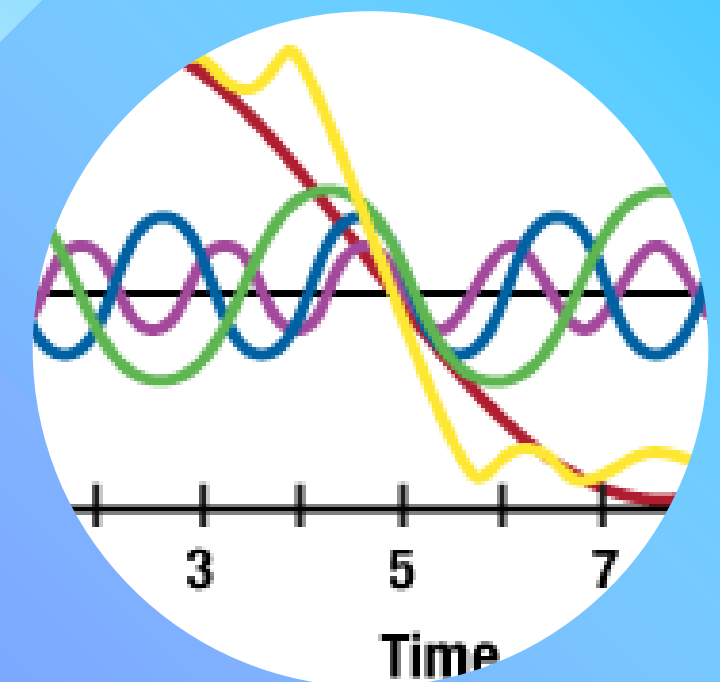




Case Study: Power Quality Issues and Capacitor Failures Due to Low Power Factor After the Installation and Operation of Solar PV Systems in an Industrial Plant



Introduction

This article studies how installing a solar PV system in an industrial plant causes power quality issues and capacitor failures. The PV system lowers the power factor, prompting the controller to add more capacitors, which risks amplifying harmonic currents. This action can lead to harmonic resonance, causing capacitors to operate beyond their rated current and fail.



Watcharapong Inkhlib

Engineer Level 5

Power Quality and Small Power Produce
Control Section.

AGENDA



Overview



Measurement and Analysis



Improvement



Overview



Measurement and Analysis



Improvement

"Thailand's energy policy in alignment with COP."

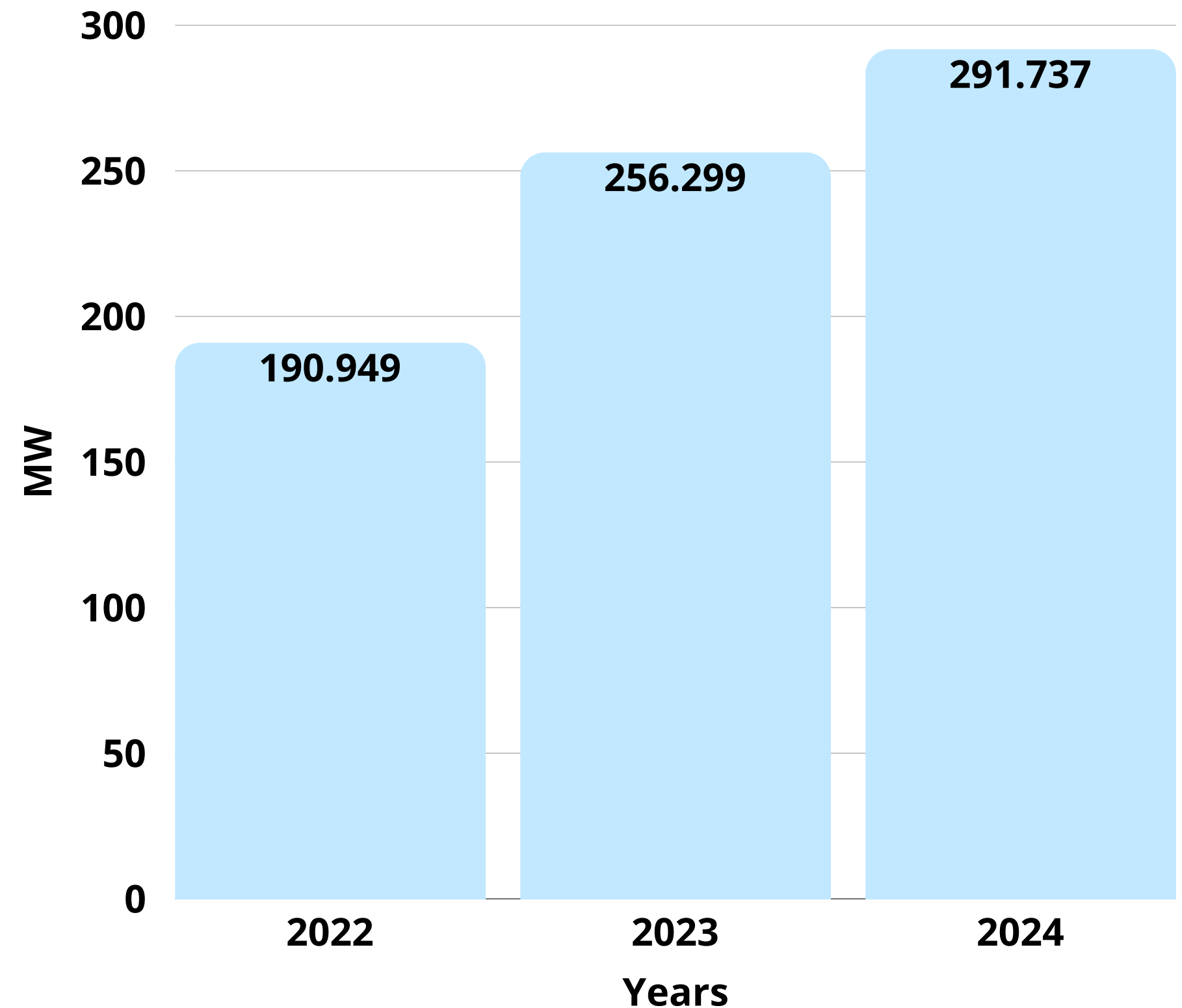
- Tax exemptions and reductions
- Feed-in Tariff (FiT)
- Amending regulations



Tax exemptions and reductions



PV Installation Capacity



Data : Central 3 area of PEA

Power Quality Test

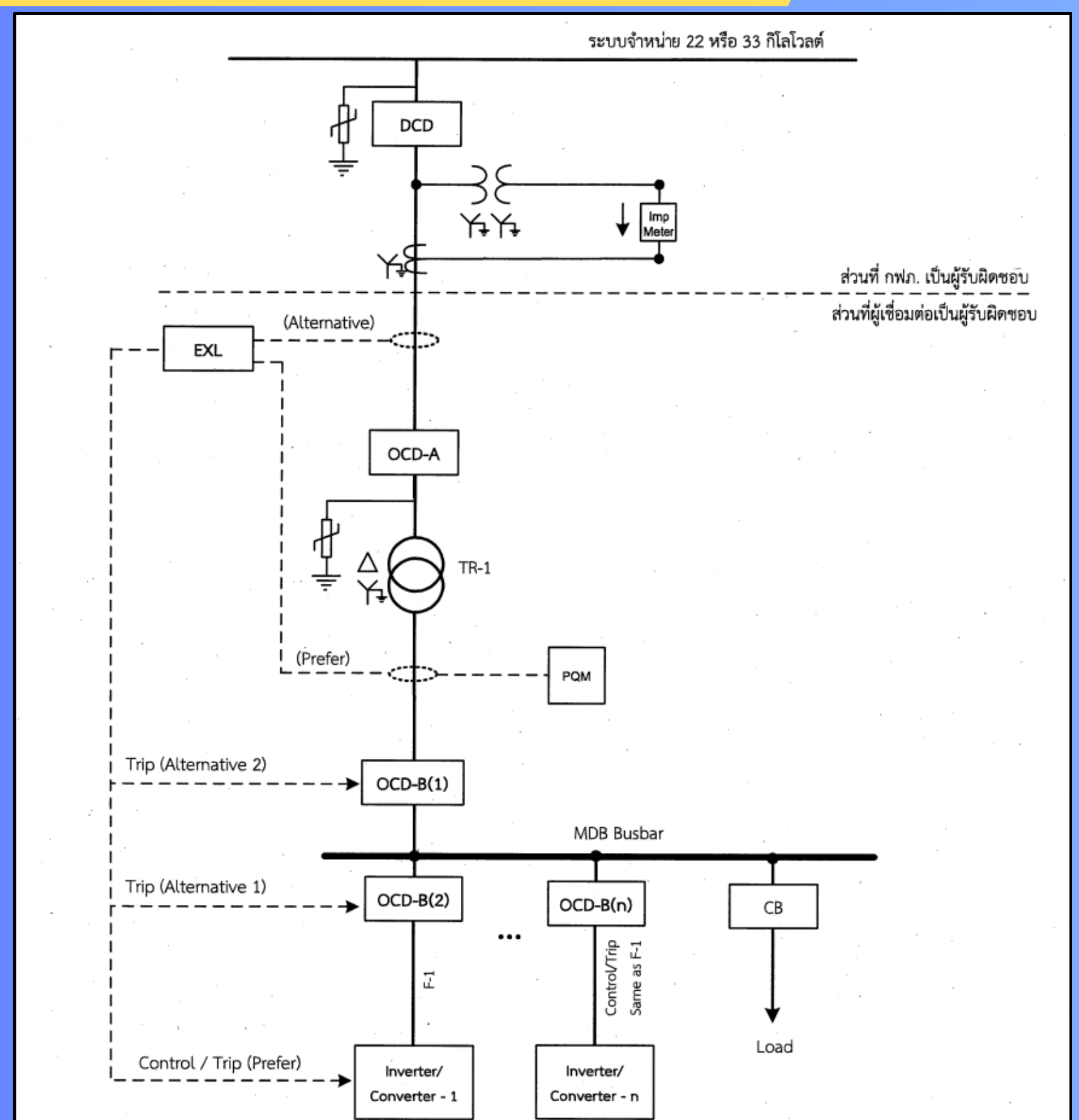
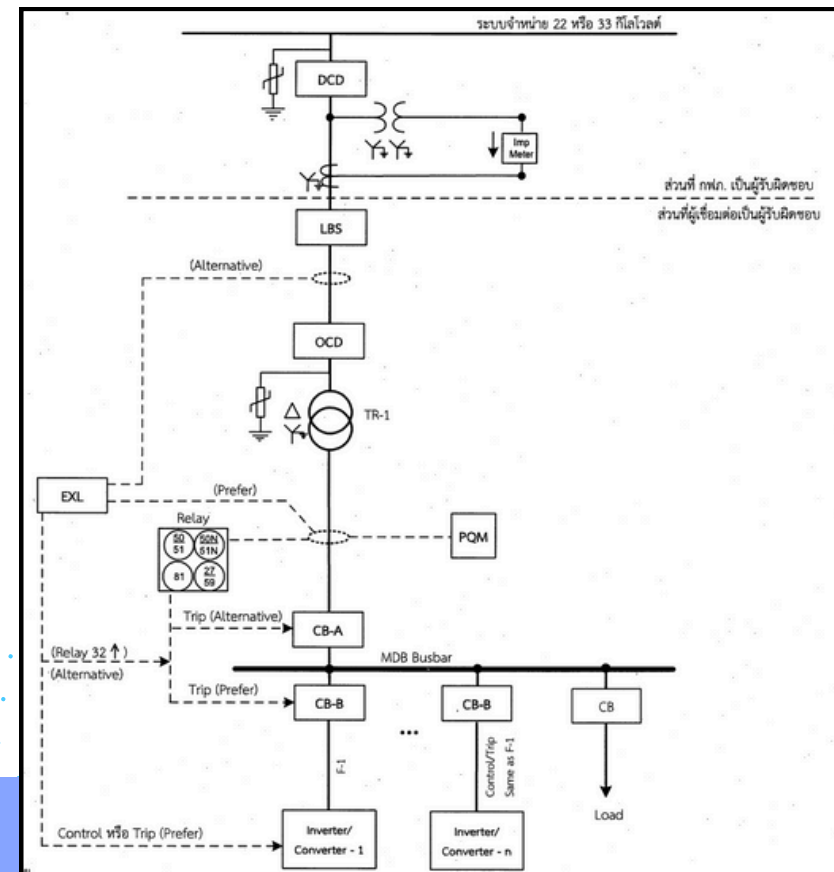
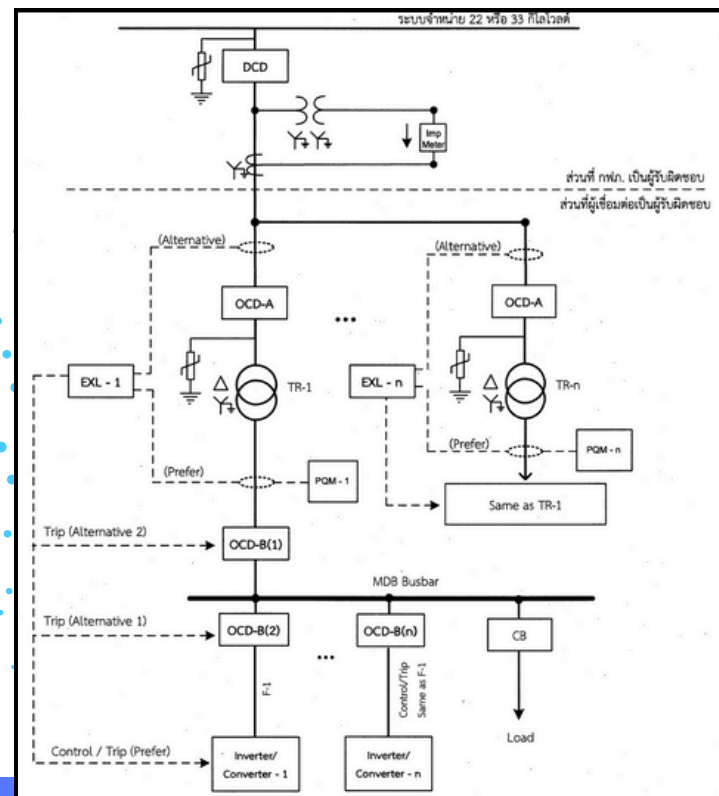
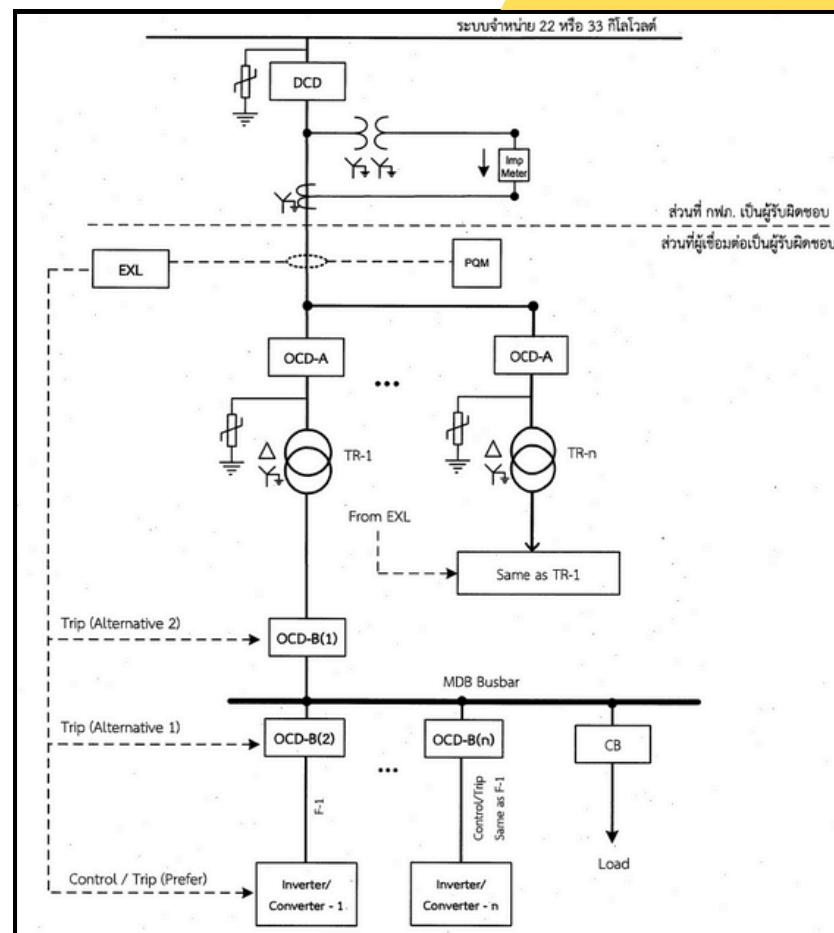
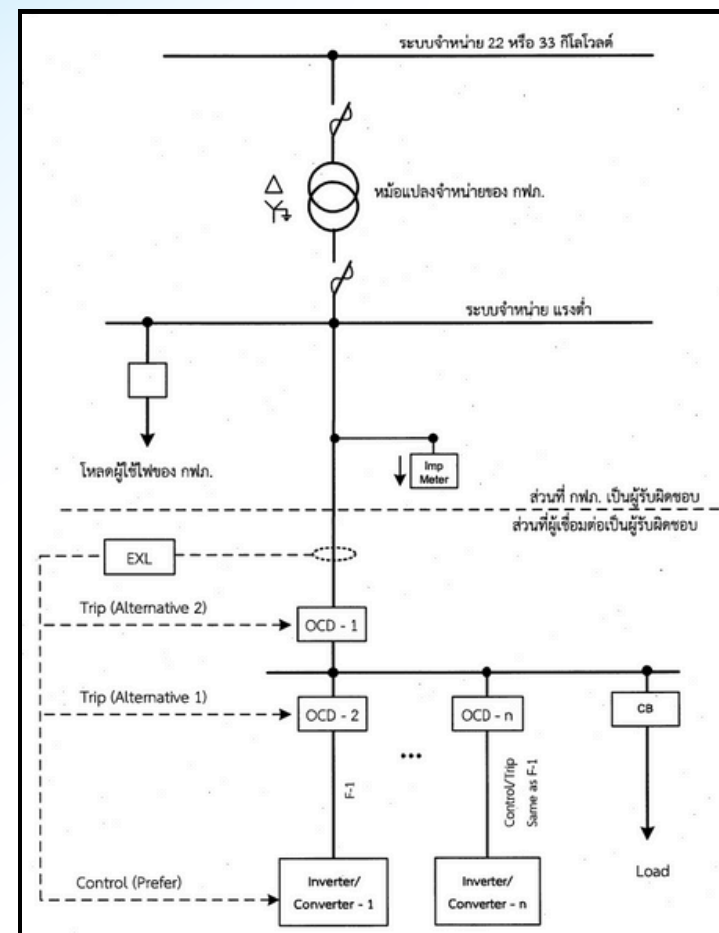
Provincial Electricity Authority's Regulation on the Power Network System Interconnection Code

I. Connect PV to grid minimum 7 day (PV Effect)

II. Disconnect PV minimum 1 day (Systems blackground)



Grid Connection Configurations





Overview



Measurement and Analysis



Improvement

Process

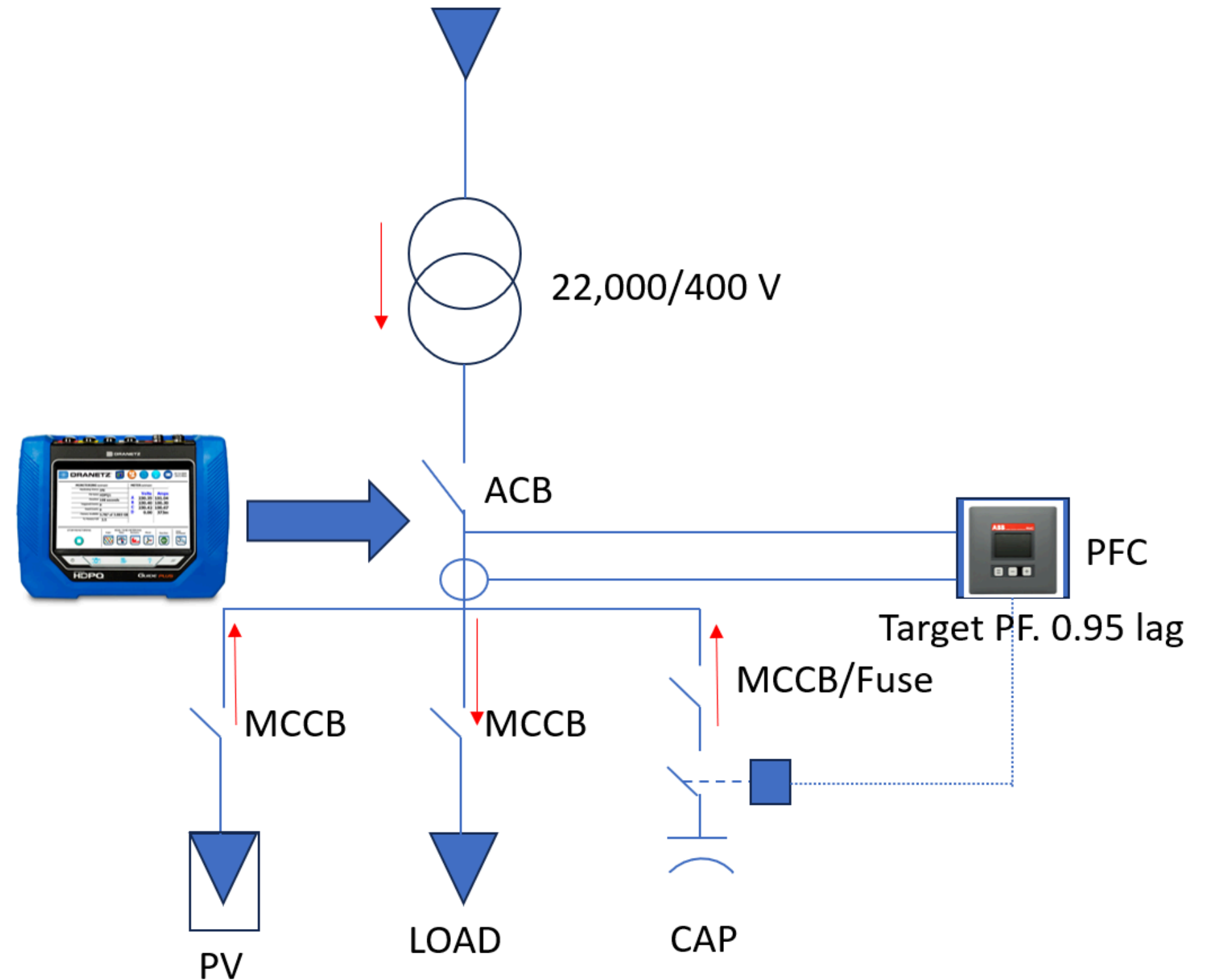
Measured



Analysis



Report



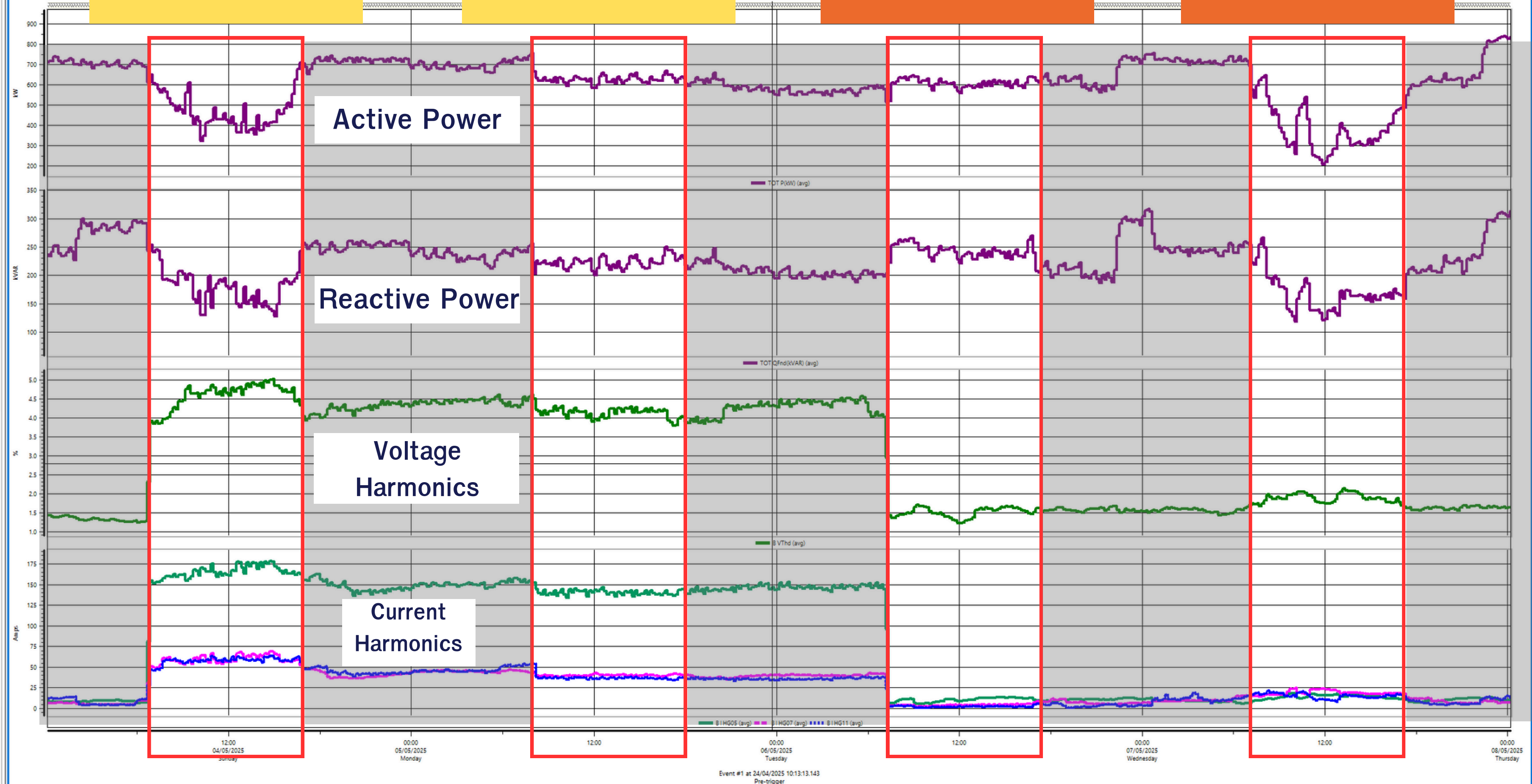
4. On PV with
Harmonic load

3. Off PV with
Harmonic load

1. Off PV with
Normal load

2. On PV with
Normal load

Timeplot



Power Quality Test Report

สรุปผลการประเมินกระแสฮาร์โมนิก (Harmonics Current) ลำดับที่ 2-19 ขณะ จ่ายไฟ (On Inverter)
ของ บริษัท ศักดิ์สวัสดิ์ห้องเย็น จำกัด (เลขที่ 81 ม.3 ต.นาดี อ.โคกขาม จ.สมุทรสาคร)

1. ระบบของผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องไม่สร้างกระแสฮาร์โมนิกที่จุดต่อร่วมกับ กฟภ. เกินค่าขีดจำกัดในตารางที่ 5-1 ของข้อกำหนดกฎเกณฑ์ฮาร์โมนิกฯ

ลำดับที่	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ข้อกำหนด 400 V	160	113	73	187	37	133	30	27	23	63	20	53	17	17	17	20	13	20
ผลตรวจวัด 400 V	5.07	19.71	2.23	173.34	1.64	69.26	1.29	9.51	1.26	72.76	1.57	34.39	0.94	3.39	0.53	18.85	0.436	8.33
ผลการประเมิน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน

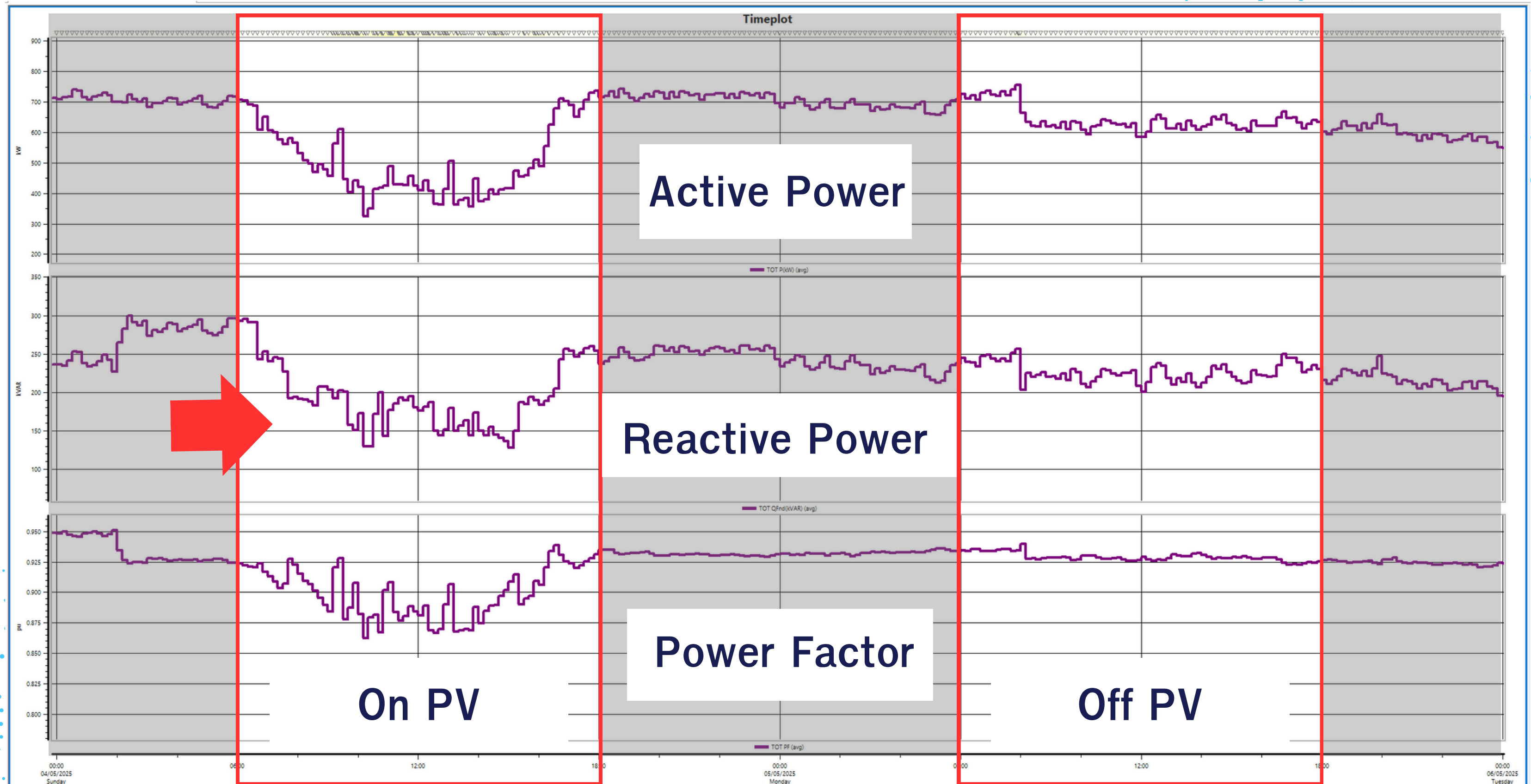


สรุปผลการประเมินกระแสฮาร์โมนิก (Harmonics Current) ลำดับที่ 2-19 ขณะงดจ่ายไฟ (Off Inverter)
ของ บริษัท ศักดิ์สวัสดิ์ห้องเย็น จำกัด (เลขที่ 81 ม.3 ต.นาดี อ.โคกขาม จ.สมุทรสาคร)

1. ระบบของผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องไม่สร้างกระแสฮาร์โมนิกที่จุดต่อร่วมกับ กฟภ. เกินค่าขีดจำกัดในตารางที่ 5-1 ของข้อกำหนดกฎเกณฑ์ฮาร์โมนิกฯ

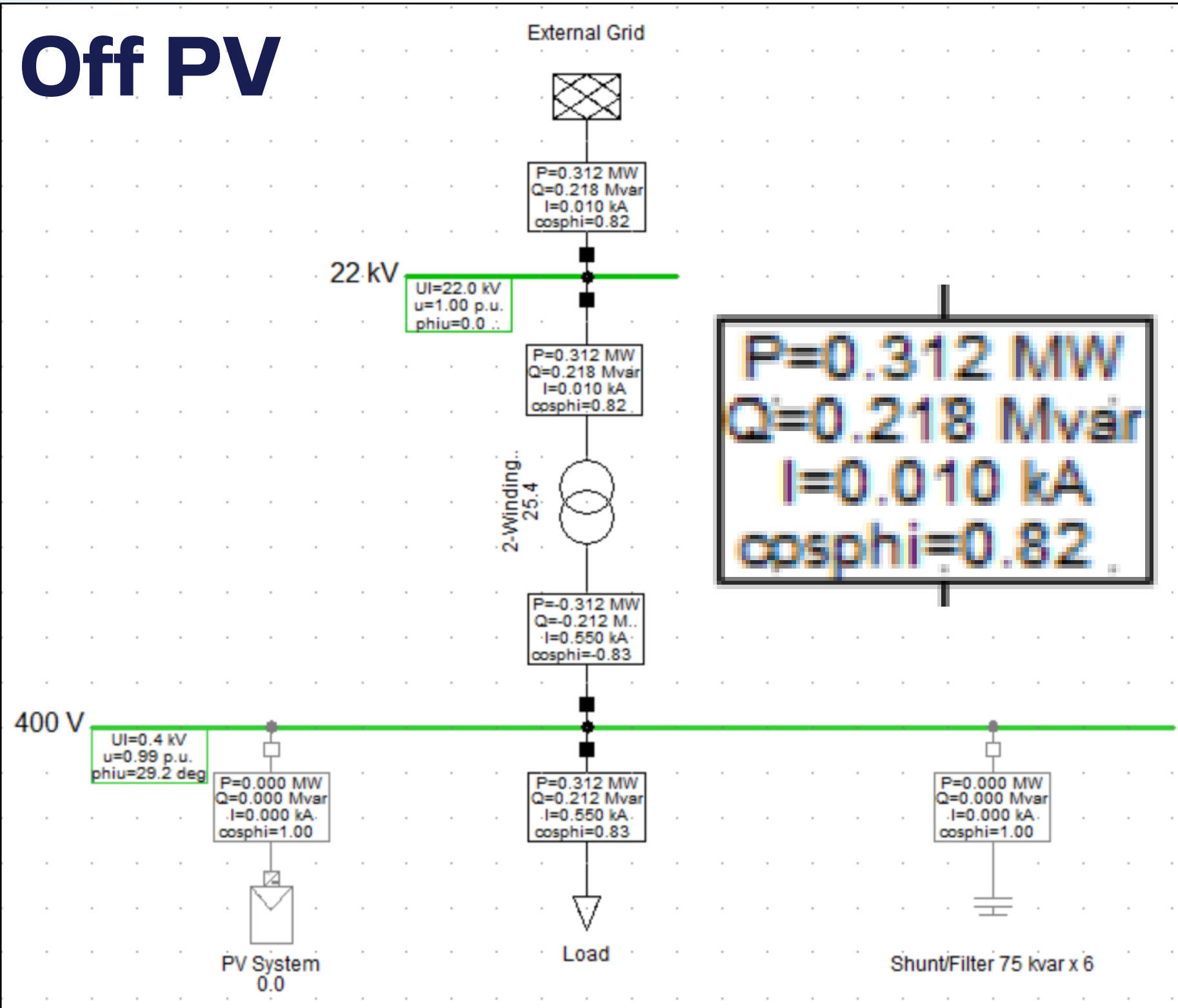
ลำดับที่	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ข้อกำหนด 400 V	160	113	73	187	37	133	30	27	23	63	20	53	17	17	17	20	13	20
ผลตรวจวัด 400 V	5.15	19.49	2.31	152.13	1.30	45.85	0.80	4.14	0.78	55.87	1.27	37.85	0.96	3.84	0.70	26.58	0.86	19.16
ผลการประเมิน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน

Reactive Power Analyst

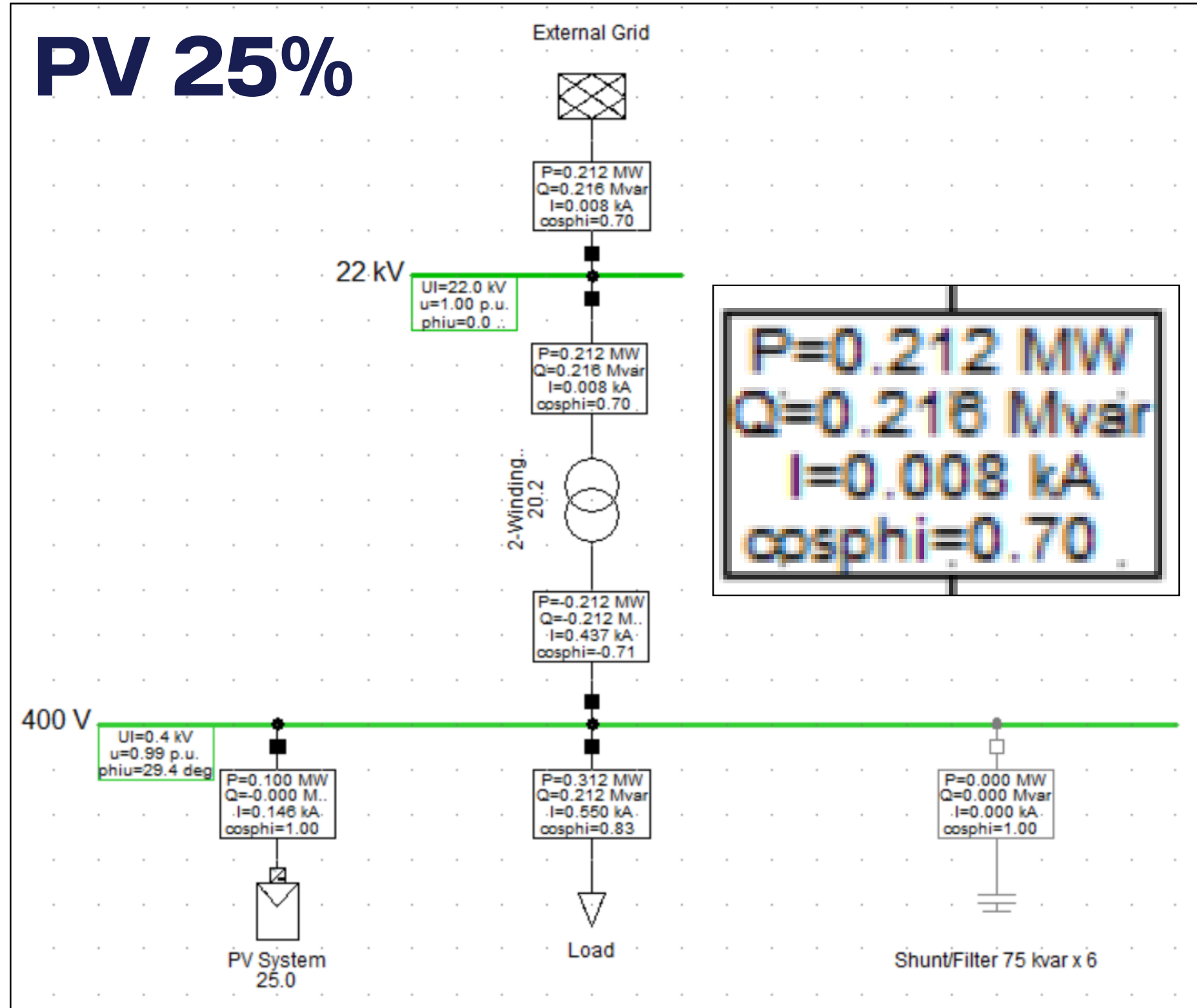


Simulation

Off PV

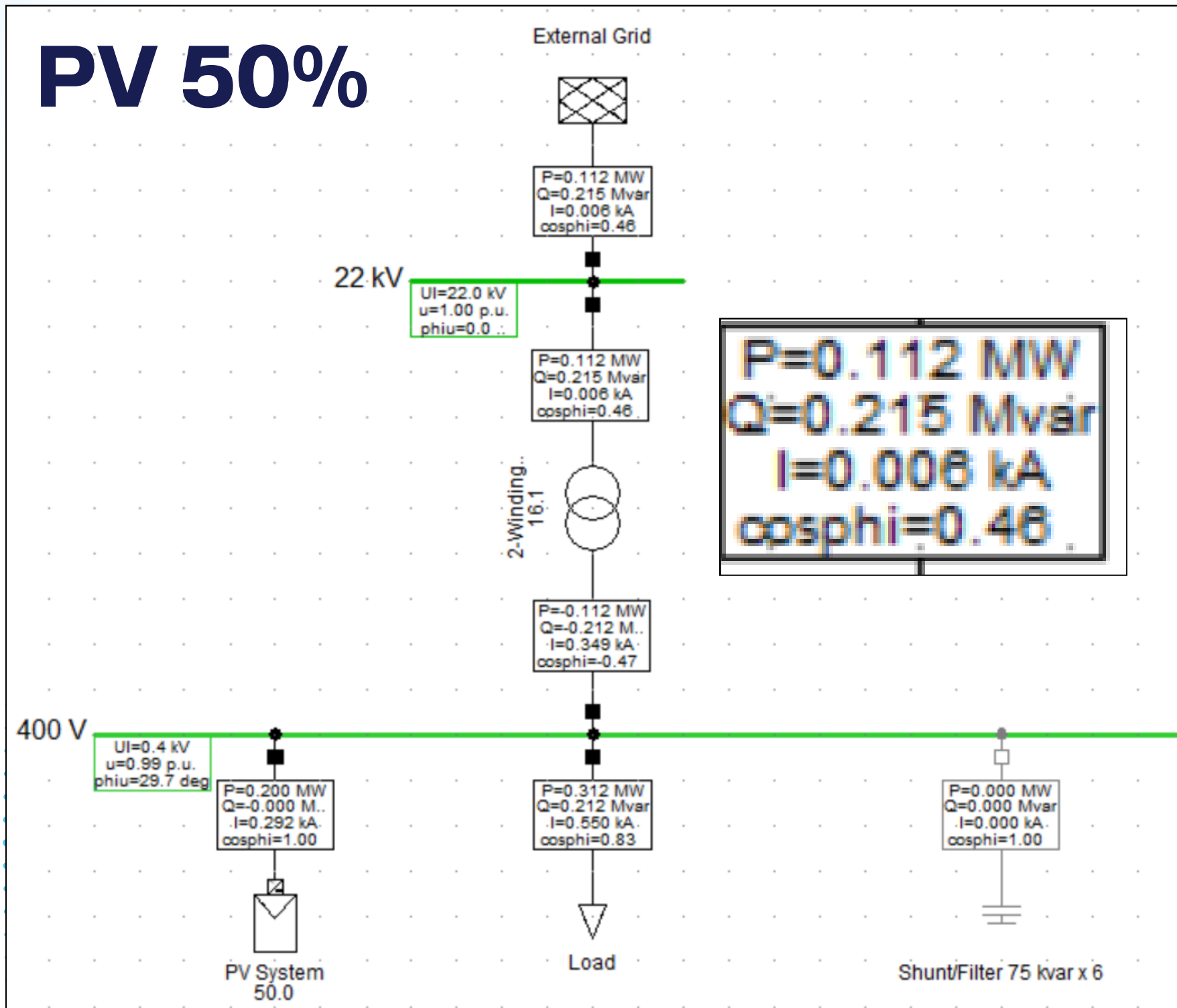


PV 25%

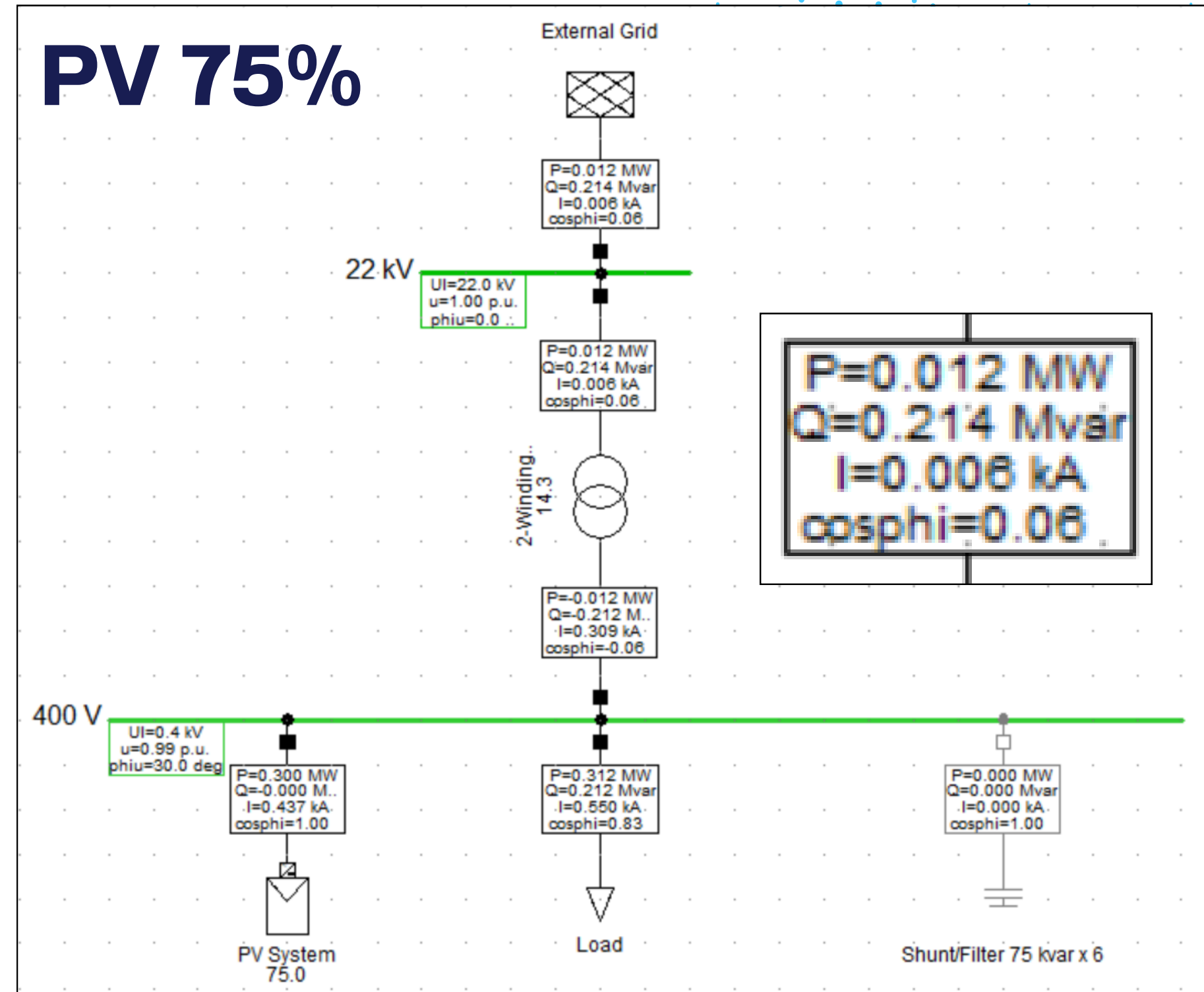


Simulation

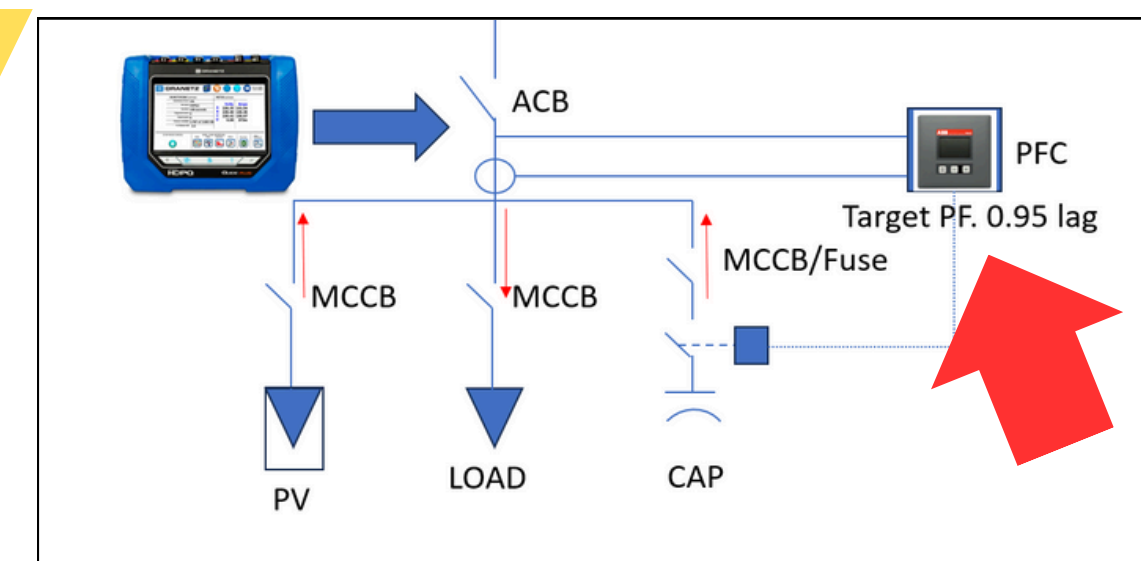
PV 50%



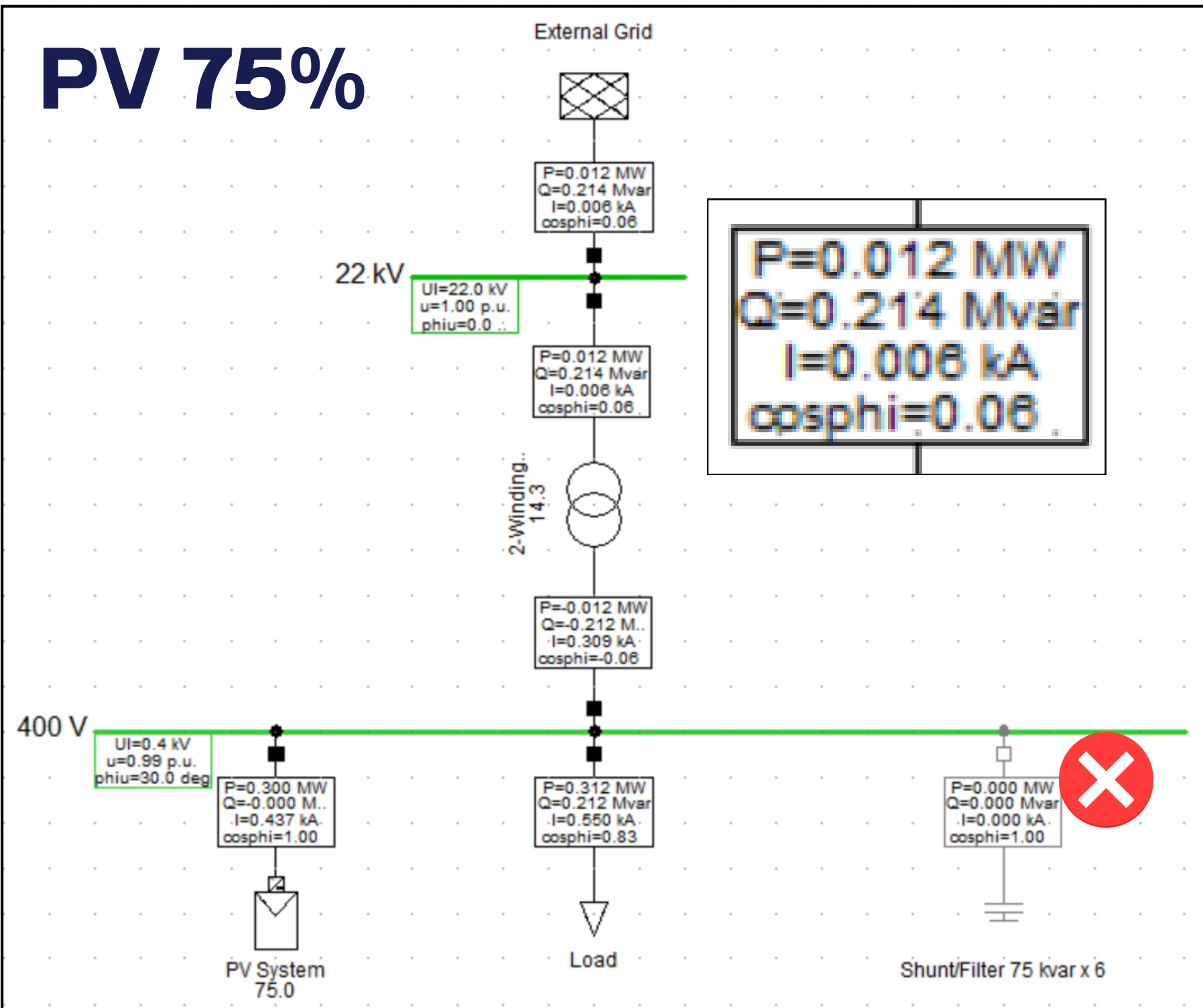
PV 75%



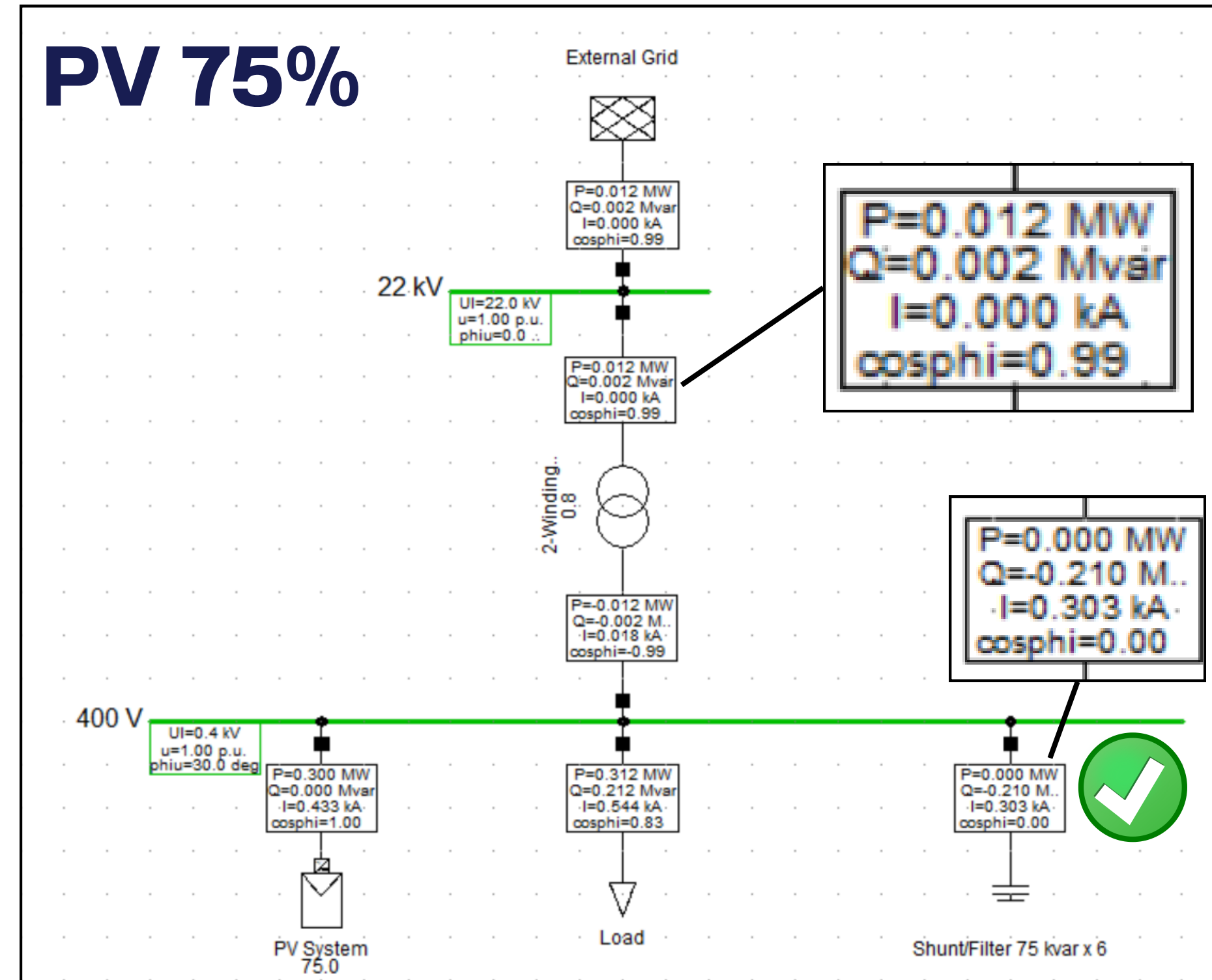
Simulation

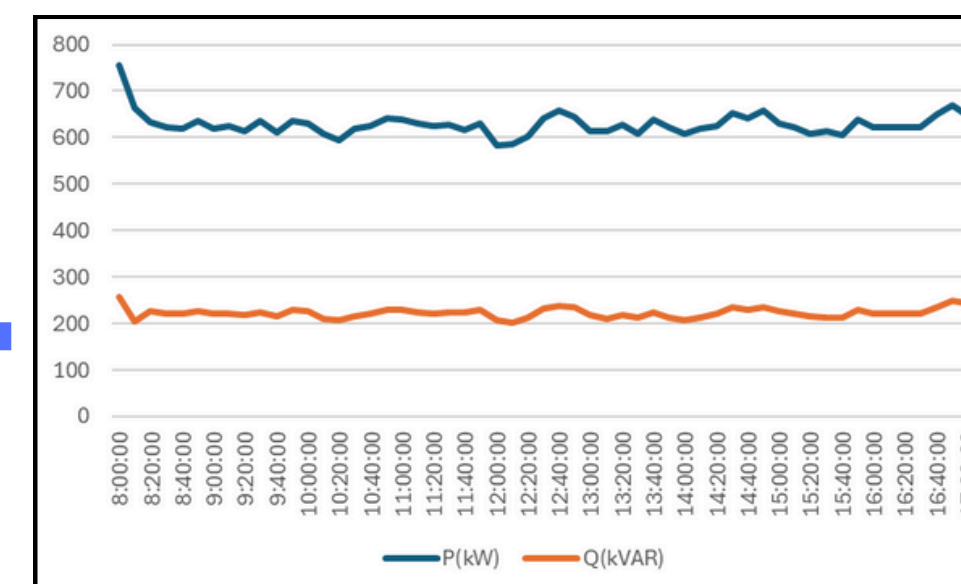
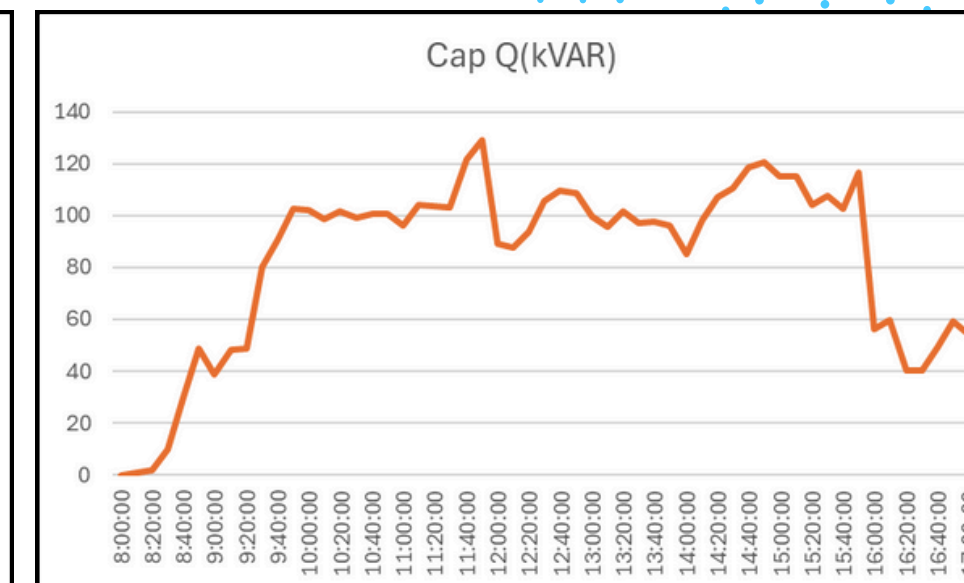
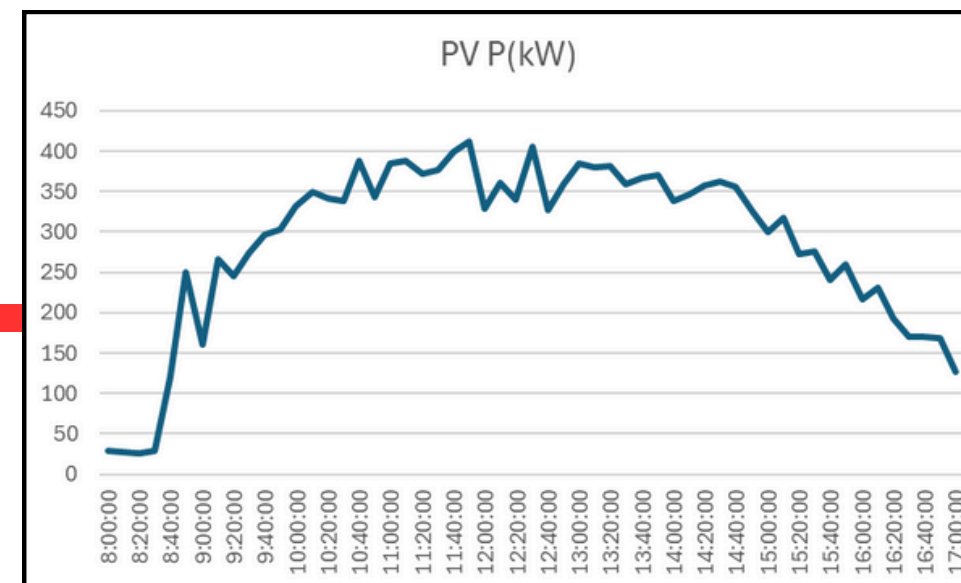
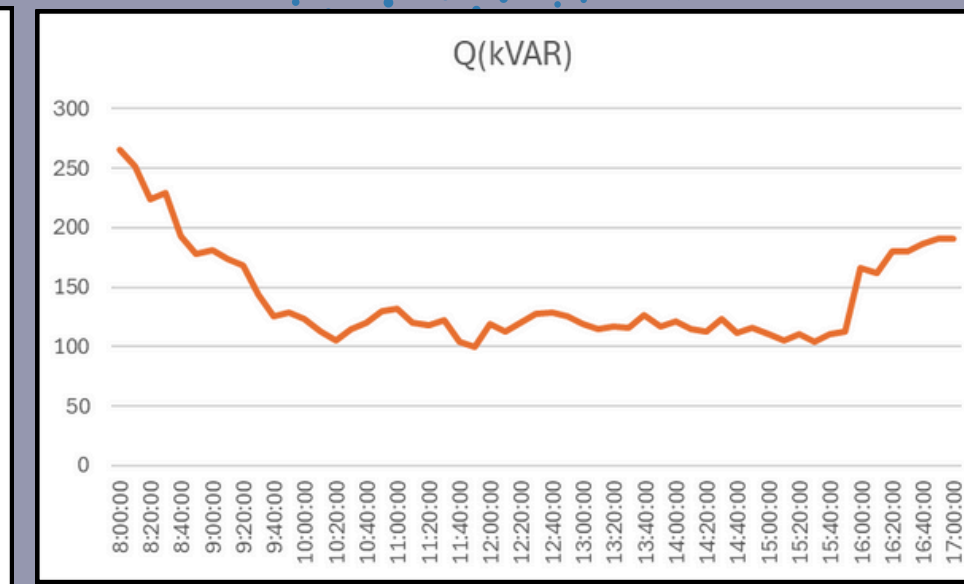
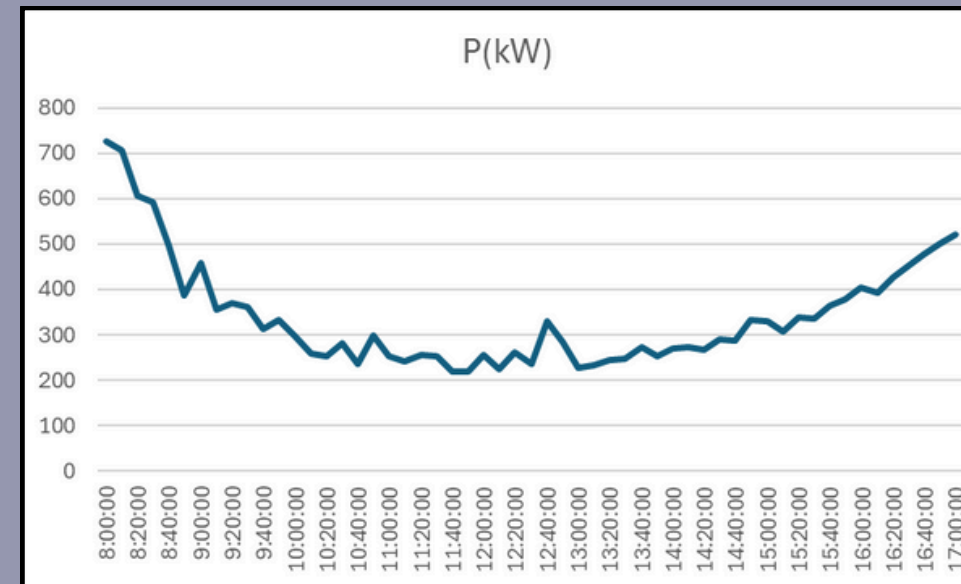
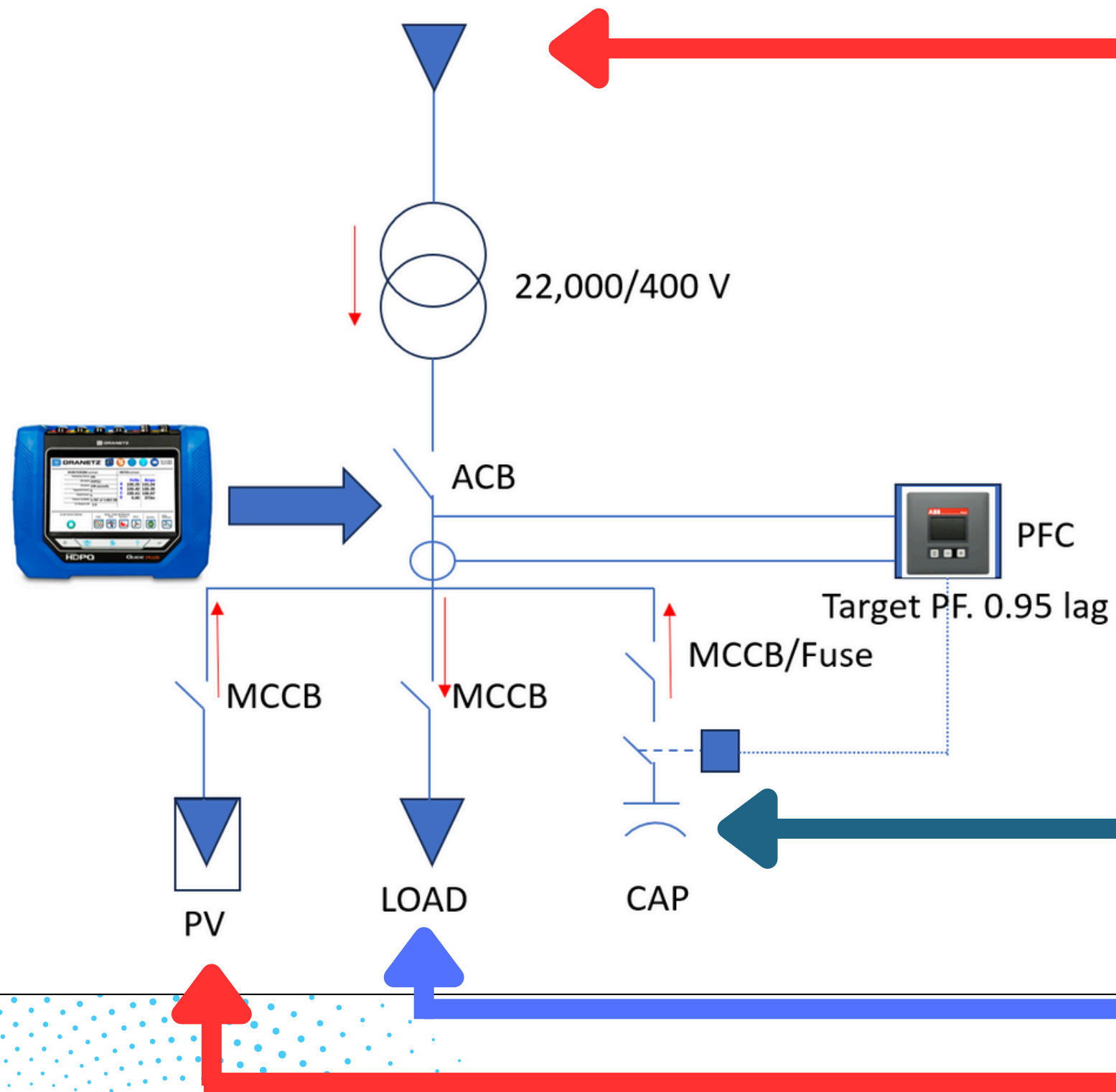


PV 75%

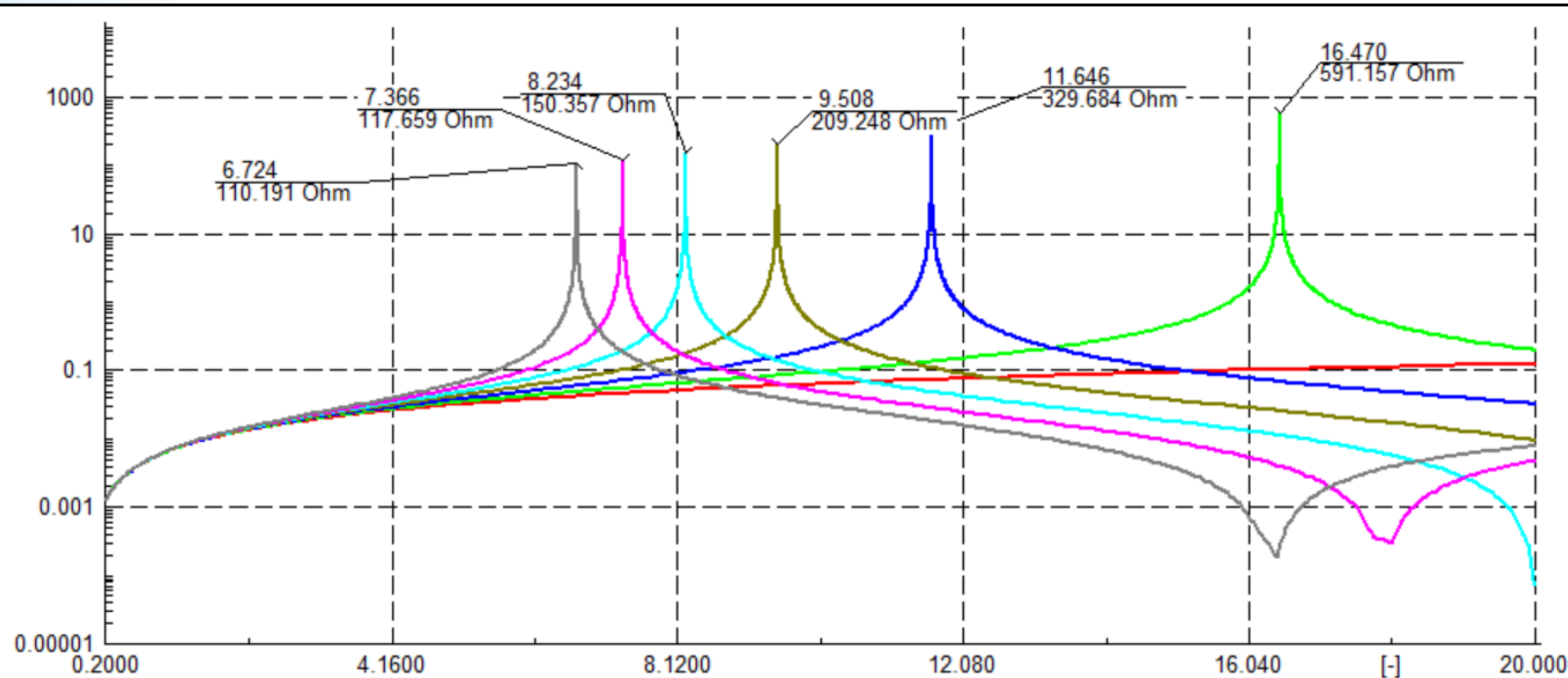


PV 75%





Simulation



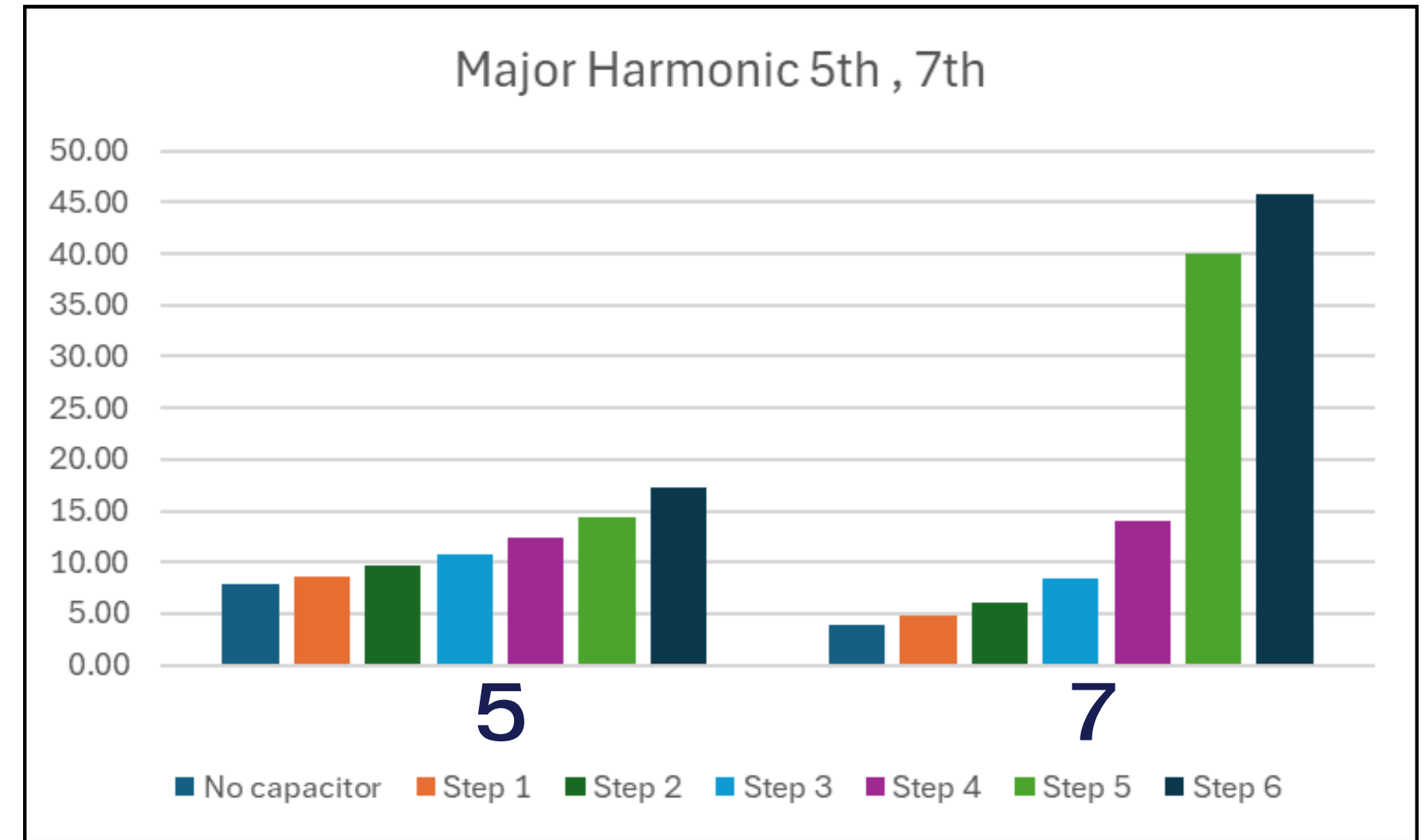
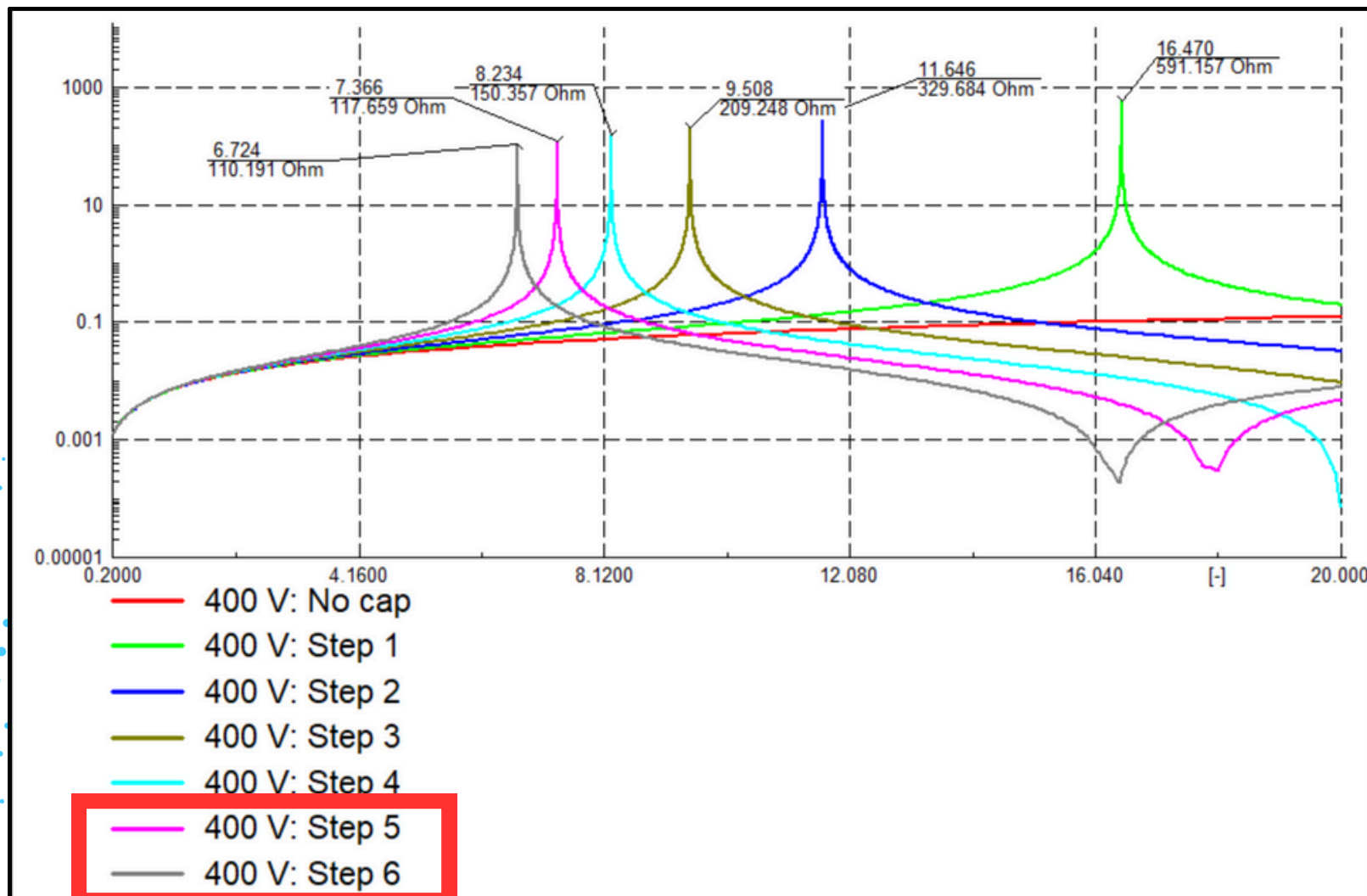
- 400 V: No cap
- 400 V: Step 1
- 400 V: Step 2
- 400 V: Step 3
- 400 V: Step 4
- 400 V: Step 5
- 400 V: Step 6

Frequency scan

As the number of capacitors in a system increases, the occurrence of parallel resonance shifts closer to lower frequencies.

Effect

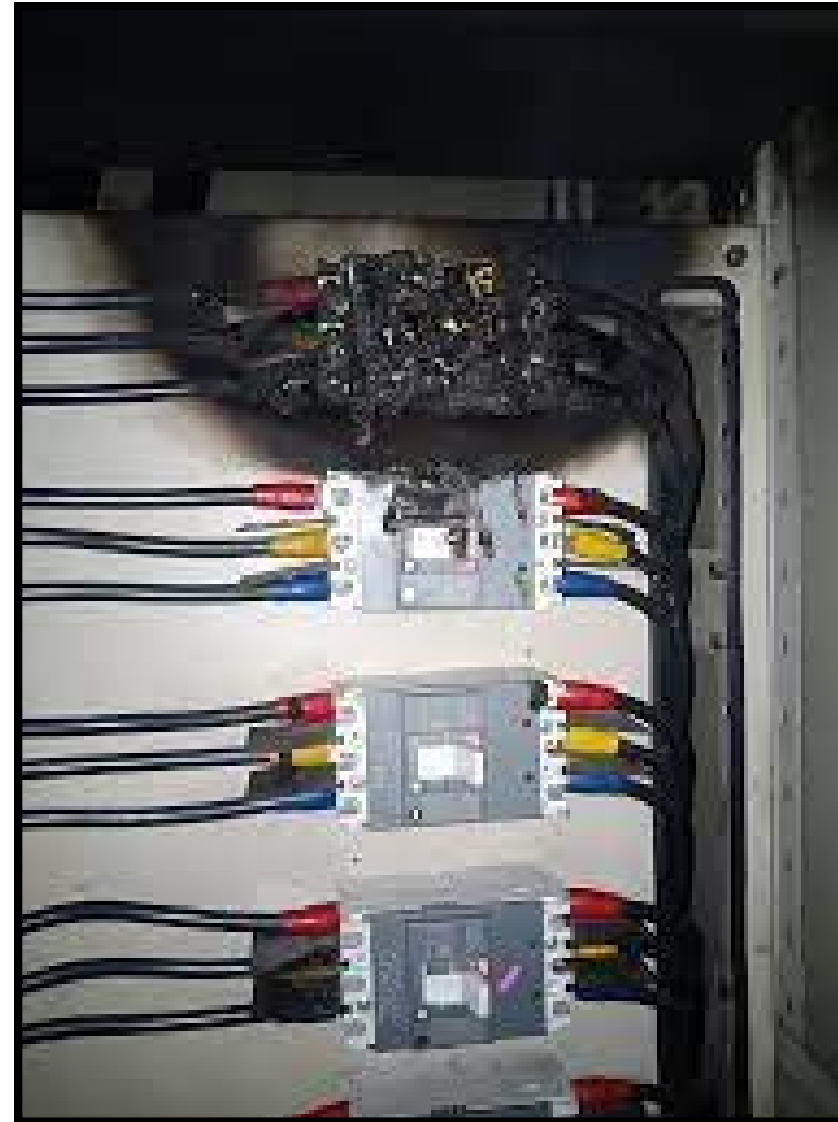
Harmonics	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
No capacitor	1.81	0.85	0.23	7.89	0.04	3.93	0.12	0.23	0.10	0.62	0.01	0.83	0.09	0.13	0.08	0.32	0.00	0.22
Step 1	1.83	0.87	0.24	8.66	0.04	4.78	0.15	0.33	0.15	1.12	0.01	2.19	0.31	0.78	1.33	4.93	0.02	0.65
Step 2	1.86	0.90	0.26	9.61	0.05	6.11	0.22	0.57	0.37	5.75	0.10	3.35	0.19	0.20	0.08	0.28	0.00	0.13
Step 3	1.88	0.93	0.27	10.80	0.06	8.49	0.40	2.18	0.90	1.83	0.01	0.94	0.07	0.09	0.04	0.15	0.00	0.07
Step 4	1.90	0.96	0.29	12.33	0.07	13.97	2.07	1.16	0.20	0.78	0.01	0.55	0.04	0.06	0.03	0.10	0.00	0.05
Step 5	1.92	1.00	0.32	14.39	0.10	39.92	0.64	0.46	0.11	0.50	0.00	0.39	0.03	0.04	0.02	0.07	0.00	0.04
Step 6	1.95	1.04	0.34	17.29	0.17	45.86	0.28	0.28	0.08	0.36	0.00	0.30	0.03	0.03	0.02	0.06	0.00	0.03



Effect



Magnetic Contractor



Molded Case Circuit Breaker



Copper Wire



Overview



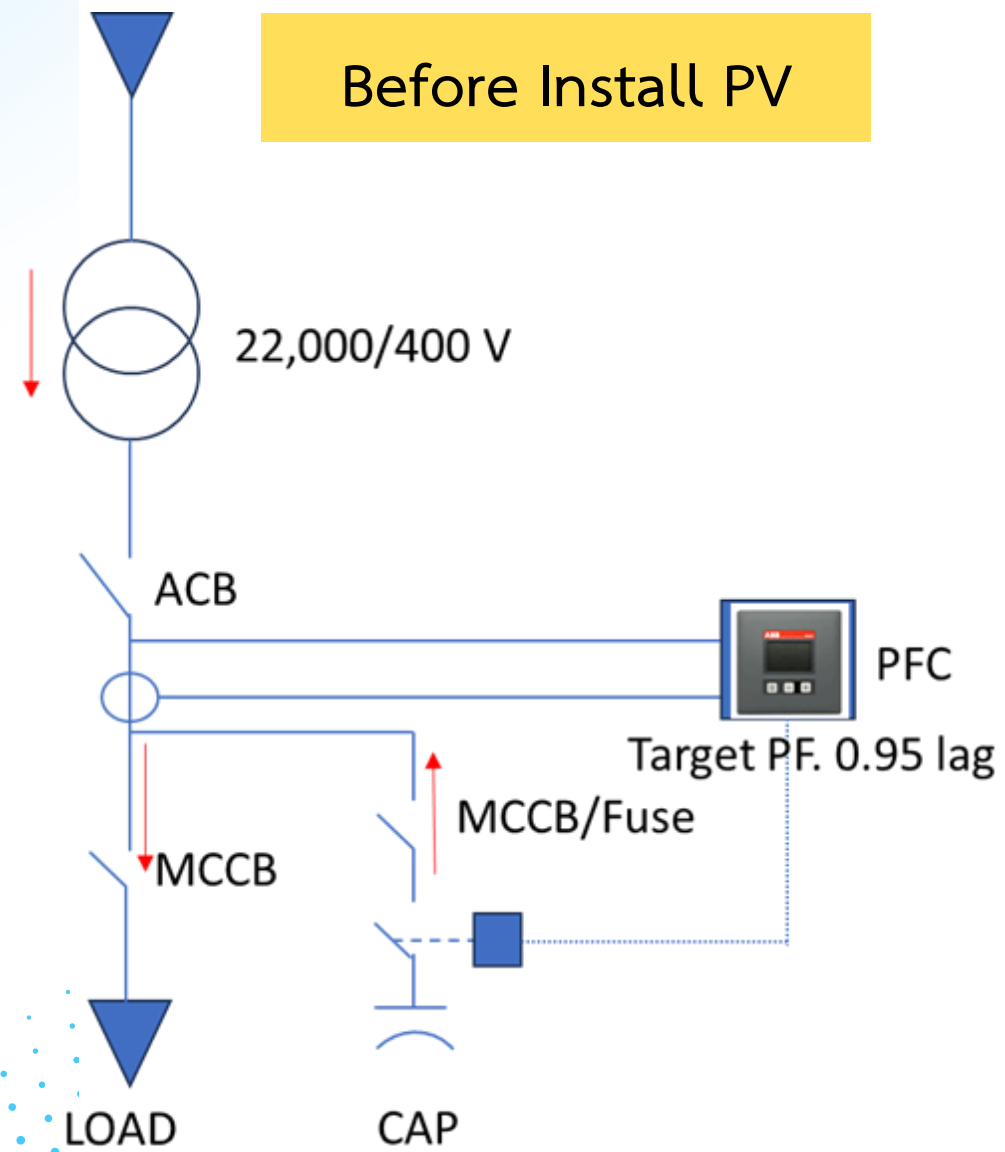
Measurement and Analysis



Improvement

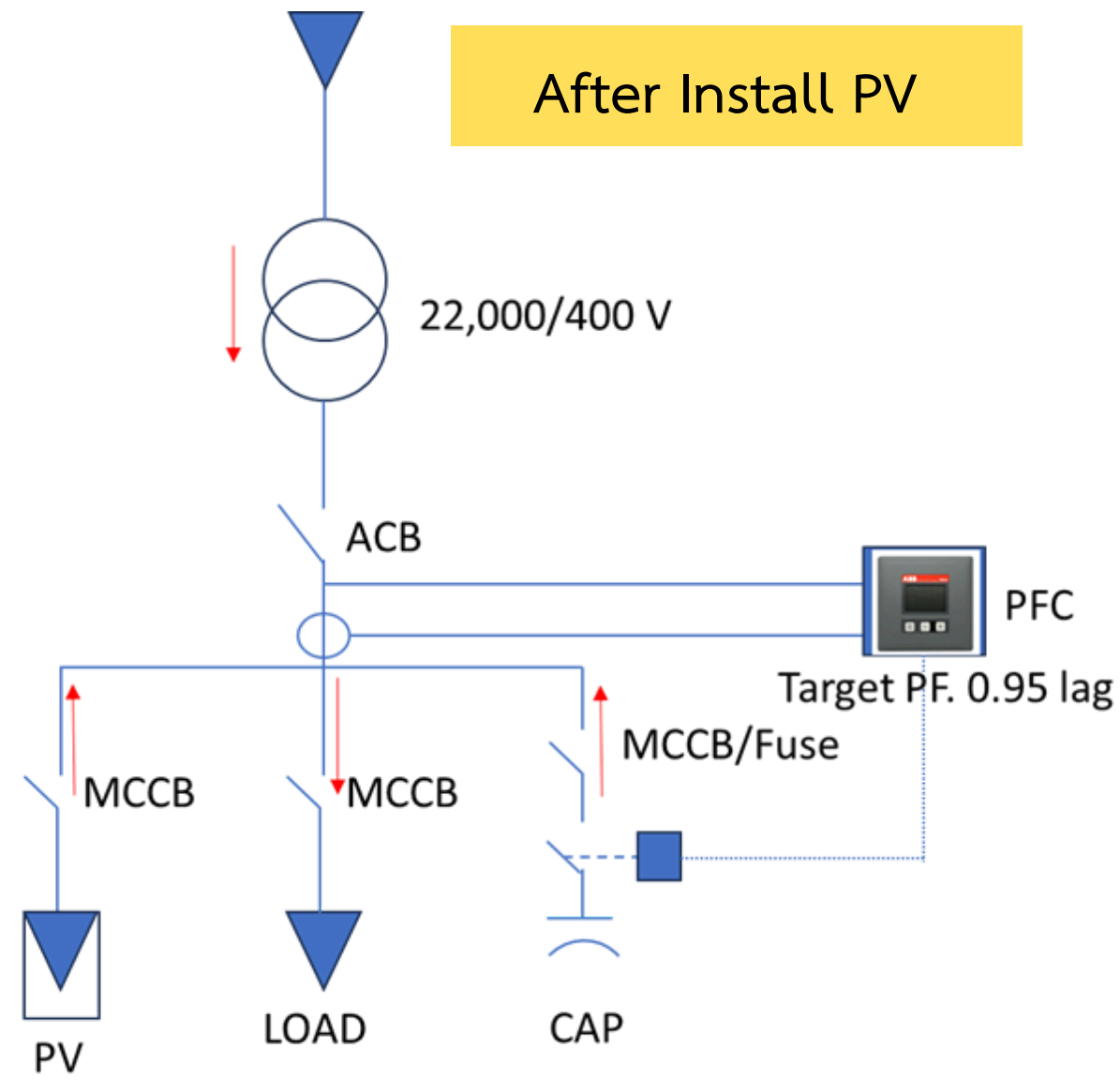
Improvement

Before Install PV



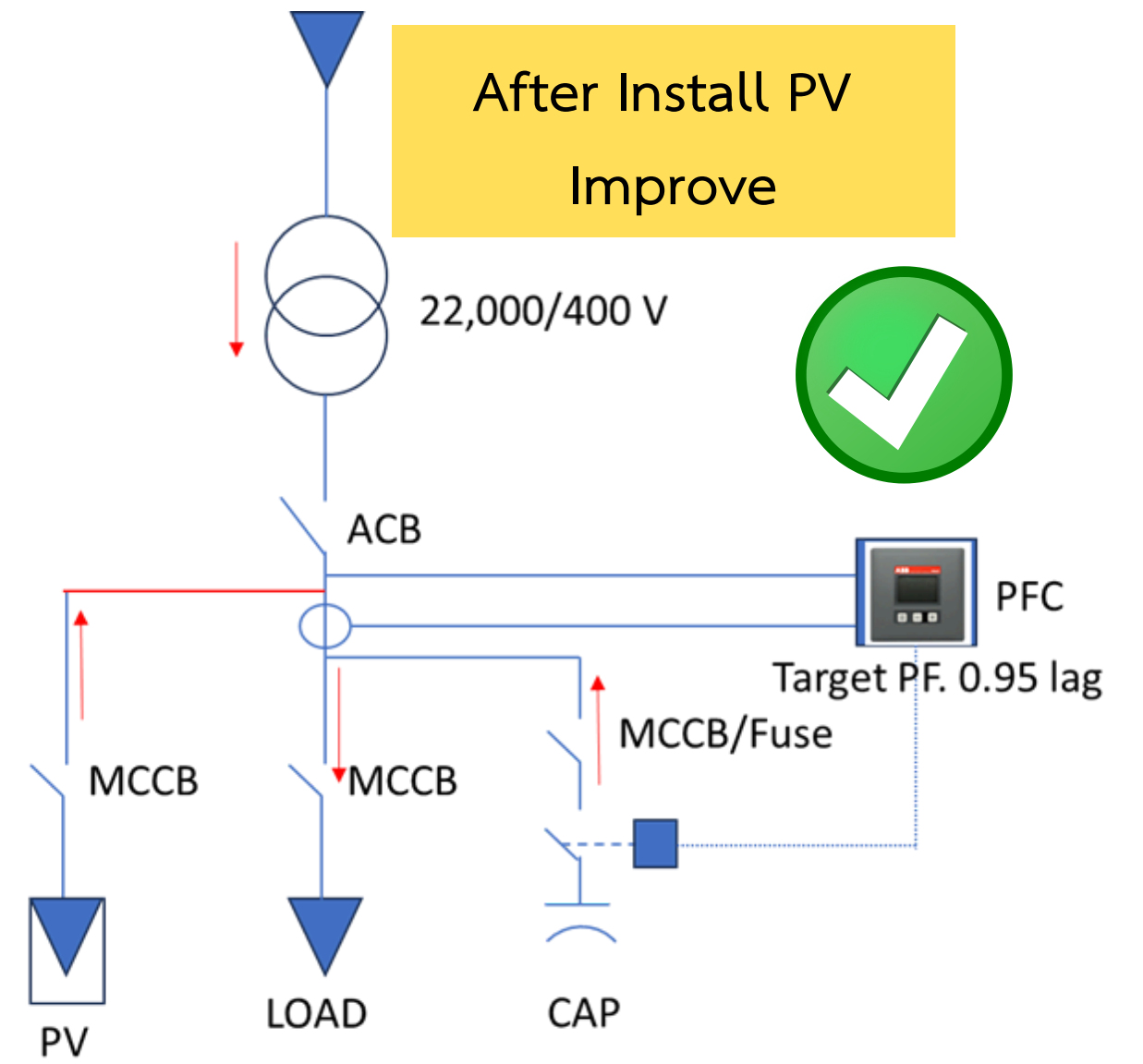
Active Power From grid
trought CT

After Install PV



Active Power From grid trought CT
But Active Power From PV direct to load.

After Install PV
Improve



Active Power From grid and PV
trought CT

Conclusion

- Relocating the connection point at the Main Distribution Board (MDB) so that current from both power sources flows through a Current Transformer (CT) simultaneously doesn't eliminate harmonics. It simply maintains the electrical system's pre- and post-modification state.
- When the Power Factor Controller (PFC) gets an accurate reading, it helps the capacitors operate normally. This ensures the system's reactive power is managed effectively, preventing over or under-correction.
- Mitigating the risk of low-frequency harmonic resonance.
- Mitigating Overload Risks in Electrical Systems

**Thank You
For Your
Attention**