุมความเร็วรอบของพัดลม เพื่อปรับอัตราการนำพาอากาศร้อนให้หมุนเวียนภายในห้องอบแห้ง

### 3.4.2 การคำนวณหาค่าพลังงานความร้อนในห้องอบแห้ง

การหาค่าพลังงานความร้อนที่ผลิตได้ หาได้จากสมการการพาความร้อน

$$Q = \dot{m} C_p \Delta T \quad (3.1)$$



โดยที่  $Q$  คือ พลังงานความร้อนจากอากาศร้อน, (kW)  
 $C_p$  คือ ความร้อนจำเพาะของอากาศ, (J/kg.°C)  
 $\Delta T$  คือ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศขาเข้าและอุณหภูมิลมร้อนที่ผลิตได้, (°C)  
 $\dot{m}$  คือ อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ, (kg/s)

$$\text{เมื่อ } \dot{m} = \rho v A \quad (3.2)$$

โดยที่  $\rho$  คือ ความหนาแน่นอากาศ, (kg/m<sup>3</sup>)  
 $v$  คือ ความเร็วลมร้อน, (m/s)  
 $A$  คือ พื้นที่หน้าตัดท่อส่งลม, (m<sup>2</sup>)

การคำนวณหาพลังงานความร้อนจากอากาศร้อนที่กำเนิดได้ จากข้อกำหนดโครงสร้าง  
 อบแห้งเป็น 1000 × 1000 × 200 mm. (กว้าง × ยาว × สูง) มีค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังนี้

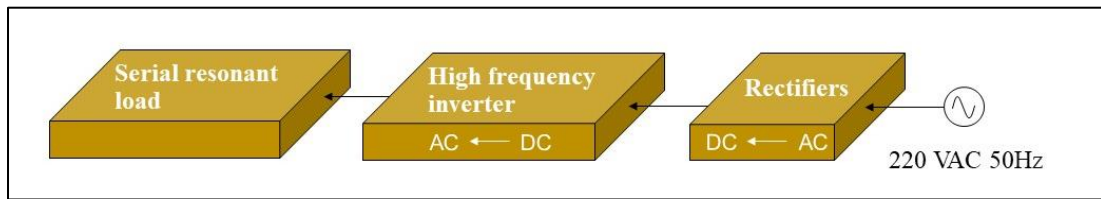
- ความหนาแน่นของอากาศ ( $\rho$ ) เท่ากับ 1 kg/m<sup>3</sup>
- ความเร็วของอากาศ ( $v$ ) เท่ากับ 1.5 m/s
- พื้นที่หน้าตัดของท่อส่งลม ( $A$ ) เท่ากับ 0.00137 m<sup>2</sup>

เมื่อแทนค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ลงในสมการที่ 3.2 ได้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ ( $\dot{m}$ ) เป็น  
 0.00137 kg/s

ดังนั้น พลังงานความร้อนที่ได้จากห้องกำเนิดอากาศร้อนที่ออกแบบไว้ สามารถหาได้จาก  
 สมการที่ 3.1 โดยกำหนดเงื่อนไขของอากาศร้อนที่ทำได้ ไว้ที่อุณหภูมิ 60 ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิ (60 -  
 80) ที่นำไปใช้อบแห้งผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรต่าง ๆ และอุณหภูมิอากาศเริ่มต้นที่ 25 จะได้พลังงาน  
 ความร้อนจากอากาศร้อนที่ทำได้  $Q$  เท่ากับ 0.72 kW

### 3.4.3 การออกแบบระบบการให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำ

ระบบการให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำ ได้แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ประกอบไปด้วยส่วน  
 ต่าง ๆ ได้แก่ วงจรเรียงกระแส อินเวอร์เตอร์แบบฮาร์ฟบริดจ์ หม้อแปลงความถี่สูง และโหลด  
 เรโซแนนซ์แบบอนุกรม ตามลำดับ โดยที่ระบบทั้งหมดของการให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำ แรงดัน  
 ด้านเข้า 220 V 50 Hz กำลังไฟฟ้าด้านเข้าโดยประมาณ 1 kW จ่ายให้กับวงจรเรียงกระแสแปลงผัน  
 เป็นไฟฟ้ากระแสตรงจ่ายให้กับวงจรอินเวอร์เตอร์เพื่อเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงไปเป็น  
 แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับความถี่สูงจ่ายให้กับหม้อแปลงความถี่สูงเพื่อปรับอิมพีแดนซ์ของโหลดให้  
 เหมาะสมกับกำลังของอินเวอร์เตอร์ และจ่ายไปยังชุดโหลดเรโซแนนซ์อนุกรม ดังแสดงในแผนภาพ  
 ของรูปที่ 3.3 และโครงสร้างของระบบการให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำ ดังรูปที่ 3.4



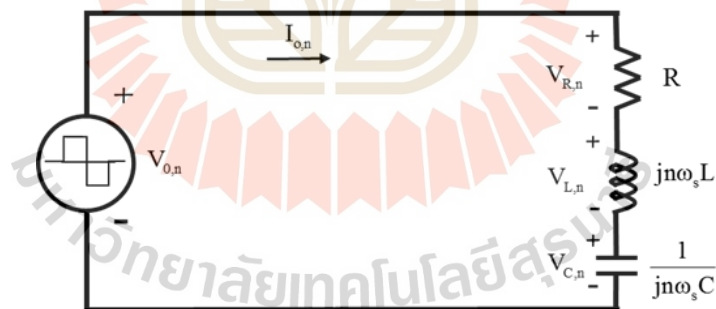
รูปที่ 3.3 แผนภาพระบบการให้ความร้อนแบบเหนี่ยวนำ

### ก. จุดไหลตวงจรเรโซแนนซ์อนุกรม

1. ภาคส่งถ่ายโอนกำลังไฟฟ้า จะใช้หม้อแปลงความถี่สูงเพื่อถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าระหว่างด้านอินเวอร์เตอร์กับด้านโหลดด้านออก ด้วยอัตราส่วนจำนวนรอบ  $N1 : N2$  ซึ่งเป็นตัวกำหนดค่ากำลังไฟฟ้าที่ถ่ายโอนไปยังโหลดด้านออก จำเป็นต้องปรับให้ได้ตามพิกัดของอินเวอร์เตอร์ที่ออกแบบไว้

2. ขดลวดเหนี่ยวนำความร้อน พิจารณาใช้ท่อทองแดงกลวงเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีให้ความหนาแน่นกระแสสูง

วงจรรเรโซแนนซ์เป็นสถานะที่มีกระแสในวงจรและแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมแหล่งจ่ายไฟฟ้าเกิดการอินเฟสกันหรือเกิดสภาวะกำลังไฟฟ้าสูงสุดของวงจร โดยมีองค์ประกอบคือ ตัวต้านทาน ( $R$ ) ตัวเหนี่ยวนำ ( $L$ ) และคาปาซิเตอร์ ( $C$ ) ต่ออนุกรมเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้างดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 วงจรรเรโซแนนซ์แบบอนุกรม

พิจารณาโลหะที่ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำความร้อนได้ดี ควรมีค่าความลึกผิวต่ำ มีค่าขาบซึมสัมพัทธ์และความต้านทานจำเพาะที่สูง จึงไม่จำเป็นต้องใช้ความถี่สูงมาก ก็จะสามารถทำให้เกิดความร้อนได้ดี พบว่าโลหะประเภทเหล็กหรือสแตนเลส มีคุณสมบัติที่ดีโดยให้ค่าความลึกผิวเป็น  $0.11 \text{ mm}$ . ที่ความถี่ใช้งานโดยประมาณ  $20 \text{ kHz}$ .

ข้อกำหนด

- ค่าความเหนี่ยวนำ  $L = 0.21 \text{ mH}$ .
- ความถี่ใช้งาน  $f = 20 \text{ kHz}$ . แทนค่าลงสมการที่ 3.3

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (3.3)$$

ดังนั้น จะได้

$$C = 0.33 \mu\text{F}$$

เนื่องจากกระแสและแรงดันที่สภาวะเรโซแนนซ์จะมีค่ามากและใช้ความถี่สูง ดังนั้น จึงเลือกใช้คาปาซิเตอร์ชนิด Mica Capacitor คุณสมบัตสามารถใช้งานในย่านความถี่สูงสุด 50kHz ค่าความจุของคาปาซิเตอร์  $0.33 \mu\text{F}$  ดังแสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 Mica Capacitor

คำนวณหาค่าพารามิเตอร์ของวงจรเรโซแนนซ์อนุกรมได้ดังนี้

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (3.4)$$

แทนค่าความเหนี่ยวนำและค่าความจุคาปาซิเตอร์ข้างต้นลงในสมการที่ 3.4  
ดังนั้นจะได้

$$Z_0 = 29.13 \Omega$$

เมื่อ  $X_L$  และ  $X_C$  เทียบกับการเปลี่ยนแปลงความถี่หลักมูล  $f_1$  ของแรงดันเอาต์พุต มีค่าเท่ากับ ความถี่สวิตช์ ( $f_s$ )

$$\frac{X_L}{Z_0} = \frac{\omega_s L}{\omega_0 L} = \frac{\omega_s}{\omega_0} \quad (3.5)$$

$$\text{จะได้ } \frac{X_L}{Z_0} = \frac{2 \pi f L}{29.13}$$

$$\text{ดังนั้นจะได้ } \frac{X_L}{Z_0} = 1$$

$$\text{และ } -\frac{X_L}{Z_0} = \frac{(-1/\omega_s C)}{(1/\omega_0 C)} = -\frac{\omega_s}{\omega_0} \quad (3.6)$$

$$\text{จะได้ } -\frac{X_L}{Z_0} = \frac{(-1/2\pi f C)}{(29.13)}$$

$$\text{ดังนั้นจะได้ } -\frac{X_L}{Z_0} = -1$$

อิมพีแดนซ์ที่ความถี่  $n\omega_s$  ใด ๆ ของวงจรเรโซแนนซ์อนุกรมคำนวณได้ดังสมการที่ 3.7

$$Z_n = R + j(n\omega_s L - \frac{1}{n\omega_s C}) \quad (3.7)$$

โดย  $Z_n$  คือ ค่าอิมพีแดนซ์ ( $\Omega$ )

$R$  คือ ความต้านทาน ( $\Omega$ )

$X_L = \omega_s L$  คือ อินดักทีฟรีแอกแตนซ์ ( $\Omega$ )

$X_C = \omega_s C$  คือ คาปาซิทีฟรีแอกแตนซ์ ( $\Omega$ )

$$\text{และ } R = \frac{V_{dc}}{I_{dc}} \quad (3.8)$$

เมื่อแทนค่าลงในสมการที่ 3.8 จะได้  $R = \frac{235.62}{5.28} = 44.63 \Omega$ .

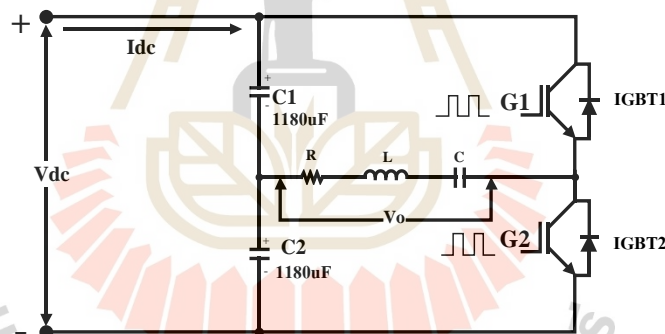
นำค่าที่คำนวณได้แทนลงในสมการที่ 3.7 ได้ดังต่อไปนี้

$$Z_n = 44.63 + j(29.13 - 29.13)$$

ดังนั้นจะได้  $Z_n = 44.63 \angle 0^\circ \Omega$ .

### ข. แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าความถี่สูง

งานวิจัยนี้อาศัยอินเวอร์เตอร์แบบกึ่งบริดจ์วงจรแปลงผันวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับความถี่สูงจ่ายให้กับโหลดความต้านทาน(R) ตัวเหนี่ยวนำ(L) และคาปาซิเตอร์(C) ประกอบด้วยสวิตช์กำลังสองตัวดังรูปที่ 3.6 หลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์ดังกล่าวคือ สวิตช์กำลัง  $Q_1$  จะทำงานสลับกับสวิตช์กำลัง  $Q_2$



รูปที่ 3.6 โครงสร้างของอินเวอร์เตอร์แบบกึ่งบริดจ์

- หาค่าแรงดันไฟฟ้าด้านอินพุตของอินเวอร์เตอร์

$$\text{สมการ } v_1 = \frac{4 v_{dc}}{\pi} \quad (3.9)$$

เมื่อกำหนดให้

$$v_1 = 190.9 \text{ V}$$

$$\text{จะได้ } v_{dc} = \frac{190.9\pi}{4} = 149.93 \text{ V}$$

- หาค่ากระแสไฟฟ้าด้านขาเข้าของอินเวอร์เตอร์

กำหนดให้ประสิทธิภาพการถ่ายโอนพลังงานของอินเวอร์เตอร์ให้กับชุดโพลตรีโซแนนท์เท่ากับ 90 %

$$P_{in} = \frac{P_{iron}}{0.9} = 1.1 \text{ kW}$$

$$I_{in} = \frac{P_{in}}{V_{in}} \quad (3.10)$$

เมื่อแทนค่าลงในสมการที่ 3.10

$$\text{จะได้ } I_{in} = 7.33 \text{ A}$$

การใช้ประโยชน์ของสวิตช์กำลังในอินเวอร์เตอร์ เมื่อพิจารณาอินเวอร์เตอร์กระแสไฟฟ้าด้วยเอาต์พุตเป็นรูปไซน์เมื่ออัตราการใช้ประโยชน์ของสวิตช์หาได้จากลำดับไฟฟ้าที่ได้ต่อพิกัดของสวิตช์ โดยแรงดันไฟฟ้าอยู่ในรูปผลคูณของค่ายอดของแรงดันและกระแสไฟฟ้า

$$SUR = \frac{V_0 I_{0(max)}}{q V_T I_T} \quad (3.11)$$

โดยที่	SUR	คือ	อัตราการใช้ประโยชน์ของสวิตช์
	MSUR	คือ	อัตราการใช้ประโยชน์สูงสุด
	$V_T, I_T$	คือ	พิกัดของสวิตช์ในรูปแรงดันไฟฟ้ายอดและกระแสไฟฟ้ายอด
	$V_0 I_{0(max)}$	คือ	ค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของแรงดันและกระแสไฟฟ้าด้านเอาต์พุต ความถี่หลักมูล
	q	คือ	จำนวนสวิตช์ที่ใช้ในวงจรอินเวอร์เตอร์

$$\text{เมื่อพิจารณาอินเวอร์เตอร์กึ่งบริดจ์ } I_T = V_{d(max)} , \quad I_T = \sqrt{2} I_{0(max)}$$

$$V_{0(max)} = \frac{2}{\pi\sqrt{2}} V_{d(max)} , \quad q = 2$$

$$\text{และ MSUR} = \frac{1}{2\pi} = 0.16$$

จากข้อกำหนด

$$V_T = V_{d(\max)} = 149.93 \text{ V}$$

$$I_T = \sqrt{2} I_{in} = \sqrt{2} (10.4) = 10.36 \text{ A}$$

จำนวนสวิตช์ของอินเวอร์เตอร์  $q = 2$

$$V_T I_T = (149.93)(10.36) = 1.5 \text{ kW}$$

$$\text{SUR} = \frac{V_T I_T}{q V_T I_T}$$

$$\text{SUR} = \frac{1500}{2(149.93)(10.36)} = 0.482$$

ในทางปฏิบัติค่าอัตราการใช้ประโยชน์ของสวิตช์สูงสุดจะมีค่าน้อยกว่า 0.16 จะเห็นได้ว่าค่า SUR ที่จำนวนออกมาเท่ากับ 0.482 ซึ่งมากกว่า 0.065 ดังนั้น การออกแบบให้มีค่าความปลอดภัย ความเสี่ยงน้อยจะต้องเลือกอุปกรณ์สวิตช์กำลังที่มีขนาดใหญ่ และพิกัดสูง

### ค. วงจรกำเนิดสัญญาณความกว้างพัลส์ (PWM)

วงจรอินเวอร์กึ่งบริดจ์นี้ต้องการสัญญาณพัลส์ 2 สัญญาณ มีความถี่ 20 kHz โดยจะเกิดสลับกัน ถ้าสัญญาณหนึ่งเป็น High อีกสัญญาณหนึ่งจะเป็น Low และจะมี  $t_D$  (Dead Time) เพื่อป้องกันสัญญาณทั้งสองทำงานพร้อมกัน หรือเกิดการนำกระแสพร้อมกัน เพราะจะทำให้เกิดการลัดวงจรของแรงดันอินพุตและอาจทำให้สวิตช์กำลังพังเสียหายได้ การกำหนดค่าเวลาเพื่อ  $t_D$  จึงมีความจำเป็น ดังนั้นช่วงเวลานำกระแสสูงสุดของสวิตช์กำลังจึงไม่ควรเกิน

$$t_{on(\max)} = (0.4) T \quad (3.17)$$

โดยที่

$t_{on(max)}$  คือ คาบความกว้างพัลส์ช่วงที่นำกระแสสูงสุด (sec)

$T$  คือ คาบเวลาในหนึ่งไซเคิล (sec)

เมื่อแทนคาบเวลาในหนึ่งไซเคิล  $50 \mu s$  ลงในสมการที่ 3.17 คาบเวลาความกว้างพัลส์ช่วงที่นำกระแสสูงสุด และช่วงหยุดนำกระแส ดังนั้น จะได้  $t_{on} = 20 \mu s$

### 3.5 วิธีการอบแห้งวัสดุตัวอย่างด้วยระบบพลังงานความร้อนเหนี่ยวนำ

#### 3.5.1 วัสดุตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองอบแห้ง

ตัวอย่างสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียร์ที่มีระยะการเก็บเกี่ยวมีผลสุกประมาณร้อยละ 30 หั่นเป็นแว่นหนาประมาณ 1 cm มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 3 cm และเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 8 cm ใช้สับปะรดน้ำหนักเริ่มต้นทั้งหมด 2 kg

#### เครื่องอบแห้งพลังงานความร้อนเหนี่ยวนำที่ใช้ศึกษา

ภาพถ่ายในรูปที่ 3.7 การทำงานพลังงานความร้อนเหนี่ยวนำจะถูกพาด้วยพัดลม (Blower) ในเข้าห้องอบแห้ง จนได้อุณหภูมิตามที่กำหนด เพื่อลดความชื้นของวัสดุตัวอย่างต่อไป



รูปที่ 3.7 ภาพถ่ายเครื่องอบแห้งพลังงานความร้อนเหนี่ยวนำสร้างขึ้น

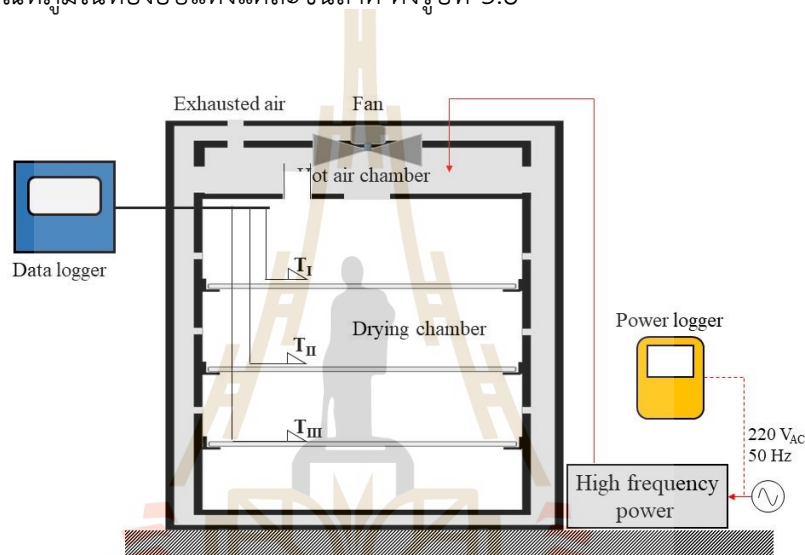


### อุปกรณ์และเครื่องมือวัด

งานวิจัยนี้ใช้เครื่องบันทึกสัญญาณเวลา (Extech model : SDL200) เครื่องวัดการไหลของอากาศ (Model : TW-03) เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล ( Model : PA-0035) เครื่องบันทึกค่าพลังงานไฟฟ้า (Fluke model : 1735)

### วิธีการทดลอง

เริ่มจากวัดการไหลของอากาศ ของห้องผลิตอากาศร้อน หลังจากนั้นจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับชุดความร้อนแบบเหนี่ยวนำ โดยบันทึกอุณหภูมิของอากาศร้อนในห้องอบแห้ง จากนั้นทดลองวัดการกระจายของอุณหภูมิในห้องอบแห้งแต่ละชั้นถาด ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 ผังการทดลองของงานวิจัย

ทำการทดลองอบแห้งวัสดุตัวอย่างเริ่มจากจ่ายระบบไฟฟ้าให้กับเครื่องให้ความร้อนเหนี่ยวนำรอให้อุณหภูมิในห้องอบแห้งถึงค่าที่กำหนดไว้  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  เตรียมวัสดุตัวอย่างสับปะรดชั่งน้ำหนักก่อนอบแต่ละชั้นถาด จากนั้น จึงนำสับปะรดแต่ละถาดเข้าไปอบในห้องอบแห้งตามระยะเวลาที่กำหนด ดังแสดงในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 ทดสอบความสามารถการอบแห้งระบบพลังงานความร้อนเหนี่ยวนำ



## บทที่ 4

### ผลการศึกษา และการวิเคราะห์ผล

#### 4.1 บทนำ

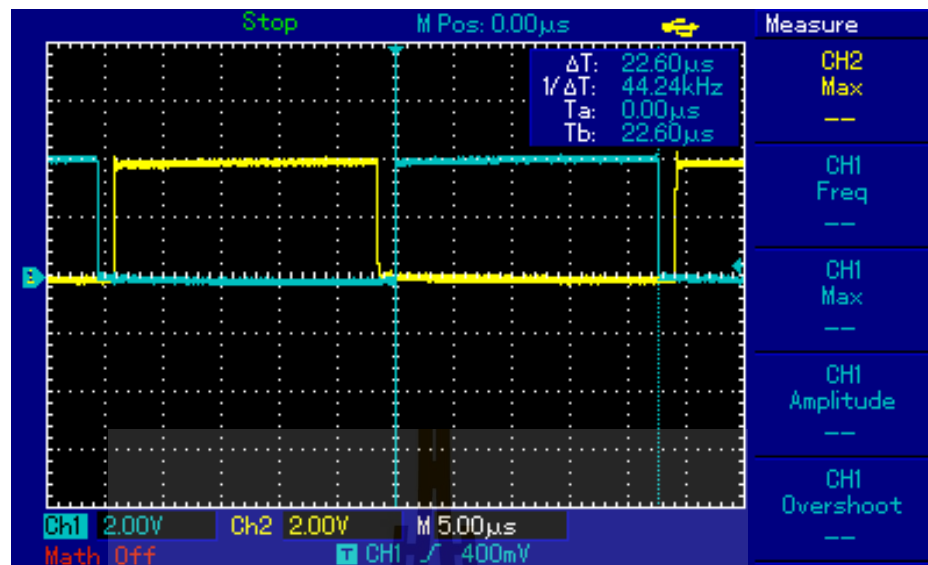
จากวิธีดำเนินงานวิจัยในบทที่ผ่านมา บทนี้จะแสดงผลทดสอบการทำงานของระบบพลังงาน ความร้อนเหนี่ยวนำเบื้องต้นว่ามีความเหมาะสมกับการนำไปใช้งานหรือไม่ ผลทดสอบการควบคุม อุณหภูมิในห้องอบแห้งให้คที่ จากนั้น จะนำแสดงผลการอบแห้งวัสดุตัวอย่างโดยใช้สับประรดพันธุ์ ปีตดาเวียไปทดสอบ เพื่อหาค่าความชื้นสุดท้ายภายหลังการอบแห้งโดยผลการทดสอบและการ วิเคราะห์แสดงในหัวข้อถัดไป

#### 4.2 ผลการทดสอบระบบพลังงานความร้อนแบบเหนี่ยวนำที่สร้างขึ้น

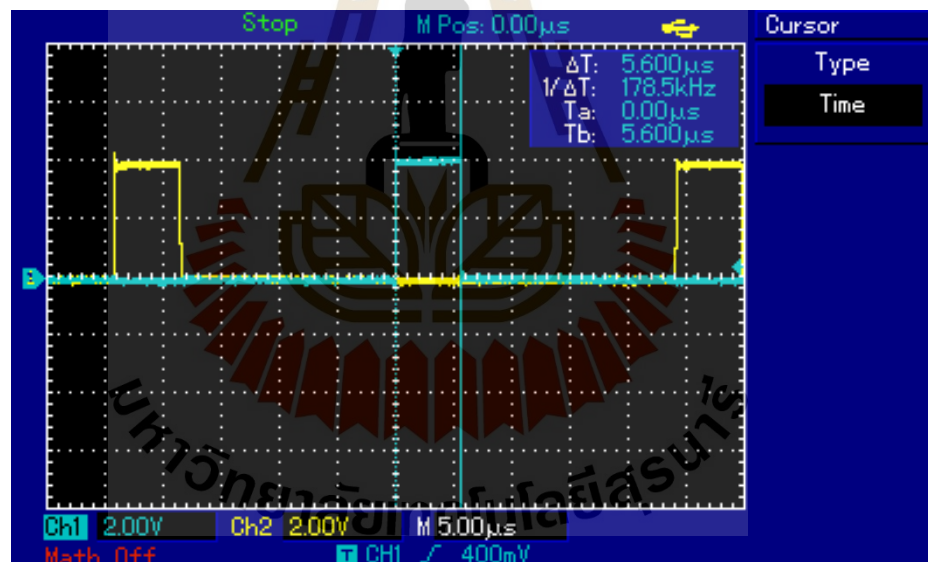
จากการดำเนินงานออกแบบและจัดสร้างระบบพลังงานความร้อนแบบเหนี่ยวนำ ที่ได้กล่าว ในบทที่ผ่านมา หัวข้อนี้นำเสนอผลทดสอบการทำงานของแต่ละภาคส่วน และผลทดสอบการทำงานของ ระบบ มีรายละเอียดดังนี้

##### 4.2.1 วงจรกำเนิดสัญญาณปรับความกว้างพัลส์ (Pulse Width Modulation : PWM)

การทดสอบนี้มีเป้าหมายเพื่อต้องการแสดงสัญญาณการปรับความกว้างพัลส์ มีรอบ การทำงาน (Duty Cycle) ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้หรือไม่ กล่าวคือ เมื่ออุณหภูมิในห้องอบแห้งมีค่า น้อยกว่า 60 °C และมากกว่า 60 °C รอบการทำงานของวงจรกำเนิดสัญญาณเป็น 45% และ 10% ตามลำดับ รูปที่ 4.1 แสดงสัญญาณด้านขาออกของวงจรกำเนิดสัญญาณ PWM กำหนดให้มีความถี่ ประมาณ 20kHz คาบเวลามีค่าเป็น 50  $\mu$ s เมื่อความกว้างของพัลส์มีรอบทำงาน 45% และ 10% ส่งผลให้มีความถี่เป็น 22.5 และ 5  $\mu$ s ตามลำดับ



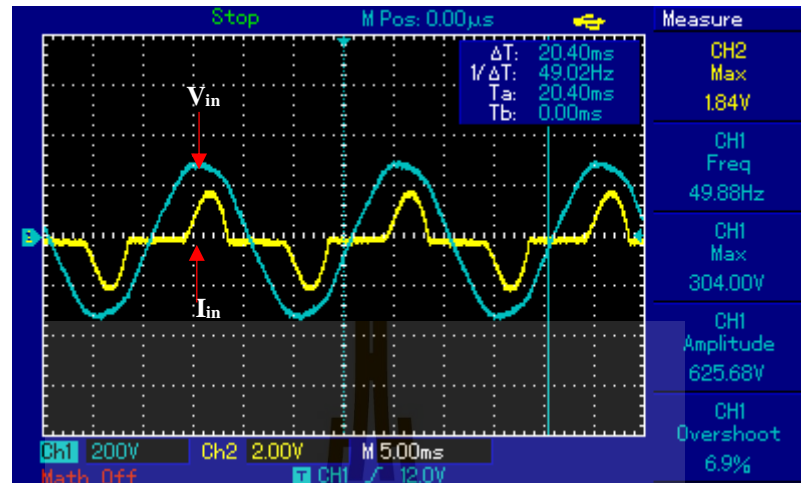
ก. รอบการทำงาน 45%



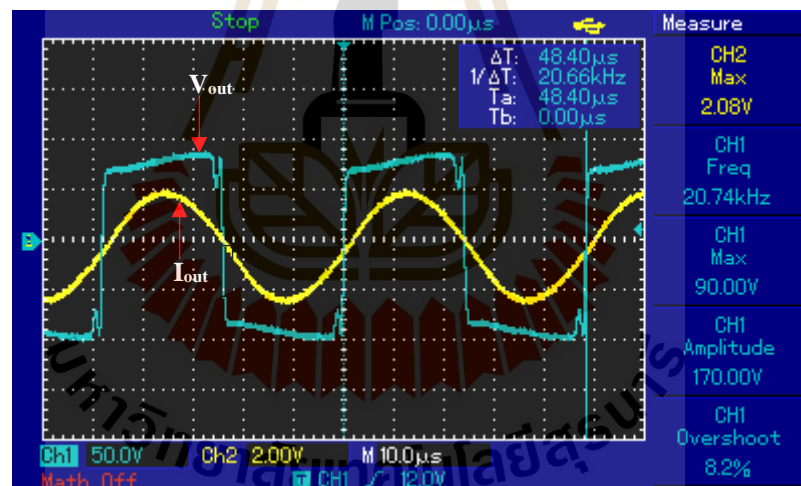
ข. รอบการทำงาน 10%

รูปที่ 4.1 รอบการทำงานของวงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์

#### 4.2.2 ผลทดสอบระบบพลังงานความร้อนแบบเหนี่ยวนำเบื้องต้น



รูปที่ 4.2 แรงดันและกระแสไฟฟ้าด้านขาเข้าวงจรอินเวอร์เตอร์

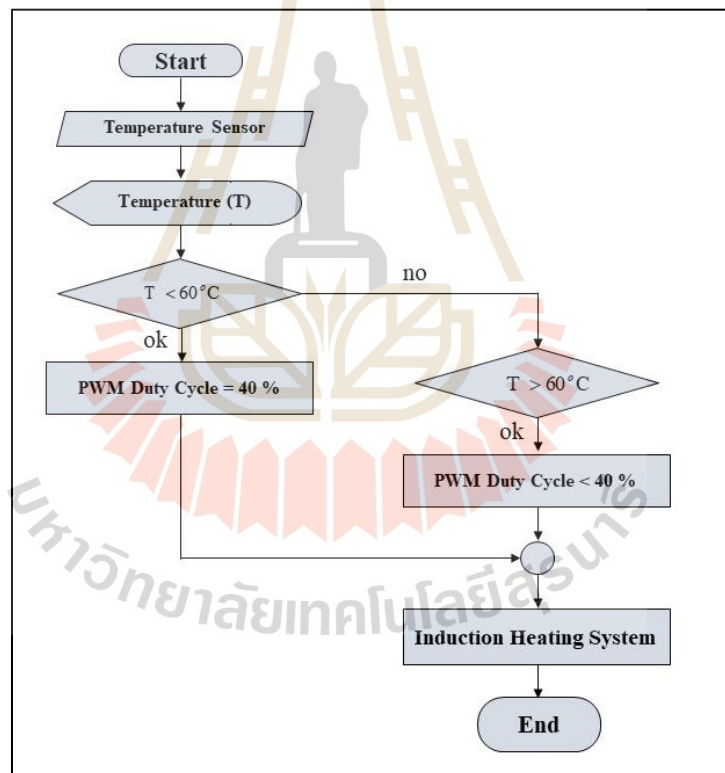


รูปที่ 4.3 แรงดันและกระแสไฟฟ้าด้านขาออกวงจรอินเวอร์เตอร์

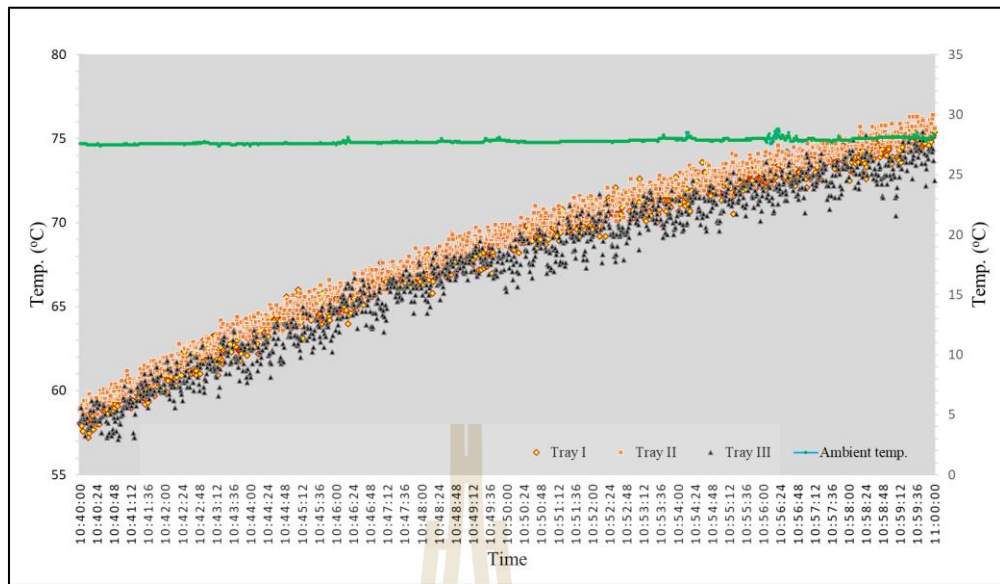
จากรูปที่ 4.2 แสดงสัญญาณของแรงดันและกระแสไฟฟ้าขาเข้าของระบบพลังงานความร้อนเหนี่ยวนำ และรูปที่ 4.3 แสดงสัญญาณด้านขาออกของวงจรอินเวอร์เตอร์จะเห็นว่ามismatch ระหว่างแรงดันกับกระแสอินเฟสกันส่งผลให้ระบบเกิดสถานะเรโซแนนซ์

### 4.3 ผลทดสอบการควบคุมอุณหภูมิในห้องอบแห้งให้คงที่

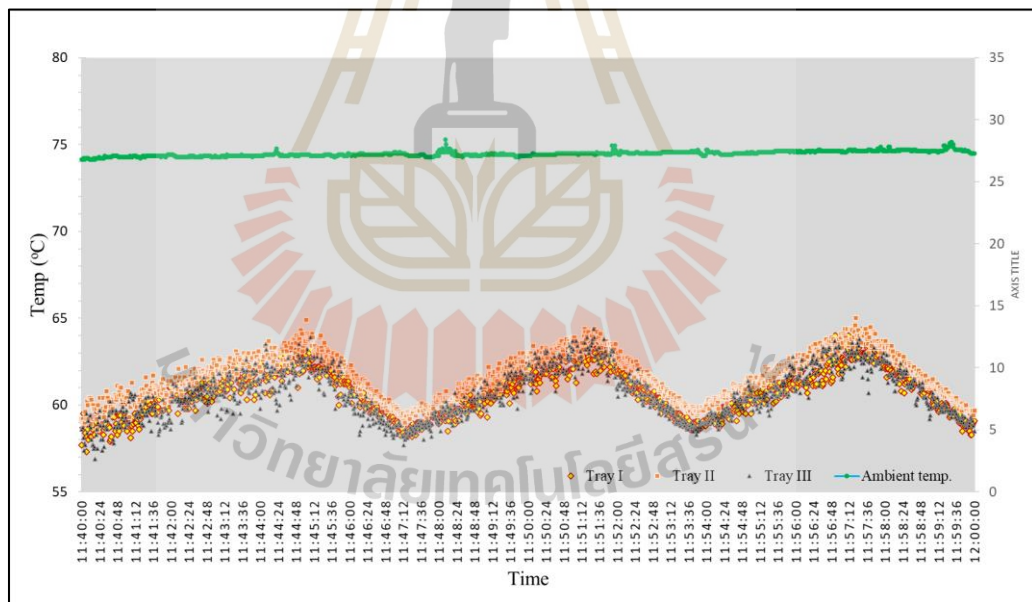
จากผังการทำงานที่นำเสนอในรูปที่ 4.4 เริ่มจากรับค่าอุณหภูมิในห้องอบแห้งจากหัววัดอุณหภูมิของเทอร์โมคัปเปิล K-Type ถูกประมวลผลด้วยชุดควบคุมอุณหภูมิแบบดิจิทัล รุ่น REX-C100 เมื่ออุณหภูมิในห้องอบแห้งมีค่าน้อยกว่า  $60^{\circ}\text{C}$  ชุดควบคุมอุณหภูมิจะสั่งให้วงจรกำเนิดสัญญาณปรับรอบการทำงาน (Duty Cycle) ของสัญญาณพัลส์เป็น 45% พบว่าให้ค่ากำลังไฟฟ้าเป็น  $1097.727\text{ W}$  ส่งผลให้เกิดความร้อนเหนี่ยวนำมีค่าอุณหภูมิสูงขึ้นตามกำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้ เมื่อค่าอุณหภูมิในห้องอบแห้งมากกว่า  $60^{\circ}\text{C}$  ชุดควบคุมอุณหภูมิจะสั่งให้วงจรกำเนิดสัญญาณปรับรอบการทำงานของสัญญาณพัลส์เป็น 10% พบว่ากำลังไฟฟ้ามียาลดลงเป็น  $53.318\text{ W}$  ส่งผลให้อุณหภูมิในห้องอบแห้งขณะนั้นลดตามไปด้วย ดังรูปที่ 4.4 แสดงผลของการจ่ายกำลังไฟฟ้าตามเงื่อนไขของผังการทำงานระบบอัตโนมัติข้างต้น



รูปที่ 4.4 ผังการทำงานของระบบอัตโนมัติ



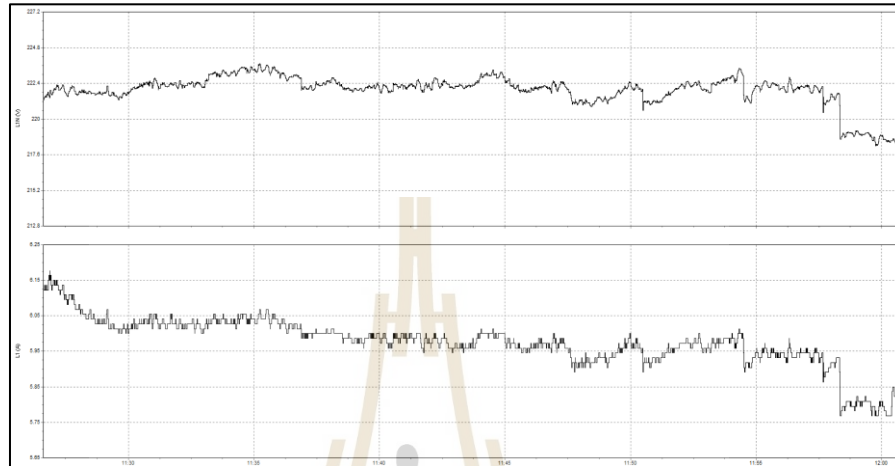
ก. ผลอุณหภูมิควบคุมแบบวงเปิด



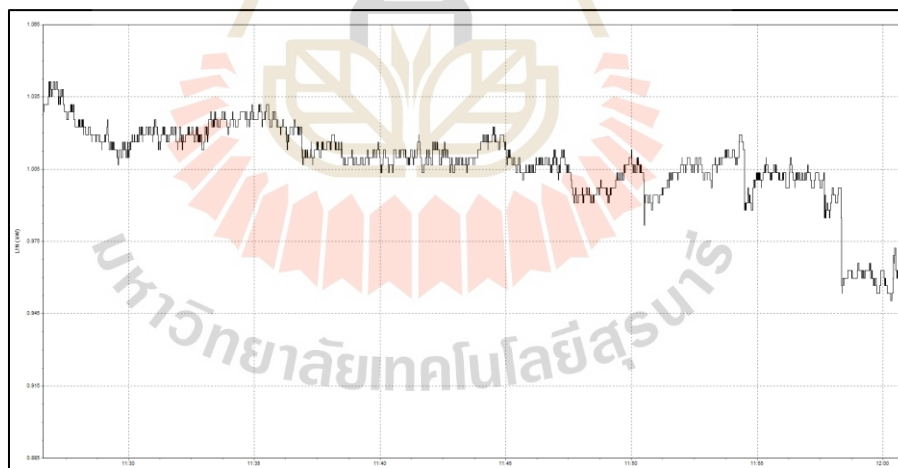
ข. ผลอุณหภูมิควบคุมแบบวงปิด

รูปที่ 4.5 การกระจายอุณหภูมิในห้องอบแห้งแต่ละชั้นถาด

ผลการกระจายอุณหภูมิในห้องอบแห้งแต่ละชั้นภาค กรณีผลอุณหภูมิแบบวงปิดแสดงในรูปที่ 4.5 ก. พบว่าการทำอุณหภูมิในห้องอบแห้งมีค่าโดยประมาณ  $75^{\circ}\text{C}$  กรณีผลอุณหภูมิควบคุมแบบวงปิด ในรูปที่ 4.5 ข. พบว่าอุณหภูมิถูกควบคุมตามที่กำหนดไว้ที่  $60^{\circ}\text{C}$

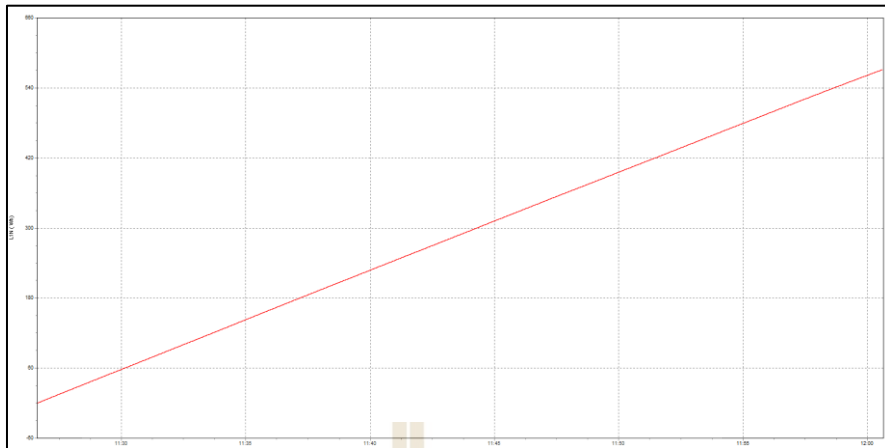


ก. แรงดันและกระแสไฟฟ้าขาเข้า



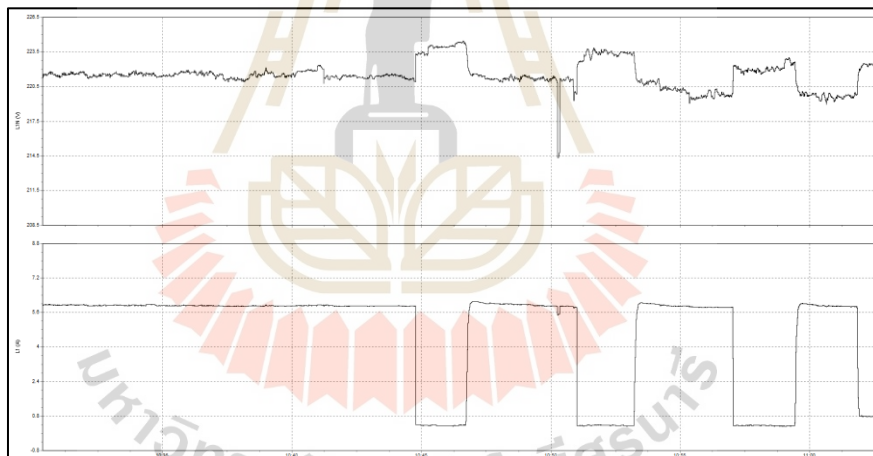
ข. พิกัดกำลังไฟฟ้า



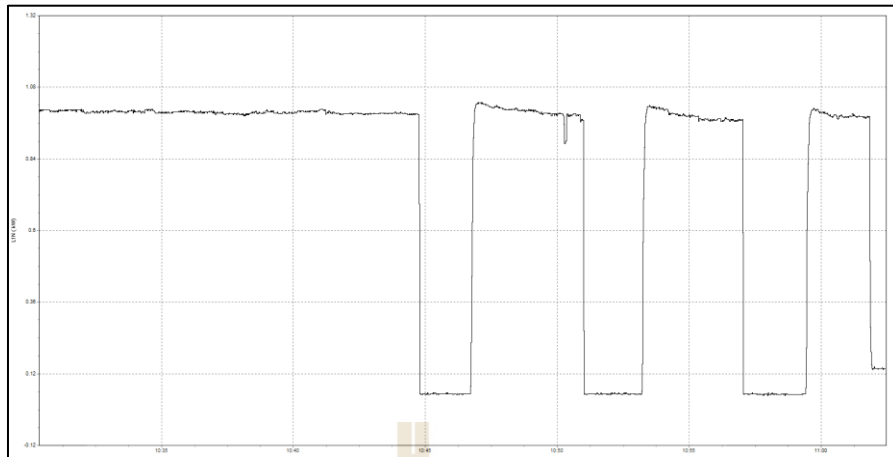


ค. การใช้พลังงานไฟฟ้า

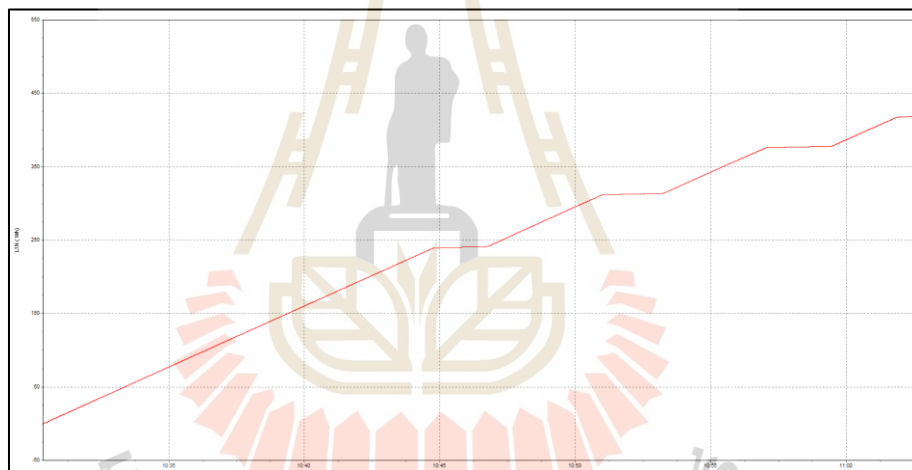
รูปที่ 4.6 การใช้ไฟฟ้าขณะควบคุมแบบวงเปิด



ก. แรงดันและกระแสไฟฟ้าขาเข้า



ข. กำลังไฟฟ้า



ค. การใช้พลังงานไฟฟ้า

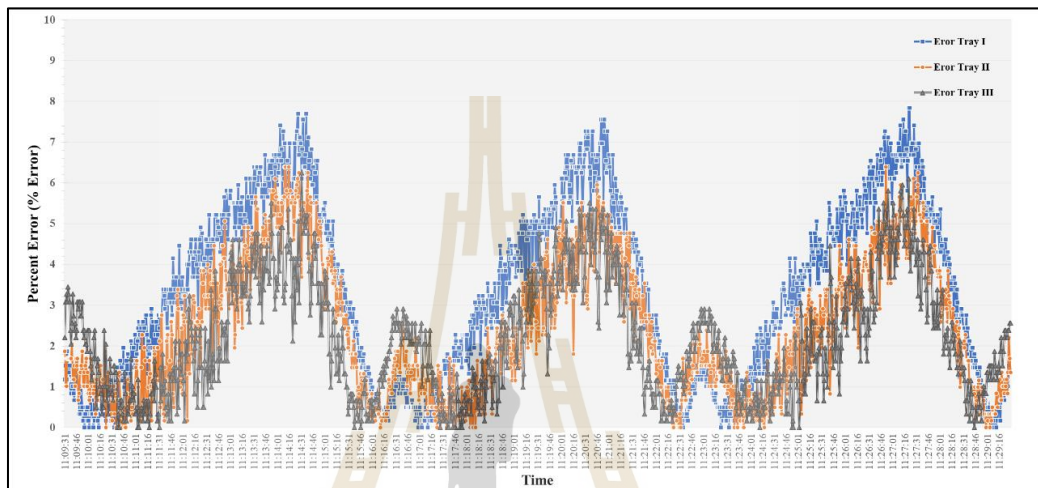
รูปที่ 4.7 การใช้ไฟฟ้าขณะควบคุมอัตโนมัติ

จากรูปที่ 4.6 แสดงการใช้ไฟฟ้าของระบบพลังงานความร้อนแบบเหนี่ยวนำขณะควบคุมแบบวงเปิด พบว่าใช้พิกัดกำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 1.005 kW ส่งผลการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็น 0.545 kWh และรูปที่ 4.6 แสดงการใช้ไฟฟ้าของระบบพลังงานความร้อนแบบเหนี่ยวนำขณะควบคุมแบบวงปิด พบว่าใช้พิกัดกำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 0.782 kW ส่งผลการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็น 0.418 kWh

การกระจายอุณหภูมิแต่ละชั้นภายในห้องอบแห้งแสดงในรูปที่ 4.5 เมื่อนำข้อมูลมาพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อน จะอาศัยสมการที่ 4.1 ดังนี้

$$\% \text{Error} = \frac{|\hat{y}_t - y_t|}{y_t} \times 100\% \quad (4.1)$$

เมื่อ  $\hat{y}_t$  คือ ค่าทำนายผลที่กำหนดไว้ ณ เวลา t ใด ๆ  
 $y_t$  คือ ค่าของการวัดจริง ณ เวลา t ใด ๆ



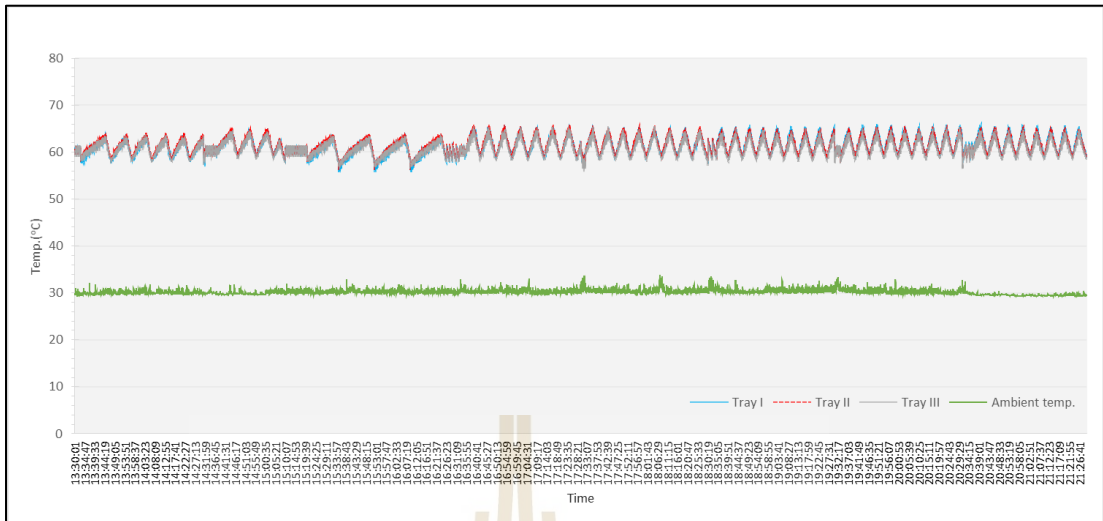
รูปที่ 4.8 เปอร์เซนต์ความคลื่อน

จากการประเมินเปอร์เซนต์ความคลาดเคลื่อนอาศัยสมการที่ 4.1 พบว่าค่าเปอร์เซนต์ความคลาดเคลื่อนการกระจายอุณหภูมิเฉลี่ยของถาดที่ I II และ III ในห้องอบแห้ง เป็น 3.345% 2.397% และ 2.191% ตามลำดับ ถือว่ายอมรับได้ และถูกนำเสนอเปอร์เซนต์ความคลาดเคลื่อนการกระจายอุณหภูมิ ณ เวลาใด ๆ ในรูปที่ 4.6

#### 4.4 ความสามารถการอบแห้ง

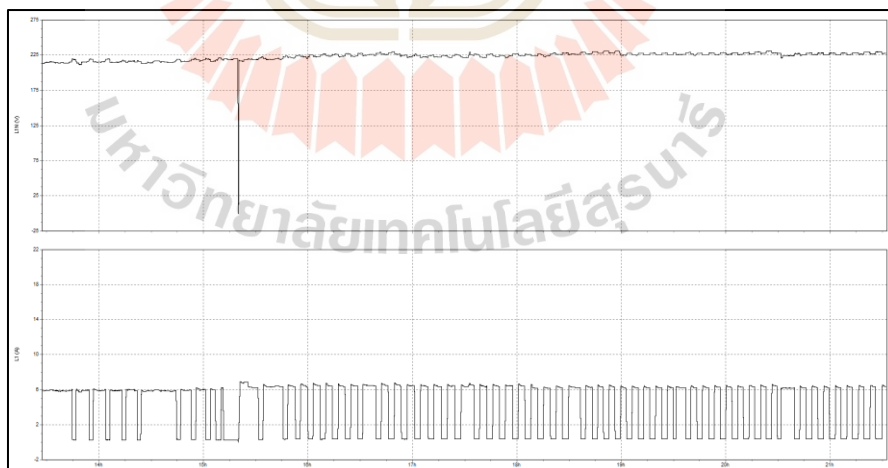
##### 4.4.1 ผลการทำงานของขบวนการอบแห้ง

ความสามารถของการรักษาอุณหภูมิในห้องอบแห้งแต่ละชั้นถาด เพื่อใช้ในขบวนการอบแห้งวัสดุตัวอย่างที่ระยะเวลา 8 ชั่วโมง สามารถแสดงผลจากกราฟในรูปที่ 4.8

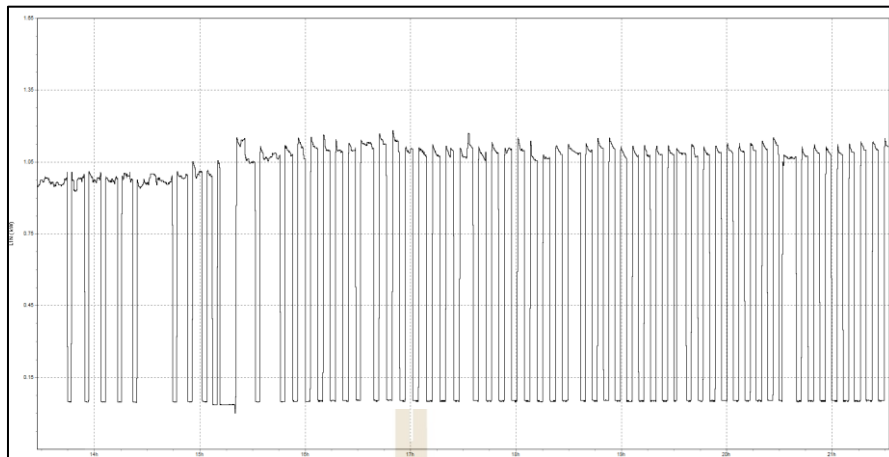


รูปที่ 4.9 การควบคุมในห้องอบแห้งให้คงที่ขณะอบวัสดุตัวอย่าง

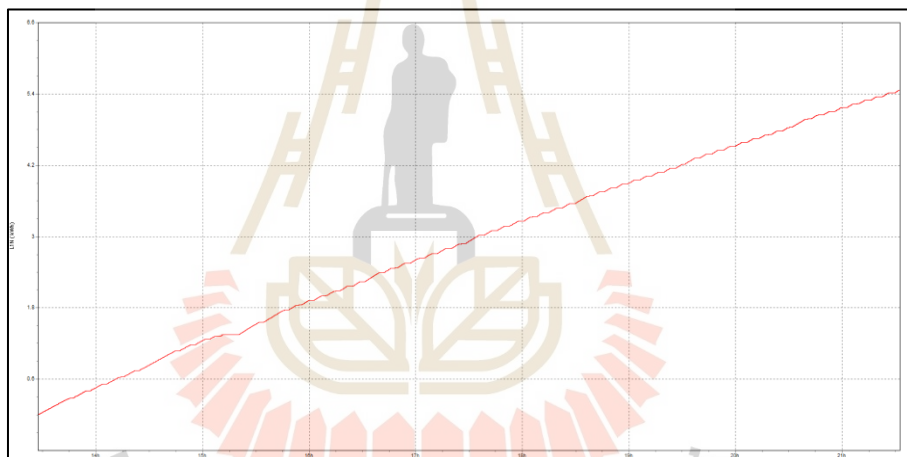
ผลของการรักษาอุณหภูมิการกระจายในห้องอบแห้งแต่ละชั้นถาด พบว่าสามารถรักษาอุณหภูมิที่กำหนดไว้ที่ 60 °C มีความเร็วของการไหลอากาศร้อนเป็น 1.5 m/s ใช้ระยะเวลาอบแห้งวัสดุตัวอย่าง 8 ชั่วโมง ให้พิกัดกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยเป็น 0.674 kW ส่งผลให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็น 5.423 kWh ดังแสดงในรูปที่ 4.10



ก. แรงดันและกระแสไฟฟ้าขาเข้า



ข. พิกัดกำลังไฟฟ้า



ค. การใช้พลังงานไฟฟ้า

รูปที่ 4.10 การใช้ไฟฟ้าขณะอบแห้ง

#### 4.4.2 การประเมินความสามารถของการอบแห้ง

ผลทดสอบการอบแห้งวัสดุตัวอย่าง แสดงมวลก่อนและหลังการอบแห้ง ทุก ๆ 1 ชั่วโมง โดยที่มวลของเนื้อสับประดามีค่า 2002 กรัม ถูกควบคุมอุณหภูมิในห้องอบแห้งเป็น 60 °C มีการไหลของอากาศร้อนเป็น 1.5 m/s สามารถแสดงข้อมูลระหว่างปริมาณความชื้นและระยะเวลาอบแห้งเป็นความชื้นมาตรฐานแห้ง (%d.b.) ดังตารางที่ 4.1 การวัดความชื้นของผลิตภัณฑ์

(Moisture content , MC) ในงานวิจัยนี้ใช้เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง (Dry basis) วัดโดยใช้น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ที่แห้งเป็นหลัก ดังสมการที่ 4.2

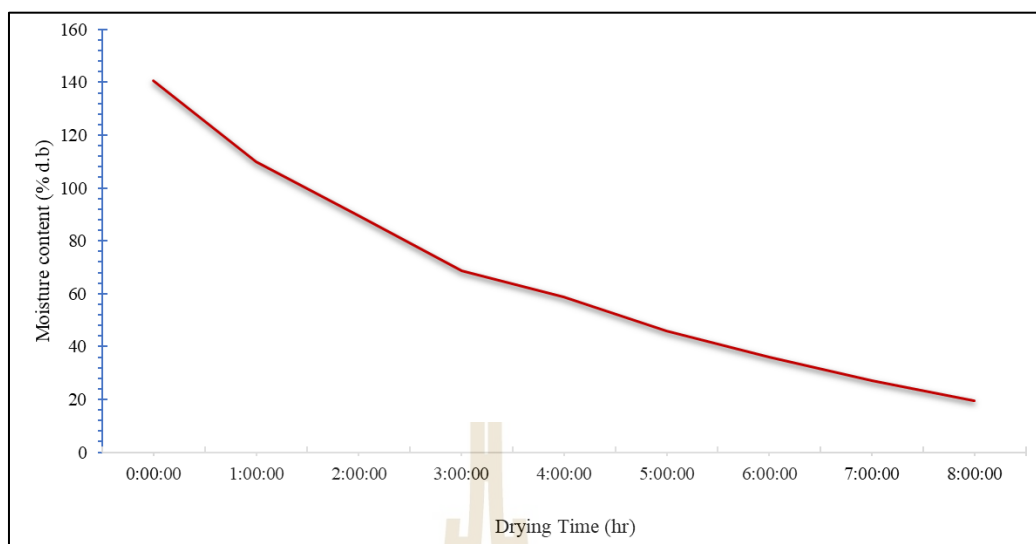
$$MC(\%d.b.) = \frac{m_w - m_D}{m_D} \times 100 \quad (4.2)$$

โดยที่  $m_w$  แทน มวลน้ำภายในเนื้อวัสดุตัวอย่าง, (kg)  
 $m_D$  แทน มวลของเนื้อวัสดุตัวอย่าง, (kg)

ตารางที่ 4.1 ผลระหว่างปริมาณความชื้นและระยะเวลาอบแห้งสับปะรด

Time	Wt (g.)	Wd(g.)	Ww(g.)	MC (%d.b.)	(%RH)
0:00:00	2002	850	1195	140.59	67.5
1:00:00	2000	850	935	110	66.3
2:00:00	1775	850	760	89.41	63.5
3:00:00	1590	850	585	68.82	63.6
4:00:00	1390	850	500	58.82	63.5
5:00:00	1215	850	390	45.88	63.3
6:00:00	1060	850	305	35.88	63.8
7:00:00	920	850	230	27.05	64
8:00:00	810	850	165	19.41	62.2

จากข้อมูลในตารางที่ 4.1 เมื่อนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและระยะเวลาการอบแห้งของสับปะรด พบว่าปริมาณความชื้นสุดท้ายของสับปะรดมีค่าเป็น 19.41 % d.b. ที่ระยะ 8 ชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นมาตรฐานแห้งและระยะเวลาการอบแห้งสับปะรด

#### 4.5 การวิเคราะห์ความสามารถการอบแห้งระบบพลังงานความร้อนเหนี่ยวนำ

ความสามารถการอบแห้งแสดงด้วย อัตราการอบแห้ง (Drying rate, DR) เป็นการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นต่อหน่วยเวลา หาได้จากสมการที่ 4.3

$$DR = \frac{m_t - m_A}{t} \quad (4.3)$$

โดยที่

DR	แทน	อัตราการอบแห้ง, (kg. water evap./ h)
$m_t$	แทน	มวลของวัสดุตัวอย่าง ณ เวลาใดๆ, (kg)
$m_A$	แทน	มวลของวัสดุตัวอย่างหลังเวลาการอบแห้ง, (kg)
t	แทน	ระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งวัสดุตัวอย่าง, (hr)

การใช้พลังงานของระบบพลังงานความร้อนเหนี่ยวนำ แสดงด้วยความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (Specific energy consumption, SEC) และอัตราการระเหยน้ำจำเพาะ (Specific moisture extraction rate, SMER) จากสมการที่ 4.4 และ 4.5 ตามลำดับ

$$SEC = \frac{3.6 P_E}{m_t - m_A} \quad (4.4)$$

$$SMER = \frac{m_t - m_A}{P_E} \quad (4.5)$$

โดยที่	SEC	แทน ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ, (MJ/kg.water evap.)
	SMER	แทน อัตราการระเหยน้ำจำเพาะ, (kg.water evap./kW-h)
	$m_t$	แทน มวลของวัสดุตัวอย่าง ณ เวลาใด ๆ, (kg)
	$m_A$	แทน มวลของวัสดุตัวอย่างหลังเวลาการอบแห้ง, (kg)
	$P_E$	แทน พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมด, (kWh)

ผลสรุปความสามารถการอบแห้งระบบพลังงานความร้อนเหนี่ยวนำ พิจารณาจากอัตราการอบแห้ง (Drying rate, DR) ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ, SEC และอัตราการระเหยน้ำจำเพาะ, SMER ตามลำดับ สามารถแสดงข้อมูลในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลสรุปความสามารถการอบแห้งระบบพลังงานความร้อนเหนี่ยวนำ

Detail	Drying temperatures (°C)
	60
Drying time, (hr)	8
Moisture before drying, (% d.b.)	140.59
Moisture after drying, (% d.b.)	19.41
Mass before drying, (kg)	2.002
Mass after drying, (kg)	0.810
Drying rate, DR (kg. water evap./ h)	0.149
Specific energy consumption, SEC (MJ/kg water evap.)	16.378
Specific moisture extraction rate, SMER (kg water evap./kW-h)	0.219
Energy is used for evaporation water, (MJ)	19.522
Electrical energy, (kW-h)	5.423



## บทที่ 5

### บทสรุป

#### 5.1 สรุปผลงานวิจัย

จากผลการศึกษาออกแบบและสร้างระบบพลังงานความร้อนเหนี่ยวนำไปใช้กับการสร้างอากาศร้อนในห้องอบแห้ง สามารถสรุปผลการทดสอบได้ดังนี้

5.1.1 เครื่องอบแห้งต้นแบบมีขนาด 1000 × 1000 × 600 mm. (กว้าง × ยาว × สูง) ใช้สแตนเลสทำเป็นโครงสร้างเครื่องต้นแบบและใช้แผ่นเรียบสแตนเลสเป็นผนังห้องอบแห้ง ห้องกำเนิดอากาศร้อนมีขนาด 1000 × 1000 × 200 mm. (กว้าง × ยาว × สูง) ภายในห้องประกอบด้วย ขดลวดเหนี่ยวนำเป็นตัวสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูงให้กับโลหะสแตนเลส และห้องอบแห้งทำจากแผ่นสแตนเลส มีฉนวนกันความร้อนบุด้วยใยแก้ว ภายในห้องอบแห้งมีชั้นวางผลิตภัณฑ์จำนวน 3 ชั้น วางเรียงกันตามแนวตั้ง โดยระหว่างชั้นวางห่างกัน 200 mm ผนังด้านบนมีช่องระบายอากาศ และผนังด้านข้างมีช่องอากาศด้านขาเข้าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 mm. พัดลมขับอากาศร้อนมีการควบคุมความเร็วรอบของพัดลม เพื่อปรับอัตราการนำพาอากาศร้อนให้หมุนเวียนภายในห้องอบแห้ง

5.1.2 ออกแบบสร้างระบบพลังงานความร้อนเหนี่ยวนำมีพิกัดกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 1 kW ใช้วงจรอินเวอร์เตอร์กึ่งบริดจ์สร้างแหล่งจ่ายไฟฟ้าความถี่ 20 kHz ถูกควบคุมกำลังไฟฟ้าด้วยเทคนิคการปรับความกว้างพัลส์ (PWM) แบบอัตโนมัติเพื่อควบคุมการรักษาอุณหภูมิภายในห้องอบแห้งให้คงที่ตามที่กำหนดไว้

5.1.3 ทดสอบความสามารถในการรักษาอุณหภูมิห้องอบแห้ง จะเห็นได้จากการประเมินเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนการกระจายอุณหภูมิเฉลี่ยของภาคที่ I II และ III ในห้องอบแห้ง เป็น 3.345% 2.397% และ 2.191% ตามลำดับ ถือว่ายอมรับได้

5.1.4 ทดสอบความสามารถของระบบพลังงานความร้อนเหนี่ยวนำไปใช้กับขบวนการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียร์ โดยมีผลของอุณหภูมิในห้องอบแห้งคงที่ 60 °C อัตราการไหลของอากาศร้อนเป็น 1.5 m/s ผลทดสอบการอบแห้งวัสดุตัวอย่าง แสดงมวลก่อนและหลังการอบแห้งทุก ๆ 1 ชั่วโมง โดยที่มวลของเนื้อสับปะรดมีค่า 2002 กรัม ระยะเวลาอบแห้ง 8 ชั่วโมง เมื่อนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและระยะเวลาการอบแห้งของสับปะรด พบว่าปริมาณความชื้นสุดท้ายของสับปะรดมีค่าเป็น 19.41 % d.b.

5.1.5 การวิเคราะห์ความสามารถการอบแห้งระบบพลังงานความร้อนเหี่ยวนำ ด้วยผลสรุปจากอัตราการอบแห้ง (Drying rate, DR) ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ, SEC และอัตราการระเหยน้ำจำเพาะ, SMER ตามลำดับ ซึ่งถูกแสดงข้อมูลไว้ในตารางที่ 4.2 ในบทที่ผ่านมา

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

ต้นแบบการควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติจากระบบพลังงานความร้อนเหี่ยวนำไปใช้กับขบวนการอบแห้งวัสดุตัวอย่าง ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาครั้งต่อไปเพื่อนำเสนอให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นดังนี้

5.2.1 ความสามารถในการรักษาอุณหภูมิในห้องอบแห้งควรเพิ่มเสถียรภาพให้กับระบบ เช่นเพิ่มความละเอียดความแม่นยำของการป้อนกลับการควบคุมกำลังไฟฟ้าของระบบพลังงานความร้อนเหี่ยวนำ

5.2.2 เพื่อยืนยันผลการให้ความร้อนพลังงานความร้อนเหี่ยวนำที่มีต่อปริมาณการระเหยของวัสดุตัวอย่าง จึงน่าจะศึกษาการอบแห้งพลังงานความร้อนเหี่ยวนำกับวัสดุตัวอย่างอื่น ๆ ให้มากขึ้น



## รายการอ้างอิง

- <https://thainews.prd.go.th/th/news/detail/TCATG210402213657853>. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 กรกฎาคม 2564. กรมประชาสัมพันธ์
- Davies, J. and Simpson, P., 1979, Induction Heating Handbook, McGraw-Hill, London, pp. 1-3.
- จักรกฤษณ์ สารการ, วรนารถ วิโทจิตร และ วัชรพล อ่อนทอง. การอบแห้งรังสีอินฟราเรดร่วมกับแสงอาทิตย์สำหรับสับปะรดหั่นแว่นในตู้อบแห้งแบบภาคหมุน. (2560). ปรินูญานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
- สมชาติ โสภณธรณฤทธิ. การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท. (2540) พิมพ์ครั้งที่ 7 กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- เทคนิคการควบคุมอุณหภูมิ บริษัทออมรอน. [http://www.g-tech.ac.th/vdo/moterdoc/Temperature%20Controller\\_thai%20manual.pdf](http://www.g-tech.ac.th/vdo/moterdoc/Temperature%20Controller_thai%20manual.pdf). สืบค้นเมื่อวันที่ 16 เมษายน 2564
- ภาณุพงษ์ ครุฑใจกล้า, สิทธิโชค สืบแต่ตระกูล, และ ทวีเดช ศิริธนาพิพัฒน์. (2562). การออกแบบตู้อบความร้อนสำหรับการเรียนวิชาการควบคุมอัตโนมัติ. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 33. [2-5 กรกฎาคม 2562]
- วิรุณ โมณะตระกูล, สมสงวน ปัสสาโก, พลเทพ เวงสูงเนิน และ พรณรงค์ สิริปิยะสิงห์. (2561). การออกแบบและพัฒนาเครื่องอบแห้งโดยใช้อากาศร้อนแบบภาคหมุนเพื่อใช้ในการผลิตอาหารแห้งเชิงพาณิชย์. วารสารวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ, 4(2) : 49 - 59 [กรกฎาคม - ธันวาคม 2561]
- นิตเทพ แดงจันทร์ตา, ณัฐพล เครื่องน้อยและนิตพงษ์ สมไชยวงศ์. (2559) การออกแบบและสร้างตู้อบใบเตยควบคุมอัตโนมัติแบบป้อนกลับพีไอดี. การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์. [22 กรกฎาคม 2559]
- จีระพงศ์ ศรีวิชัย และ คมกฤษณ์ ศรีสุวรรณ. (2558). กรณีศึกษาการอบแห้งลมร้อนด้วยวิธีความร้อนเหนี่ยวนำ. วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง. วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง, 24(1) [มกราคม-มิถุนายน 2558]



ภาคผนวก ก

การใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับอบแห้ง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
13:27:36 0msec	213.234	5.85	950.318	2.537
13:27:46 0msec	213.051	5.836	947.182	5.173
13:27:56 0msec	213.247	5.85	950.318	7.817
13:28:06 0msec	213.234	5.85	950.318	10.458
13:28:16 0msec	213.547	5.877	956.591	13.115
13:28:26 0msec	213.534	5.864	953.455	15.771
13:28:36 0msec	213.665	5.877	956.591	18.433
13:28:46 0msec	213.743	5.877	956.591	21.096
13:28:56 0msec	214.122	5.905	962.864	23.778
13:29:06 0msec	214.553	5.918	969.136	26.478
13:29:16 0msec	214.684	5.932	972.273	29.184
13:29:26 0msec	214.919	5.945	975.409	31.901
13:29:36 0msec	214.919	5.945	975.409	34.617
13:29:46 0msec	214.88	5.932	975.409	37.328
13:29:56 0msec	215.05	5.945	975.409	40.044
13:30:06 0msec	215.05	5.945	975.409	42.761
13:30:16 0msec	215.063	5.945	975.409	45.478
13:30:26 0msec	214.736	5.918	972.273	48.18
13:30:36 0msec	214.488	5.891	966	50.866
13:30:46 0msec	214.553	5.905	966	53.556
13:30:56 0msec	214.749	5.918	969.136	56.253
13:31:06 0msec	214.658	5.905	969.136	58.947
13:31:16 0msec	214.684	5.905	969.136	61.639
13:31:26 0msec	214.723	5.918	972.273	64.339
13:31:36 0msec	215.155	5.945	978.545	67.058
13:31:46 0msec	215.743	5.973	987.955	69.802
13:31:56 0msec	215.507	5.959	981.682	72.534
13:32:06 0msec	215.586	5.959	981.682	75.268
13:32:16 0msec	215.651	5.959	984.818	78.006
13:32:26 0msec	215.612	5.959	981.682	80.74
13:32:36 0msec	215.743	5.973	984.818	83.483
13:32:46 0msec	215.573	5.959	981.682	86.215
13:32:56 0msec	215.573	5.959	981.682	88.948
13:33:06 0msec	215.638	5.973	984.818	91.685
13:33:16 0msec	215.429	5.945	981.682	94.41
13:33:26 0msec	215.573	5.959	981.682	97.139
13:33:36 0msec	215.507	5.959	981.682	99.866
13:33:46 0msec	215.168	5.932	975.409	102.578
13:33:56 0msec	215.429	5.959	981.682	105.307
13:34:06 0msec	215.076	5.945	975.409	108.022

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
13:34:16 0msec	214.384	5.891	962.864	110.703
13:34:26 0msec	214.527	5.905	966	113.389
13:34:36 0msec	214.658	5.918	969.136	116.084
13:34:46 0msec	214.449	5.905	966	118.764
13:34:56 0msec	214.005	5.877	956.591	121.426
13:35:06 0msec	214.031	5.877	959.727	124.092
13:35:16 0msec	214.07	5.877	959.727	126.76
13:35:26 0msec	214.318	5.891	962.864	129.438
13:35:36 0msec	214.201	5.877	959.727	132.11
13:35:46 0msec	214.462	5.905	966	134.791
13:35:56 0msec	214.24	5.877	962.864	137.465
13:36:06 0msec	214.527	5.891	966	140.151
13:36:16 0msec	214.305	5.877	962.864	142.828
13:36:26 0msec	214.384	5.891	966	145.516
13:36:36 0msec	213.874	5.864	956.591	148.178
13:36:46 0msec	213.887	5.864	956.591	150.841
13:36:56 0msec	213.39	5.823	947.182	153.48
13:37:06 0msec	213.547	5.836	950.318	156.128
13:37:16 0msec	213.534	5.836	950.318	158.778
13:37:26 0msec	213.809	5.85	956.591	161.438
13:37:36 0msec	213.665	5.85	953.455	164.091
13:37:46 0msec	213.665	5.836	953.455	166.745
13:37:56 0msec	213.534	5.823	950.318	169.389
13:38:06 0msec	213.835	5.85	956.591	172.046
13:38:16 0msec	214.305	5.877	962.864	174.722
13:38:26 0msec	214.331	5.877	962.864	177.4
13:38:36 0msec	214.475	5.891	966	180.084
13:38:46 0msec	214.462	5.891	966	182.767
13:38:56 0msec	214.253	5.877	962.864	185.441
13:39:06 0msec	214.475	5.891	966	188.125
13:39:16 0msec	214.161	5.877	962.864	190.801
13:39:26 0msec	214.253	5.877	962.864	193.478
13:39:36 0msec	213.939	5.864	956.591	196.138
13:39:46 0msec	213.809	5.85	953.455	198.795
13:39:56 0msec	213.782	5.85	953.455	201.453
13:40:06 0msec	213.756	5.836	953.455	204.11
13:40:16 0msec	213.73	5.836	953.455	206.764
13:40:26 0msec	213.795	5.85	953.455	209.422
13:40:36 0msec	213.691	5.836	953.455	212.076
13:40:46 0msec	213.73	5.836	953.455	214.732

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
13:40:56 0msec	213.678	5.85	953.455	217.385
13:41:06 0msec	213.495	5.823	950.318	220.029
13:41:16 0msec	213.652	5.836	953.455	222.631
13:41:26 0msec	213.848	5.85	953.455	225.29
13:41:36 0msec	213.861	5.85	956.591	227.951
13:41:46 0msec	213.835	5.836	956.591	230.612
13:41:56 0msec	213.887	5.85	956.591	233.276
13:42:06 0msec	214.031	5.864	956.591	235.943
13:42:16 0msec	214.044	5.864	959.727	238.613
13:42:26 0msec	213.939	5.85	956.591	241.277
13:42:36 0msec	214.057	5.85	959.727	243.946
13:42:46 0msec	214.292	5.877	962.864	246.624
13:42:56 0msec	214.736	5.891	969.136	249.324
13:43:06 0msec	215.377	5.932	978.545	252.05
13:43:16 0msec	215.39	5.932	978.545	254.773
13:43:26 0msec	215.429	5.932	978.545	257.496
13:43:36 0msec	215.115	5.905	972.273	260.203
13:43:46 0msec	215.351	5.932	978.545	262.926
13:43:56 0msec	215.651	5.945	981.682	265.659
13:44:06 0msec	215.507	5.932	978.545	268.385
13:44:16 0msec	215.926	5.959	984.818	271.123
13:44:26 0msec	217.35	6.041	1006.773	273.924
13:44:36 0msec	218.918	1.677	279.136	274.705
13:44:46 0msec	219.65	0.286	50.182	274.846
13:44:56 0msec	219.611	0.286	50.182	274.99
13:45:06 0msec	219.519	0.286	50.182	275.134
13:45:16 0msec	219.545	0.286	50.182	275.274
13:45:26 0msec	219.245	0.286	50.182	275.415
13:45:36 0msec	218.644	0.286	50.182	275.554
13:45:46 0msec	218.631	0.273	47.045	275.689
13:45:56 0msec	218.722	0.273	47.045	275.828
13:46:06 0msec	218.801	0.259	47.045	275.961
13:46:16 0msec	218.709	0.273	50.182	276.102
13:46:26 0msec	218.474	0.273	47.045	276.237
13:46:36 0msec	218.774	0.273	47.045	276.368
13:46:46 0msec	218.147	1.814	291.682	277.184
13:46:56 0msec	216.344	5.918	981.682	279.918
13:47:06 0msec	215.39	6.082	1006.773	282.716
13:47:16 0msec	213.939	5.973	978.545	285.442
13:47:26 0msec	213.743	5.945	972.273	288.149

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
13:47:36 0msec	214.018	5.959	975.409	290.864
13:47:46 0msec	214.07	5.945	975.409	293.573
13:47:56 0msec	214.057	5.918	972.273	296.279
13:48:06 0msec	214.148	5.918	972.273	298.982
13:48:16 0msec	213.782	5.891	962.864	301.662
13:48:26 0msec	211.992	5.755	931.5	304.252
13:48:36 0msec	212.11	5.768	934.636	306.852
13:48:46 0msec	212.07	5.755	931.5	309.443
13:48:56 0msec	211.809	5.741	925.227	312.018
13:49:06 0msec	211.979	5.755	931.5	314.61
13:49:16 0msec	212.018	5.755	931.5	317.201
13:49:26 0msec	211.901	5.741	928.364	319.79
13:49:36 0msec	211.848	5.741	928.364	322.374
13:49:46 0msec	211.744	5.727	928.364	324.956
13:49:56 0msec	212.319	5.755	934.636	327.562
13:50:06 0msec	214.932	5.932	975.409	330.281
13:50:16 0msec	214.867	5.932	975.409	332.998
13:50:26 0msec	214.985	5.932	978.545	335.72
13:50:36 0msec	215.155	5.932	978.545	338.444
13:50:46 0msec	215.311	5.959	981.682	341.175
13:50:56 0msec	215.39	5.945	981.682	343.907
13:51:06 0msec	215.468	5.945	984.818	346.643
13:51:16 0msec	215.468	5.945	981.682	349.377
13:51:26 0msec	215.324	5.932	978.545	352.101
13:51:36 0msec	215.364	5.932	978.545	354.828
13:51:46 0msec	215.468	5.945	981.682	357.559
13:51:56 0msec	215.377	5.932	978.545	360.284
13:52:06 0msec	215.507	5.959	984.818	363.017
13:52:16 0msec	215.429	5.945	981.682	365.747
13:52:26 0msec	215.298	5.932	978.545	368.471
13:52:36 0msec	215.377	5.932	981.682	371.196
13:52:46 0msec	214.919	5.891	969.136	373.894
13:52:56 0msec	215.481	5.932	981.682	376.625
13:53:06 0msec	215.756	5.945	984.818	379.364
13:53:16 0msec	216.174	5.973	987.955	382.116
13:53:26 0msec	216.017	5.945	984.818	384.86
13:53:36 0msec	216.095	5.959	987.955	387.609
13:53:46 0msec	216.03	5.945	987.955	390.356
13:53:56 0msec	215.939	5.945	984.818	393.094
13:54:06 0msec	216.736	5.986	997.364	395.869



Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
13:54:16 0msec	216.866	5.986	997.364	398.65
13:54:26 0msec	218.095	3.095	508.091	400.069
13:54:36 0msec	219.232	0.273	50.182	400.208
13:54:46 0msec	219.127	0.273	50.182	400.348
13:54:56 0msec	219.768	0.273	50.182	400.488
13:55:06 0msec	219.676	0.273	50.182	400.626
13:55:16 0msec	219.702	0.273	50.182	400.765
13:55:26 0msec	219.559	0.273	50.182	400.903
13:55:36 0msec	219.258	0.259	47.045	401.037
13:55:46 0msec	219.336	0.259	47.045	401.172
13:55:56 0msec	219.18	0.273	47.045	401.306
13:56:06 0msec	219.206	0.273	47.045	401.442
13:56:16 0msec	219.284	0.259	47.045	401.581
13:56:26 0msec	219.153	0.259	50.182	401.721
13:56:36 0msec	218.291	0.314	53.318	401.875
13:56:46 0msec	216.213	4.759	777.818	404.039
13:56:56 0msec	215.651	6.082	1009.909	406.845
13:57:06 0msec	215.547	6.095	1009.909	409.651
13:57:16 0msec	215.534	6.055	1003.636	412.444
13:57:26 0msec	215.638	6.041	1003.636	415.239
13:57:36 0msec	215.52	6.014	997.364	418.014
13:57:46 0msec	215.507	6	994.227	420.78
13:57:56 0msec	215.769	6	994.227	423.495
13:58:06 0msec	215.664	5.986	994.227	426.259
13:58:16 0msec	215.494	5.973	987.955	429.014
13:58:26 0msec	215.416	5.959	984.818	431.759
13:58:36 0msec	215.507	5.959	987.955	434.506
13:58:46 0msec	215.455	5.945	984.818	437.247
13:58:56 0msec	214.736	5.905	969.136	439.949
13:59:06 0msec	214.566	5.891	966	442.642
13:59:16 0msec	214.815	5.905	972.273	445.347
13:59:26 0msec	214.697	5.891	969.136	448.042
13:59:36 0msec	215.037	5.905	975.409	450.753
13:59:46 0msec	215.037	5.905	972.273	453.46
13:59:56 0msec	215.115	5.905	975.409	456.168
14:00:06 0msec	215.076	5.905	972.273	458.875
14:00:16 0msec	215.181	5.905	975.409	461.584
14:00:26 0msec	214.998	5.891	972.273	464.291
14:00:36 0msec	215.024	5.905	972.273	466.996
14:00:46 0msec	215.037	5.877	969.136	469.696

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
14:00:56 0msec	214.789	5.864	966	472.386
14:01:06 0msec	214.527	5.85	962.864	475.065
14:01:16 0msec	214.566	5.864	962.864	477.749
14:01:26 0msec	215.351	5.905	975.409	480.464
14:01:36 0msec	216.004	5.945	984.818	483.208
14:01:46 0msec	215.965	5.945	984.818	485.953
14:01:56 0msec	215.873	5.932	984.818	488.692
14:02:06 0msec	215.86	5.932	981.682	491.428
14:02:16 0msec	215.886	5.932	981.682	494.166
14:02:26 0msec	216.082	5.945	984.818	496.911
14:02:36 0msec	216.004	5.932	984.818	499.652
14:02:46 0msec	215.886	5.932	981.682	502.384
14:02:56 0msec	215.481	5.891	975.409	505.099
14:03:06 0msec	215.86	5.945	984.818	507.839
14:03:16 0msec	216.148	5.973	991.091	510.595
14:03:26 0msec	217.232	6.014	1006.773	513.394
14:03:36 0msec	217.18	6.014	1003.636	516.133
14:03:46 0msec	217.402	5.468	909.545	518.666
14:03:56 0msec	219.454	0.286	50.182	518.808
14:04:06 0msec	219.545	0.286	50.182	518.95
14:04:16 0msec	219.441	0.3	50.182	519.094
14:04:26 0msec	219.506	0.273	50.182	519.234
14:04:36 0msec	219.559	0.286	47.045	519.373
14:04:46 0msec	219.193	0.273	47.045	519.51
14:04:56 0msec	219.31	0.273	47.045	519.649
14:05:06 0msec	219.532	0.273	50.182	519.79
14:05:16 0msec	220.042	0.286	50.182	519.933
14:05:26 0msec	219.859	0.286	50.182	520.074
14:05:36 0msec	219.572	0.286	47.045	520.213
14:05:46 0msec	219.598	0.286	47.045	520.348
14:05:56 0msec	218.892	0.273	47.045	520.485
14:06:06 0msec	218.853	0.273	47.045	520.624
14:06:16 0msec	216.226	3.464	558.273	522.182
14:06:26 0msec	214.344	5.945	978.545	524.907
14:06:36 0msec	214.462	6	987.955	527.657
14:06:46 0msec	214.423	5.986	984.818	530.398
14:06:56 0msec	214.566	5.959	981.682	533.134
14:07:06 0msec	214.71	5.959	981.682	535.869
14:07:16 0msec	214.802	5.945	981.682	538.6
14:07:26 0msec	214.945	5.945	981.682	541.334

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
14:07:36 0msec	214.828	5.932	978.545	544.055
14:07:46 0msec	214.71	5.905	975.409	546.766
14:07:56 0msec	214.645	5.891	972.273	549.47
14:08:06 0msec	214.58	5.877	972.273	552.172
14:08:16 0msec	214.501	5.877	969.136	554.87
14:08:26 0msec	214.776	5.905	972.273	557.526
14:08:36 0msec	214.501	5.877	969.136	560.22
14:08:46 0msec	214.658	5.891	969.136	562.923
14:08:56 0msec	214.658	5.891	969.136	565.622
14:09:06 0msec	214.749	5.891	972.273	568.326
14:09:16 0msec	214.632	5.877	966	571.02
14:09:26 0msec	214.88	5.905	972.273	573.727
14:09:36 0msec	214.684	5.877	966	576.415
14:09:46 0msec	215.05	5.905	975.409	579.126
14:09:56 0msec	215.102	5.918	978.545	581.843
14:10:06 0msec	215.233	5.918	978.545	584.56
14:10:16 0msec	215.285	5.918	978.545	587.281
14:10:26 0msec	215.168	5.905	975.409	589.997
14:10:36 0msec	214.906	5.877	969.136	592.699
14:10:46 0msec	214.985	5.891	972.273	595.405
14:10:56 0msec	215.011	5.891	972.273	598.115
14:11:06 0msec	214.854	5.891	969.136	600.818
14:11:16 0msec	214.253	5.864	959.727	603.493
14:11:26 0msec	214.24	5.85	959.727	606.168
14:11:36 0msec	214.227	5.85	959.727	608.844
14:11:46 0msec	215.351	5.918	975.409	611.564
14:11:56 0msec	215.455	5.918	978.545	614.287
14:12:06 0msec	215.913	5.945	984.818	617.029
14:12:16 0msec	215.847	5.945	984.818	619.769
14:12:26 0msec	215.991	5.959	987.955	622.514
14:12:36 0msec	215.821	5.945	984.818	625.25
14:12:46 0msec	215.625	5.932	978.545	627.974
14:12:56 0msec	215.494	5.918	978.545	630.693
14:13:06 0msec	215.73	5.945	981.682	633.424
14:13:16 0msec	217.232	1.623	272.864	634.183
14:13:26 0msec	217.834	0.273	47.045	634.323
14:13:36 0msec	217.847	0.273	47.045	634.461
14:13:46 0msec	218.082	0.273	47.045	634.599
14:13:56 0msec	217.86	0.273	47.045	634.738
14:14:06 0msec	217.468	0.259	47.045	634.876

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
14:14:16 0msec	216.971	0.273	50.182	635.016
14:14:26 0msec	216.788	0.259	50.182	635.158
14:14:36 0msec	216.278	0.259	47.045	635.289
14:14:46 0msec	216.67	0.259	47.045	635.424
14:14:56 0msec	216.827	0.259	47.045	635.561
14:15:06 0msec	216.853	0.259	47.045	635.698
14:15:16 0msec	217.128	0.259	47.045	635.831
14:15:26 0msec	217.049	0.505	81.545	636.061
14:15:36 0msec	214.841	5.141	834.273	638.383
14:15:46 0msec	214.658	6.014	991.091	641.138
14:15:56 0msec	214.606	6	991.091	643.89
14:16:06 0msec	214.619	5.986	984.818	646.633
14:16:16 0msec	214.684	5.986	984.818	649.375
14:16:26 0msec	214.292	5.932	975.409	652.089
14:16:36 0msec	214.619	5.945	978.545	654.815
14:16:46 0msec	216.213	6.027	1003.636	657.606
14:16:56 0msec	216.344	6.027	1003.636	660.397
14:17:06 0msec	216.474	6.027	1003.636	663.188
14:17:16 0msec	216.422	6.027	1000.5	665.973
14:17:26 0msec	216.501	6.014	1003.636	668.761
14:17:36 0msec	216.396	6	997.364	671.541
14:17:46 0msec	216.161	5.986	994.227	674.307
14:17:56 0msec	216.213	5.986	994.227	677.077
14:18:06 0msec	216.226	5.986	994.227	679.844
14:18:16 0msec	215.873	5.959	984.818	682.589
14:18:26 0msec	216.697	6	1000.5	685.369
14:18:36 0msec	216.514	5.986	994.227	688.135
14:18:46 0msec	216.161	5.973	991.091	690.888
14:18:56 0msec	216.278	5.973	991.091	693.646
14:19:06 0msec	216.252	5.959	991.091	696.399
14:19:16 0msec	216.566	5.986	994.227	699.165
14:19:26 0msec	216.684	5.986	994.227	701.934
14:19:36 0msec	216.501	5.973	994.227	704.698
14:19:46 0msec	216.448	5.973	991.091	707.454
14:19:56 0msec	216.383	5.973	991.091	710.208
14:20:06 0msec	216.344	5.959	991.091	712.962
14:20:16 0msec	217.35	6.014	1006.773	715.76
14:20:26 0msec	215.56	5.905	978.545	718.48
14:20:36 0msec	215.024	5.877	966	721.172
14:20:46 0msec	215.168	5.877	969.136	723.873

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
14:20:56 0msec	215.377	5.905	975.409	726.586
14:21:06 0msec	215.56	5.918	978.545	729.307
14:21:16 0msec	215.638	5.918	978.545	732.029
14:21:26 0msec	215.612	5.918	978.545	734.748
14:21:36 0msec	215.534	5.905	975.409	737.462
14:21:46 0msec	215.403	5.905	975.409	740.17
14:21:56 0msec	217.664	0.341	50.182	740.311
14:22:06 0msec	217.507	0.273	47.045	740.444
14:22:16 0msec	217.52	0.273	47.045	740.581
14:22:26 0msec	217.402	0.273	47.045	740.719
14:22:36 0msec	217.285	0.273	47.045	740.856
14:22:46 0msec	216.305	0.259	47.045	740.991
14:22:56 0msec	216.148	0.259	47.045	741.13
14:23:06 0msec	216.082	0.259	47.045	741.259
14:23:16 0msec	216.004	0.259	47.045	741.392
14:23:26 0msec	216.135	0.259	47.045	741.528
14:23:36 0msec	216.069	0.259	47.045	741.662
14:23:46 0msec	216.043	0.259	43.909	741.792
14:23:56 0msec	216.004	0.259	47.045	741.925
14:24:06 0msec	215.703	0.927	147.409	742.34
14:24:16 0msec	213.874	5.455	887.591	744.808
14:24:26 0msec	213.443	5.959	975.409	747.523
14:24:36 0msec	213.09	5.932	966	750.214
14:24:46 0msec	212.92	5.905	962.864	752.89
14:24:56 0msec	212.881	5.877	956.591	755.549
14:25:06 0msec	212.698	5.836	950.318	758.191
14:25:16 0msec	212.802	5.836	947.182	760.83
14:25:26 0msec	212.724	5.823	947.182	763.467
14:25:36 0msec	212.855	5.823	947.182	766.103
14:25:46 0msec	212.841	5.809	947.182	768.74
14:25:56 0msec	212.881	5.809	947.182	771.374
14:26:06 0msec	212.711	5.795	940.909	773.999
14:26:16 0msec	212.815	5.809	944.045	776.63
14:26:26 0msec	212.868	5.809	944.045	779.257
14:26:36 0msec	212.946	5.809	947.182	781.891
14:26:46 0msec	212.933	5.809	947.182	784.475
14:26:56 0msec	213.142	5.823	950.318	787.117
14:27:06 0msec	213.377	5.836	953.455	789.773
14:27:16 0msec	213.56	5.85	953.455	792.431
14:27:26 0msec	213.691	5.864	956.591	795.095

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
14:27:36 0msec	213.678	5.85	956.591	797.753
14:27:46 0msec	213.887	5.864	959.727	800.424
14:27:56 0msec	214.109	5.864	962.864	803.098
14:28:06 0msec	215.089	5.932	978.545	805.816
14:28:16 0msec	214.972	5.918	975.409	808.527
14:28:26 0msec	214.749	5.905	972.273	811.23
14:28:36 0msec	214.527	5.891	966	813.917
14:28:46 0msec	214.279	5.864	962.864	816.595
14:28:56 0msec	214.161	5.864	962.864	819.273
14:29:06 0msec	214.188	5.864	959.727	821.947
14:29:16 0msec	214.188	5.864	962.864	824.632
14:29:26 0msec	213.965	5.85	959.727	827.301
14:29:36 0msec	213.952	5.85	956.591	829.968
14:29:46 0msec	214.018	5.85	959.727	832.636
14:29:56 0msec	214.214	5.864	959.727	835.311
14:30:06 0msec	214.227	5.864	962.864	837.989
14:30:16 0msec	214.253	5.85	959.727	840.661
14:30:26 0msec	214.606	5.864	966	843.349
14:30:36 0msec	213.913	5.836	953.455	846.005
14:30:46 0msec	213.809	5.823	953.455	848.656
14:30:56 0msec	214.488	5.864	962.864	851.334
14:31:06 0msec	215.285	5.905	975.409	854.05
14:31:16 0msec	215.847	5.945	984.818	856.792
14:31:26 0msec	215.821	5.932	984.818	859.53
14:31:36 0msec	215.808	5.932	984.818	862.266
14:31:46 0msec	215.86	5.932	984.818	865.007
14:31:56 0msec	216.736	5.973	994.227	867.777
14:32:06 0msec	217.076	5.986	1000.5	870.562
14:32:16 0msec	217.245	5.986	1000.5	873.35
14:32:26 0msec	217.128	5.973	1000.5	876.133
14:32:36 0msec	217.063	5.986	1000.5	878.916
14:32:46 0msec	217.128	5.986	1000.5	881.701
14:32:56 0msec	217.115	5.986	1000.5	884.483
14:33:06 0msec	217.128	5.986	1000.5	887.266
14:33:16 0msec	217.102	5.986	1000.5	890.047
14:33:26 0msec	217.141	5.986	1000.5	892.83
14:33:36 0msec	217.089	5.986	1000.5	895.611
14:33:46 0msec	216.866	5.973	997.364	898.385
14:33:56 0msec	216.932	5.973	997.364	901.162
14:34:06 0msec	216.88	5.973	997.364	903.94

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
14:34:16 0msec	216.71	5.959	994.227	906.707
14:34:26 0msec	216.893	5.973	997.364	909.425
14:34:36 0msec	216.736	5.959	994.227	912.194
14:34:46 0msec	216.527	5.945	991.091	914.954
14:34:56 0msec	216.448	5.945	991.091	917.71
14:35:06 0msec	216.135	5.918	984.818	920.451
14:35:16 0msec	215.207	5.85	966	923.144
14:35:26 0msec	214.566	5.836	959.727	925.812
14:35:36 0msec	214.292	5.795	953.455	928.462
14:35:46 0msec	215.952	5.918	981.682	931.193
14:35:56 0msec	215.847	5.905	978.545	933.913
14:36:06 0msec	215.913	5.891	978.545	936.638
14:36:16 0msec	216.148	5.932	984.818	939.376
14:36:26 0msec	215.73	5.891	975.409	942.093
14:36:36 0msec	215.743	5.891	975.409	944.806
14:36:46 0msec	216.148	5.918	984.818	947.542
14:36:56 0msec	216.069	5.918	981.682	950.272
14:37:06 0msec	215.952	5.918	978.545	952.999
14:37:16 0msec	215.926	5.905	981.682	955.73
14:37:26 0msec	215.377	5.877	972.273	958.436
14:37:36 0msec	215.311	5.877	972.273	961.141
14:37:46 0msec	215.377	5.877	972.273	963.845
14:37:56 0msec	215.586	5.905	975.409	966.56
14:38:06 0msec	215.403	5.891	972.273	969.269
14:38:16 0msec	215.128	5.877	969.136	971.966
14:38:26 0msec	215.233	5.877	972.273	974.666
14:38:36 0msec	215.311	5.877	972.273	977.37
14:38:46 0msec	215.39	5.877	972.273	980.074
14:38:56 0msec	215.298	5.877	972.273	982.776
14:39:06 0msec	215.233	5.877	972.273	985.474
14:39:16 0msec	214.828	5.85	966	988.157
14:39:26 0msec	215.115	5.864	969.136	990.849
14:39:36 0msec	214.88	5.85	966	993.535
14:39:46 0msec	214.815	5.85	966	996.218
14:39:56 0msec	214.906	5.85	966	998.904
14:40:06 0msec	214.893	5.85	966	1001.59
14:40:16 0msec	214.841	5.85	962.864	1004.272
14:40:26 0msec	214.906	5.85	966	1006.961
14:40:36 0msec	214.906	5.85	966	1009.649
14:40:46 0msec	214.71	5.823	959.727	1012.324

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
14:40:56 0msec	214.723	5.836	962.864	1014.999
14:41:06 0msec	214.632	5.836	959.727	1017.673
14:41:16 0msec	214.37	5.809	956.591	1020.284
14:41:26 0msec	214.397	5.823	956.591	1022.948
14:41:36 0msec	214.318	5.823	956.591	1025.611
14:41:46 0msec	214.305	5.809	956.591	1028.275
14:41:56 0msec	214.423	5.823	956.591	1030.941
14:42:06 0msec	214.593	5.836	959.727	1033.615
14:42:16 0msec	214.54	5.823	962.864	1036.291
14:42:26 0msec	214.658	5.836	959.727	1038.964
14:42:36 0msec	214.867	5.85	966	1041.65
14:42:46 0msec	214.985	5.864	966	1044.341
14:42:56 0msec	215.128	5.864	969.136	1047.037
14:43:06 0msec	215.076	5.864	966	1049.727
14:43:16 0msec	215.194	5.864	969.136	1052.427
14:43:26 0msec	215.155	5.864	966	1055.119
14:43:36 0msec	215.128	5.864	966	1057.809
14:43:46 0msec	215.86	5.891	978.545	1060.53
14:43:56 0msec	216.278	5.918	984.818	1063.27
14:44:06 0msec	216.566	5.932	987.955	1066.018
14:44:16 0msec	216.919	5.945	994.227	1068.784
14:44:26 0msec	217.363	4.745	787.227	1070.971
14:44:36 0msec	219.271	0.327	50.182	1071.113
14:44:46 0msec	219.245	0.327	50.182	1071.256
14:44:56 0msec	219.114	0.341	50.182	1071.399
14:45:06 0msec	219.088	0.341	50.182	1071.541
14:45:16 0msec	219.01	0.327	50.182	1071.681
14:45:26 0msec	219.049	0.314	47.045	1071.817
14:45:36 0msec	219.049	0.327	47.045	1071.95
14:45:46 0msec	219.101	0.314	47.045	1072.087
14:45:56 0msec	219.075	0.314	47.045	1072.227
14:46:06 0msec	219.219	0.327	50.182	1072.369
14:46:16 0msec	219.232	0.314	47.045	1072.508
14:46:26 0msec	218.709	0.314	47.045	1072.645
14:46:36 0msec	218.487	0.3	47.045	1072.782
14:46:46 0msec	218.435	0.3	47.045	1072.917
14:46:56 0msec	217.69	1.991	319.909	1073.805
14:47:06 0msec	215.886	5.891	975.409	1076.514
14:47:16 0msec	215.664	6.068	1009.909	1079.318
14:47:26 0msec	215.703	6.041	1003.636	1082.113



Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
14:47:36 0msec	215.769	6	1000.5	1084.893
14:47:46 0msec	216.004	6	1000.5	1087.676
14:47:56 0msec	215.886	5.986	994.227	1090.448
14:48:06 0msec	215.834	5.973	991.091	1093.208
14:48:16 0msec	215.821	5.959	991.091	1095.967
14:48:26 0msec	215.926	5.945	987.955	1098.72
14:48:36 0msec	216.069	5.945	991.091	1101.422
14:48:46 0msec	216.095	5.945	991.091	1104.176
14:48:56 0msec	216.2	5.945	987.955	1106.927
14:49:06 0msec	216.213	5.945	987.955	1109.679
14:49:16 0msec	216.54	5.959	994.227	1112.446
14:49:26 0msec	216.383	5.945	991.091	1115.199
14:49:36 0msec	216.095	5.918	981.682	1117.932
14:49:46 0msec	215.716	5.918	981.682	1120.662
14:49:56 0msec	215.795	5.918	981.682	1123.39
14:50:06 0msec	215.913	5.918	981.682	1126.123
14:50:16 0msec	215.834	5.918	981.682	1128.904
14:50:26 0msec	215.782	5.905	981.682	1131.632
14:50:36 0msec	215.965	5.918	981.682	1134.31
14:50:46 0msec	215.821	5.905	978.545	1137.037
14:50:56 0msec	215.782	5.905	978.545	1139.76
14:51:06 0msec	215.913	5.918	981.682	1142.494
14:51:16 0msec	215.978	5.918	981.682	1145.231
14:51:26 0msec	215.926	5.918	981.682	1147.962
14:51:36 0msec	216.095	5.918	984.818	1150.701
14:51:46 0msec	216.958	5.973	997.364	1153.479
14:51:56 0msec	216.984	5.973	997.364	1156.254
14:52:06 0msec	216.997	5.973	997.364	1159.027
14:52:16 0msec	217.076	5.973	997.364	1161.803
14:52:26 0msec	216.88	5.959	994.227	1164.571
14:52:36 0msec	217.049	5.973	997.364	1167.348
14:52:46 0msec	216.958	5.959	997.364	1170.121
14:52:56 0msec	216.827	5.945	994.227	1172.886
14:53:06 0msec	218.016	3.314	542.591	1174.4
14:53:16 0msec	219.454	0.327	50.182	1174.543
14:53:26 0msec	219.349	0.314	50.182	1174.685
14:53:36 0msec	219.402	0.314	50.182	1174.831
14:53:46 0msec	219.493	0.314	50.182	1174.974
14:53:56 0msec	219.493	0.314	50.182	1175.114
14:54:06 0msec	219.363	0.314	47.045	1175.252

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
14:54:16 0msec	218.761	0.3	47.045	1175.391
14:54:26 0msec	218.239	0.3	47.045	1175.528
14:54:36 0msec	218.369	0.314	47.045	1175.665
14:54:46 0msec	219.65	0.314	50.182	1175.804
14:54:56 0msec	220.094	0.327	50.182	1175.944
14:55:06 0msec	220.199	0.327	50.182	1176.088
14:55:16 0msec	220.264	0.314	47.045	1176.225
14:55:26 0msec	220.539	0.327	50.182	1176.365
14:55:36 0msec	220.499	0.327	50.182	1176.506
14:55:46 0msec	219.559	2.414	392.045	1177.599
14:55:56 0msec	218.252	6.095	1025.591	1180.449
14:56:06 0msec	218.474	6.232	1050.682	1183.376
14:56:16 0msec	218.435	6.205	1044.409	1186.283
14:56:26 0msec	218.343	6.177	1041.273	1189.176
14:56:36 0msec	218.487	6.177	1041.273	1192.07
14:56:46 0msec	218.356	6.136	1035	1194.951
14:56:56 0msec	218.369	6.123	1031.864	1197.82
14:57:06 0msec	218.422	6.109	1028.727	1200.687
14:57:16 0msec	218.422	6.109	1028.727	1203.552
14:57:26 0msec	218.226	6.082	1022.455	1206.398
14:57:36 0msec	218.252	6.082	1022.455	1209.24
14:57:46 0msec	216.488	5.945	987.955	1211.993
14:57:56 0msec	216.278	5.918	981.682	1214.73
14:58:06 0msec	216.409	5.918	984.818	1217.475
14:58:16 0msec	216.67	5.932	987.955	1220.227
14:58:26 0msec	216.958	5.959	994.227	1222.989
14:58:36 0msec	217.219	5.973	997.364	1225.76
14:58:46 0msec	217.232	5.973	997.364	1228.531
14:58:56 0msec	217.259	5.973	997.364	1231.302
14:59:06 0msec	217.428	5.986	1000.5	1234.079
14:59:16 0msec	217.507	5.986	1000.5	1236.861
14:59:26 0msec	217.259	5.959	994.227	1239.628
14:59:36 0msec	218.003	6	1006.773	1242.426
14:59:46 0msec	218.409	6.014	1013.045	1245.238
14:59:56 0msec	218.526	6.027	1013.045	1248.052
15:00:06 0msec	218.422	6.014	1009.909	1250.866
15:00:16 0msec	218.252	6.014	1009.909	1253.672
15:00:26 0msec	218.082	6	1006.773	1256.476
15:00:36 0msec	218.317	6.014	1009.909	1259.287
15:00:46 0msec	218.278	6.014	1006.773	1262.095

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
15:00:56 0msec	218.487	6.027	1013.045	1264.914
15:01:06 0msec	218.199	6.014	1006.773	1267.717
15:01:16 0msec	219.323	3.245	542.591	1269.226
15:01:26 0msec	220.591	0.327	53.318	1269.374
15:01:36 0msec	220.552	0.327	50.182	1269.517
15:01:46 0msec	219.938	0.327	50.182	1269.656
15:01:56 0msec	219.911	0.314	50.182	1269.799
15:02:06 0msec	219.101	0.314	50.182	1269.937
15:02:16 0msec	218.827	0.3	50.182	1270.076
15:02:26 0msec	219.036	0.314	50.182	1270.217
15:02:36 0msec	219.232	0.314	50.182	1270.357
15:02:46 0msec	219.585	0.314	50.182	1270.497
15:02:56 0msec	219.624	0.314	50.182	1270.637
15:03:06 0msec	219.01	0.314	47.045	1270.772
15:03:16 0msec	219.323	0.314	50.182	1270.911
15:03:26 0msec	218.853	0.314	50.182	1271.051
15:03:36 0msec	218.709	0.314	50.182	1271.19
15:03:46 0msec	218.735	0.314	47.045	1271.328
15:03:56 0msec	218.801	0.327	50.182	1271.473
15:04:06 0msec	216.906	4.555	743.318	1273.543
15:04:16 0msec	216.278	6.095	1013.045	1276.366
15:04:26 0msec	216.252	6.109	1016.182	1279.194
15:04:36 0msec	216.2	6.095	1013.045	1282.01
15:04:46 0msec	216.226	6.055	1006.773	1284.811
15:04:56 0msec	216.174	6.055	1003.636	1287.604
15:05:06 0msec	216.148	6.027	1000.5	1290.388
15:05:16 0msec	216.318	6.014	1000.5	1293.173
15:05:26 0msec	216.148	5.986	994.227	1295.938
15:05:36 0msec	216.409	6	997.364	1298.716
15:05:46 0msec	216.305	5.986	994.227	1301.484
15:05:56 0msec	216.514	6	997.364	1304.258
15:06:06 0msec	216.566	5.986	997.364	1307.033
15:06:16 0msec	216.592	6	997.364	1309.807
15:06:26 0msec	216.527	5.986	994.227	1312.575
15:06:36 0msec	216.213	5.973	987.955	1315.328
15:06:46 0msec	216.239	5.973	987.955	1318.08
15:06:56 0msec	216.213	5.959	991.091	1320.834
15:07:06 0msec	217.611	2.4	395.182	1321.938
15:07:16 0msec	218.33	0.259	34.5	1322.035
15:07:26 0msec	218.356	0.245	34.5	1322.134

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
15:07:36 0msec	218.199	0.259	34.5	1322.236
15:07:46 0msec	217.99	0.259	34.5	1322.334
15:07:56 0msec	217.938	0.259	37.636	1322.437
15:08:06 0msec	218.879	0.259	34.5	1322.539
15:08:16 0msec	219.559	0.259	34.5	1322.641
15:08:26 0msec	220.173	0.286	34.5	1322.744
15:08:36 0msec	220.238	0.245	34.5	1322.847
15:08:46 0msec	221.218	0.273	34.5	1322.945
15:08:56 0msec	221.231	0.273	34.5	1323.041
15:09:06 0msec	221.244	0.273	34.5	1323.138
15:09:16 0msec	221.375	0.273	34.5	1323.241
15:09:26 0msec	221.401	0.273	34.5	1323.344
15:09:36 0msec	221.845	0.273	34.5	1323.447
15:09:46 0msec	221.885	0.286	34.5	1323.546
15:09:56 0msec	221.78	0.273	34.5	1323.646
15:10:06 0msec	220.094	3.695	611.591	1325.345
15:10:16 0msec	219.062	6.259	1056.955	1328.229
15:10:26 0msec	218.984	6.218	1047.545	1331.149
15:10:36 0msec	219.01	6.205	1044.409	1334.057
15:10:46 0msec	218.957	6.191	1041.273	1336.957
15:10:56 0msec	219.036	6.191	1044.409	1339.861
15:11:06 0msec	219.245	6.205	1047.545	1342.775
15:11:16 0msec	218.03	6.109	1025.591	1345.632
15:11:26 0msec	217.298	3.614	592.773	1347.286
15:11:36 0msec	218.944	0.259	34.5	1347.39
15:11:46 0msec	219.14	0.259	34.5	1347.491
15:11:56 0msec	219.323	0.259	37.636	1347.596
15:12:06 0msec	219.585	0.245	34.5	1347.699
15:12:16 0msec	219.768	0.245	34.5	1347.797
15:12:26 0msec	219.977	0.245	34.5	1347.898
15:12:36 0msec	220.068	0.259	34.5	1347.998
15:12:46 0msec	220.107	0.259	34.5	1348.099
15:12:56 0msec	219.99	0.259	34.5	1348.201
15:13:06 0msec	219.964	0.259	34.5	1348.303
15:13:16 0msec	219.82	0.259	34.5	1348.404
15:13:26 0msec	219.676	0.245	34.5	1348.503
15:13:36 0msec	219.454	0.259	34.5	1348.6
15:13:46 0msec	219.585	0.259	34.5	1348.697
15:13:56 0msec	219.467	0.245	34.5	1348.796
15:14:06 0msec	219.18	0.245	34.5	1348.9

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
15:14:16 0msec	218.644	0.259	34.5	1349.001
15:14:26 0msec	218.552	0.259	34.5	1349.104
15:14:36 0msec	218.552	0.259	34.5	1349.207
15:14:46 0msec	218.565	0.245	34.5	1349.309
15:14:56 0msec	218.578	0.245	34.5	1349.407
15:15:06 0msec	218.565	0.245	34.5	1349.505
15:15:16 0msec	218.657	0.259	34.5	1349.601
15:15:26 0msec	218.657	0.245	34.5	1349.7
15:15:36 0msec	218.722	0.259	34.5	1349.803
15:15:46 0msec	218.788	0.245	34.5	1349.906
15:15:56 0msec	218.814	0.245	34.5	1350.003
15:16:06 0msec	218.801	0.245	34.5	1350.101
15:16:16 0msec	218.748	0.245	34.5	1350.2
15:16:26 0msec	218.84	0.245	34.5	1350.3
15:16:36 0msec	218.84	0.245	34.5	1350.401
15:16:46 0msec	218.761	0.259	34.5	1350.505
15:16:56 0msec	218.722	0.259	37.636	1350.61
15:17:06 0msec	219.258	0.259	34.5	1350.713
15:17:16 0msec	219.794	0.259	34.5	1350.814
15:17:26 0msec	219.741	0.259	34.5	1350.918
15:17:36 0msec	219.807	0.245	34.5	1351.015
15:17:46 0msec	219.859	0.245	34.5	1351.111
15:17:56 0msec	219.911	0.259	34.5	1351.208
15:18:06 0msec	219.872	0.259	34.5	1351.31
15:18:16 0msec	219.885	0.245	34.5	1351.409
15:18:26 0msec	219.846	0.259	34.5	1351.512
15:18:36 0msec	219.977	0.259	37.636	1351.618
15:18:46 0msec	219.833	0.259	34.5	1351.719
15:18:56 0msec	219.885	0.259	34.5	1351.819
15:19:06 0msec	219.807	0.245	34.5	1351.921
15:19:16 0msec	219.885	0.259	37.636	1352.025
15:19:26 0msec	219.859	0.245	34.5	1352.124
15:19:36 0msec	219.755	0.245	34.5	1352.22
15:19:46 0msec	218.618	0.232	34.5	1352.318
15:19:56 0msec	156.661	0.177	21.955	1352.387
15:20:06 0msec	0.091	0	0	1352.387
15:20:16 0msec	12.676	0.368	3.136	1352.395
15:20:26 0msec	218.278	0.423	69	1352.591
15:20:36 0msec	217.481	2.209	376.364	1353.637
15:20:46 0msec	216.762	5.223	868.773	1356.057

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
15:20:56 0msec	216.54	6.164	1025.591	1358.915
15:21:06 0msec	216.657	6.941	1151.045	1362.113
15:21:16 0msec	216.932	6.914	1147.909	1365.305
15:21:26 0msec	217.01	6.886	1144.773	1368.484
15:21:36 0msec	216.566	6.832	1132.227	1371.632
15:21:46 0msec	216.631	6.832	1132.227	1374.78
15:21:56 0msec	216.723	6.832	1132.227	1377.927
15:22:06 0msec	216.67	6.818	1129.091	1381.067
15:22:16 0msec	216.409	6.791	1122.818	1384.191
15:22:26 0msec	216.527	6.791	1122.818	1387.314
15:22:36 0msec	216.461	6.777	1119.682	1390.428
15:22:46 0msec	216.305	6.764	1113.409	1393.531
15:22:56 0msec	216.318	6.75	1113.409	1396.63
15:23:06 0msec	216.331	6.736	1113.409	1399.727
15:23:16 0msec	217.154	6.805	1125.955	1402.862
15:23:26 0msec	218.069	6.845	1141.636	1406.038
15:23:36 0msec	218.147	6.845	1141.636	1409.214
15:23:46 0msec	218.082	6.832	1141.636	1412.386
15:23:56 0msec	218.239	6.845	1141.636	1415.56
15:24:06 0msec	218.121	6.832	1138.5	1418.728
15:24:16 0msec	218.095	6.832	1138.5	1421.893
15:24:26 0msec	218.317	6.832	1141.636	1425.068
15:24:36 0msec	218.369	6.845	1141.636	1428.246
15:24:46 0msec	218.265	6.845	1141.636	1431.421
15:24:56 0msec	218.382	6.845	1141.636	1434.598
15:25:06 0msec	218.539	6.859	1144.773	1437.783
15:25:16 0msec	218.539	6.845	1144.773	1440.904
15:25:26 0msec	218.748	6.859	1147.909	1444.097
15:25:36 0msec	219.258	6.832	1147.909	1447.286
15:25:46 0msec	219.859	6.395	1078.909	1450.284
15:25:56 0msec	219.924	6.327	1066.364	1453.253
15:26:06 0msec	219.977	6.327	1069.5	1456.224
15:26:16 0msec	219.807	6.314	1066.364	1459.192
15:26:26 0msec	219.193	6.286	1056.955	1462.137
15:26:36 0msec	219.14	6.286	1056.955	1465.077
15:26:46 0msec	219.245	6.286	1060.091	1468.024
15:26:56 0msec	219.232	6.3	1056.955	1470.97
15:27:06 0msec	219.258	6.3	1060.091	1473.919
15:27:16 0msec	219.363	6.3	1060.091	1476.871
15:27:26 0msec	219.532	6.314	1063.227	1479.83

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
15:27:36 0msec	219.532	6.314	1063.227	1482.789
15:27:46 0msec	219.611	6.314	1063.227	1485.751
15:27:56 0msec	219.676	6.314	1063.227	1488.713
15:28:06 0msec	218.827	6.259	1050.682	1491.637
15:28:16 0msec	218.448	6.245	1044.409	1494.545
15:28:26 0msec	218.448	6.245	1044.409	1497.453
15:28:36 0msec	218.291	6.232	1044.409	1500.356
15:28:46 0msec	218.317	6.232	1044.409	1503.262
15:28:56 0msec	218.631	6.259	1047.545	1506.18
15:29:06 0msec	218.644	6.245	1047.545	1509.099
15:29:16 0msec	218.618	6.245	1047.545	1512.013
15:29:26 0msec	218.709	6.259	1050.682	1514.939
15:29:36 0msec	218.722	6.259	1050.682	1517.865
15:29:46 0msec	218.774	6.259	1050.682	1520.792
15:29:56 0msec	218.591	6.245	1047.545	1523.708
15:30:06 0msec	218.539	6.232	1044.409	1526.618
15:30:16 0msec	218.578	6.232	1047.545	1529.528
15:30:26 0msec	218.866	6.259	1053.818	1532.455
15:30:36 0msec	218.801	6.245	1050.682	1535.379
15:30:46 0msec	218.722	6.245	1050.682	1538.3
15:30:56 0msec	218.761	6.245	1050.682	1541.22
15:31:06 0msec	218.801	6.245	1050.682	1544.141
15:31:16 0msec	218.683	6.232	1047.545	1547.059
15:31:26 0msec	218.513	6.232	1044.409	1549.967
15:31:36 0msec	218.931	5.045	846.818	1552.324
15:31:46 0msec	221.035	0.327	50.182	1552.47
15:31:56 0msec	220.957	0.327	50.182	1552.612
15:32:06 0msec	221.048	0.327	50.182	1552.754
15:32:16 0msec	220.996	0.327	50.182	1552.895
15:32:26 0msec	221.035	0.327	50.182	1553.037
15:32:36 0msec	221.061	0.327	50.182	1553.178
15:32:46 0msec	221.153	0.327	47.045	1553.316
15:32:56 0msec	221.166	0.327	47.045	1553.454
15:33:06 0msec	221.48	0.327	47.045	1553.593
15:33:16 0msec	221.702	0.327	47.045	1553.732
15:33:26 0msec	221.676	0.327	47.045	1553.866
15:33:36 0msec	222.656	0.327	50.182	1554.008
15:33:46 0msec	222.773	0.327	50.182	1554.154
15:33:56 0msec	223.009	0.341	50.182	1554.301
15:34:06 0msec	222.956	0.327	50.182	1554.441

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
15:34:16 0msec	221.872	2.509	410.864	1555.585
15:34:26 0msec	220.173	6.45	1091.455	1558.624
15:34:36 0msec	220.107	6.573	1116.545	1561.729
15:34:46 0msec	220.081	6.573	1110.273	1564.823
15:34:56 0msec	220.081	6.545	1107.136	1567.901
15:35:06 0msec	220.147	6.491	1100.864	1570.963
15:35:16 0msec	220.303	6.464	1097.727	1574.016
15:35:26 0msec	220.316	6.45	1094.591	1577.061
15:35:36 0msec	220.434	6.45	1091.455	1580.098
15:35:46 0msec	220.316	6.423	1085.182	1583.12
15:35:56 0msec	220.33	6.423	1085.182	1586.143
15:36:06 0msec	219.349	6.368	1072.636	1589.129
15:36:16 0msec	218.748	6.341	1066.364	1592.092
15:36:26 0msec	218.644	6.327	1060.091	1595.044
15:36:36 0msec	218.853	6.341	1063.227	1598.003
15:36:46 0msec	218.866	6.327	1063.227	1600.964
15:36:56 0msec	218.748	6.327	1060.091	1603.914
15:37:06 0msec	218.748	6.327	1060.091	1606.863
15:37:16 0msec	219.114	6.341	1066.364	1609.83
15:37:26 0msec	219.14	6.341	1069.5	1612.8
15:37:36 0msec	219.271	6.341	1069.5	1615.776
15:37:46 0msec	218.997	6.327	1066.364	1618.737
15:37:56 0msec	219.193	6.341	1069.5	1621.708
15:38:06 0msec	219.036	6.327	1066.364	1624.671
15:38:16 0msec	219.114	6.341	1066.364	1627.636
15:38:26 0msec	218.931	6.327	1063.227	1630.594
15:38:36 0msec	218.526	6.3	1056.955	1633.535
15:38:46 0msec	218.317	6.3	1053.818	1636.468
15:38:56 0msec	218.291	6.3	1053.818	1639.401
15:39:06 0msec	218.605	6.314	1056.955	1642.345
15:39:16 0msec	218.761	6.327	1060.091	1645.298
15:39:26 0msec	218.683	6.355	1066.364	1648.263
15:39:36 0msec	218.657	6.355	1066.364	1651.233
15:39:46 0msec	218.709	6.355	1066.364	1654.201
15:39:56 0msec	218.853	6.355	1069.5	1657.173
15:40:06 0msec	218.944	6.368	1069.5	1660.147
15:40:16 0msec	219.088	6.368	1072.636	1663.126
15:40:26 0msec	219.127	6.368	1072.636	1666.109
15:40:36 0msec	219.049	6.368	1069.5	1669.085
15:40:46 0msec	218.997	6.355	1069.5	1672.054



Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
15:40:56 0msec	219.101	6.368	1069.5	1675.032
15:41:06 0msec	219.232	6.382	1072.636	1678.016
15:41:16 0msec	220.016	6.423	1085.182	1681.034
15:41:26 0msec	220.016	6.423	1085.182	1684.051
15:41:36 0msec	220.003	6.409	1082.045	1687.067
15:41:46 0msec	219.872	6.409	1082.045	1690.076
15:41:56 0msec	219.99	6.409	1082.045	1693.089
15:42:06 0msec	220.042	6.409	1082.045	1696.099
15:42:16 0msec	220.186	6.423	1085.182	1699.118
15:42:26 0msec	220.251	6.423	1085.182	1702.136
15:42:36 0msec	220.225	6.423	1085.182	1705.156
15:42:46 0msec	220.356	6.423	1085.182	1708.177
15:42:56 0msec	220.369	6.423	1085.182	1711.196
15:43:06 0msec	220.382	6.423	1088.318	1714.219
15:43:16 0msec	220.33	6.423	1085.182	1717.238
15:43:26 0msec	220.277	6.409	1085.182	1720.255
15:43:36 0msec	219.938	6.409	1082.045	1723.261
15:43:46 0msec	219.18	6.355	1069.5	1726.234
15:43:56 0msec	219.101	6.355	1066.364	1729.206
15:44:06 0msec	219.075	6.355	1066.364	1732.177
15:44:16 0msec	219.036	6.341	1066.364	1735.145
15:44:26 0msec	218.997	6.341	1063.227	1738.109
15:44:36 0msec	218.722	6.327	1060.091	1741.059
15:44:46 0msec	219.049	6.341	1066.364	1744.021
15:44:56 0msec	219.363	6.341	1069.5	1746.997
15:45:06 0msec	219.728	6.355	1075.773	1749.986
15:45:16 0msec	219.898	6.368	1075.773	1752.98
15:45:26 0msec	219.898	6.368	1075.773	1755.972
15:45:36 0msec	219.964	6.382	1078.909	1758.973
15:45:46 0msec	221.689	2.509	423.409	1760.147
15:45:56 0msec	222.708	0.341	50.182	1760.293
15:46:06 0msec	222.708	0.341	50.182	1760.437
15:46:16 0msec	222.551	0.341	50.182	1760.576
15:46:26 0msec	222.538	0.341	50.182	1760.72
15:46:36 0msec	222.407	0.327	50.182	1760.863
15:46:46 0msec	222.538	0.327	47.045	1761.002
15:46:56 0msec	222.447	0.327	50.182	1761.147
15:47:06 0msec	222.839	0.327	50.182	1761.293
15:47:16 0msec	223.989	0.341	50.182	1761.437
15:47:26 0msec	224.067	0.341	50.182	1761.578

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
15:47:36 0msec	224.08	0.341	50.182	1761.72
15:47:46 0msec	224.132	0.341	50.182	1761.861
15:47:56 0msec	224.159	0.341	50.182	1762.002
15:48:06 0msec	223.923	0.341	50.182	1762.143
15:48:16 0msec	223.819	0.341	50.182	1762.287
15:48:26 0msec	222.277	4.309	721.364	1764.297
15:48:36 0msec	221.349	6.559	1119.682	1767.409
15:48:46 0msec	221.205	6.559	1116.545	1770.516
15:48:56 0msec	221.401	6.491	1107.136	1773.598
15:49:06 0msec	222.198	6.532	1116.545	1776.706
15:49:16 0msec	222.133	6.518	1113.409	1779.742
15:49:26 0msec	221.976	6.491	1110.273	1782.831
15:49:36 0msec	222.002	6.477	1107.136	1785.91
15:49:46 0msec	221.963	6.464	1104	1788.98
15:49:56 0msec	222.002	6.45	1100.864	1792.047
15:50:06 0msec	222.002	6.45	1100.864	1795.111
15:50:16 0msec	222.159	6.45	1100.864	1798.174
15:50:26 0msec	221.754	6.436	1094.591	1801.22
15:50:36 0msec	221.793	6.436	1094.591	1804.266
15:50:46 0msec	221.663	6.409	1091.455	1807.301
15:50:56 0msec	221.806	6.423	1094.591	1810.344
15:51:06 0msec	221.832	6.423	1091.455	1813.38
15:51:16 0msec	221.885	6.409	1091.455	1816.414
15:51:26 0msec	221.649	6.395	1088.318	1819.436
15:51:36 0msec	220.761	6.341	1075.773	1822.426
15:51:46 0msec	220.813	6.341	1075.773	1825.421
15:51:56 0msec	220.865	6.341	1075.773	1828.414
15:52:06 0msec	221.035	6.355	1075.773	1831.411
15:52:16 0msec	221.009	6.341	1078.909	1834.412
15:52:26 0msec	221.087	6.341	1078.909	1837.409
15:52:36 0msec	221.153	6.341	1078.909	1840.409
15:52:46 0msec	221.244	6.355	1082.045	1843.415
15:52:56 0msec	222.956	2.577	426.545	1844.606
15:53:06 0msec	224.172	0.341	53.318	1844.753
15:53:16 0msec	224.041	0.341	50.182	1844.899
15:53:26 0msec	224.132	0.341	53.318	1845.045
15:53:36 0msec	224.08	0.341	50.182	1845.191
15:53:46 0msec	224.237	0.341	50.182	1845.337
15:53:56 0msec	224.407	0.341	50.182	1845.475
15:54:06 0msec	224.564	0.341	50.182	1845.615

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
15:54:16 0msec	224.368	0.341	50.182	1845.76
15:54:26 0msec	224.498	0.341	50.182	1845.905
15:54:36 0msec	224.302	0.341	50.182	1846.051
15:54:46 0msec	224.433	0.341	50.182	1846.193
15:54:56 0msec	224.446	0.341	50.182	1846.336
15:55:06 0msec	225.518	0.341	50.182	1846.481
15:55:16 0msec	225.583	0.341	50.182	1846.622
15:55:26 0msec	225.518	0.341	50.182	1846.765
15:55:36 0msec	225.596	0.341	53.318	1846.913
15:55:46 0msec	224.851	2.414	401.455	1848.027
15:55:56 0msec	223.074	6.559	1125.955	1851.159
15:56:06 0msec	222.995	6.682	1151.045	1854.354
15:56:16 0msec	223.335	6.682	1147.909	1857.55
15:56:26 0msec	223.544	6.668	1147.909	1860.74
15:56:36 0msec	223.414	6.641	1141.636	1863.916
15:56:46 0msec	223.309	6.586	1132.227	1867.068
15:56:56 0msec	223.309	6.573	1129.091	1870.213
15:57:06 0msec	223.57	6.573	1132.227	1873.36
15:57:16 0msec	223.453	6.559	1125.955	1876.494
15:57:26 0msec	223.427	6.545	1122.818	1879.62
15:57:36 0msec	222.525	6.491	1110.273	1882.706
15:57:46 0msec	222.63	6.477	1110.273	1885.79
15:57:56 0msec	222.786	6.491	1110.273	1888.874
15:58:06 0msec	222.799	6.477	1110.273	1891.96
15:58:16 0msec	222.891	6.477	1110.273	1895.044
15:58:26 0msec	223.178	6.491	1113.409	1898.141
15:58:36 0msec	222.786	6.464	1107.136	1901.216
15:58:46 0msec	223.205	6.464	1107.136	1904.294
15:58:56 0msec	222.891	6.436	1100.864	1907.352
15:59:06 0msec	221.375	6.368	1078.909	1910.354
15:59:16 0msec	220.081	6.3	1063.227	1913.307
15:59:26 0msec	220.055	6.3	1063.227	1916.261
15:59:36 0msec	220.147	6.3	1063.227	1919.219
15:59:46 0msec	220.225	6.314	1063.227	1922.179
15:59:56 0msec	220.186	6.3	1063.227	1925.137
16:00:06 0msec	222.329	1.268	207	1925.718
16:00:16 0msec	222.708	0.341	50.182	1925.859
16:00:26 0msec	222.682	0.341	50.182	1926
16:00:36 0msec	222.656	0.341	50.182	1926.14
16:00:46 0msec	222.669	0.341	50.182	1926.278

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
16:00:56 0msec	223.806	0.341	50.182	1926.42
16:01:06 0msec	225.282	0.341	50.182	1926.562
16:01:16 0msec	225.413	0.341	50.182	1926.703
16:01:26 0msec	225.243	0.341	50.182	1926.844
16:01:36 0msec	225.086	0.341	50.182	1926.988
16:01:46 0msec	225.021	0.341	50.182	1927.136
16:01:56 0msec	225.113	0.341	50.182	1927.281
16:02:06 0msec	225.204	0.341	50.182	1927.427
16:02:16 0msec	225.74	0.341	50.182	1927.573
16:02:26 0msec	225.322	0.341	53.318	1927.725
16:02:36 0msec	225.387	0.341	50.182	1927.869
16:02:46 0msec	225.544	0.341	53.318	1928.018
16:02:56 0msec	225.452	0.655	103.5	1928.308
16:03:06 0msec	223.453	5.918	1009.909	1931.114
16:03:16 0msec	223.309	6.709	1154.182	1934.319
16:03:26 0msec	223.44	6.709	1154.182	1937.523
16:03:36 0msec	223.544	6.682	1147.909	1940.713
16:03:46 0msec	223.597	6.627	1138.5	1943.881
16:03:56 0msec	223.401	6.586	1132.227	1947.026
16:04:06 0msec	223.557	6.573	1132.227	1950.171
16:04:16 0msec	223.492	6.559	1125.955	1953.309
16:04:26 0msec	223.361	6.545	1122.818	1956.432
16:04:36 0msec	223.401	6.559	1125.955	1959.568
16:04:46 0msec	222.656	6.518	1113.409	1962.663
16:04:56 0msec	222.904	6.518	1113.409	1965.761
16:05:06 0msec	223.087	6.532	1116.545	1968.861
16:05:16 0msec	222.982	6.505	1113.409	1971.955
16:05:26 0msec	223.074	6.505	1113.409	1975.05
16:05:36 0msec	223.178	6.491	1113.409	1978.142
16:05:46 0msec	222.917	6.477	1110.273	1981.224
16:05:56 0msec	223.113	6.491	1110.273	1984.311
16:06:06 0msec	223.126	6.477	1110.273	1987.398
16:06:16 0msec	223.178	6.491	1110.273	1990.485
16:06:26 0msec	222.995	6.464	1107.136	1993.567
16:06:36 0msec	223.087	6.477	1110.273	1996.651
16:06:46 0msec	223.061	6.477	1110.273	1999.734
16:06:56 0msec	222.721	6.464	1104	2002.799
16:07:06 0msec	224.028	3.027	514.364	2004.234
16:07:16 0msec	225.269	0.327	56.455	2004.393
16:07:26 0msec	225.295	0.327	53.318	2004.547

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
16:07:36 0msec	225.152	0.327	50.182	2004.694
16:07:46 0msec	224.969	0.327	53.318	2004.842
16:07:56 0msec	225.034	0.341	53.318	2004.991
16:08:06 0msec	224.93	0.327	50.182	2005.135
16:08:16 0msec	225.648	0.327	50.182	2005.281
16:08:26 0msec	225.335	0.327	50.182	2005.429
16:08:36 0msec	225.609	0.341	53.318	2005.581
16:08:46 0msec	225.635	0.341	53.318	2005.729
16:08:56 0msec	226.785	0.341	53.318	2005.875
16:09:06 0msec	226.668	0.341	50.182	2006.021
16:09:16 0msec	226.628	0.341	53.318	2006.167
16:09:26 0msec	226.498	0.341	53.318	2006.316
16:09:36 0msec	226.851	0.341	53.318	2006.465
16:09:46 0msec	226.537	0.341	50.182	2006.603
16:09:56 0msec	227.007	0.341	53.318	2006.751
16:10:06 0msec	226.864	1.05	169.364	2007.219
16:10:16 0msec	224.694	6.245	1075.773	2010.207
16:10:26 0msec	224.498	6.736	1163.591	2013.445
16:10:36 0msec	224.773	6.709	1160.455	2016.671
16:10:46 0msec	224.564	6.709	1160.455	2019.898
16:10:56 0msec	224.747	6.682	1154.182	2023.172
16:11:06 0msec	224.707	6.641	1144.773	2026.357
16:11:16 0msec	224.524	6.627	1141.636	2029.532
16:11:26 0msec	223.858	6.477	1113.409	2032.628
16:11:36 0msec	223.766	6.45	1107.136	2035.708
16:11:46 0msec	223.884	6.45	1107.136	2038.784
16:11:56 0msec	223.701	6.45	1104	2041.856
16:12:06 0msec	223.374	6.423	1097.727	2044.908
16:12:16 0msec	223.701	6.423	1100.864	2047.969
16:12:26 0msec	223.518	6.409	1097.727	2051.021
16:12:36 0msec	223.636	6.409	1100.864	2054.083
16:12:46 0msec	223.401	6.395	1097.727	2057.136
16:12:56 0msec	223.387	6.395	1097.727	2060.188
16:13:06 0msec	223.361	6.395	1094.591	2063.234
16:13:16 0msec	223.61	6.409	1100.864	2066.29
16:13:26 0msec	223.531	6.395	1097.727	2069.339
16:13:36 0msec	223.518	6.395	1097.727	2072.387
16:13:46 0msec	223.584	6.395	1094.591	2075.43
16:13:56 0msec	223.675	6.395	1097.727	2078.479
16:14:06 0msec	223.61	6	1031.864	2081.346

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
16:14:16 0msec	225.975	0.341	53.318	2081.492
16:14:26 0msec	225.374	0.341	53.318	2081.639
16:14:36 0msec	225.243	0.341	53.318	2081.788
16:14:46 0msec	225.335	0.341	50.182	2081.933
16:14:56 0msec	225.505	0.341	53.318	2082.083
16:15:06 0msec	225.387	0.341	53.318	2082.231
16:15:16 0msec	225.557	0.341	53.318	2082.381
16:15:26 0msec	226.315	0.341	53.318	2082.535
16:15:36 0msec	226.733	0.355	56.455	2082.69
16:15:46 0msec	226.694	0.355	53.318	2082.842
16:15:56 0msec	226.602	0.341	53.318	2082.991
16:16:06 0msec	226.628	0.341	53.318	2083.141
16:16:16 0msec	226.419	0.341	53.318	2083.292
16:16:26 0msec	226.197	0.341	53.318	2083.441
16:16:36 0msec	226.367	0.341	53.318	2083.591
16:16:46 0msec	226.432	0.341	53.318	2083.739
16:16:56 0msec	226.419	0.355	53.318	2083.893
16:17:06 0msec	226.432	0.341	50.182	2084.034
16:17:16 0msec	226.106	1.527	247.773	2084.724
16:17:26 0msec	223.766	6.368	1091.455	2087.757
16:17:36 0msec	223.701	6.668	1144.773	2090.942
16:17:46 0msec	223.636	6.627	1138.5	2094.109
16:17:56 0msec	222.891	6.559	1122.818	2097.234
16:18:06 0msec	222.616	6.532	1113.409	2100.336
16:18:16 0msec	222.603	6.477	1107.136	2103.419
16:18:26 0msec	222.786	6.436	1097.727	2106.477
16:18:36 0msec	222.891	6.409	1094.591	2109.522
16:18:46 0msec	222.995	6.395	1094.591	2112.562
16:18:56 0msec	222.969	6.436	1100.864	2115.624
16:19:06 0msec	223.061	6.436	1100.864	2118.683
16:19:16 0msec	223.061	6.423	1100.864	2121.74
16:19:26 0msec	223.022	6.423	1097.727	2124.791
16:19:36 0msec	223.165	6.423	1097.727	2127.845
16:19:46 0msec	223.322	6.436	1100.864	2130.906
16:19:56 0msec	223.466	6.423	1100.864	2133.961
16:20:06 0msec	223.597	6.409	1097.727	2137.017
16:20:16 0msec	223.492	6.368	1091.455	2140.051
16:20:26 0msec	223.27	6.341	1088.318	2143.076
16:20:36 0msec	223.466	6.368	1091.455	2146.114
16:20:46 0msec	223.649	6.368	1094.591	2149.16

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
16:20:56 0msec	223.662	6.382	1094.591	2152.208
16:21:06 0msec	223.584	6.368	1091.455	2155.246
16:21:16 0msec	223.531	6.355	1091.455	2158.283
16:21:26 0msec	223.923	5.509	947.182	2160.92
16:21:36 0msec	226.341	0.341	53.318	2161.074
16:21:46 0msec	227.138	0.355	53.318	2161.231
16:21:56 0msec	227.203	0.355	53.318	2161.387
16:22:06 0msec	227.243	0.341	53.318	2161.539
16:22:16 0msec	227.373	0.355	53.318	2161.695
16:22:26 0msec	227.099	0.355	53.318	2161.849
16:22:36 0msec	227.269	0.341	53.318	2162
16:22:46 0msec	227.308	0.341	53.318	2162.147
16:22:56 0msec	227.112	0.341	53.318	2162.296
16:23:06 0msec	227.373	0.355	53.318	2162.444
16:23:16 0msec	227.086	0.355	53.318	2162.593
16:23:26 0msec	227.073	0.355	53.318	2162.742
16:23:36 0msec	227.034	0.355	50.182	2162.885
16:23:46 0msec	227.047	0.355	53.318	2163.037
16:23:56 0msec	227.216	0.355	53.318	2163.188
16:24:06 0msec	227.02	0.341	50.182	2163.332
16:24:16 0msec	227.047	0.341	50.182	2163.478
16:24:26 0msec	226.223	0.355	50.182	2163.626
16:24:36 0msec	225.322	1.65	269.727	2164.382
16:24:46 0msec	223.165	6.355	1085.182	2167.402
16:24:56 0msec	223.1	6.573	1129.091	2170.541
16:25:06 0msec	223.283	6.573	1125.955	2173.676
16:25:16 0msec	223.531	6.545	1122.818	2176.799
16:25:26 0msec	223.753	6.532	1122.818	2179.92
16:25:36 0msec	223.819	6.505	1119.682	2183.029
16:25:46 0msec	223.701	6.477	1113.409	2186.125
16:25:56 0msec	223.819	6.464	1113.409	2189.222
16:26:06 0msec	223.165	6.45	1100.864	2192.282
16:26:16 0msec	223.087	6.436	1097.727	2195.335
16:26:26 0msec	223.244	6.436	1100.864	2198.396
16:26:36 0msec	223.165	6.423	1097.727	2201.447
16:26:46 0msec	223.178	6.409	1094.591	2204.494
16:26:56 0msec	223.205	6.395	1094.591	2207.537
16:27:06 0msec	223.335	6.395	1094.591	2210.588
16:27:16 0msec	223.531	6.409	1097.727	2213.644
16:27:26 0msec	223.518	6.395	1097.727	2216.694

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
16:27:36 0msec	223.584	6.409	1097.727	2219.748
16:27:46 0msec	223.727	6.409	1097.727	2222.803
16:27:56 0msec	223.701	6.395	1097.727	2225.856
16:28:06 0msec	223.806	6.395	1097.727	2228.91
16:28:16 0msec	223.923	6.409	1100.864	2231.972
16:28:26 0msec	223.884	6.395	1100.864	2235.032
16:28:36 0msec	224.773	6.436	1110.273	2238.12
16:28:46 0msec	226.655	3.095	526.909	2239.582
16:28:56 0msec	227.752	0.355	56.455	2239.737
16:29:06 0msec	227.726	0.368	56.455	2239.892
16:29:16 0msec	227.661	0.355	53.318	2240.044
16:29:26 0msec	227.53	0.355	53.318	2240.2
16:29:36 0msec	227.256	0.341	53.318	2240.351
16:29:46 0msec	227.138	0.341	56.455	2240.509
16:29:56 0msec	227.243	0.355	53.318	2240.661
16:30:06 0msec	227.674	0.355	56.455	2240.823
16:30:16 0msec	227.791	0.355	53.318	2240.976
16:30:26 0msec	227.922	0.355	53.318	2241.128
16:30:36 0msec	227.974	0.355	56.455	2241.286
16:30:46 0msec	227.961	0.355	53.318	2241.435
16:30:56 0msec	227.818	0.341	53.318	2241.582
16:31:06 0msec	227.909	0.341	53.318	2241.732
16:31:16 0msec	227.883	0.355	53.318	2241.884
16:31:26 0msec	227.269	0.968	153.682	2242.316
16:31:36 0msec	224.551	6.123	1047.545	2245.229
16:31:46 0msec	224.067	6.627	1141.636	2248.401
16:31:56 0msec	224.328	6.627	1138.5	2251.57
16:32:06 0msec	224.551	6.6	1138.5	2254.74
16:32:16 0msec	224.799	6.6	1138.5	2257.911
16:32:26 0msec	224.825	6.559	1132.227	2261.063
16:32:36 0msec	224.786	6.559	1129.091	2264.209
16:32:46 0msec	224.89	6.545	1129.091	2267.351
16:32:56 0msec	224.943	6.532	1125.955	2270.489
16:33:06 0msec	224.982	6.518	1125.955	2273.624
16:33:16 0msec	225.047	6.545	1129.091	2276.766
16:33:26 0msec	224.995	6.532	1125.955	2279.901
16:33:36 0msec	224.982	6.505	1125.955	2283.031
16:33:46 0msec	225.034	6.505	1122.818	2286.156
16:33:56 0msec	225.139	6.518	1125.955	2289.283
16:34:06 0msec	225.126	6.505	1122.818	2292.407



Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
16:34:16 0msec	225.034	6.491	1122.818	2295.528
16:34:26 0msec	225.086	6.464	1119.682	2298.644
16:34:36 0msec	225.047	6.464	1119.682	2301.757
16:34:46 0msec	225.243	6.464	1119.682	2304.877
16:34:56 0msec	225.322	6.464	1122.818	2307.999
16:35:06 0msec	225.243	6.464	1119.682	2311.112
16:35:16 0msec	225.491	6.477	1122.818	2314.237
16:35:26 0msec	226.106	6.491	1132.227	2317.382
16:35:36 0msec	226.289	6.505	1132.227	2320.529
16:35:46 0msec	226.249	6.505	1132.227	2323.679
16:35:56 0msec	226.145	6.491	1129.091	2326.822
16:36:06 0msec	226.223	6.505	1132.227	2329.969
16:36:16 0msec	226.171	6.491	1129.091	2333.111
16:36:26 0msec	226.197	6.491	1129.091	2336.25
16:36:36 0msec	226.223	6.491	1129.091	2339.391
16:36:46 0msec	226.223	6.477	1129.091	2342.528
16:36:56 0msec	226.393	6.491	1132.227	2345.671
16:37:06 0msec	226.367	6.491	1132.227	2348.818
16:37:16 0msec	226.302	6.477	1129.091	2351.957
16:37:26 0msec	225.897	6.464	1122.818	2355.078
16:37:36 0msec	226.171	6.477	1125.955	2358.212
16:37:46 0msec	225.857	6.464	1122.818	2361.337
16:37:56 0msec	225.073	6.436	1113.409	2364.434
16:38:06 0msec	224.289	6.409	1104	2367.502
16:38:16 0msec	224.341	6.409	1104	2370.574
16:38:26 0msec	224.459	6.423	1107.136	2373.649
16:38:36 0msec	224.564	6.423	1107.136	2376.729
16:38:46 0msec	224.616	6.423	1107.136	2379.811
16:38:56 0msec	224.707	6.423	1107.136	2382.893
16:39:06 0msec	224.982	5.918	1022.455	2385.737
16:39:16 0msec	227.413	0.341	53.318	2385.885
16:39:26 0msec	227.203	0.355	53.318	2386.038
16:39:36 0msec	227.399	0.355	56.455	2386.196
16:39:46 0msec	227.543	0.341	53.318	2386.35
16:39:56 0msec	227.661	0.355	53.318	2386.497
16:40:06 0msec	227.674	0.355	53.318	2386.648
16:40:16 0msec	227.674	0.355	53.318	2386.801
16:40:26 0msec	227.752	0.341	50.182	2386.946
16:40:36 0msec	227.7	0.355	53.318	2387.093
16:40:46 0msec	227.399	0.341	50.182	2387.24

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
16:40:56 0msec	227.7	0.341	53.318	2387.389
16:41:06 0msec	227.517	0.355	53.318	2387.542
16:41:16 0msec	227.687	0.341	53.318	2387.693
16:41:26 0msec	228.366	0.355	53.318	2387.847
16:41:36 0msec	229.111	0.355	53.318	2387.996
16:41:46 0msec	229.046	0.355	53.318	2388.143
16:41:56 0msec	229.02	0.355	53.318	2388.292
16:42:06 0msec	228.066	2.386	398.318	2389.404
16:42:16 0msec	226.38	6.627	1151.045	2392.601
16:42:26 0msec	226.21	6.723	1166.727	2395.848
16:42:36 0msec	226.485	6.709	1166.727	2399.093
16:42:46 0msec	226.302	6.682	1157.318	2402.313
16:42:56 0msec	226.589	6.668	1157.318	2405.528
16:43:06 0msec	226.132	6.627	1147.909	2408.718
16:43:16 0msec	226.419	6.614	1147.909	2411.975
16:43:26 0msec	226.223	6.6	1144.773	2415.155
16:43:36 0msec	226.249	6.573	1141.636	2418.325
16:43:46 0msec	226.772	6.573	1144.773	2421.508
16:43:56 0msec	226.72	6.573	1141.636	2424.686
16:44:06 0msec	226.576	6.573	1141.636	2427.859
16:44:16 0msec	226.445	6.559	1138.5	2431.024
16:44:26 0msec	225.518	6.505	1122.818	2434.091
16:44:36 0msec	225.766	6.505	1125.955	2437.228
16:44:46 0msec	225.609	6.505	1125.955	2440.359
16:44:56 0msec	225.505	6.491	1122.818	2443.482
16:45:06 0msec	225.57	6.477	1122.818	2446.607
16:45:16 0msec	225.792	6.491	1125.955	2449.736
16:45:26 0msec	225.923	6.491	1125.955	2452.865
16:45:36 0msec	225.831	6.491	1125.955	2455.993
16:45:46 0msec	225.975	6.491	1125.955	2459.121
16:45:56 0msec	225.779	6.477	1122.818	2462.243
16:46:06 0msec	225.779	6.464	1122.818	2465.365
16:46:16 0msec	226.119	5.741	994.227	2468.186
16:46:26 0msec	228.432	0.368	56.455	2468.344
16:46:36 0msec	228.38	0.368	56.455	2468.501
16:46:46 0msec	228.393	0.355	56.455	2468.658
16:46:56 0msec	228.406	0.368	53.318	2468.815
16:47:06 0msec	228.301	0.368	56.455	2468.972
16:47:16 0msec	228.445	0.355	53.318	2469.127
16:47:26 0msec	228.445	0.355	53.318	2469.282

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
16:47:36 0msec	228.615	0.355	53.318	2469.437
16:47:46 0msec	228.563	0.341	53.318	2469.585
16:47:56 0msec	228.536	0.355	53.318	2469.739
16:48:06 0msec	228.34	0.355	56.455	2469.894
16:48:16 0msec	229.151	0.368	56.455	2470.049
16:48:26 0msec	229.804	0.368	56.455	2470.205
16:48:36 0msec	229.974	0.368	56.455	2470.36
16:48:46 0msec	229.909	0.355	56.455	2470.515
16:48:56 0msec	229.869	0.355	53.318	2470.667
16:49:06 0msec	229.935	0.355	53.318	2470.821
16:49:16 0msec	229.895	0.355	53.318	2470.974
16:49:26 0msec	229.843	0.355	53.318	2471.128
16:49:36 0msec	228.941	3	508.091	2472.543
16:49:46 0msec	227.164	6.709	1173	2475.802
16:49:56 0msec	227.138	6.777	1182.409	2479.091
16:50:06 0msec	226.524	6.723	1169.864	2482.343
16:50:16 0msec	226.668	6.682	1166.727	2485.581
16:50:26 0msec	226.694	6.655	1157.318	2488.802
16:50:36 0msec	226.772	6.641	1154.182	2492.012
16:50:46 0msec	226.615	6.614	1151.045	2495.21
16:50:56 0msec	226.236	6.586	1141.636	2498.385
16:51:06 0msec	226.276	6.573	1141.636	2501.556
16:51:16 0msec	226.302	6.559	1138.5	2504.723
16:51:26 0msec	226.563	6.559	1141.636	2507.891
16:51:36 0msec	226.537	6.559	1141.636	2511.06
16:51:46 0msec	226.289	6.559	1135.364	2514.22
16:51:56 0msec	226.537	6.559	1138.5	2517.386
16:52:06 0msec	226.524	6.559	1135.364	2520.546
16:52:16 0msec	226.459	6.545	1135.364	2523.701
16:52:26 0msec	226.89	6.559	1141.636	2526.871
16:52:36 0msec	226.798	6.559	1138.5	2530.032
16:52:46 0msec	226.864	6.559	1138.5	2533.198
16:52:56 0msec	225.557	6.491	1119.682	2536.315
16:53:06 0msec	223.57	6.409	1094.591	2539.362
16:53:16 0msec	223.505	6.409	1094.591	2542.407
16:53:26 0msec	223.361	6.382	1091.455	2545.446
16:53:36 0msec	223.27	6.382	1088.318	2548.477
16:53:46 0msec	225.099	1.145	188.182	2549
16:53:56 0msec	224.067	0.341	53.318	2549.149
16:54:06 0msec	224.381	0.341	53.318	2549.3

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
16:54:16 0msec	224.707	0.341	53.318	2549.45
16:54:26 0msec	224.956	0.355	53.318	2549.604
16:54:36 0msec	224.89	0.355	53.318	2549.757
16:54:46 0msec	224.72	0.355	53.318	2549.91
16:54:56 0msec	224.42	0.341	53.318	2550.062
16:55:06 0msec	224.446	0.341	53.318	2550.215
16:55:16 0msec	224.381	0.341	53.318	2550.365
16:55:26 0msec	224.446	0.341	53.318	2550.517
16:55:36 0msec	224.355	0.327	53.318	2550.664
16:55:46 0msec	224.93	0.341	50.182	2550.809
16:55:56 0msec	225.191	0.341	53.318	2550.956
16:56:06 0msec	225.243	0.341	53.318	2551.102
16:56:16 0msec	225.152	0.341	50.182	2551.248
16:56:26 0msec	225.335	0.341	50.182	2551.391
16:56:36 0msec	225.374	0.341	50.182	2551.537
16:56:46 0msec	224.577	0.327	50.182	2551.68
16:56:56 0msec	224.302	0.382	59.591	2551.848
16:57:06 0msec	222.512	5.25	878.182	2554.293
16:57:16 0msec	221.728	6.559	1110.273	2557.383
16:57:26 0msec	222.041	6.573	1113.409	2560.479
16:57:36 0msec	221.885	6.532	1107.136	2563.554
16:57:46 0msec	222.29	6.491	1100.864	2566.612
16:57:56 0msec	222.355	6.464	1097.727	2569.663
16:58:06 0msec	222.525	6.45	1094.591	2572.768
16:58:16 0msec	222.577	6.45	1094.591	2575.808
16:58:26 0msec	222.917	6.45	1097.727	2578.857
16:58:36 0msec	222.616	6.436	1091.455	2581.894
16:58:46 0msec	222.904	6.45	1097.727	2584.942
16:58:56 0msec	222.551	6.436	1091.455	2587.974
16:59:06 0msec	222.603	6.423	1088.318	2591
16:59:16 0msec	222.59	6.409	1085.182	2594.025
16:59:26 0msec	222.656	6.409	1088.318	2597.049
16:59:36 0msec	222.669	6.395	1088.318	2600.073
16:59:46 0msec	222.878	6.409	1088.318	2603.102
16:59:56 0msec	223.205	6.423	1094.591	2606.141
17:00:06 0msec	224.145	6.464	1104	2609.212
17:00:16 0msec	224.028	6.464	1104	2612.277
17:00:26 0msec	224.315	6.464	1107.136	2615.351
17:00:36 0msec	224.407	6.464	1107.136	2618.423
17:00:46 0msec	224.381	6.45	1104	2621.494

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
17:00:56 0msec	224.355	6.45	1104	2624.563
17:01:06 0msec	224.42	6.45	1104	2627.633
17:01:16 0msec	224.211	5.782	981.682	2630.358
17:01:26 0msec	226.537	0.355	53.318	2630.508
17:01:36 0msec	226.498	0.341	53.318	2630.66
17:01:46 0msec	226.681	0.341	53.318	2630.809
17:01:56 0msec	226.459	0.355	53.318	2630.961
17:02:06 0msec	226.576	0.355	53.318	2631.115
17:02:16 0msec	226.249	0.355	53.318	2631.265
17:02:26 0msec	225.426	0.341	53.318	2631.414
17:02:36 0msec	224.511	0.341	53.318	2631.564
17:02:46 0msec	224.524	0.341	53.318	2631.714
17:02:56 0msec	224.25	0.341	53.318	2631.864
17:03:06 0msec	224.564	0.341	53.318	2632.013
17:03:16 0msec	224.694	0.341	50.182	2632.157
17:03:26 0msec	224.799	0.341	50.182	2632.301
17:03:36 0msec	224.864	0.341	53.318	2632.447
17:03:46 0msec	224.747	0.341	53.318	2632.594
17:03:56 0msec	224.825	0.341	50.182	2632.737
17:04:06 0msec	224.524	0.341	53.318	2632.883
17:04:16 0msec	224.407	0.341	50.182	2633.026
17:04:26 0msec	224.551	0.341	53.318	2633.178
17:04:36 0msec	224.276	0.709	109.773	2633.484
17:04:46 0msec	221.898	5.85	978.545	2636.209
17:04:56 0msec	221.453	6.573	1110.273	2639.299
17:05:06 0msec	221.532	6.545	1104	2642.373
17:05:16 0msec	221.414	6.491	1094.591	2645.424
17:05:26 0msec	221.545	6.477	1097.727	2648.476
17:05:36 0msec	222.329	6.505	1104	2651.547
17:05:46 0msec	222.656	6.491	1104	2654.62
17:05:56 0msec	222.669	6.477	1100.864	2657.683
17:06:06 0msec	222.747	6.464	1100.864	2660.742
17:06:16 0msec	222.891	6.464	1097.727	2663.799
17:06:26 0msec	222.891	6.45	1097.727	2666.847
17:06:36 0msec	222.956	6.45	1094.591	2669.893
17:06:46 0msec	222.865	6.436	1091.455	2672.93
17:06:56 0msec	223.022	6.45	1097.727	2675.979
17:07:06 0msec	222.93	6.436	1094.591	2679.018
17:07:16 0msec	222.525	6.409	1085.182	2682.039
17:07:26 0msec	222.669	6.423	1088.318	2685.066

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
17:07:36 0msec	222.381	6.395	1082.045	2688.081
17:07:46 0msec	222.603	6.409	1088.318	2691.109
17:07:56 0msec	222.982	6.423	1091.455	2694.151
17:08:06 0msec	222.028	6.368	1078.909	2697.154
17:08:16 0msec	222.041	6.355	1078.909	2700.153
17:08:26 0msec	221.95	6.355	1075.773	2703.151
17:08:36 0msec	222.041	6.355	1078.909	2706.148
17:08:46 0msec	221.767	6.341	1072.636	2709.136
17:08:56 0msec	221.623	6.355	1072.636	2712.119
17:09:06 0msec	224.028	0.545	78.409	2712.342
17:09:16 0msec	224.054	0.355	50.182	2712.481
17:09:26 0msec	224.093	0.355	53.318	2712.632
17:09:36 0msec	224.106	0.341	50.182	2712.775
17:09:46 0msec	224.145	0.355	50.182	2712.923
17:09:56 0msec	224.145	0.341	50.182	2713.066
17:10:06 0msec	224.159	0.341	50.182	2713.209
17:10:16 0msec	224.106	0.341	50.182	2713.357
17:10:26 0msec	224.198	0.355	53.318	2713.51
17:10:36 0msec	224.237	0.341	50.182	2713.654
17:10:46 0msec	224.237	0.341	50.182	2713.798
17:10:56 0msec	224.328	0.341	50.182	2713.945
17:11:06 0msec	224.328	0.341	50.182	2714.09
17:11:16 0msec	224.42	0.355	53.318	2714.24
17:11:26 0msec	224.485	0.355	53.318	2714.391
17:11:36 0msec	225.348	0.341	50.182	2714.539
17:11:46 0msec	225.557	0.341	50.182	2714.682
17:11:56 0msec	225.465	0.341	50.182	2714.823
17:12:06 0msec	225.4	0.341	53.318	2714.971
17:12:16 0msec	225.191	0.355	50.182	2715.119
17:12:26 0msec	223.361	4.5	749.591	2717.206
17:12:36 0msec	222.407	6.6	1122.818	2720.268
17:12:46 0msec	222.342	6.586	1119.682	2723.389
17:12:56 0msec	222.577	6.559	1116.545	2726.492
17:13:06 0msec	222.904	6.532	1110.273	2729.582
17:13:16 0msec	222.956	6.505	1107.136	2732.662
17:13:26 0msec	223.035	6.477	1104	2735.732
17:13:36 0msec	223.113	6.464	1100.864	2738.796
17:13:46 0msec	223.074	6.45	1097.727	2741.85
17:13:56 0msec	223.178	6.45	1097.727	2744.903
17:14:06 0msec	222.865	6.423	1091.455	2748.002

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
17:14:16 0msec	223.178	6.45	1094.591	2751.051
17:14:26 0msec	222.381	6.395	1085.182	2754.065
17:14:36 0msec	222.29	6.382	1082.045	2757.073
17:14:46 0msec	222.251	6.382	1078.909	2760.016
17:14:56 0msec	222.238	6.382	1078.909	2763.017
17:15:06 0msec	222.198	6.368	1075.773	2766.011
17:15:16 0msec	222.081	6.355	1075.773	2769.005
17:15:26 0msec	222.29	6.355	1078.909	2772.004
17:15:36 0msec	222.342	6.355	1078.909	2775.003
17:15:46 0msec	222.329	6.355	1075.773	2777.999
17:15:56 0msec	222.224	6.341	1075.773	2780.993
17:16:06 0msec	222.185	6.341	1072.636	2783.98
17:16:16 0msec	222.277	6.341	1072.636	2786.969
17:16:26 0msec	222.303	6.341	1072.636	2789.957
17:16:36 0msec	222.394	6.355	1075.773	2792.947
17:16:46 0msec	224.511	1.186	197.591	2793.496
17:16:56 0msec	224.812	0.355	50.182	2793.64
17:17:06 0msec	224.773	0.341	50.182	2793.783
17:17:16 0msec	224.825	0.341	50.182	2793.926
17:17:26 0msec	224.616	0.355	50.182	2794.07
17:17:36 0msec	224.812	0.355	53.318	2794.22
17:17:46 0msec	224.59	0.341	50.182	2794.362
17:17:56 0msec	224.668	0.341	50.182	2794.509
17:18:06 0msec	224.59	0.355	53.318	2794.657
17:18:16 0msec	224.603	0.355	53.318	2794.808
17:18:26 0msec	224.59	0.355	50.182	2794.953
17:18:36 0msec	224.72	0.355	53.318	2795.102
17:18:46 0msec	224.368	0.355	50.182	2795.247
17:18:56 0msec	224.498	0.355	53.318	2795.398
17:19:06 0msec	224.263	0.341	53.318	2795.546
17:19:16 0msec	224.211	0.341	50.182	2795.693
17:19:26 0msec	224.159	0.341	50.182	2795.84
17:19:36 0msec	224.224	0.341	50.182	2795.987
17:19:46 0msec	224.237	0.341	53.318	2796.142
17:19:56 0msec	224.707	0.355	50.182	2796.286
17:20:06 0msec	223.623	2.659	435.955	2797.502
17:20:16 0msec	222.015	6.491	1097.727	2800.558
17:20:26 0msec	221.976	6.573	1116.545	2803.662
17:20:36 0msec	222.081	6.559	1110.273	2806.748
17:20:46 0msec	221.989	6.518	1104	2809.815

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
17:20:56 0msec	222.055	6.491	1097.727	2812.871
17:21:06 0msec	222.107	6.464	1094.591	2815.917
17:21:16 0msec	222.211	6.464	1094.591	2818.961
17:21:26 0msec	221.845	6.436	1088.318	2821.985
17:21:36 0msec	221.872	6.436	1088.318	2825.007
17:21:46 0msec	221.48	6.409	1078.909	2828.005
17:21:56 0msec	221.558	6.395	1078.909	2831.007
17:22:06 0msec	221.297	6.382	1075.773	2833.997
17:22:16 0msec	221.31	6.368	1075.773	2836.99
17:22:26 0msec	221.218	6.355	1069.5	2839.966
17:22:36 0msec	221.153	6.355	1069.5	2842.941
17:22:46 0msec	221.179	6.341	1069.5	2845.916
17:22:56 0msec	224.041	6.477	1107.136	2849
17:23:06 0msec	223.91	6.464	1104	2852.073
17:23:16 0msec	223.91	6.464	1104	2855.144
17:23:26 0msec	223.884	6.45	1100.864	2858.205
17:23:36 0msec	223.936	6.45	1100.864	2861.266
17:23:46 0msec	223.897	6.45	1100.864	2864.327
17:23:56 0msec	223.871	6.45	1097.727	2867.383
17:24:06 0msec	223.845	6.45	1097.727	2870.437
17:24:16 0msec	223.858	6.45	1097.727	2873.487
17:24:26 0msec	224.72	4.35	743.318	2875.551
17:24:36 0msec	226.328	0.341	53.318	2875.702
17:24:46 0msec	226.302	0.355	53.318	2875.856
17:24:56 0msec	226.341	0.355	53.318	2876.009
17:25:06 0msec	226.093	0.355	53.318	2876.161
17:25:16 0msec	226.04	0.355	53.318	2876.313
17:25:26 0msec	226.053	0.368	53.318	2876.463
17:25:36 0msec	225.87	0.341	50.182	2876.61
17:25:46 0msec	225.753	0.341	50.182	2876.756
17:25:56 0msec	225.531	0.341	50.182	2876.897
17:26:06 0msec	225.583	0.355	53.318	2877.049
17:26:16 0msec	225.727	0.355	50.182	2877.196
17:26:26 0msec	225.727	0.355	53.318	2877.341
17:26:36 0msec	225.557	0.355	53.318	2877.491
17:26:46 0msec	225.57	0.355	53.318	2877.639
17:26:56 0msec	225.518	0.355	53.318	2877.791
17:27:06 0msec	224.851	0.341	50.182	2877.935
17:27:16 0msec	224.524	0.355	50.182	2878.081
17:27:26 0msec	224.564	0.341	50.182	2878.226



Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
17:27:36 0msec	224.668	0.341	50.182	2878.373
17:27:46 0msec	224.655	0.355	53.318	2878.524
17:27:56 0msec	223.309	3.409	561.409	2880.084
17:28:06 0msec	222.133	6.518	1104	2883.154
17:28:16 0msec	222.028	6.559	1107.136	2886.238
17:28:26 0msec	222.094	6.532	1104	2889.314
17:28:36 0msec	221.989	6.518	1104	2892.382
17:28:46 0msec	221.95	6.491	1097.727	2895.438
17:28:56 0msec	221.911	6.464	1094.591	2898.481
17:29:06 0msec	221.898	6.45	1088.318	2901.51
17:29:16 0msec	221.78	6.436	1085.182	2904.53
17:29:26 0msec	221.741	6.395	1075.773	2907.525
17:29:36 0msec	221.715	6.395	1078.909	2910.522
17:29:46 0msec	221.584	6.368	1072.636	2913.512
17:29:56 0msec	221.466	6.355	1069.5	2916.493
17:30:06 0msec	221.401	6.355	1069.5	2919.469
17:30:16 0msec	221.349	6.341	1069.5	2922.444
17:30:26 0msec	221.597	6.355	1072.636	2925.426
17:30:36 0msec	221.806	6.355	1072.636	2928.413
17:30:46 0msec	221.754	6.368	1072.636	2931.397
17:30:56 0msec	221.911	6.368	1072.636	2934.386
17:31:06 0msec	221.845	6.368	1072.636	2937.31
17:31:16 0msec	221.702	6.355	1069.5	2940.288
17:31:26 0msec	221.519	6.341	1069.5	2943.262
17:31:36 0msec	221.44	6.341	1066.364	2946.232
17:31:46 0msec	221.323	6.341	1066.364	2949.197
17:31:56 0msec	221.284	6.341	1066.364	2952.164
17:32:06 0msec	221.702	6.341	1069.5	2955.144
17:32:16 0msec	224.067	6.45	1104	2958.214
17:32:26 0msec	224.511	6.464	1107.136	2961.296
17:32:36 0msec	224.459	6.464	1107.136	2964.375
17:32:46 0msec	226.053	6.559	1129.091	2967.513
17:32:56 0msec	228.941	6.709	1166.727	2970.758
17:33:06 0msec	229.151	6.709	1169.864	2974.011
17:33:16 0msec	228.994	6.695	1166.727	2977.256
17:33:26 0msec	228.68	6.682	1160.455	2980.488
17:33:36 0msec	225.57	6.559	1122.818	2983.611
17:33:46 0msec	225.505	6.559	1119.682	2986.727
17:33:56 0msec	225.531	6.559	1119.682	2989.846
17:34:06 0msec	225.426	6.545	1119.682	2992.959

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
17:34:16 0msec	225.413	6.545	1119.682	2996.072
17:34:26 0msec	225.256	6.532	1116.545	2999.178
17:34:36 0msec	225.008	6.518	1113.409	3002.28
17:34:46 0msec	224.916	6.518	1113.409	3005.313
17:34:56 0msec	224.903	6.518	1110.273	3008.407
17:35:06 0msec	224.851	6.505	1110.273	3011.497
17:35:16 0msec	224.825	6.505	1110.273	3014.586
17:35:26 0msec	224.851	6.505	1110.273	3017.672
17:35:36 0msec	225.544	4.623	787.227	3019.862
17:35:46 0msec	227.203	0.382	53.318	3020.015
17:35:56 0msec	226.903	0.368	53.318	3020.168
17:36:06 0msec	226.811	0.368	53.318	3020.324
17:36:16 0msec	226.864	0.368	53.318	3020.478
17:36:26 0msec	226.733	0.368	53.318	3020.627
17:36:36 0msec	226.615	0.368	53.318	3020.776
17:36:46 0msec	226.537	0.368	53.318	3020.93
17:36:56 0msec	226.537	0.355	53.318	3021.085
17:37:06 0msec	226.393	0.355	53.318	3021.234
17:37:16 0msec	226.262	0.355	53.318	3021.386
17:37:26 0msec	226.158	0.368	53.318	3021.539
17:37:36 0msec	226.04	0.368	53.318	3021.693
17:37:46 0msec	225.923	0.368	53.318	3021.848
17:37:56 0msec	225.857	0.355	53.318	3022.002
17:38:06 0msec	225.714	0.341	53.318	3022.151
17:38:16 0msec	225.622	0.355	53.318	3022.299
17:38:26 0msec	225.753	0.355	50.182	3022.444
17:38:36 0msec	224.851	1.568	247.773	3023.136
17:38:46 0msec	222.682	6.286	1060.091	3026.091
17:38:56 0msec	222.525	6.573	1113.409	3029.188
17:39:06 0msec	222.486	6.559	1107.136	3032.211
17:39:16 0msec	222.342	6.518	1100.864	3035.278
17:39:26 0msec	222.355	6.491	1094.591	3038.329
17:39:36 0msec	222.342	6.464	1091.455	3041.37
17:39:46 0msec	222.342	6.45	1088.318	3044.397
17:39:56 0msec	222.251	6.436	1085.182	3047.418
17:40:06 0msec	222.107	6.45	1085.182	3050.443
17:40:16 0msec	222.094	6.45	1088.318	3053.47
17:40:26 0msec	221.898	6.436	1085.182	3056.488
17:40:36 0msec	221.859	6.423	1082.045	3059.496
17:40:46 0msec	221.872	6.409	1082.045	3062.502

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
17:40:56 0msec	221.845	6.409	1078.909	3065.505
17:41:06 0msec	221.741	6.395	1078.909	3068.499
17:41:16 0msec	221.832	6.395	1075.773	3071.493
17:41:26 0msec	221.806	6.382	1075.773	3074.483
17:41:36 0msec	221.989	6.355	1069.5	3077.458
17:41:46 0msec	221.715	6.341	1066.364	3080.421
17:41:56 0msec	221.519	6.341	1066.364	3083.383
17:42:06 0msec	221.349	6.327	1060.091	3086.337
17:42:16 0msec	221.297	6.327	1060.091	3089.289
17:42:26 0msec	221.205	6.314	1056.955	3092.232
17:42:36 0msec	222.015	6.355	1069.5	3095.207
17:42:46 0msec	223.714	6.436	1091.455	3098.247
17:42:56 0msec	224.041	5.468	925.227	3100.824
17:43:06 0msec	226.21	0.355	53.318	3100.978
17:43:16 0msec	226.106	0.355	53.318	3101.131
17:43:26 0msec	226.08	0.355	53.318	3101.284
17:43:36 0msec	226.197	0.355	53.318	3101.436
17:43:46 0msec	226.158	0.355	50.182	3101.583
17:43:56 0msec	226.106	0.355	50.182	3101.725
17:44:06 0msec	226.236	0.341	50.182	3101.872
17:44:16 0msec	226.053	0.355	53.318	3102.023
17:44:26 0msec	225.949	0.368	53.318	3102.179
17:44:36 0msec	225.831	0.355	53.318	3102.328
17:44:46 0msec	225.949	0.355	53.318	3102.482
17:44:56 0msec	226.576	0.355	53.318	3102.635
17:45:06 0msec	226.589	0.355	53.318	3102.783
17:45:16 0msec	226.785	0.355	50.182	3102.928
17:45:26 0msec	226.707	0.368	50.182	3103.074
17:45:36 0msec	226.694	0.368	50.182	3103.221
17:45:46 0msec	226.576	0.368	53.318	3103.377
17:45:56 0msec	226.655	0.355	53.318	3103.528
17:46:06 0msec	225.91	1.868	304.227	3104.379
17:46:16 0msec	223.91	6.436	1097.727	3107.434
17:46:26 0msec	223.714	6.627	1132.227	3110.583
17:46:36 0msec	223.662	6.586	1125.955	3113.719
17:46:46 0msec	223.57	6.559	1119.682	3116.839
17:46:56 0msec	223.78	6.559	1119.682	3119.956
17:47:06 0msec	223.727	6.532	1116.545	3123.061
17:47:16 0msec	223.492	6.491	1110.273	3126.149
17:47:26 0msec	223.623	6.491	1110.273	3129.242

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
17:47:36 0msec	223.309	6.464	1104	3132.315
17:47:46 0msec	223.57	6.464	1107.136	3135.394
17:47:56 0msec	223.374	6.464	1100.864	3138.458
17:48:06 0msec	223.322	6.45	1100.864	3141.516
17:48:16 0msec	223.361	6.45	1097.727	3144.572
17:48:26 0msec	223.387	6.436	1097.727	3147.568
17:48:36 0msec	223.205	6.436	1094.591	3150.612
17:48:46 0msec	222.969	6.409	1091.455	3153.648
17:48:56 0msec	222.826	6.395	1085.182	3156.673
17:49:06 0msec	223.074	6.409	1091.455	3159.708
17:49:16 0msec	222.917	6.395	1088.318	3162.739
17:49:26 0msec	222.865	6.382	1085.182	3165.763
17:49:36 0msec	222.917	6.382	1088.318	3168.791
17:49:46 0msec	222.852	6.382	1085.182	3171.813
17:49:56 0msec	222.839	6.368	1088.318	3174.839
17:50:06 0msec	223.374	5.018	853.091	3177.216
17:50:16 0msec	225.439	0.368	53.318	3177.369
17:50:26 0msec	225.113	0.368	53.318	3177.518
17:50:36 0msec	224.707	0.355	53.318	3177.673
17:50:46 0msec	224.734	0.341	53.318	3177.823
17:50:56 0msec	224.877	0.341	50.182	3177.969
17:51:06 0msec	224.877	0.341	50.182	3178.111
17:51:16 0msec	224.76	0.341	50.182	3178.256
17:51:26 0msec	224.786	0.355	50.182	3178.4
17:51:36 0msec	224.956	0.355	53.318	3178.552
17:51:46 0msec	224.89	0.355	50.182	3178.696
17:51:56 0msec	224.877	0.341	50.182	3178.84
17:52:06 0msec	224.668	0.341	50.182	3178.987
17:52:16 0msec	224.538	0.355	53.318	3179.139
17:52:26 0msec	224.551	0.355	53.318	3179.292
17:52:36 0msec	224.407	0.355	53.318	3179.445
17:52:46 0msec	224.224	0.355	53.318	3179.596
17:52:56 0msec	224.08	0.341	50.182	3179.739
17:53:06 0msec	223.989	0.355	50.182	3179.885
17:53:16 0msec	223.949	0.355	53.318	3180.033
17:53:26 0msec	222.878	2.441	395.182	3181.138
17:53:36 0msec	221.061	6.395	1078.909	3184.145
17:53:46 0msec	221.231	6.545	1107.136	3187.224
17:53:56 0msec	221.728	6.532	1107.136	3190.307
17:54:06 0msec	221.767	6.505	1100.864	3193.374

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
17:54:16 0msec	221.741	6.464	1097.727	3196.426
17:54:26 0msec	221.845	6.464	1094.591	3199.473
17:54:36 0msec	221.623	6.436	1088.318	3202.501
17:54:46 0msec	221.558	6.423	1085.182	3205.525
17:54:56 0msec	222.028	6.423	1088.318	3208.558
17:55:06 0msec	222.969	6.436	1097.727	3211.554
17:55:16 0msec	223.231	6.436	1100.864	3214.617
17:55:26 0msec	223.257	6.423	1100.864	3217.677
17:55:36 0msec	223.662	6.436	1104	3220.747
17:55:46 0msec	224.106	6.45	1107.136	3223.829
17:55:56 0msec	224.119	6.45	1107.136	3226.905
17:56:06 0msec	224.341	6.45	1107.136	3229.984
17:56:16 0msec	224.472	6.45	1110.273	3233.066
17:56:26 0msec	224.289	6.45	1107.136	3236.144
17:56:36 0msec	224.289	6.436	1107.136	3239.281
17:56:46 0msec	224.093	6.436	1104	3242.353
17:56:56 0msec	223.845	6.423	1100.864	3245.354
17:57:06 0msec	223.78	6.423	1100.864	3248.417
17:57:16 0msec	224.08	6.45	1104	3251.491
17:57:26 0msec	224.119	6.45	1104	3254.565
17:57:36 0msec	226.171	1.691	285.409	3255.365
17:57:46 0msec	226.694	0.355	53.318	3255.516
17:57:56 0msec	226.655	0.355	53.318	3255.665
17:58:06 0msec	226.655	0.355	53.318	3255.817
17:58:16 0msec	226.668	0.355	53.318	3255.967
17:58:26 0msec	226.641	0.355	53.318	3256.119
17:58:36 0msec	226.824	0.355	53.318	3256.272
17:58:46 0msec	226.785	0.355	53.318	3256.42
17:58:56 0msec	226.864	0.341	53.318	3256.569
17:59:06 0msec	227.216	0.355	53.318	3256.719
17:59:16 0msec	227.256	0.355	53.318	3256.867
17:59:26 0msec	227.269	0.355	50.182	3257.012
17:59:36 0msec	227.308	0.355	47.045	3257.149
17:59:46 0msec	227.295	0.368	47.045	3257.282
17:59:56 0msec	227.138	0.368	53.318	3257.435
18:00:06 0msec	227.216	0.355	50.182	3257.582
18:00:16 0msec	227.216	0.341	50.182	3257.727
18:00:26 0msec	227.138	0.341	53.318	3257.875
18:00:36 0msec	227.216	0.355	53.318	3258.026
18:00:46 0msec	227.347	0.355	53.318	3258.177

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
18:00:56 0msec	225.949	3.518	592.773	3259.825
18:01:06 0msec	224.72	6.627	1144.773	3263.006
18:01:16 0msec	224.864	6.668	1151.045	3266.205
18:01:26 0msec	224.851	6.627	1144.773	3269.385
18:01:36 0msec	224.616	6.573	1132.227	3272.533
18:01:46 0msec	224.681	6.559	1129.091	3275.677
18:01:56 0msec	224.59	6.532	1125.955	3278.808
18:02:06 0msec	224.394	6.491	1119.682	3281.92
18:02:16 0msec	224.132	6.464	1113.409	3285.018
18:02:26 0msec	223.753	6.45	1104	3288.094
18:02:36 0msec	223.74	6.45	1100.864	3291.162
18:02:46 0msec	223.649	6.436	1100.864	3294.226
18:02:56 0msec	223.714	6.423	1100.864	3297.293
18:03:06 0msec	223.766	6.423	1097.727	3300.353
18:03:16 0msec	223.832	6.423	1100.864	3303.418
18:03:26 0msec	224.145	6.436	1104	3306.492
18:03:36 0msec	223.936	6.423	1100.864	3309.557
18:03:46 0msec	223.832	6.409	1097.727	3312.614
18:03:56 0msec	223.806	6.395	1097.727	3315.669
18:04:06 0msec	223.688	6.395	1094.591	3318.718
18:04:16 0msec	223.753	6.395	1097.727	3321.773
18:04:26 0msec	223.936	6.395	1097.727	3324.831
18:04:36 0msec	223.936	6.395	1097.727	3327.885
18:04:46 0msec	224.472	4.786	818.591	3330.163
18:04:56 0msec	226.38	0.355	53.318	3330.316
18:05:06 0msec	226.615	0.355	53.318	3330.47
18:05:16 0msec	226.249	0.368	53.318	3330.624
18:05:26 0msec	226.406	0.355	53.318	3330.772
18:05:36 0msec	226.119	0.355	53.318	3330.921
18:05:46 0msec	226.066	0.355	50.182	3331.068
18:05:56 0msec	225.818	0.355	50.182	3331.213
18:06:06 0msec	225.779	0.355	50.182	3331.358
18:06:16 0msec	225.688	0.355	53.318	3331.512
18:06:26 0msec	225.674	0.341	50.182	3331.655
18:06:36 0msec	225.583	0.341	50.182	3331.802
18:06:46 0msec	225.661	0.341	50.182	3331.948
18:06:56 0msec	225.674	0.355	53.318	3332.094
18:07:06 0msec	225.857	0.355	50.182	3332.241
18:07:16 0msec	226.406	0.355	50.182	3332.387
18:07:26 0msec	226.472	0.355	50.182	3332.532

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
18:07:36 0msec	226.432	0.355	50.182	3332.675
18:07:46 0msec	226.445	0.355	50.182	3332.82
18:07:56 0msec	226.367	0.355	53.318	3332.97
18:08:06 0msec	225.322	2.645	439.091	3334.195
18:08:16 0msec	223.688	6.505	1116.545	3337.304
18:08:26 0msec	223.806	6.614	1138.5	3340.473
18:08:36 0msec	223.845	6.559	1125.955	3343.608
18:08:46 0msec	223.897	6.532	1119.682	3346.729
18:08:56 0msec	223.871	6.45	1107.136	3349.813
18:09:06 0msec	223.962	6.259	1075.773	3352.812
18:09:16 0msec	223.936	6.232	1075.773	3355.802
18:09:26 0msec	223.923	6.232	1069.5	3358.783
18:09:36 0msec	224.028	6.232	1072.636	3361.765
18:09:46 0msec	224.145	6.218	1069.5	3364.744
18:09:56 0msec	224.224	6.218	1069.5	3367.721
18:10:06 0msec	224.106	6.205	1066.364	3370.69
18:10:16 0msec	224.067	6.177	1060.091	3373.643
18:10:26 0msec	224.015	6.164	1060.091	3376.592
18:10:36 0msec	223.976	6.164	1060.091	3379.543
18:10:46 0msec	223.949	6.15	1060.091	3382.49
18:10:56 0msec	224.002	6.15	1056.955	3385.436
18:11:06 0msec	224.119	6.15	1060.091	3388.383
18:11:16 0msec	224.119	6.15	1056.955	3391.326
18:11:26 0msec	224.041	6.15	1056.955	3394.266
18:11:36 0msec	223.976	6.136	1056.955	3397.204
18:11:46 0msec	223.949	6.136	1056.955	3400.141
18:11:56 0msec	224.08	6.136	1056.955	3403.082
18:12:06 0msec	225.727	2.455	414	3404.233
18:12:16 0msec	226.655	0.368	53.318	3404.381
18:12:26 0msec	226.707	0.355	50.182	3404.527
18:12:36 0msec	226.785	0.355	53.318	3404.675
18:12:46 0msec	226.798	0.355	50.182	3404.819
18:12:56 0msec	226.628	0.368	50.182	3404.958
18:13:06 0msec	226.759	0.355	50.182	3405.104
18:13:16 0msec	226.563	0.355	53.318	3405.25
18:13:26 0msec	226.655	0.355	50.182	3405.395
18:13:36 0msec	226.393	0.341	50.182	3405.533
18:13:46 0msec	226.55	0.341	50.182	3405.672
18:13:56 0msec	226.459	0.355	50.182	3405.813
18:14:06 0msec	226.223	0.368	50.182	3405.953

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
18:14:16 0msec	225.648	0.355	47.045	3406.089
18:14:26 0msec	225.452	0.341	50.182	3406.232
18:14:36 0msec	225.426	0.341	50.182	3406.377
18:14:46 0msec	225.4	0.341	50.182	3406.523
18:14:56 0msec	225.387	0.341	47.045	3406.661
18:15:06 0msec	225.191	0.355	50.182	3406.802
18:15:16 0msec	225.309	0.341	50.182	3406.942
18:15:26 0msec	223.597	4.241	711.955	3408.925
18:15:36 0msec	222.708	6.314	1078.909	3411.929
18:15:46 0msec	222.695	6.3	1078.909	3414.926
18:15:56 0msec	222.721	6.286	1075.773	3417.916
18:16:06 0msec	222.708	6.259	1069.5	3420.893
18:16:16 0msec	222.773	6.232	1066.364	3423.859
18:16:26 0msec	222.669	6.218	1063.227	3426.817
18:16:36 0msec	223.205	6.218	1066.364	3429.786
18:16:46 0msec	223.858	6.232	1072.636	3432.768
18:16:56 0msec	223.871	6.218	1069.5	3435.686
18:17:06 0msec	223.858	6.218	1066.364	3438.655
18:17:16 0msec	223.936	6.205	1066.364	3441.625
18:17:26 0msec	224.028	6.205	1066.364	3444.591
18:17:36 0msec	224.015	6.191	1066.364	3447.554
18:17:46 0msec	224.054	6.191	1063.227	3450.514
18:17:56 0msec	224.028	6.177	1066.364	3453.475
18:18:06 0msec	223.949	6.177	1063.227	3456.426
18:18:16 0msec	223.989	6.177	1063.227	3459.385
18:18:26 0msec	224.067	6.177	1063.227	3462.341
18:18:36 0msec	224.172	6.177	1063.227	3465.298
18:18:46 0msec	224.237	6.177	1066.364	3468.317
18:18:56 0msec	224.328	6.177	1066.364	3471.278
18:19:06 0msec	224.707	6.191	1069.5	3474.255
18:19:16 0msec	224.551	6.177	1066.364	3477.223
18:19:26 0msec	226.994	0.682	109.773	3477.53
18:19:36 0msec	227.06	0.368	53.318	3477.679
18:19:46 0msec	226.837	0.368	50.182	3477.823
18:19:56 0msec	226.851	0.355	50.182	3477.963
18:20:06 0msec	226.746	0.355	50.182	3478.103
18:20:16 0msec	226.811	0.368	50.182	3478.246
18:20:26 0msec	226.89	0.368	50.182	3478.394
18:20:36 0msec	226.824	0.355	50.182	3478.54
18:20:46 0msec	227.047	0.368	50.182	3478.684



Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
18:20:56 0msec	227.177	0.355	50.182	3478.825
18:21:06 0msec	227.386	0.368	50.182	3478.97
18:21:16 0msec	228.262	0.368	53.318	3479.117
18:21:26 0msec	228.105	0.368	53.318	3479.266
18:21:36 0msec	228.184	0.368	50.182	3479.41
18:21:46 0msec	227.922	0.355	53.318	3479.561
18:21:56 0msec	228.197	0.368	50.182	3479.707
18:22:06 0msec	227.896	0.368	50.182	3479.849
18:22:16 0msec	228.066	0.368	53.318	3479.997
18:22:26 0msec	228.079	0.368	50.182	3480.144
18:22:36 0msec	226.89	3.464	586.5	3481.781
18:22:46 0msec	225.518	6.368	1110.273	3484.872
18:22:56 0msec	225.844	6.423	1116.545	3487.982
18:23:06 0msec	226.04	6.409	1119.682	3491.093
18:23:16 0msec	226.08	6.395	1116.545	3494.198
18:23:26 0msec	225.975	6.368	1110.273	3497.285
18:23:36 0msec	225.975	6.341	1107.136	3500.365
18:23:46 0msec	226.053	6.341	1104	3503.439
18:23:56 0msec	226.223	6.327	1104	3506.511
18:24:06 0msec	225.988	6.3	1097.727	3509.568
18:24:16 0msec	225.988	6.3	1097.727	3512.624
18:24:26 0msec	226.027	6.286	1094.591	3515.671
18:24:36 0msec	226.093	6.286	1094.591	3518.719
18:24:46 0msec	226.08	6.273	1094.591	3521.767
18:24:56 0msec	226.04	6.259	1091.455	3524.807
18:25:06 0msec	226.08	6.259	1091.455	3527.842
18:25:16 0msec	226.158	6.259	1091.455	3530.877
18:25:26 0msec	226.08	6.259	1091.455	3533.91
18:25:36 0msec	225.74	6.232	1082.045	3536.92
18:25:46 0msec	225.609	6.232	1082.045	3539.927
18:25:56 0msec	225.688	6.232	1082.045	3542.936
18:26:06 0msec	225.74	6.232	1082.045	3545.947
18:26:16 0msec	226.014	5.864	1019.318	3548.781
18:26:26 0msec	228.21	0.368	53.318	3548.934
18:26:36 0msec	228.223	0.368	53.318	3549.086
18:26:46 0msec	228.079	0.368	53.318	3549.239
18:26:56 0msec	227.896	0.355	50.182	3549.386
18:27:06 0msec	227.765	0.355	53.318	3549.535
18:27:16 0msec	227.974	0.355	53.318	3549.684
18:27:26 0msec	227.805	0.368	53.318	3549.833

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
18:27:36 0msec	227.687	0.368	53.318	3549.981
18:27:46 0msec	227.7	0.355	53.318	3550.13
18:27:56 0msec	227.844	0.355	50.182	3550.278
18:28:06 0msec	227.713	0.355	50.182	3550.422
18:28:16 0msec	228.04	0.355	50.182	3550.568
18:28:26 0msec	228.014	0.368	50.182	3550.714
18:28:36 0msec	228.21	0.368	53.318	3550.86
18:28:46 0msec	228.157	0.368	50.182	3551.005
18:28:56 0msec	227.961	0.368	50.182	3551.151
18:29:06 0msec	227.935	0.355	53.318	3551.3
18:29:16 0msec	228.184	0.368	53.318	3551.451
18:29:26 0msec	228.21	0.368	53.318	3551.599
18:29:36 0msec	228.118	0.395	56.455	3551.761
18:29:46 0msec	226.158	5.141	881.318	3554.214
18:29:56 0msec	225.557	6.45	1122.818	3557.341
18:30:06 0msec	225.518	6.436	1119.682	3560.456
18:30:16 0msec	225.792	6.409	1116.545	3563.559
18:30:26 0msec	225.975	6.395	1113.409	3566.655
18:30:36 0msec	225.897	6.355	1107.136	3569.735
18:30:46 0msec	225.923	6.341	1104	3572.804
18:30:56 0msec	225.949	6.341	1104	3575.868
18:31:06 0msec	226.498	6.341	1107.136	3578.946
18:31:16 0msec	226.511	6.341	1104	3582.018
18:31:26 0msec	226.707	6.327	1107.136	3585.096
18:31:36 0msec	226.655	6.327	1104	3588.165
18:31:46 0msec	226.641	6.314	1100.864	3591.223
18:31:56 0msec	226.641	6.3	1097.727	3594.277
18:32:06 0msec	226.55	6.286	1097.727	3597.331
18:32:16 0msec	226.641	6.286	1097.727	3600.443
18:32:26 0msec	226.707	6.3	1097.727	3603.496
18:32:36 0msec	226.628	6.286	1097.727	3606.543
18:32:46 0msec	226.681	6.286	1094.591	3609.584
18:32:56 0msec	226.576	6.273	1094.591	3612.625
18:33:06 0msec	226.681	6.273	1094.591	3615.67
18:33:16 0msec	226.733	6.273	1094.591	3618.711
18:33:26 0msec	226.393	6.259	1091.455	3621.744
18:33:36 0msec	226.432	6.259	1091.455	3624.778
18:33:46 0msec	226.445	6.259	1091.455	3627.811
18:33:56 0msec	226.223	6.245	1088.318	3630.842
18:34:06 0msec	226.445	6.259	1088.318	3633.875

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
18:34:16 0msec	226.341	6.245	1088.318	3636.907
18:34:26 0msec	226.459	6.245	1088.318	3639.938
18:34:36 0msec	226.315	6.245	1088.318	3642.963
18:34:46 0msec	226.341	6.232	1088.318	3645.985
18:34:56 0msec	226.249	6.245	1088.318	3649.007
18:35:06 0msec	226.197	6.232	1085.182	3652.028
18:35:16 0msec	226.04	6.232	1082.045	3655.038
18:35:26 0msec	226.053	6.232	1085.182	3658.058
18:35:36 0msec	226.053	6.232	1085.182	3661.075
18:35:46 0msec	225.949	6.232	1082.045	3664.027
18:35:56 0msec	226.158	6.232	1085.182	3667.046
18:36:06 0msec	226.236	6.232	1085.182	3670.064
18:36:16 0msec	226.315	6.232	1085.182	3673.084
18:36:26 0msec	226.419	6.245	1088.318	3676.108
18:36:36 0msec	226.485	6.232	1088.318	3679.131
18:36:46 0msec	228.118	2.755	467.318	3680.433
18:36:56 0msec	229.059	0.382	53.318	3680.583
18:37:06 0msec	229.085	0.382	53.318	3680.731
18:37:16 0msec	229.137	0.382	53.318	3680.881
18:37:26 0msec	228.445	0.355	53.318	3681.03
18:37:36 0msec	228.406	0.355	53.318	3681.179
18:37:46 0msec	228.955	0.368	53.318	3681.327
18:37:56 0msec	229.294	0.368	53.318	3681.478
18:38:06 0msec	229.255	0.382	53.318	3681.627
18:38:16 0msec	229.242	0.382	53.318	3681.776
18:38:26 0msec	229.36	0.368	53.318	3681.927
18:38:36 0msec	229.216	0.368	53.318	3682.076
18:38:46 0msec	229.111	0.368	50.182	3682.223
18:38:56 0msec	229.177	0.368	53.318	3682.375
18:39:06 0msec	229.02	0.355	53.318	3682.526
18:39:16 0msec	229.177	0.368	53.318	3682.674
18:39:26 0msec	229.268	0.368	50.182	3682.817
18:39:36 0msec	228.745	1.568	257.182	3683.533
18:39:46 0msec	226.785	6.218	1082.045	3686.549
18:39:56 0msec	226.615	6.45	1129.091	3689.686
18:40:06 0msec	226.668	6.436	1122.818	3692.812
18:40:16 0msec	226.798	6.409	1119.682	3695.922
18:40:26 0msec	226.877	6.395	1116.545	3699.028
18:40:36 0msec	226.811	6.368	1113.409	3702.119
18:40:46 0msec	227.034	6.368	1113.409	3705.213

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
18:40:56 0msec	226.628	6.341	1107.136	3708.287
18:41:06 0msec	226.968	6.341	1104	3711.362
18:41:16 0msec	226.55	6.314	1100.864	3714.427
18:41:26 0msec	226.615	6.314	1100.864	3717.489
18:41:36 0msec	226.602	6.3	1097.727	3720.545
18:41:46 0msec	226.537	6.286	1097.727	3723.597
18:41:56 0msec	226.537	6.273	1094.591	3726.643
18:42:06 0msec	226.563	6.273	1094.591	3729.69
18:42:16 0msec	226.576	6.273	1094.591	3732.732
18:42:26 0msec	226.602	6.259	1091.455	3735.774
18:42:36 0msec	226.615	6.259	1094.591	3738.82
18:42:46 0msec	226.681	6.259	1091.455	3741.862
18:42:56 0msec	227.295	6.286	1100.864	3744.924
18:43:06 0msec	227.282	6.286	1100.864	3747.986
18:43:16 0msec	227.439	6.273	1100.864	3751.05
18:43:26 0msec	229.922	0.368	56.455	3751.205
18:43:36 0msec	229.948	0.368	56.455	3751.36
18:43:46 0msec	229.974	0.368	56.455	3751.515
18:43:56 0msec	229.909	0.368	53.318	3751.668
18:44:06 0msec	229.817	0.368	53.318	3751.82
18:44:16 0msec	230.052	0.368	53.318	3751.977
18:44:26 0msec	230.248	0.368	53.318	3752.131
18:44:36 0msec	230.118	0.368	53.318	3752.285
18:44:46 0msec	230.196	0.368	50.182	3752.433
18:44:56 0msec	230.183	0.368	53.318	3752.586
18:45:06 0msec	230.196	0.368	50.182	3752.726
18:45:16 0msec	230.274	0.368	50.182	3752.868
18:45:26 0msec	230.301	0.368	53.318	3753.018
18:45:36 0msec	230.314	0.368	53.318	3753.167
18:45:46 0msec	230.157	0.368	53.318	3753.317
18:45:56 0msec	230.183	0.382	53.318	3753.467
18:46:06 0msec	230.026	0.368	50.182	3753.615
18:46:16 0msec	230.052	0.368	53.318	3753.768
18:46:26 0msec	229.516	1.705	282.273	3754.555
18:46:36 0msec	227.491	6.314	1107.136	3757.633
18:46:46 0msec	227.465	6.518	1147.909	3760.824
18:46:56 0msec	227.491	6.491	1141.636	3763.937
18:47:06 0msec	227.465	6.464	1135.364	3767.098
18:47:16 0msec	227.674	6.45	1135.364	3770.254
18:47:26 0msec	227.687	6.436	1129.091	3773.394

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
18:47:36 0msec	227.622	6.395	1122.818	3776.515
18:47:46 0msec	227.713	6.382	1119.682	3779.633
18:47:56 0msec	227.765	6.355	1116.545	3782.739
18:48:06 0msec	227.791	6.355	1113.409	3785.838
18:48:16 0msec	227.831	6.355	1113.409	3788.998
18:48:26 0msec	227.778	6.341	1113.409	3792.092
18:48:36 0msec	227.844	6.341	1110.273	3795.183
18:48:46 0msec	227.831	6.327	1110.273	3798.274
18:48:56 0msec	227.791	6.327	1110.273	3801.362
18:49:06 0msec	227.87	6.327	1107.136	3804.446
18:49:16 0msec	227.831	6.314	1107.136	3807.465
18:49:26 0msec	227.831	6.314	1107.136	3810.544
18:49:36 0msec	227.857	6.314	1107.136	3813.624
18:49:46 0msec	227.961	6.314	1107.136	3816.707
18:49:56 0msec	230.274	1.132	181.909	3817.213
18:50:06 0msec	230.653	0.368	53.318	3817.368
18:50:16 0msec	230.81	0.382	53.318	3817.52
18:50:26 0msec	230.758	0.368	53.318	3817.672
18:50:36 0msec	230.706	0.382	53.318	3817.819
18:50:46 0msec	230.693	0.382	53.318	3817.97
18:50:56 0msec	230.784	0.382	56.455	3818.127
18:51:06 0msec	230.732	0.382	53.318	3818.277
18:51:16 0msec	230.732	0.382	56.455	3818.436
18:51:26 0msec	230.575	0.382	53.318	3818.585
18:51:36 0msec	230.457	0.382	53.318	3818.734
18:51:46 0msec	230.693	0.368	53.318	3818.886
18:51:56 0msec	230.928	0.382	53.318	3819.037
18:52:06 0msec	230.967	0.368	53.318	3819.187
18:52:16 0msec	230.954	0.382	53.318	3819.334
18:52:26 0msec	230.876	0.368	53.318	3819.482
18:52:36 0msec	230.954	0.368	53.318	3819.631
18:52:46 0msec	231.045	0.368	53.318	3819.779
18:52:56 0msec	230.614	0.886	138	3820.164
18:53:06 0msec	228.249	6	1050.682	3823.083
18:53:16 0msec	227.988	6.559	1151.045	3826.287
18:53:26 0msec	227.988	6.518	1147.909	3829.483
18:53:36 0msec	228.118	6.491	1141.636	3832.658
18:53:46 0msec	228.053	6.464	1135.364	3835.819
18:53:56 0msec	228.366	6.45	1135.364	3838.978
18:54:06 0msec	228.353	6.436	1132.227	3842.127

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
18:54:16 0msec	228.249	6.409	1129.091	3845.261
18:54:26 0msec	228.393	6.409	1125.955	3848.395
18:54:36 0msec	228.34	6.395	1122.818	3851.516
18:54:46 0msec	228.301	6.382	1122.818	3854.638
18:54:56 0msec	228.249	6.341	1113.409	3857.734
18:55:06 0msec	228.184	6.341	1113.409	3860.827
18:55:16 0msec	228.236	6.341	1113.409	3863.923
18:55:26 0msec	227.909	6.327	1107.136	3866.998
18:55:36 0msec	228.001	6.327	1107.136	3870.081
18:55:46 0msec	227.988	6.314	1107.136	3873.157
18:55:56 0msec	227.935	6.3	1107.136	3876.235
18:56:06 0msec	227.974	6.3	1104	3879.306
18:56:16 0msec	228.027	6.286	1104	3882.378
18:56:26 0msec	230.405	1.295	219.545	3882.994
18:56:36 0msec	230.863	0.382	53.318	3883.148
18:56:46 0msec	230.836	0.382	53.318	3883.302
18:56:56 0msec	230.771	0.382	53.318	3883.451
18:57:06 0msec	230.915	0.382	53.318	3883.602
18:57:16 0msec	231.006	0.382	53.318	3883.75
18:57:26 0msec	230.771	0.382	53.318	3883.899
18:57:36 0msec	230.81	0.382	53.318	3884.047
18:57:46 0msec	230.758	0.382	50.182	3884.195
18:57:56 0msec	230.706	0.382	53.318	3884.345
18:58:06 0msec	230.693	0.382	53.318	3884.499
18:58:16 0msec	230.81	0.368	53.318	3884.648
18:58:26 0msec	230.902	0.382	53.318	3884.801
18:58:36 0msec	230.863	0.382	53.318	3884.952
18:58:46 0msec	230.915	0.368	53.318	3885.105
18:58:56 0msec	230.105	0.368	53.318	3885.254
18:59:06 0msec	227.713	0.355	50.182	3885.396
18:59:16 0msec	227.661	0.355	53.318	3885.541
18:59:26 0msec	227.243	0.355	53.318	3885.697
18:59:36 0msec	226.341	2.918	489.273	3887.062
18:59:46 0msec	224.773	6.355	1100.864	3890.121
18:59:56 0msec	224.93	6.423	1113.409	3893.215
19:00:06 0msec	224.799	6.382	1107.136	3896.295
19:00:16 0msec	224.89	6.355	1100.864	3899.356
19:00:26 0msec	224.956	6.341	1097.727	3902.409
19:00:36 0msec	224.943	6.327	1094.591	3905.452
19:00:46 0msec	225.126	6.314	1094.591	3908.494

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
19:00:56 0msec	225.165	6.3	1091.455	3911.528
19:01:06 0msec	225.178	6.286	1091.455	3914.558
19:01:16 0msec	224.995	6.273	1085.182	3917.573
19:01:26 0msec	225.034	6.232	1078.909	3920.574
19:01:36 0msec	225.113	6.232	1078.909	3923.571
19:01:46 0msec	225.165	6.218	1075.773	3926.562
19:01:56 0msec	225.099	6.218	1075.773	3929.548
19:02:06 0msec	225.034	6.205	1072.636	3932.529
19:02:16 0msec	224.916	6.205	1069.5	3935.502
19:02:26 0msec	224.851	6.177	1069.5	3938.477
19:02:36 0msec	224.72	6.177	1069.5	3941.451
19:02:46 0msec	224.72	6.177	1066.364	3944.421
19:02:56 0msec	224.786	6.164	1066.364	3947.39
19:03:06 0msec	226.354	2.359	398.318	3948.5
19:03:16 0msec	227.321	0.355	50.182	3948.647
19:03:26 0msec	227.334	0.355	53.318	3948.795
19:03:36 0msec	227.465	0.355	50.182	3948.942
19:03:46 0msec	227.635	0.355	53.318	3949.093
19:03:56 0msec	227.674	0.355	50.182	3949.239
19:04:06 0msec	227.595	0.355	50.182	3949.385
19:04:16 0msec	227.648	0.355	53.318	3949.533
19:04:26 0msec	228.001	0.341	50.182	3949.674
19:04:36 0msec	227.896	0.341	50.182	3949.817
19:04:46 0msec	227.883	0.341	50.182	3949.955
19:04:56 0msec	227.752	0.355	50.182	3950.1
19:05:06 0msec	227.778	0.355	50.182	3950.241
19:05:16 0msec	227.439	0.341	50.182	3950.387
19:05:26 0msec	227.491	0.341	50.182	3950.535
19:05:36 0msec	227.36	0.341	50.182	3950.682
19:05:46 0msec	227.373	0.355	50.182	3950.823
19:05:56 0msec	227.439	0.355	53.318	3950.972
19:06:06 0msec	227.556	0.341	50.182	3951.118
19:06:16 0msec	226.432	3.368	570.818	3952.705
19:06:26 0msec	225.191	6.395	1110.273	3955.792
19:06:36 0msec	225.165	6.423	1116.545	3958.892
19:06:46 0msec	225.243	6.395	1110.273	3961.979
19:06:56 0msec	225.191	6.355	1107.136	3965.051
19:07:06 0msec	225.126	6.341	1097.727	3968.106
19:07:16 0msec	225.217	6.327	1097.727	3971.158
19:07:26 0msec	225.113	6.3	1091.455	3974.193

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
19:07:36 0msec	225.243	6.286	1091.455	3977.228
19:07:46 0msec	225.256	6.273	1088.318	3980.25
19:07:56 0msec	225.021	6.245	1085.182	3983.265
19:08:06 0msec	225.152	6.245	1085.182	3986.277
19:08:16 0msec	225.126	6.245	1082.045	3989.291
19:08:26 0msec	225.139	6.245	1082.045	3992.3
19:08:36 0msec	225.073	6.232	1082.045	3995.306
19:08:46 0msec	224.864	6.218	1075.773	3998.302
19:08:56 0msec	224.747	6.218	1075.773	4001.293
19:09:06 0msec	224.969	6.218	1075.773	4004.289
19:09:16 0msec	224.851	6.218	1072.636	4007.279
19:09:26 0msec	225.008	6.218	1075.773	4010.272
19:09:36 0msec	225.204	6.218	1078.909	4013.272
19:09:46 0msec	227.569	1.036	172.5	4013.76
19:09:56 0msec	227.974	0.355	53.318	4013.911
19:10:06 0msec	227.948	0.341	53.318	4014.058
19:10:16 0msec	227.883	0.355	53.318	4014.204
19:10:26 0msec	227.909	0.355	50.182	4014.35
19:10:36 0msec	228.079	0.355	50.182	4014.49
19:10:46 0msec	227.87	0.368	50.182	4014.632
19:10:56 0msec	227.818	0.368	53.318	4014.779
19:11:06 0msec	227.857	0.355	50.182	4014.927
19:11:16 0msec	227.674	0.341	50.182	4015.075
19:11:26 0msec	227.569	0.355	53.318	4015.224
19:11:36 0msec	227.504	0.355	53.318	4015.373
19:11:46 0msec	227.478	0.355	53.318	4015.521
19:11:56 0msec	227.504	0.355	53.318	4015.67
19:12:06 0msec	227.517	0.341	50.182	4015.818
19:12:16 0msec	227.765	0.355	50.182	4015.963
19:12:26 0msec	227.844	0.355	53.318	4016.112
19:12:36 0msec	227.909	0.341	50.182	4016.257
19:12:46 0msec	227.988	0.355	50.182	4016.401
19:12:56 0msec	227.243	2.264	376.364	4017.449
19:13:06 0msec	225.452	6.314	1097.727	4020.5
19:13:16 0msec	225.361	6.45	1119.682	4023.61
19:13:26 0msec	225.518	6.368	1107.136	4026.688
19:13:36 0msec	225.322	6.341	1104	4029.758
19:13:46 0msec	225.413	6.341	1104	4032.827
19:13:56 0msec	225.439	6.341	1100.864	4035.889
19:14:06 0msec	225.4	6.327	1097.727	4038.938



Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
19:14:16 0msec	225.439	6.314	1094.591	4041.982
19:14:26 0msec	225.505	6.245	1085.182	4045.002
19:14:36 0msec	225.295	6.232	1078.909	4048.008
19:14:46 0msec	225.295	6.232	1078.909	4051.007
19:14:56 0msec	225.243	6.218	1075.773	4053.999
19:15:06 0msec	225.191	6.218	1078.909	4057
19:15:16 0msec	225.309	6.232	1078.909	4059.999
19:15:26 0msec	225.387	6.232	1078.909	4062.999
19:15:36 0msec	225.165	6.218	1072.636	4065.986
19:15:46 0msec	225.243	6.218	1075.773	4068.975
19:15:56 0msec	225.243	6.218	1072.636	4071.962
19:16:06 0msec	225.374	6.218	1075.773	4074.952
19:16:16 0msec	225.596	6.218	1078.909	4077.95
19:16:26 0msec	226.145	4.977	853.091	4080.323
19:16:36 0msec	228.001	0.355	50.182	4080.465
19:16:46 0msec	228.066	0.368	53.318	4080.611
19:16:56 0msec	227.935	0.355	50.182	4080.754
19:17:06 0msec	227.988	0.355	53.318	4080.909
19:17:16 0msec	228.092	0.355	50.182	4081.055
19:17:26 0msec	228.092	0.355	53.318	4081.206
19:17:36 0msec	227.948	0.355	53.318	4081.356
19:17:46 0msec	227.988	0.355	53.318	4081.506
19:17:56 0msec	228.027	0.368	53.318	4081.659
19:18:06 0msec	228.014	0.355	53.318	4081.811
19:18:16 0msec	227.922	0.341	53.318	4081.964
19:18:26 0msec	227.909	0.355	53.318	4082.114
19:18:36 0msec	228.288	0.355	50.182	4082.26
19:18:46 0msec	228.157	0.355	53.318	4082.412
19:18:56 0msec	228.079	0.355	53.318	4082.561
19:19:06 0msec	228.118	0.355	53.318	4082.714
19:19:16 0msec	228.249	0.355	53.318	4082.866
19:19:26 0msec	228.288	0.355	50.182	4083.011
19:19:36 0msec	228.17	0.355	50.182	4083.156
19:19:46 0msec	226.798	2.973	498.682	4084.546
19:19:56 0msec	225.191	6.368	1104	4087.617
19:20:06 0msec	225.165	6.423	1113.409	4090.714
19:20:16 0msec	225.439	6.423	1116.545	4093.818
19:20:26 0msec	225.152	6.341	1100.864	4096.876
19:20:36 0msec	225.178	6.314	1094.591	4099.918
19:20:46 0msec	225.178	6.286	1091.455	4102.954

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
19:20:56 0msec	225.361	6.286	1091.455	4105.985
19:21:06 0msec	225.361	6.273	1088.318	4109.008
19:21:16 0msec	225.387	6.259	1088.318	4112.029
19:21:26 0msec	225.4	6.245	1085.182	4115.045
19:21:36 0msec	225.152	6.232	1082.045	4118.052
19:21:46 0msec	225.322	6.232	1082.045	4121.064
19:21:56 0msec	225.282	6.232	1082.045	4124.072
19:22:06 0msec	225.335	6.245	1082.045	4127.083
19:22:16 0msec	225.282	6.232	1082.045	4130.091
19:22:26 0msec	225.309	6.232	1078.909	4133.095
19:22:36 0msec	225.269	6.232	1078.909	4136.095
19:22:46 0msec	225.426	6.232	1082.045	4139.101
19:22:56 0msec	225.491	6.232	1082.045	4142.107
19:23:06 0msec	225.583	6.232	1082.045	4145.116
19:23:16 0msec	227.177	2.25	379.5	4146.175
19:23:26 0msec	227.922	0.355	53.318	4146.322
19:23:36 0msec	228.001	0.368	53.318	4146.469
19:23:46 0msec	228.092	0.368	53.318	4146.619
19:23:56 0msec	228.014	0.355	53.318	4146.77
19:24:06 0msec	227.948	0.368	50.182	4146.917
19:24:16 0msec	227.831	0.355	53.318	4147.067
19:24:26 0msec	227.726	0.355	50.182	4147.213
19:24:36 0msec	227.87	0.355	53.318	4147.366
19:24:46 0msec	227.922	0.355	50.182	4147.511
19:24:56 0msec	227.844	0.355	50.182	4147.654
19:25:06 0msec	227.935	0.368	53.318	4147.804
19:25:16 0msec	227.922	0.355	53.318	4147.954
19:25:26 0msec	227.922	0.355	50.182	4148.101
19:25:36 0msec	228.053	0.355	50.182	4148.244
19:25:46 0msec	228.236	0.355	50.182	4148.389
19:25:56 0msec	228.184	0.355	53.318	4148.537
19:26:06 0msec	228.432	0.355	53.318	4148.688
19:26:16 0msec	228.236	0.355	53.318	4148.84
19:26:26 0msec	228.04	0.914	144.273	4149.246
19:26:36 0msec	225.975	5.945	1025.591	4152.099
19:26:46 0msec	225.518	6.45	1119.682	4155.209
19:26:56 0msec	225.661	6.436	1116.545	4158.316
19:27:06 0msec	225.518	6.341	1104	4161.383
19:27:16 0msec	225.557	6.341	1100.864	4164.442
19:27:26 0msec	225.413	6.327	1094.591	4167.491

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
19:27:36 0msec	225.335	6.327	1097.727	4170.54
19:27:46 0msec	225.295	6.3	1091.455	4173.579
19:27:56 0msec	225.335	6.286	1088.318	4176.608
19:28:06 0msec	225.23	6.259	1085.182	4179.632
19:28:16 0msec	225.413	6.259	1088.318	4182.659
19:28:26 0msec	225.374	6.273	1085.182	4185.676
19:28:36 0msec	225.518	6.259	1085.182	4188.699
19:28:46 0msec	225.583	6.245	1085.182	4191.719
19:28:56 0msec	225.622	6.259	1085.182	4194.737
19:29:06 0msec	225.531	6.232	1082.045	4197.748
19:29:16 0msec	225.478	6.232	1082.045	4200.755
19:29:26 0msec	225.465	6.232	1082.045	4203.76
19:29:36 0msec	225.452	6.232	1078.909	4206.764
19:29:46 0msec	225.465	6.232	1078.909	4209.767
19:29:56 0msec	225.491	6.205	1082.045	4212.772
19:30:06 0msec	228.236	0.368	53.318	4212.926
19:30:16 0msec	228.236	0.355	50.182	4213.072
19:30:26 0msec	228.197	0.368	53.318	4213.222
19:30:36 0msec	228.236	0.355	53.318	4213.371
19:30:46 0msec	228.38	0.355	50.182	4213.515
19:30:56 0msec	228.366	0.368	53.318	4213.662
19:31:06 0msec	228.236	0.355	53.318	4213.809
19:31:16 0msec	228.471	0.355	53.318	4213.958
19:31:26 0msec	226.785	3.832	649.227	4215.766
19:31:36 0msec	225.701	6.341	1104	4218.833
19:31:46 0msec	225.674	6.382	1107.136	4221.917
19:31:56 0msec	225.426	6.341	1100.864	4224.98
19:32:06 0msec	225.622	6.341	1100.864	4228.045
19:32:16 0msec	225.701	6.341	1100.864	4231.107
19:32:26 0msec	225.635	6.314	1094.591	4234.152
19:32:36 0msec	225.831	6.3	1094.591	4237.198
19:32:46 0msec	225.805	6.3	1094.591	4240.241
19:32:56 0msec	225.714	6.273	1091.455	4243.273
19:33:06 0msec	225.831	6.286	1088.318	4246.303
19:33:16 0msec	225.91	6.273	1088.318	4249.332
19:33:26 0msec	225.792	6.245	1088.318	4252.353
19:33:36 0msec	225.818	6.245	1085.182	4255.374
19:33:46 0msec	225.897	6.245	1085.182	4258.394
19:33:56 0msec	225.949	6.245	1085.182	4261.414
19:34:06 0msec	225.923	6.245	1085.182	4264.432

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
19:34:16 0msec	225.988	6.245	1088.318	4267.454
19:34:26 0msec	225.74	6.232	1082.045	4270.466
19:34:36 0msec	226.014	6.245	1085.182	4273.489
19:34:46 0msec	225.805	6.245	1082.045	4276.5
19:34:56 0msec	225.988	6.245	1085.182	4279.519
19:35:06 0msec	225.91	6.245	1085.182	4282.535
19:35:16 0msec	225.91	6.232	1085.182	4285.551
19:35:26 0msec	225.857	6.232	1085.182	4288.565
19:35:36 0msec	225.988	6.232	1085.182	4291.584
19:35:46 0msec	226.001	6.245	1085.182	4294.6
19:35:56 0msec	225.988	6.245	1085.182	4297.615
19:36:06 0msec	226.04	6.245	1085.182	4300.632
19:36:16 0msec	226.08	6.232	1085.182	4303.653
19:36:26 0msec	225.962	6.232	1082.045	4306.666
19:36:36 0msec	225.975	6.232	1085.182	4309.681
19:36:46 0msec	226.001	6.232	1082.045	4312.692
19:36:56 0msec	225.962	6.232	1082.045	4315.708
19:37:06 0msec	227.948	1.705	282.273	4316.498
19:37:16 0msec	228.706	0.368	53.318	4316.651
19:37:26 0msec	228.85	0.368	53.318	4316.801
19:37:36 0msec	228.759	0.368	53.318	4316.949
19:37:46 0msec	228.772	0.368	53.318	4317.097
19:37:56 0msec	228.85	0.368	53.318	4317.244
19:38:06 0msec	228.719	0.368	53.318	4317.392
19:38:16 0msec	228.719	0.368	50.182	4317.536
19:38:26 0msec	228.706	0.368	50.182	4317.682
19:38:36 0msec	228.602	0.355	50.182	4317.826
19:38:46 0msec	228.759	0.355	50.182	4317.971
19:38:56 0msec	228.824	0.368	53.318	4318.123
19:39:06 0msec	228.837	0.355	53.318	4318.271
19:39:16 0msec	228.928	0.368	50.182	4318.416
19:39:26 0msec	229.098	0.355	53.318	4318.563
19:39:36 0msec	229.072	0.368	53.318	4318.71
19:39:46 0msec	229.059	0.368	53.318	4318.856
19:39:56 0msec	228.131	2.059	338.727	4319.803
19:40:06 0msec	226.472	6.3	1094.591	4322.85
19:40:16 0msec	226.498	6.45	1122.818	4325.973
19:40:26 0msec	226.563	6.423	1116.545	4329.08
19:40:36 0msec	226.628	6.395	1113.409	4332.174
19:40:46 0msec	226.668	6.409	1119.682	4335.286

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
19:40:56 0msec	226.72	6.395	1116.545	4338.391
19:41:06 0msec	226.681	6.382	1113.409	4341.484
19:41:16 0msec	226.681	6.341	1107.136	4344.559
19:41:26 0msec	226.733	6.327	1107.136	4347.635
19:41:36 0msec	226.485	6.314	1100.864	4350.692
19:41:46 0msec	225.191	6.259	1082.045	4353.7
19:41:56 0msec	224.616	6.232	1072.636	4356.685
19:42:06 0msec	224.629	6.232	1072.636	4359.674
19:42:16 0msec	224.577	6.232	1069.5	4362.655
19:42:26 0msec	224.76	6.232	1072.636	4365.637
19:42:36 0msec	224.799	6.232	1072.636	4368.621
19:42:46 0msec	224.838	6.218	1072.636	4371.603
19:42:56 0msec	225.034	6.232	1075.773	4374.586
19:43:06 0msec	225.021	6.232	1072.636	4377.567
19:43:16 0msec	225.008	6.232	1072.636	4380.552
19:43:26 0msec	225.256	6.232	1075.773	4383.542
19:43:36 0msec	226.772	2.373	398.318	4384.651
19:43:46 0msec	227.857	0.368	53.318	4384.803
19:43:56 0msec	227.582	0.368	53.318	4384.951
19:44:06 0msec	227.765	0.368	53.318	4385.102
19:44:16 0msec	227.569	0.368	53.318	4385.251
19:44:26 0msec	227.687	0.368	53.318	4385.4
19:44:36 0msec	227.556	0.355	53.318	4385.551
19:44:46 0msec	227.661	0.355	53.318	4385.698
19:44:56 0msec	227.648	0.341	53.318	4385.845
19:45:06 0msec	227.622	0.341	50.182	4385.992
19:45:16 0msec	227.635	0.355	50.182	4386.14
19:45:26 0msec	227.7	0.368	50.182	4386.282
19:45:36 0msec	227.674	0.355	50.182	4386.429
19:45:46 0msec	227.948	0.355	50.182	4386.572
19:45:56 0msec	227.752	0.341	50.182	4386.713
19:46:06 0msec	227.948	0.368	53.318	4386.86
19:46:16 0msec	228.118	0.355	53.318	4387.01
19:46:26 0msec	228.053	0.355	53.318	4387.16
19:46:36 0msec	227.726	0.9	141.136	4387.553
19:46:46 0msec	225.714	5.918	1019.318	4390.387
19:46:56 0msec	225.269	6.45	1113.409	4393.487
19:47:06 0msec	225.204	6.436	1110.273	4396.576
19:47:16 0msec	225.256	6.395	1107.136	4399.662
19:47:26 0msec	225.23	6.382	1100.864	4402.729

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
19:47:36 0msec	225.139	6.341	1097.727	4405.789
19:47:46 0msec	225.413	6.341	1097.727	4408.847
19:47:56 0msec	225.152	6.327	1091.455	4411.886
19:48:06 0msec	225.282	6.314	1091.455	4414.924
19:48:16 0msec	225.439	6.3	1091.455	4417.957
19:48:26 0msec	225.374	6.286	1088.318	4420.981
19:48:36 0msec	225.335	6.286	1085.182	4424
19:48:46 0msec	225.282	6.259	1082.045	4427.014
19:48:56 0msec	225.322	6.259	1082.045	4430.027
19:49:06 0msec	225.413	6.259	1085.182	4433.042
19:49:16 0msec	225.465	6.259	1085.182	4436.057
19:49:26 0msec	225.282	6.245	1078.909	4439.062
19:49:36 0msec	225.282	6.232	1078.909	4442.063
19:49:46 0msec	225.322	6.232	1078.909	4445.063
19:49:56 0msec	225.518	6.245	1082.045	4448.069
19:50:06 0msec	225.426	6.245	1078.909	4451.075
19:50:16 0msec	226.576	3.873	671.182	4452.94
19:50:26 0msec	228.001	0.368	53.318	4453.091
19:50:36 0msec	228.079	0.355	50.182	4453.234
19:50:46 0msec	228.105	0.355	50.182	4453.377
19:50:56 0msec	228.04	0.368	53.318	4453.524
19:51:06 0msec	228.157	0.355	53.318	4453.671
19:51:16 0msec	228.105	0.368	53.318	4453.82
19:51:26 0msec	227.988	0.355	50.182	4453.963
19:51:36 0msec	227.922	0.355	53.318	4454.111
19:51:46 0msec	227.948	0.368	56.455	4454.271
19:51:56 0msec	228.014	0.355	53.318	4454.425
19:52:06 0msec	228.131	0.355	50.182	4454.569
19:52:16 0msec	228.21	0.355	53.318	4454.721
19:52:26 0msec	228.275	0.368	50.182	4454.869
19:52:36 0msec	228.249	0.355	50.182	4455.011
19:52:46 0msec	228.301	0.368	53.318	4455.162
19:52:56 0msec	228.34	0.355	53.318	4455.311
19:53:06 0msec	228.484	0.355	50.182	4455.455
19:53:16 0msec	228.366	0.368	53.318	4455.602
19:53:26 0msec	228.366	0.668	103.5	4455.888
19:53:36 0msec	226.184	5.727	984.818	4458.626
19:53:46 0msec	226.053	6.45	1116.545	4461.731
19:53:56 0msec	226.08	6.436	1116.545	4464.833
19:54:06 0msec	225.91	6.45	1116.545	4467.939

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
19:54:16 0msec	225.818	6.423	1110.273	4471.03
19:54:26 0msec	225.805	6.395	1107.136	4474.108
19:54:36 0msec	225.714	6.368	1104	4477.176
19:54:46 0msec	225.674	6.341	1100.864	4480.238
19:54:56 0msec	225.596	6.327	1097.727	4483.291
19:55:06 0msec	225.714	6.341	1094.591	4486.338
19:55:16 0msec	225.661	6.314	1091.455	4489.375
19:55:26 0msec	225.74	6.3	1091.455	4492.415
19:55:36 0msec	225.805	6.286	1091.455	4495.453
19:55:46 0msec	225.753	6.286	1088.318	4498.481
19:55:56 0msec	225.74	6.286	1088.318	4501.505
19:56:06 0msec	226.04	6.3	1091.455	4504.54
19:56:16 0msec	225.844	6.286	1088.318	4507.56
19:56:26 0msec	226.119	6.3	1088.318	4510.588
19:56:36 0msec	226.093	6.286	1088.318	4513.611
19:56:46 0msec	226.315	6.3	1091.455	4516.639
19:56:56 0msec	226.733	4.718	812.318	4518.901
19:57:06 0msec	228.432	0.368	53.318	4519.048
19:57:16 0msec	228.38	0.368	53.318	4519.2
19:57:26 0msec	228.38	0.368	53.318	4519.355
19:57:36 0msec	228.523	0.368	53.318	4519.505
19:57:46 0msec	228.576	0.368	53.318	4519.654
19:57:56 0msec	228.549	0.368	53.318	4519.8
19:58:06 0msec	228.589	0.368	53.318	4519.949
19:58:16 0msec	228.811	0.368	53.318	4520.099
19:58:26 0msec	228.798	0.368	53.318	4520.249
19:58:36 0msec	228.811	0.368	53.318	4520.399
19:58:46 0msec	228.915	0.368	53.318	4520.552
19:58:56 0msec	228.811	0.368	53.318	4520.704
19:59:06 0msec	228.654	0.368	53.318	4520.855
19:59:16 0msec	228.654	0.355	53.318	4521.005
19:59:26 0msec	228.641	0.355	53.318	4521.151
19:59:36 0msec	228.745	0.355	53.318	4521.304
19:59:46 0msec	228.615	0.355	53.318	4521.453
19:59:56 0msec	228.811	0.368	50.182	4521.597
20:00:06 0msec	228.785	0.368	53.318	4521.746
20:00:16 0msec	227.373	3.75	636.682	4523.515
20:00:26 0msec	225.884	6.477	1122.818	4526.636
20:00:36 0msec	226.053	6.505	1129.091	4529.775
20:00:46 0msec	225.975	6.45	1119.682	4532.892

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
20:00:56 0msec	226.145	6.409	1113.409	4535.988
20:01:06 0msec	225.727	6.382	1107.136	4539.064
20:01:16 0msec	225.962	6.382	1104	4542.137
20:01:26 0msec	225.936	6.355	1100.864	4545.199
20:01:36 0msec	226.001	6.355	1100.864	4548.259
20:01:46 0msec	225.844	6.341	1097.727	4551.312
20:01:56 0msec	226.04	6.341	1097.727	4554.362
20:02:06 0msec	226.145	6.327	1097.727	4557.411
20:02:16 0msec	226.184	6.327	1097.727	4560.458
20:02:26 0msec	226.132	6.327	1094.591	4563.503
20:02:36 0msec	226.21	6.314	1094.591	4566.542
20:02:46 0msec	226.393	6.314	1094.591	4569.587
20:02:56 0msec	226.432	6.3	1091.455	4572.622
20:03:06 0msec	226.563	6.286	1088.318	4575.644
20:03:16 0msec	226.432	6.259	1088.318	4578.666
20:03:26 0msec	226.367	6.259	1085.182	4581.684
20:03:36 0msec	227.112	4.677	802.909	4583.912
20:03:46 0msec	228.785	0.382	53.318	4584.065
20:03:56 0msec	228.589	0.382	53.318	4584.22
20:04:06 0msec	228.34	0.368	53.318	4584.374
20:04:16 0msec	228.667	0.368	53.318	4584.527
20:04:26 0msec	228.419	0.368	53.318	4584.676
20:04:36 0msec	228.38	0.368	53.318	4584.822
20:04:46 0msec	228.301	0.368	53.318	4584.969
20:04:56 0msec	228.432	0.368	53.318	4585.122
20:05:06 0msec	228.301	0.355	53.318	4585.275
20:05:16 0msec	228.236	0.368	53.318	4585.426
20:05:26 0msec	228.17	0.368	53.318	4585.575
20:05:36 0msec	228.366	0.368	53.318	4585.726
20:05:46 0msec	228.223	0.368	50.182	4585.872
20:05:56 0msec	228.249	0.368	50.182	4586.02
20:06:06 0msec	228.314	0.355	53.318	4586.171
20:06:16 0msec	228.523	0.355	50.182	4586.314
20:06:26 0msec	228.523	0.355	53.318	4586.464
20:06:36 0msec	228.615	0.355	53.318	4586.613
20:06:46 0msec	228.275	0.355	53.318	4586.767
20:06:56 0msec	227.635	2.455	407.727	4587.901
20:07:06 0msec	225.766	6.395	1110.273	4590.985
20:07:16 0msec	225.805	6.491	1129.091	4594.123
20:07:26 0msec	225.753	6.423	1113.409	4597.219



Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
20:07:36 0msec	225.674	6.409	1110.273	4600.304
20:07:46 0msec	225.648	6.382	1104	4603.379
20:07:56 0msec	225.688	6.368	1100.864	4606.447
20:08:06 0msec	225.57	6.341	1097.727	4609.502
20:08:16 0msec	225.701	6.341	1097.727	4612.555
20:08:26 0msec	225.818	6.341	1094.591	4615.602
20:08:36 0msec	225.949	6.327	1094.591	4618.646
20:08:46 0msec	225.923	6.314	1094.591	4621.69
20:08:56 0msec	225.975	6.314	1094.591	4624.732
20:09:06 0msec	226.014	6.314	1091.455	4627.769
20:09:16 0msec	226.08	6.314	1091.455	4630.806
20:09:26 0msec	226.145	6.314	1091.455	4633.842
20:09:36 0msec	226.315	6.314	1094.591	4636.881
20:09:46 0msec	226.262	6.314	1091.455	4639.917
20:09:56 0msec	226.223	6.3	1091.455	4642.955
20:10:06 0msec	226.001	6.3	1088.318	4645.983
20:10:16 0msec	227.399	2.795	470.455	4647.292
20:10:26 0msec	228.393	0.368	53.318	4647.444
20:10:36 0msec	228.484	0.368	53.318	4647.596
20:10:46 0msec	228.38	0.368	53.318	4647.748
20:10:56 0msec	228.314	0.368	53.318	4647.902
20:11:06 0msec	228.432	0.368	53.318	4648.056
20:11:16 0msec	228.576	0.368	53.318	4648.206
20:11:26 0msec	228.484	0.368	50.182	4648.353
20:11:36 0msec	228.51	0.368	53.318	4648.503
20:11:46 0msec	228.51	0.368	53.318	4648.651
20:11:56 0msec	228.576	0.368	53.318	4648.807
20:12:06 0msec	228.497	0.355	50.182	4648.95
20:12:16 0msec	228.641	0.368	50.182	4649.093
20:12:26 0msec	228.85	0.382	53.318	4649.243
20:12:36 0msec	228.837	0.368	53.318	4649.394
20:12:46 0msec	228.85	0.368	53.318	4649.543
20:12:56 0msec	228.863	0.368	53.318	4649.694
20:13:06 0msec	228.785	0.368	53.318	4649.846
20:13:16 0msec	228.915	0.368	53.318	4649.999
20:13:26 0msec	228.915	0.573	87.818	4650.243
20:13:36 0msec	226.785	5.632	969.136	4652.94
20:13:46 0msec	226.524	6.477	1129.091	4656.076
20:13:56 0msec	226.589	6.464	1122.818	4659.2
20:14:06 0msec	226.733	6.45	1119.682	4662.313

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
20:14:16 0msec	226.694	6.45	1122.818	4665.437
20:14:26 0msec	226.837	6.45	1122.818	4668.557
20:14:36 0msec	226.955	6.45	1119.682	4671.668
20:14:46 0msec	226.877	6.423	1113.409	4674.767
20:14:56 0msec	226.877	6.395	1110.273	4677.855
20:15:06 0msec	226.72	6.368	1107.136	4680.935
20:15:16 0msec	226.811	6.341	1100.864	4683.997
20:15:26 0msec	226.694	6.341	1097.727	4687.053
20:15:36 0msec	226.681	6.327	1097.727	4690.104
20:15:46 0msec	226.746	6.327	1097.727	4693.161
20:15:56 0msec	226.694	6.327	1097.727	4696.215
20:16:06 0msec	226.668	6.327	1097.727	4699.265
20:16:16 0msec	226.694	6.327	1097.727	4702.315
20:16:26 0msec	226.694	6.327	1097.727	4705.366
20:16:36 0msec	226.772	6.327	1097.727	4708.417
20:16:46 0msec	227.373	4.868	843.682	4710.762
20:16:56 0msec	229.307	0.382	53.318	4710.911
20:17:06 0msec	229.347	0.382	53.318	4711.062
20:17:16 0msec	229.399	0.368	53.318	4711.217
20:17:26 0msec	229.451	0.368	53.318	4711.372
20:17:36 0msec	229.477	0.382	53.318	4711.523
20:17:46 0msec	229.36	0.368	50.182	4711.667
20:17:56 0msec	229.464	0.368	53.318	4711.815
20:18:06 0msec	229.556	0.368	53.318	4711.972
20:18:16 0msec	229.53	0.368	53.318	4712.121
20:18:26 0msec	229.621	0.368	56.455	4712.278
20:18:36 0msec	229.582	0.368	53.318	4712.432
20:18:46 0msec	229.765	0.368	53.318	4712.579
20:18:56 0msec	229.739	0.368	53.318	4712.729
20:19:06 0msec	229.673	0.368	53.318	4712.88
20:19:16 0msec	229.647	0.382	53.318	4713.028
20:19:26 0msec	229.556	0.368	50.182	4713.176
20:19:36 0msec	229.543	0.368	50.182	4713.319
20:19:46 0msec	229.621	0.368	53.318	4713.468
20:19:56 0msec	229.647	0.382	50.182	4713.613
20:20:06 0msec	228.21	3.627	614.727	4715.324
20:20:16 0msec	226.955	6.532	1132.227	4718.477
20:20:26 0msec	227.164	6.545	1138.5	4721.643
20:20:36 0msec	227.138	6.505	1132.227	4724.793
20:20:46 0msec	227.256	6.477	1129.091	4727.93

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
20:20:56 0msec	227.373	6.464	1125.955	4731.06
20:21:06 0msec	227.517	6.436	1116.545	4734.165
20:21:16 0msec	227.739	6.436	1119.682	4737.272
20:21:26 0msec	227.661	6.409	1116.545	4740.372
20:21:36 0msec	227.674	6.409	1113.409	4743.468
20:21:46 0msec	227.87	6.395	1113.409	4746.563
20:21:56 0msec	227.791	6.382	1110.273	4749.65
20:22:06 0msec	227.674	6.368	1107.136	4752.727
20:22:16 0msec	227.609	6.355	1104	4755.802
20:22:26 0msec	227.543	6.368	1104	4758.875
20:22:36 0msec	227.478	6.355	1104	4761.947
20:22:46 0msec	227.504	6.355	1104	4765.014
20:22:56 0msec	227.491	6.341	1100.864	4768.08
20:23:06 0msec	227.556	6.341	1104	4771.147
20:23:16 0msec	229.124	2.973	504.955	4772.557
20:23:26 0msec	230.366	0.382	56.455	4772.716
20:23:36 0msec	230.34	0.382	53.318	4772.868
20:23:46 0msec	230.457	0.368	56.455	4773.022
20:23:56 0msec	230.51	0.395	53.318	4773.177
20:24:06 0msec	230.575	0.395	53.318	4773.331
20:24:16 0msec	230.653	0.382	53.318	4773.478
20:24:26 0msec	230.64	0.382	53.318	4773.628
20:24:36 0msec	230.549	0.382	53.318	4773.781
20:24:46 0msec	230.601	0.395	53.318	4773.937
20:24:56 0msec	230.418	0.382	53.318	4774.087
20:25:06 0msec	230.575	0.368	53.318	4774.24
20:25:16 0msec	230.758	0.382	53.318	4774.395
20:25:26 0msec	230.614	0.382	53.318	4774.548
20:25:36 0msec	230.693	0.368	53.318	4774.702
20:25:46 0msec	230.784	0.368	53.318	4774.851
20:25:56 0msec	230.68	0.382	53.318	4775.003
20:26:06 0msec	230.706	0.382	53.318	4775.154
20:26:16 0msec	230.575	0.382	53.318	4775.307
20:26:26 0msec	230.523	0.518	78.409	4775.524
20:26:36 0msec	228.223	5.632	972.273	4778.227
20:26:46 0msec	227.831	6.586	1151.045	4781.428
20:26:56 0msec	227.844	6.573	1147.909	4784.623
20:27:06 0msec	227.935	6.559	1144.773	4787.742
20:27:16 0msec	228.027	6.545	1141.636	4790.916
20:27:26 0msec	228.17	6.518	1135.364	4794.075

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
20:27:36 0msec	228.223	6.505	1135.364	4797.228
20:27:46 0msec	228.393	6.477	1132.227	4800.438
20:27:56 0msec	228.353	6.477	1129.091	4803.577
20:28:06 0msec	228.471	6.464	1132.227	4806.721
20:28:16 0msec	228.38	6.464	1125.955	4809.854
20:28:26 0msec	228.157	6.45	1122.818	4812.977
20:28:36 0msec	228.066	6.423	1119.682	4816.091
20:28:46 0msec	228.17	6.436	1119.682	4819.209
20:28:56 0msec	228.288	6.436	1119.682	4822.325
20:29:06 0msec	228.197	6.423	1119.682	4825.44
20:29:16 0msec	228.353	6.423	1119.682	4828.554
20:29:26 0msec	228.262	6.409	1116.545	4831.657
20:29:36 0msec	225.335	6.273	1082.045	4834.662
20:29:46 0msec	227.661	0.709	112.909	4834.977
20:29:56 0msec	227.778	0.368	53.318	4835.133
20:30:06 0msec	227.831	0.368	56.455	4835.292
20:30:16 0msec	227.582	0.368	53.318	4835.443
20:30:26 0msec	227.739	0.368	53.318	4835.593
20:30:36 0msec	227.713	0.368	53.318	4835.743
20:30:46 0msec	227.791	0.355	53.318	4835.89
20:30:56 0msec	227.648	0.355	53.318	4836.037
20:31:06 0msec	227.831	0.355	53.318	4836.189
20:31:16 0msec	227.713	0.355	50.182	4836.331
20:31:26 0msec	227.713	0.355	50.182	4836.474
20:31:36 0msec	227.713	0.355	50.182	4836.616
20:31:46 0msec	223.78	3.982	664.909	4838.461
20:31:56 0msec	221.48	6.15	1050.682	4841.38
20:32:06 0msec	221.101	6.15	1047.545	4844.293
20:32:16 0msec	220.865	6.123	1041.273	4847.19
20:32:26 0msec	220.617	6.095	1035	4850.069
20:32:36 0msec	221.166	6.15	1047.545	4852.987
20:32:46 0msec	223.505	6.245	1078.909	4855.986
20:32:56 0msec	223.597	6.245	1075.773	4858.982
20:33:06 0msec	223.649	6.232	1075.773	4861.976
20:33:16 0msec	223.78	6.232	1072.636	4864.961
20:33:26 0msec	223.962	6.232	1075.773	4867.949
20:33:36 0msec	224.132	6.232	1075.773	4870.937
20:33:46 0msec	223.91	6.218	1072.636	4873.912
20:33:56 0msec	224.172	6.232	1072.636	4876.895
20:34:06 0msec	224.119	6.218	1072.636	4879.871

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
20:34:16 0msec	224.093	6.218	1069.5	4882.84
20:34:26 0msec	224.054	6.218	1069.5	4885.815
20:34:36 0msec	223.832	6.191	1066.364	4888.782
20:34:46 0msec	223.91	6.205	1069.5	4891.754
20:34:56 0msec	223.819	6.191	1066.364	4894.718
20:35:06 0msec	223.649	6.177	1063.227	4897.676
20:35:16 0msec	223.74	6.177	1063.227	4900.634
20:35:26 0msec	223.766	6.177	1063.227	4903.591
20:35:36 0msec	223.858	6.177	1063.227	4906.55
20:35:46 0msec	223.897	6.177	1063.227	4909.508
20:35:56 0msec	224.015	6.177	1063.227	4912.467
20:36:06 0msec	224.263	6.191	1069.5	4915.438
20:36:16 0msec	224.224	6.191	1066.364	4918.401
20:36:26 0msec	224.355	6.205	1069.5	4921.372
20:36:36 0msec	224.355	6.191	1069.5	4924.34
20:36:46 0msec	224.224	6.177	1066.364	4927.305
20:36:56 0msec	224.551	6.218	1072.636	4930.284
20:37:06 0msec	224.276	6.191	1066.364	4933.244
20:37:16 0msec	224.302	6.191	1066.364	4936.21
20:37:26 0msec	224.263	6.191	1066.364	4939.179
20:37:36 0msec	224.407	6.191	1069.5	4942.149
20:37:46 0msec	224.276	6.191	1066.364	4945.118
20:37:56 0msec	224.211	6.177	1066.364	4948.083
20:38:06 0msec	224.172	6.177	1066.364	4951.049
20:38:16 0msec	224.08	6.177	1066.364	4954.015
20:38:26 0msec	224.093	6.177	1063.227	4956.975
20:38:36 0msec	224.25	6.177	1066.364	4959.943
20:38:46 0msec	224.198	6.177	1066.364	4962.908
20:38:56 0msec	224.289	6.177	1066.364	4965.875
20:39:06 0msec	224.459	6.191	1069.5	4968.849
20:39:16 0msec	224.72	6.205	1069.5	4971.826
20:39:26 0msec	224.734	6.205	1072.636	4974.805
20:39:36 0msec	225.962	3.382	583.364	4976.428
20:39:46 0msec	227.308	0.341	50.182	4976.57
20:39:56 0msec	227.556	0.355	50.182	4976.714
20:40:06 0msec	227.164	0.341	53.318	4976.86
20:40:16 0msec	227.413	0.341	50.182	4977.005
20:40:26 0msec	227.243	0.341	50.182	4977.145
20:40:36 0msec	227.282	0.355	47.045	4977.28
20:40:46 0msec	227.256	0.355	50.182	4977.421

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
20:40:56 0msec	227.138	0.341	50.182	4977.565
20:41:06 0msec	227.203	0.341	50.182	4977.707
20:41:16 0msec	227.23	0.341	53.318	4977.855
20:41:26 0msec	227.177	0.341	50.182	4977.999
20:41:36 0msec	227.399	0.355	50.182	4978.146
20:41:46 0msec	227.23	0.355	53.318	4978.295
20:41:56 0msec	227.269	0.341	50.182	4978.441
20:42:06 0msec	227.334	0.341	53.318	4978.587
20:42:16 0msec	227.426	0.341	50.182	4978.733
20:42:26 0msec	227.504	0.341	50.182	4978.875
20:42:36 0msec	227.034	1.432	232.091	4979.517
20:42:46 0msec	224.943	6.136	1060.091	4982.461
20:42:56 0msec	224.851	6.423	1113.409	4985.559
20:43:06 0msec	224.76	6.368	1104	4988.63
20:43:16 0msec	224.812	6.327	1094.591	4991.676
20:43:26 0msec	224.838	6.314	1091.455	4994.714
20:43:36 0msec	224.89	6.286	1088.318	4997.74
20:43:46 0msec	225.139	6.259	1085.182	5000.762
20:43:56 0msec	225.282	6.259	1085.182	5003.779
20:44:06 0msec	225.282	6.245	1082.045	5006.791
20:44:16 0msec	225.361	6.232	1082.045	5009.859
20:44:26 0msec	225.282	6.232	1078.909	5012.856
20:44:36 0msec	225.243	6.218	1078.909	5015.854
20:44:46 0msec	225.126	6.205	1075.773	5018.846
20:44:56 0msec	225.113	6.218	1072.636	5021.776
20:45:06 0msec	225.152	6.218	1075.773	5024.771
20:45:16 0msec	225.086	6.218	1075.773	5027.767
20:45:26 0msec	225.021	6.218	1072.636	5030.757
20:45:36 0msec	225.008	6.218	1075.773	5033.747
20:45:46 0msec	225.217	6.218	1075.773	5036.744
20:45:56 0msec	225.269	6.218	1075.773	5039.741
20:46:06 0msec	225.348	6.218	1075.773	5042.734
20:46:16 0msec	227.426	1.65	279.136	5043.513
20:46:26 0msec	227.988	0.355	53.318	5043.661
20:46:36 0msec	228.066	0.355	50.182	5043.804
20:46:46 0msec	227.791	0.341	53.318	5043.952
20:46:56 0msec	227.883	0.355	53.318	5044.106
20:47:06 0msec	227.831	0.355	53.318	5044.256
20:47:16 0msec	227.635	0.355	53.318	5044.405
20:47:26 0msec	227.569	0.355	53.318	5044.555

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
20:47:36 0msec	227.622	0.355	53.318	5044.708
20:47:46 0msec	227.765	0.355	53.318	5044.857
20:47:56 0msec	227.87	0.355	50.182	5045.003
20:48:06 0msec	227.896	0.355	50.182	5045.149
20:48:16 0msec	227.988	0.355	53.318	5045.298
20:48:26 0msec	228.014	0.355	53.318	5045.448
20:48:36 0msec	228.105	0.341	53.318	5045.595
20:48:46 0msec	228.249	0.355	50.182	5045.737
20:48:56 0msec	228.366	0.355	50.182	5045.88
20:49:06 0msec	228.21	0.355	50.182	5046.023
20:49:16 0msec	228.445	0.355	53.318	5046.174
20:49:26 0msec	228.484	0.355	53.318	5046.324
20:49:36 0msec	227.373	2.577	432.818	5047.525
20:49:46 0msec	225.753	6.368	1107.136	5050.606
20:49:56 0msec	225.727	6.464	1122.818	5053.729
20:50:06 0msec	225.74	6.423	1119.682	5056.838
20:50:16 0msec	225.727	6.395	1113.409	5059.934
20:50:26 0msec	225.674	6.382	1107.136	5063.017
20:50:36 0msec	225.753	6.355	1104	5066.091
20:50:46 0msec	225.674	6.341	1100.864	5069.153
20:50:56 0msec	225.661	6.327	1097.727	5072.208
20:51:06 0msec	225.831	6.327	1097.727	5075.265
20:51:16 0msec	225.962	6.327	1097.727	5078.32
20:51:26 0msec	225.949	6.314	1094.591	5081.367
20:51:36 0msec	225.74	6.286	1091.455	5084.403
20:51:46 0msec	225.518	6.273	1088.318	5087.485
20:51:56 0msec	225.609	6.273	1088.318	5090.51
20:52:06 0msec	225.531	6.259	1085.182	5093.529
20:52:16 0msec	225.531	6.245	1085.182	5096.547
20:52:26 0msec	225.792	6.259	1088.318	5099.57
20:52:36 0msec	225.544	6.232	1085.182	5102.585
20:52:46 0msec	225.688	6.245	1085.182	5105.599
20:52:56 0msec	227.177	2.7	464.182	5106.894
20:53:06 0msec	228.184	0.368	53.318	5107.045
20:53:16 0msec	228.092	0.355	53.318	5107.198
20:53:26 0msec	228.275	0.355	53.318	5107.352
20:53:36 0msec	227.988	0.355	53.318	5107.502
20:53:46 0msec	228.144	0.355	50.182	5107.65
20:53:56 0msec	227.961	0.355	50.182	5107.794
20:54:06 0msec	228.001	0.355	53.318	5107.947

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
20:54:16 0msec	227.805	0.341	50.182	5108.092
20:54:26 0msec	227.7	0.355	53.318	5108.242
20:54:36 0msec	227.7	0.355	53.318	5108.393
20:54:46 0msec	227.909	0.355	50.182	5108.541
20:54:56 0msec	227.974	0.355	50.182	5108.688
20:55:06 0msec	228.118	0.355	53.318	5108.835
20:55:16 0msec	228.04	0.355	53.318	5108.982
20:55:26 0msec	227.961	0.355	50.182	5109.121
20:55:36 0msec	228.105	0.355	53.318	5109.275
20:55:46 0msec	228.236	0.355	50.182	5109.417
20:55:56 0msec	228.053	0.355	53.318	5109.564
20:56:06 0msec	228.105	0.355	50.182	5109.708
20:56:16 0msec	227.896	0.777	119.182	5110.044
20:56:26 0msec	225.596	5.795	1000.5	5112.825
20:56:36 0msec	225.335	6.423	1113.409	5115.919
20:56:46 0msec	225.335	6.409	1110.273	5119.008
20:56:56 0msec	225.152	6.382	1107.136	5122.091
20:57:06 0msec	225.374	6.355	1100.864	5125.158
20:57:16 0msec	225.452	6.355	1104	5128.231
20:57:26 0msec	225.531	6.341	1104	5131.307
20:57:36 0msec	225.583	6.341	1100.864	5134.37
20:57:46 0msec	225.727	6.327	1097.727	5137.424
20:57:56 0msec	225.648	6.3	1094.591	5140.465
20:58:06 0msec	225.74	6.3	1091.455	5143.501
20:58:16 0msec	225.753	6.286	1091.455	5146.537
20:58:26 0msec	225.622	6.273	1088.318	5149.564
20:58:36 0msec	225.531	6.259	1085.182	5152.582
20:58:46 0msec	225.518	6.245	1085.182	5155.597
20:58:56 0msec	225.374	6.232	1082.045	5158.609
20:59:06 0msec	225.426	6.232	1082.045	5161.618
20:59:16 0msec	225.413	6.232	1082.045	5164.625
20:59:26 0msec	225.491	6.232	1082.045	5167.629
20:59:36 0msec	226.798	3.327	567.682	5169.211
20:59:46 0msec	228.105	0.355	53.318	5169.359
20:59:56 0msec	227.909	0.355	53.318	5169.509
21:00:06 0msec	228.157	0.355	53.318	5169.659
21:00:16 0msec	228.092	0.355	53.318	5169.813
21:00:26 0msec	228.066	0.341	53.318	5169.963
21:00:36 0msec	228.118	0.341	53.318	5170.111
21:00:46 0msec	228.079	0.341	53.318	5170.261



Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
21:00:56 0msec	228.001	0.355	53.318	5170.409
21:01:06 0msec	227.948	0.355	53.318	5170.562
21:01:16 0msec	227.831	0.355	53.318	5170.717
21:01:26 0msec	227.844	0.355	53.318	5170.869
21:01:36 0msec	227.87	0.355	53.318	5171.017
21:01:46 0msec	227.961	0.355	50.182	5171.164
21:01:56 0msec	227.988	0.355	50.182	5171.31
21:02:06 0msec	228.197	0.355	53.318	5171.462
21:02:16 0msec	227.988	0.355	50.182	5171.603
21:02:26 0msec	227.974	0.355	53.318	5171.753
21:02:36 0msec	228.001	0.355	53.318	5171.903
21:02:46 0msec	228.027	0.355	50.182	5172.041
21:02:56 0msec	227.805	0.859	134.864	5172.417
21:03:06 0msec	225.648	5.905	1022.455	5175.255
21:03:16 0msec	225.361	6.464	1122.818	5178.376
21:03:26 0msec	225.348	6.423	1113.409	5181.472
21:03:36 0msec	225.204	6.355	1104	5184.543
21:03:46 0msec	225.204	6.341	1097.727	5187.599
21:03:56 0msec	225.217	6.327	1094.591	5190.649
21:04:06 0msec	225.073	6.3	1088.318	5193.682
21:04:16 0msec	225.309	6.286	1091.455	5196.719
21:04:26 0msec	225.217	6.286	1088.318	5199.75
21:04:36 0msec	225.335	6.273	1085.182	5202.773
21:04:46 0msec	225.361	6.245	1085.182	5205.792
21:04:56 0msec	225.348	6.245	1085.182	5208.809
21:05:06 0msec	225.439	6.245	1085.182	5211.827
21:05:16 0msec	225.426	6.245	1082.045	5214.839
21:05:26 0msec	225.4	6.232	1082.045	5217.85
21:05:36 0msec	225.478	6.232	1082.045	5220.857
21:05:46 0msec	225.465	6.232	1078.909	5223.863
21:05:56 0msec	225.374	6.232	1078.909	5226.863
21:06:06 0msec	225.335	6.232	1078.909	5229.865
21:06:16 0msec	227.203	2.073	348.136	5230.835
21:06:26 0msec	228.04	0.355	53.318	5230.99
21:06:36 0msec	228.027	0.355	50.182	5231.137
21:06:46 0msec	228.066	0.355	53.318	5231.289
21:06:56 0msec	227.974	0.355	53.318	5231.439
21:07:06 0msec	228.105	0.355	50.182	5231.581
21:07:16 0msec	227.896	0.355	50.182	5231.724
21:07:26 0msec	227.922	0.355	53.318	5231.871

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
21:07:36 0msec	227.948	0.355	50.182	5232.015
21:07:46 0msec	228.014	0.368	53.318	5232.161
21:07:56 0msec	227.909	0.341	53.318	5232.307
21:08:06 0msec	228.144	0.355	53.318	5232.454
21:08:16 0msec	228.144	0.355	53.318	5232.604
21:08:26 0msec	227.896	0.355	53.318	5232.755
21:08:36 0msec	228.001	0.355	53.318	5232.902
21:08:46 0msec	227.844	0.341	50.182	5233.048
21:08:56 0msec	227.778	0.341	50.182	5233.189
21:09:06 0msec	227.87	0.341	50.182	5233.332
21:09:16 0msec	227.948	0.341	50.182	5233.475
21:09:26 0msec	227.857	0.355	53.318	5233.625
21:09:36 0msec	228.001	0.614	94.091	5233.891
21:09:46 0msec	225.884	5.7	981.682	5236.622
21:09:56 0msec	225.452	6.464	1125.955	5239.749
21:10:06 0msec	225.557	6.45	1122.818	5242.867
21:10:16 0msec	225.57	6.423	1113.409	5245.965
21:10:26 0msec	225.557	6.382	1110.273	5249.047
21:10:36 0msec	225.505	6.368	1104	5252.119
21:10:46 0msec	225.452	6.341	1097.727	5255.175
21:10:56 0msec	225.505	6.327	1097.727	5258.229
21:11:06 0msec	225.465	6.314	1094.591	5261.275
21:11:16 0msec	225.557	6.3	1091.455	5264.316
21:11:26 0msec	225.661	6.286	1091.455	5267.351
21:11:36 0msec	225.766	6.286	1091.455	5270.388
21:11:46 0msec	225.884	6.286	1091.455	5273.426
21:11:56 0msec	225.857	6.273	1091.455	5276.457
21:12:06 0msec	225.87	6.273	1091.455	5279.486
21:12:16 0msec	225.949	6.273	1091.455	5282.517
21:12:26 0msec	225.857	6.273	1085.182	5285.537
21:12:36 0msec	225.831	6.245	1085.182	5288.557
21:12:46 0msec	225.857	6.245	1085.182	5291.575
21:12:56 0msec	228.301	0.355	50.182	5291.718
21:13:06 0msec	228.34	0.355	53.318	5291.867
21:13:16 0msec	228.366	0.355	50.182	5292.014
21:13:26 0msec	228.314	0.355	53.318	5292.167
21:13:36 0msec	228.327	0.368	53.318	5292.32
21:13:46 0msec	228.34	0.355	53.318	5292.474
21:13:56 0msec	228.445	0.355	53.318	5292.622
21:14:06 0msec	228.51	0.355	50.182	5292.767

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
21:14:16 0msec	228.602	0.355	53.318	5292.917
21:14:26 0msec	228.772	0.355	53.318	5293.065
21:14:36 0msec	228.654	0.368	50.182	5293.21
21:14:46 0msec	228.719	0.355	50.182	5293.356
21:14:56 0msec	228.549	0.368	50.182	5293.502
21:15:06 0msec	228.536	0.368	50.182	5293.647
21:15:16 0msec	228.523	0.355	50.182	5293.794
21:15:26 0msec	228.301	0.355	50.182	5293.939
21:15:36 0msec	228.759	0.368	53.318	5294.087
21:15:46 0msec	228.706	0.355	50.182	5294.234
21:15:56 0msec	228.759	0.368	53.318	5294.387
21:16:06 0msec	228.732	0.355	53.318	5294.542
21:16:16 0msec	228.393	0.914	144.273	5294.949
21:16:26 0msec	226.236	5.973	1035	5297.831
21:16:36 0msec	226.093	6.505	1135.364	5300.987
21:16:46 0msec	226.119	6.477	1129.091	5304.132
21:16:56 0msec	226.262	6.464	1125.955	5307.266
21:17:06 0msec	226.302	6.45	1122.818	5310.39
21:17:16 0msec	226.445	6.423	1119.682	5313.503
21:17:26 0msec	226.563	6.409	1116.545	5316.608
21:17:36 0msec	226.537	6.382	1116.545	5319.708
21:17:46 0msec	226.563	6.368	1113.409	5322.801
21:17:56 0msec	226.641	6.355	1110.273	5325.885
21:18:06 0msec	226.589	6.341	1107.136	5328.962
21:18:16 0msec	226.328	6.327	1100.864	5332.026
21:18:26 0msec	226.276	6.327	1100.864	5335.084
21:18:36 0msec	226.367	6.327	1100.864	5338.146
21:18:46 0msec	226.459	6.327	1100.864	5341.208
21:18:56 0msec	226.524	6.327	1100.864	5344.269
21:19:06 0msec	226.615	6.327	1100.864	5347.327
21:19:16 0msec	226.589	6.314	1100.864	5350.382
21:19:26 0msec	227.36	4.623	796.636	5352.601
21:19:36 0msec	229.503	0.368	53.318	5352.75
21:19:46 0msec	229.281	0.368	50.182	5352.896
21:19:56 0msec	229.464	0.368	56.455	5353.051
21:20:06 0msec	229.164	0.368	53.318	5353.203
21:20:16 0msec	229.164	0.368	53.318	5353.354
21:20:26 0msec	229.164	0.368	53.318	5353.504
21:20:36 0msec	229.229	0.368	53.318	5353.652
21:20:46 0msec	229.229	0.368	53.318	5353.807

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
21:20:56 0msec	229.151	0.368	56.455	5353.961
21:21:06 0msec	229.177	0.368	53.318	5354.116
21:21:16 0msec	229.216	0.368	53.318	5354.265
21:21:26 0msec	229.347	0.368	53.318	5354.416
21:21:36 0msec	229.347	0.368	53.318	5354.563
21:21:46 0msec	229.49	0.382	53.318	5354.709
21:21:56 0msec	229.425	0.368	50.182	5354.855
21:22:06 0msec	229.268	0.355	53.318	5355.005
21:22:16 0msec	229.111	0.368	53.318	5355.157
21:22:26 0msec	229.059	0.368	50.182	5355.304
21:22:36 0msec	228.863	0.368	50.182	5355.451
21:22:46 0msec	229.046	0.382	53.318	5355.6
21:22:56 0msec	228.968	0.368	53.318	5355.751
21:23:06 0msec	227.465	3.968	677.455	5357.639
21:23:16 0msec	226.419	6.491	1132.227	5360.794
21:23:26 0msec	226.537	6.505	1135.364	5363.953
21:23:36 0msec	226.641	6.464	1129.091	5367.095
21:23:46 0msec	226.864	6.464	1129.091	5370.231
21:23:56 0msec	226.785	6.45	1125.955	5373.355
21:24:06 0msec	226.955	6.45	1125.955	5376.486
21:24:16 0msec	226.981	6.436	1122.818	5379.604
21:24:26 0msec	227.047	6.423	1119.682	5382.714
21:24:36 0msec	227.047	6.368	1113.409	5385.809
21:24:46 0msec	227.034	6.368	1110.273	5388.897
21:24:56 0msec	226.824	6.341	1107.136	5391.971
21:25:06 0msec	226.746	6.341	1104	5395.045
21:25:16 0msec	226.72	6.341	1104	5398.121
21:25:26 0msec	226.655	6.341	1104	5401.193
21:25:36 0msec	226.524	6.327	1100.864	5404.258
21:25:46 0msec	226.877	6.341	1104	5407.332
21:25:56 0msec	226.733	6.327	1100.864	5410.395
21:26:06 0msec	226.824	6.327	1100.864	5413.458
21:26:16 0msec	229.281	0.409	53.318	5413.609
21:26:26 0msec	229.399	0.382	53.318	5413.761
21:26:36 0msec	229.516	0.368	50.182	5413.905
21:26:46 0msec	229.686	0.368	53.318	5414.054
21:26:56 0msec	229.464	0.368	56.455	5414.211
21:27:06 0msec	229.726	0.368	53.318	5414.361
21:27:16 0msec	229.438	0.368	50.182	5414.507
21:27:26 0msec	229.503	0.382	53.318	5414.655

Time	Voltage (V)	Current (A)	Active Power (W)	Active Energy (Wh)
21:27:36 0msec	229.386	0.368	53.318	5414.808
21:27:46 0msec	229.595	0.382	53.318	5414.957
21:27:56 0msec	229.464	0.368	50.182	5415.104
21:28:06 0msec	229.726	0.368	53.318	5415.255
21:28:16 0msec	229.752	0.368	53.318	5415.407
21:28:26 0msec	229.869	0.368	53.318	5415.561
21:28:36 0msec	229.804	0.368	53.318	5415.709
21:28:46 0msec	229.83	0.368	53.318	5415.862
21:28:56 0msec	229.66	0.368	53.318	5416.014
21:29:06 0msec	229.726	0.368	53.318	5416.163
21:29:16 0msec	229.556	0.368	53.318	5416.311
21:29:26 0msec	229.634	0.368	53.318	5416.46
21:29:36 0msec	229.569	0.368	53.318	5416.608
21:29:46 0msec	228.981	1.868	307.364	5417.466
21:29:56 0msec	227.06	6.382	1113.409	5420.563
21:30:06 0msec	226.903	6.559	1147.909	5423.754
21:30:16 0msec	226.837	6.532	1138.5	5426.922
21:30:26 0msec	227.164	6.505	1138.5	5430.088
21:30:36 0msec	227.282	6.491	1135.364	5433.247
21:30:46 0msec	227.556	6.45	1129.091	5436.383
21:30:56 0msec	227.53	6.409	1119.682	5439.493
21:31:06 0msec	227.491	6.395	1119.682	5442.599
21:31:16 0msec	227.739	6.395	1119.682	5445.773
21:31:26 0msec	227.857	6.382	1119.682	5448.88
21:31:36 0msec	227.818	6.382	1116.545	5451.982
21:31:46 0msec	227.87	6.368	1116.545	5455.083
21:31:56 0msec	227.818	6.368	1113.409	5458.178
21:32:06 0msec	227.805	6.355	1113.409	5461.27
21:32:16 0msec	227.765	6.368	1113.409	5464.369




### วัสดุตัวอย่างอบแห้ง



### วัสดุตัวอย่างก่อนการอบแห้ง



### วัสดุตัวอย่างหลังการอบแห้ง

Before drying	After drying
	
Tray I	
	
Tray II	
	
Tray III	



## ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้วิจัย	นายนพฤทธิ์ พรหมลิ่ง
วัน เดือน ปี เกิด	14 กุมภาพันธ์ 2513
วุฒิการศึกษา	คบ.ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ อส.บ. อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล ค.ม. ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและนวัตกรรมการจัดการ เรียนรู้
ที่อยู่ปัจจุบัน	181 หมู่ 11 ตำบลนาราชควาย อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม 48000
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยนครพนม 214 หมู่ 12 ตำบลหนองญาติ อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม 48000



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี