



AUDITORÍA DE CURVA PQ PSFV LA MATA 80 MW

Informe Final

Asociados:



Preparado para:



Abril - 2024

A 0895 | R 1195 - 22

TABLA DE CONTENIDOS

TABLA DE CONTENIDOS.....	2
ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS	4
REGISTRO DE COMUNICACIONES	6
ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS.....	7
SECCIÓN PRINCIPAL	8
1. INTRODUCCIÓN	8
1.1. Objetivo y resultados generales	8
1.2. Nomenclatura	8
2. DATOS GENERALES DE LA AUDITORÍA.....	8
3. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES	8
3.1. Curva de capacidad propuesta	9
3.2. Curva PQ para tensiones entre 0,90 y 1,00 pu	9
3.3. Curva PQ para tensiones entre 1,00 y 1,10 pu	10
3.4. Puntos de prueba a verificar	11
4. EQUIPOS DE MEDICIÓN	13
4.1. Equipos empleados.....	13
4.2. Puntos de medición	13
4.3. Determinación de errores	13
5. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS.....	14
5.1. Tabla de resultados.....	14
5.2. Curva de capacidad a declarar	18
5.3. Detalle de evaluación de en la región de entrega de potencia reactiva	18
5.4. Detalle de evaluación de en la región de absorción de potencia reactiva	19
5.5. Gráficos de tendencia	20
6. CONCLUSIONES	50
ANEXOS	53
7. INFORMACIÓN TÉCNICA	53
7.1. Inversores.....	53
7.2. Centros de transformación	54

7.3. Transformador de potencia	55
8. CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN	56

ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS

Tabla 1. Puntos a ensayar	11
Tabla 2. Tabla de puntos para la definición de la curva de capacidad propuesta	12
Tabla 3. Equipos de medición empleados	13
Tabla 4. Puntos de medición y variables registradas	13
Tabla 5. Tabla de resultados	15
Tabla 6. Puntos de la curva PQ final a declarar	51
Gráfico 1. Ubicación geográfica del proyecto PSFV La Mata	9
Gráfico 2. Curva de capacidad (PQ) propuesta en el POI entre 0,90 y 1,00 pu	10
Gráfico 3. Curva de capacidad (PQ) propuesta en el POI entre 1,00 y 1,10 pu	11
Gráfico 4. Curva de capacidad a declarar de la PSFV La Mata	18
Gráfico 5. Detalle de región de entrega de potencia reactiva	19
Gráfico 6. Detalle de región de absorción de potencia reactiva	20
Gráfico 7. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 1. Control V	21
Gráfico 8. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 1. Control FP	22
Gráfico 9. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 1. Control Q	23
Gráfico 10. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 10. Control V	24
Gráfico 11. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 10. Control FP	25
Gráfico 12. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 10. Control Q	26
Gráfico 13. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 2. Control V	27
Gráfico 14. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 2. Control FP	28
Gráfico 15. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 2. Control Q	29
Gráfico 16. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 9. Control V	30
Gráfico 17. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 9. Control FP	31
Gráfico 18. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 9. Control Q	32
Gráfico 19. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 3. Control V	33
Gráfico 20. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 3. Control FP	34
Gráfico 21. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 3. Control Q	35
Gráfico 22. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 8. Control V	36
Gráfico 23. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 8. Control FP	37
Gráfico 24. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 8. Control Q	38

Gráfico 25. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 4. Control V.....	39
Gráfico 26. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 4. Control FP	40
Gráfico 27. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 4. Control Q	41
Gráfico 28. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 7. Control V.....	42
Gráfico 29. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 7. Control FP	43
Gráfico 30. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 7. Control Q	44
Gráfico 31. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 5. Control V.....	45
Gráfico 32. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 5. Control FP	46
Gráfico 33. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 5. Control Q	47
Gráfico 34. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 6. Control V.....	48
Gráfico 35. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 6. Control FP	49
Gráfico 36. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 6. Control Q	50
Gráfico 37. Curva PQ a declarar por parte de la planta.	51
Gráfico 38. Ficha técnica de los inversores Sungrow SG3125HV-30.....	53
Gráfico 39. Curva de capacidad de los inversores Sungrow SG3125HV-30.....	54
Gráfico 40. Centros de transformación Sungrow SG6250HV-MV.....	54
Gráfico 41. Datos del transformador de potencia	55

REGISTRO DE COMUNICACIONES

Registro de las actividades, comunicaciones y aprobación de informes.

N°	Fecha dd/mm/año	Preparó	Revisó	Aprobó	Observaciones
1	19/04/2024	EA	LP	FM	Versión inicial

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

CREG	Comisión de Regulación de Energía y Gas
CNO	Consejo Nacional de Operación
CND	Centro Nacional de Despacho
ERNC	Energía Renovables No Convencional
PE	Parque Eólico
PSFV	Parque solar fotovoltaico
SE	Subestación eléctrica
AT	Alta tensión
MT	Media tensión
BT	Baja tensión
ONAN	Oil Natural Air Natural
ONAF	Oil Natural Air Forced
STR	Sistema de Transmisión Regional
STN	Sistema de Transmisión Nacional
SDL	Sistema de Distribución Local
RBC	Regulador Bajo Carga
PMU	Power Management Unit
P	Potencia activa
Q	Potencia reactiva
V	Tensión
X _{REF}	Referencia de la variable de control X
POI	Punto de Interconexión

SECCIÓN PRINCIPAL

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Objetivo y resultados generales

El presente informe tiene como objetivo presentar los resultados de la Auditoria de Curva PQ realizada en la Planta Solar Fotovoltaica La Mata, de 80 MW de potencia nominal, según lo estipulado en el Acuerdo CNO 1827 de 2022 titulado "Procedimiento para la realización de las pruebas de verificación de la curva de capacidad de las plantas de generación y autogeneradores eólicos y solares fotovoltaicas conectados al STN y STR"

Las pruebas fueron llevadas a cabo entre los días 10 de abril y 17 de abril del 2023. Como resultado de la auditoría se obtiene que la PSFV La Mata **CUMPLE** con la curva de capacidad declarada dentro de las tolerancias establecidas.

1.2. Nomenclatura

En el presente documento se empleará la siguiente nomenclatura:

V _t	Tensión en el punto donde se verifica la curva
P	Potencia activa de la planta en el punto donde se verifica la curva
Q	Potencia reactiva de la planta en el punto donde se verifica la curva
VREF	Referencia de Tensión

2. Datos generales de la auditoría

Planta: La Mata

Auditor: GME-EEC

Fecha de las pruebas: 10 al 17 de abril del 2024

3. Descripción de las instalaciones

El proyecto del parque solar fotovoltaico La Mata, de 80 MW de potencia nominal, se encuentra ubicado en el departamento de Córdoba, en Colombia. El Gráfico 1 muestra una imagen satelital de la ubicación del proyecto. Cuenta con 165.600 módulos marca Trina distribuidos en 27 inversores Sungrow SG3125HV-30 de 3,437 MVA (a 45°C) de potencia aparente y 0,6 kV. Los paneles tienen una inclinación de 55° y cuentan con un sistema de seguidores Soltec SFOne de un eje. Los inversores se vinculan a 14 centros de transformación Sungrow, uno de ellos con un transformador de dos arrollamientos 34,5/0,6 kV de 3,437 MVA (a 45°C), donde acomete un inversor, y el resto con un transformador de tres arrollamientos 34,5/0,6/0,6 kV de 6,25 MVA, donde acometen dos

inversores.

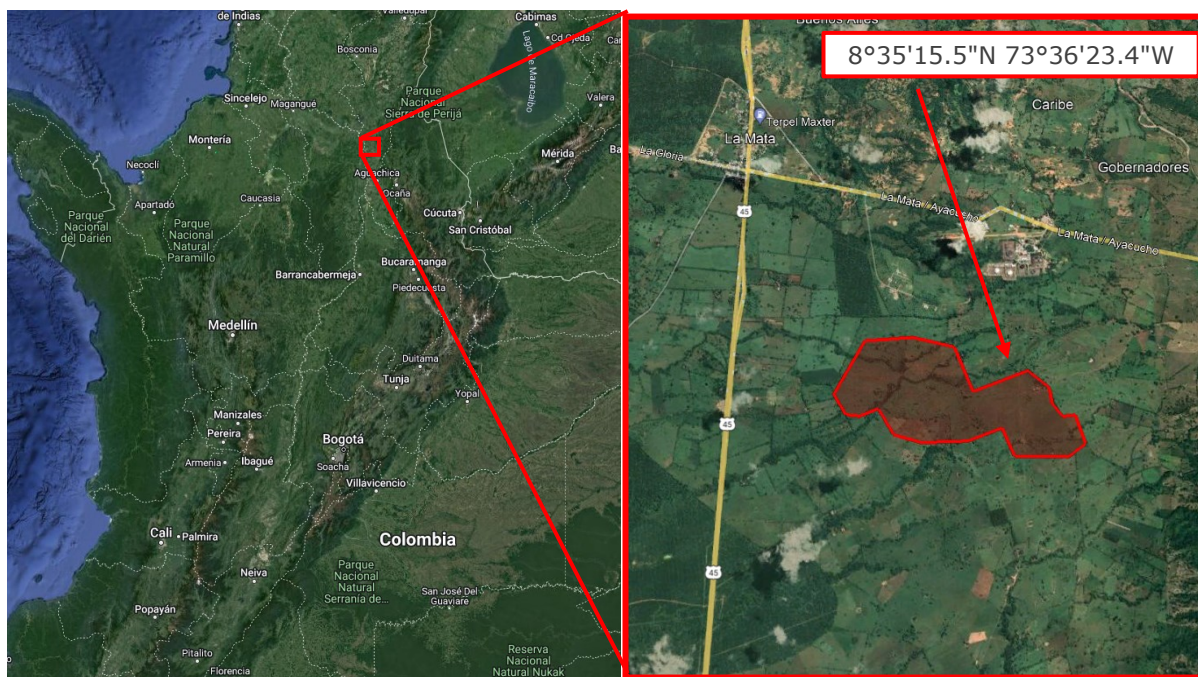


Gráfico 1. Ubicación geográfica del proyecto PSFV La Mata

Corriente nominal de la planta (kA)	0.402
Potencia activa nominal (MW)	80
Tensión nominal en bornes de inversor (kV)	0.6
Tensión nominal en punto de conexión (kV)	115
Tensión nominal del lado de alta del transformador de generación (kV)	115

3.1. Curva de capacidad propuesta

3.2. Curva PQ para tensiones entre 0,90 y 1,00 pu

En el Gráfico 2 se muestra la curva de capacidad propuesta de la PSFV La Mata, para los distintos niveles de tensión en el POI entre 0,90 y 1,00 pu con pasos de 0,01 pu, según lo

requerido por el Anexo 3 del Acuerdo 1827. A modo de referencia, se incluye en el gráfico la curva de capacidad mínima establecida en la CREG 060-2019.

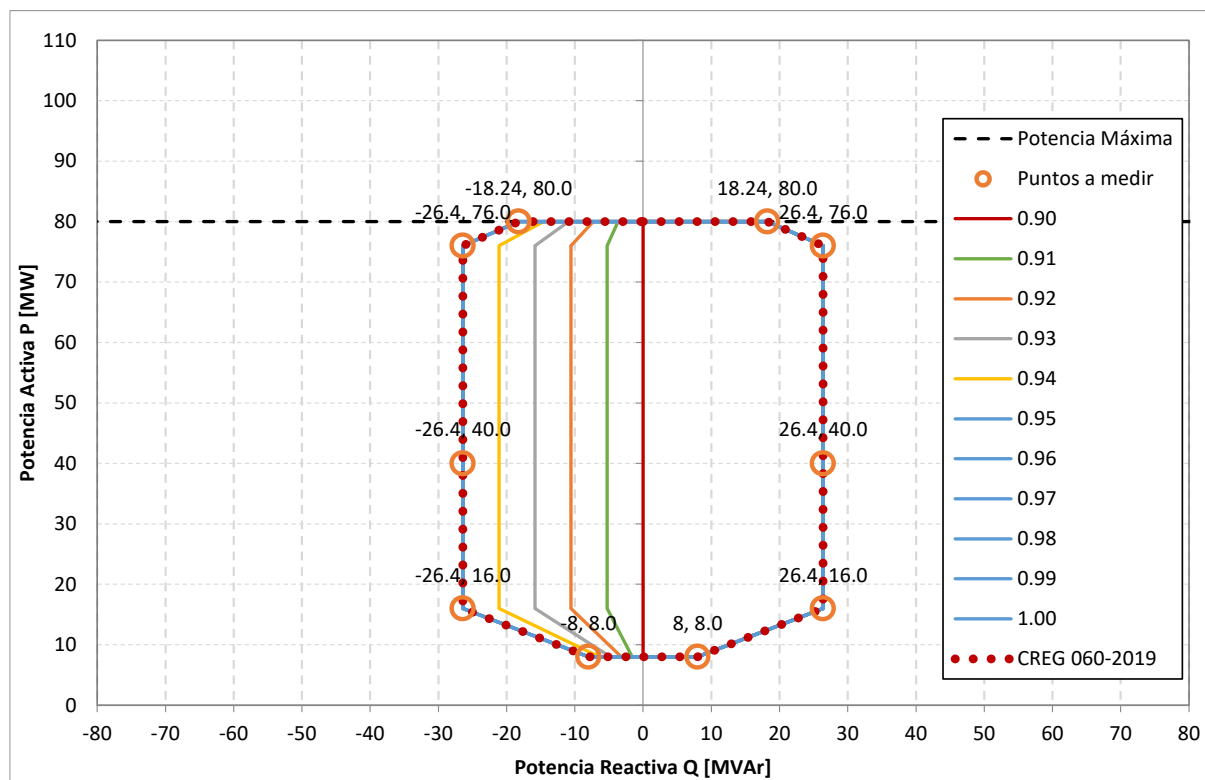


Gráfico 2. Curva de capacidad (PQ) propuesta en el POI entre 0,90 y 1,00 pu

3.3. Curva PQ para tensiones entre 1,00 y 1,10 pu

En el Gráfico 3 se muestra la curva de capacidad propuesta de la PSFV La Mata, para los distintos niveles de tensión en el POI entre 1,00 y 1,10 pu con pasos de 0,01 pu, según lo requerido por el Anexo 3 del Acuerdo 1827. A modo de referencia, se incluye en el gráfico la curva de capacidad mínima establecida en la CREG 060-2019.

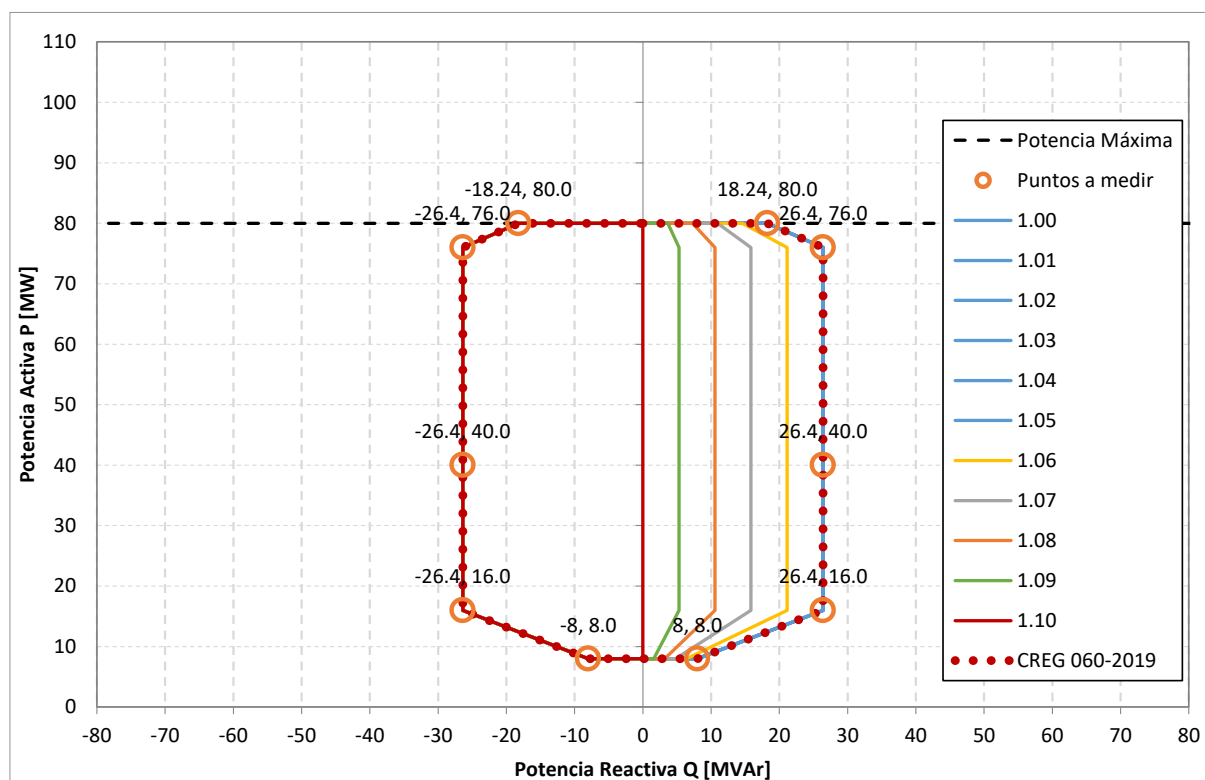


Gráfico 3. Curva de capacidad (PQ) propuesta en el POI entre 1,00 y 1,10 pu

3.4. Puntos de prueba a verificar

Los puntos operativos a verificar acordados entre el Agente y el CND se detallan en la Tabla 1:

Tabla 1. Puntos a ensayar

Punto	P [MW]	Q [MVar]
1	8.0	8.0
2	16.0	26.4
3	40.0	26.4
4	76.0	26.4
5	80.0	18.2
6	80.0	-18.2
7	76.0	-26.4
8	40.0	-26.4
9	16.0	-26.4
10	8.0	-8.0

La curva de capacidad de la PSFV La Mata será la misma entre 0,95 y 1,05 pu de tensión, y presentará limitación en la región de absorción de potencia reactiva por debajo de 0,95 pu y de entrega de potencia reactiva para tensiones superiores a 1,05 pu, en línea con lo definido en el artículo 1 del Acuerdo CNO 1827. En la Tabla 2 se detallan los puntos de la curva de capacidad para cada valor de tensión en el POI.

Tabla 2. Tabla de puntos para la definición de la curva de capacidad propuesta

0,90		0,91		0,92		0,93		0,94		0,95		0,96		0,97		0,98		0,99		1,00	
P	Q	P	Q	P	Q	P	Q	P	Q	P	Q	P	Q	P	Q	P	Q	P	Q	P	Q
8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
16.0	26.4	16.0	26.4	16.0	26.4	16.0	26.4	16.0	26.4	16.0	26.4	16.0	26.4	16.0	26.4	16.0	26.4	16.0	26.4	16.0	26.4
40.0	26.4	40.0	26.4	40.0	26.4	40.0	26.4	40.0	26.4	40.0	26.4	40.0	26.4	40.0	26.4	40.0	26.4	40.0	26.4	40.0	26.4
76.0	26.4	76.0	26.4	76.0	26.4	76.0	26.4	76.0	26.4	76.0	26.4	76.0	26.4	76.0	26.4	76.0	26.4	76.0	26.4	76.0	26.4
80.0	18.2	80.0	18.2	80.0	18.2	80.0	18.2	80.0	18.2	80.0	18.2	80.0	18.2	80.0	18.2	80.0	18.2	80.0	18.2	80.0	18.2
80.0	0.0	80.0	-3.6	80.0	-7.3	80.0	-10.9	80.0	-14.6	80.0	-18.2	80.0	-18.2	80.0	-18.2	80.0	-18.2	80.0	-18.2	80.0	-18.2
76.0	0.0	76.0	-5.3	76.0	-10.6	76.0	-15.8	76.0	-21.1	76.0	-26.4	76.0	-26.4	76.0	-26.4	76.0	-26.4	76.0	-26.4	76.0	-26.4
40.0	0.0	40.0	-5.3	40.0	-10.6	40.0	-15.8	40.0	-21.1	40.0	-26.4	40.0	-26.4	40.0	-26.4	40.0	-26.4	40.0	-26.4	40.0	-26.4
16.0	0.0	16.0	-5.3	16.0	-10.6	16.0	-15.8	16.0	-21.1	16.0	-26.4	16.0	-26.4	16.0	-26.4	16.0	-26.4	16.0	-26.4	16.0	-26.4
8.0	0.0	8.0	-1.6	8.0	-3.2	8.0	-4.8	8.0	-6.4	8.0	-8.0	8.0	-8.0	8.0	-8.0	8.0	-8.0	8.0	-8.0	8.0	-8.0

1,01		1,02		1,03		1,04		1,05		1,06		1,07		1,08		1,09		1,10	
P	Q	P	Q	P	Q	P	Q	P	Q	P	Q	P	Q	P	Q	P	Q	P	Q
8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	6.4	8.0	4.8	8.0	3.2	8.0	1.6	8.0	0.0
16.0	26.4	16.0	26.4	16.0	26.4	16.0	26.4	16.0	26.4	16.0	21.1	16.0	15.8	16.0	10.6	16.0	5.3	16.0	0.0
40.0	26.4	40.0	26.4	40.0	26.4	40.0	26.4	40.0	26.4	40.0	21.1	40.0	15.8	40.0	10.6	40.0	5.3	40.0	0.0
76.0	26.4	76.0	26.4	76.0	26.4	76.0	26.4	76.0	26.4	76.0	21.1	76.0	15.8	76.0	10.6	76.0	5.3	76.0	0.0
80.0	18.2	80.0	18.2	80.0	18.2	80.0	18.2	80.0	18.2	80.0	14.6	80.0	10.9	80.0	7.3	80.0	3.6	80.0	0.0
80.0	-18.2	80.0	-18.2	80.0	-18.2	80.0	-18.2	80.0	-18.2	80.0	-18.2	80.0	-18.2	80.0	-18.2	80.0	-18.2	80.0	-18.2
76.0	-26.4	76.0	-26.4	76.0	-26.4	76.0	-26.4	76.0	-26.4	76.0	-26.4	76.0	-26.4	76.0	-26.4	76.0	-26.4	76.0	-26.4
40.0	-26.4	40.0	-26.4	40.0	-26.4	40.0	-26.4	40.0	-26.4	40.0	-26.4	40.0	-26.4	40.0	-26.4	40.0	-26.4	40.0	-26.4
16.0	-26.4	16.0	-26.4	16.0	-26.4	16.0	-26.4	16.0	-26.4	16.0	-26.4	16.0	-26.4	16.0	-26.4	16.0	-26.4	16.0	-26.4
8.0	-8.0	8.0	-8.0	8.0	-8.0	8.0	-8.0	8.0	-8.0	8.0	-8.0	8.0	-8.0	8.0	-8.0	8.0	-8.0	8.0	-8.0

4. EQUIPOS DE MEDICIÓN

4.1. Equipos empleados

Para las mediciones realizadas se emplearon los equipos listados en la Tabla 3.

Tabla 3. Equipos de medición empleados

Equipo	Marca	Modelo	N° de Serie	Clase/error
Registrador GME6	ELSPEC	PureBB	00_60_35_38_1B_2A	IEC 61000-4-30 Class A
Transf. de corriente	-	-	-	0,2
Transf. de tensión	-	-	-	0,2

4.2. Puntos de medición

Para las mediciones realizadas se emplearon los puntos de medición y variables listados en la Tabla 4.

Tabla 4. Puntos de medición y variables registradas

Variable	Tablero	Borne	Escala	Equipo
Tensión	-	-	110 V	GME6
Potencia activa	(calculada)	-	0-200 MW	GME6
Potencia reactiva	(calculada)	-	±100 MVar	GME6
Frecuencia	(calculada)	-	40-70 Hz	GME6
Corriente	-	-	1 A	GME6

4.3. Determinación de errores

De acuerdo con los datos recolectados en planta se realiza el cálculo de los errores de medición según las expresiones detalladas a continuación:

- E_{CT} = Clase 0,2, relación 600/1 A
- E_{PT} = Clase 0,2, relación 110000/110 kV
- E_R = Clase A (IEC61000-4-30)

Siguiendo los lineamientos del Anexo III del Acuerdo CNO 1827 y de la norma ANSI/ASME PTC 19.1, el error relativo de la medición se calcula como la raíz de la suma de los cuadrados de los errores relativos de CT, PT y equipo de medición:

$$Emr = \sqrt{E_{PT}^2 + E_{CT}^2 + E_R^2}$$

La clase de los instrumentos es el error absoluto referido a escala completa. Si se considera al error relativo de cada instrumento como su clase se lleva a cabo una aproximación conservadora, tal como lo dicta dicha normativa.

Luego, se calcula el error de medición absoluto de potencia reactiva asociado a los transformadores de medida y el registrador con el uso de la siguiente ecuación.

$$E_{ma} = \sqrt{3} E_{mr} CT_{PRIM} PT_{PRIM}$$

Para el caso particular de las pruebas realizadas resulta:

$$E_{mr} = \sqrt{0,002^2 + 0,002^2 + (0,001^2 + 0,01^2)} = 0,0104$$

$$E_{ma} = \sqrt{3} \cdot 0,0104 \cdot \frac{300 \text{ A} \cdot 34500 \text{ V}}{10^6} = 1,19 \text{ MVar}$$

5. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS

5.1. Tabla de resultados

La Tabla 5 detalla los puntos obtenidos de las pruebas realizadas.

- En la columna Región se indica si se trata de entrega de potencia reactiva o absorción de potencia reactiva.
- En la columna modo de control se indica si es tensión, potencia reactiva o factor de potencia.
- En la columna de Hora se indica el momento en el que se alcanza el punto.
- La columna de puntos objetivo (P_0 y Q_0) indica los puntos esperados de potencia reactiva.
- La columna de promedio corregido (Q_m) presenta el valor promedio de potencia reactiva de la serie de puntos obtenidos para cada condición operativa PQ.
- La columna de V_t , indica la tensión en el punto donde se verifica la curva.
- La columna Causa de limitación debe indicar qué activó la limitación en la planta o si la limitación obedece al sistema.
- En observaciones se indica la ocurrencia de eventos anormales en la prueba como por ejemplo si se activaron alarmas por condiciones de temperatura. Asimismo, se indica si la prueba a potencia nominal se realizó individualmente o se validó a través de registros de la operación.

Tabla 5. Tabla de resultados

N°	Región	Modo	Hora	Punto objetivo		Promedio corregido	Vt [pu]	Cumple	Causa de limitación
				Po [MW]	Qo [MVar]	Qm [MVar]			
1	Entrega	V	13:26	8	8	8	1.003	SI	Se alcanzó el punto sin un límite o alarma explícito
2	Entrega	V	15:44	16	26,4	26,4	1.034	SI	Se alcanzó el punto sin un límite o alarma explícito
3	Entrega	V	11:15	40	26,4	26,4	1.044	SI	Se alcanzó el punto sin un límite o alarma explícito
4	Entrega	V	10:00	76	26,4	26,4	1.050	SI	Se alcanzó el punto sin un límite o alarma explícito
5	Entrega	V	12:19	80	18,2	18,2	1.044	SI	Se alcanzó el punto sin un límite o alarma explícito
1	Entrega	Q	13:32	8	8	8	1.001	SI	Se alcanzó el punto sin un límite o alarma explícito
2	Entrega	Q	15:49	16	26,4	26,4	1.033	SI	Se alcanzó el punto sin un límite o alarma explícito
3	Entrega	Q	11:22	40	26,4	26,4	1.045	SI	Se alcanzó el punto sin un límite o alarma explícito
4	Entrega	Q	10:06	76	26,4	26,4	1.050	SI	Se alcanzó el punto sin un límite o alarma explícito
5	Entrega	Q	12:25	80	18,2	18,2	1.002	SI	Se alcanzó el punto sin un límite o alarma explícito
1	Entrega	FP	13:33	8	8	8	1.002	SI	Se alcanzó el punto sin un límite o alarma explícito
2	Entrega	FP	15:54	16	26,4	26,4	1.033	SI	Se alcanzó el punto sin un límite o alarma explícito
3	Entrega	FP	11:24	40	26,4	26,4	1.045	SI	Se alcanzó el punto sin un límite o

N°	Región	Modo	Hora	Punto objetivo		Promedio corregido	Vt [pu]	Cumple	Causa de limitación
				Po [MW]	Qo [MVar]	Qm [MVar]			
									alarma explícito
4	Entrega	FP	10:20	76	26,4	26,4	0.997	SI	Se alcanzó el punto sin un límite o alarma explícito
5	Entrega	FP	12:28	80	18,2	18,2	1.044	SI	Se alcanzó el punto sin un límite o alarma explícito
6	Absorción	V	12:37	80	-18,2	-18,2	0.972	SI	Se alcanzó el punto sin un límite o alarma explícito
7	Absorción	V	10:24	76	-26,4	-26,4	1.004	SI	Se alcanzó el punto sin un límite o alarma explícito
8	Absorción	V	9:32	40	-26,4	-26,4	0.990	SI	Se alcanzó el punto sin un límite o alarma explícito
9	Absorción	V	15:24	16	-26,4	-26,4	0.950	SI	Se alcanzó el punto sin un límite o alarma explícito
10	Absorción	V	13:05	8	-8	-8	0.971	SI	Se alcanzó el punto sin un límite o alarma explícito
6	Absorción	Q	12:42	80	-18,2	-18,2	0.971	SI	Se alcanzó el punto sin un límite o alarma explícito
7	Absorción	Q	10:29	76	-26,4	-26,4	1.004	SI	Se alcanzó el punto sin un límite o alarma explícito
8	Absorción	Q	9:48	40	-26,4	-26,4	0.990	SI	Se alcanzó el punto sin un límite o alarma explícito
9	Absorción	Q	15:29	16	-26,4	-26,4	0.951	SI	Se alcanzó el punto sin un límite o alarma explícito
10	Absorción	Q	13:13	8	-8	-8	0.973	SI	Se alcanzó el punto sin un límite o alarma explícito
6	Absorción	FP	12:44	80	-18,2	-18,2	0.978	SI	Se alcanzó el punto sin un límite o alarma explícito

N°	Región	Modo	Hora	Punto objetivo		Promedio corregido	Vt [pu]	Cumple	Causa de limitación
				Po [MW]	Qo [MVar]	Qm [MVar]			
7	Absorción	FP	10:31	76	-26,4	-26,4	1.003	SI	Se alcanzó el punto sin un límite o alarma explícito
8	Absorción	FP	10:11	40	-26,4	-26,4	0.994	SI	Se alcanzó el punto sin un límite o alarma explícito
9	Absorción	FP	15:31	16	-26,4	-26,4	0.950	SI	Se alcanzó el punto sin un límite o alarma explícito
10	Absorción	FP	13:15	8	-8	-8	0.973	SI	Se alcanzó el punto sin un límite o alarma explícito

5.2. Curva de capacidad a declarar

En la Gráfico 4 se presenta un ejemplo de la curva de capacidad verificada a declarar. Se muestran los puntos operativos obtenidos y la curva de carga mínima definida por la regulación.

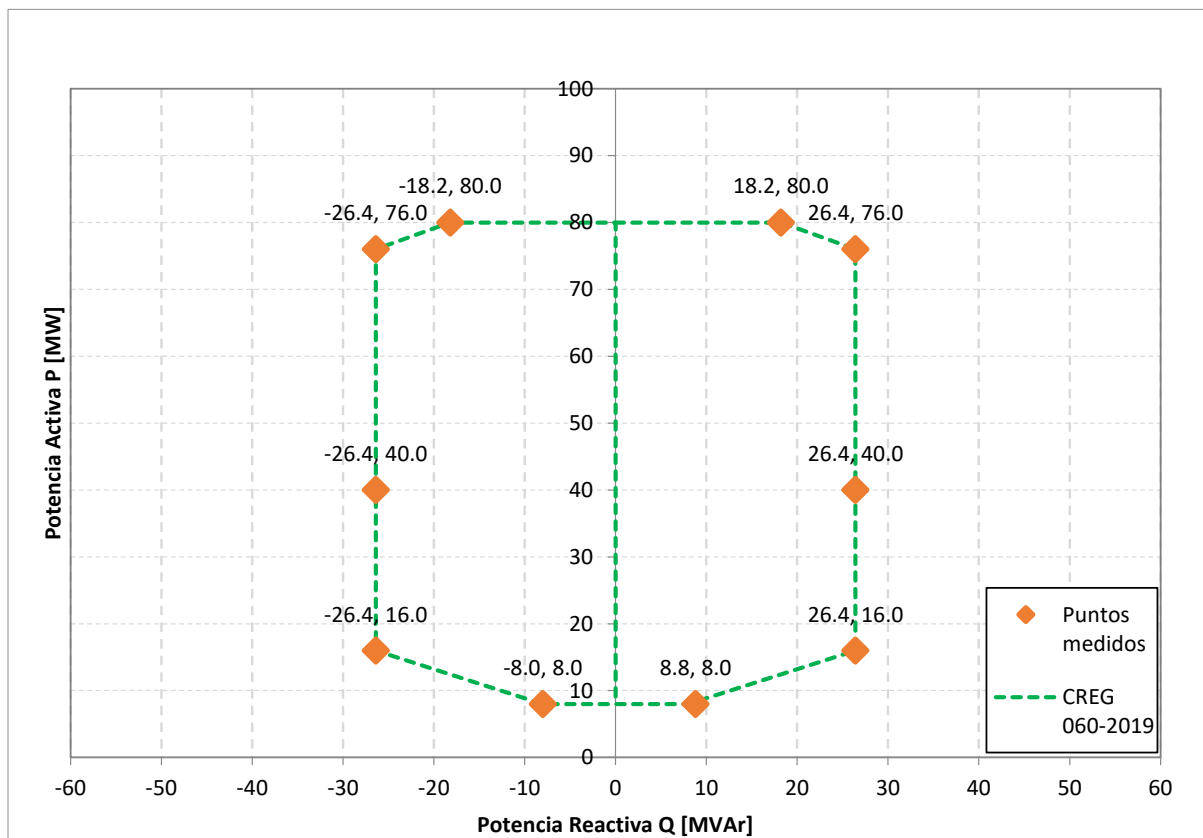


Gráfico 4. Curva de capacidad a declarar de la PSFV La Mata

5.3. Detalle de evaluación de en la región de entrega de potencia reactiva

En el Gráfico 5 se presenta el detalle de los puntos correspondientes a la región de entrega de potencia reactiva.

Como se aprecia, al menos uno de los puntos obtenidos en los rectángulos de tolerancia de error de cada una de las medidas toca o supera los límites de la curva PQ de referencia CREG 060-2019, cumpliendo con el Anexo 1 del Acuerdo CNO 1827 en la zona de entrega de potencia reactiva.

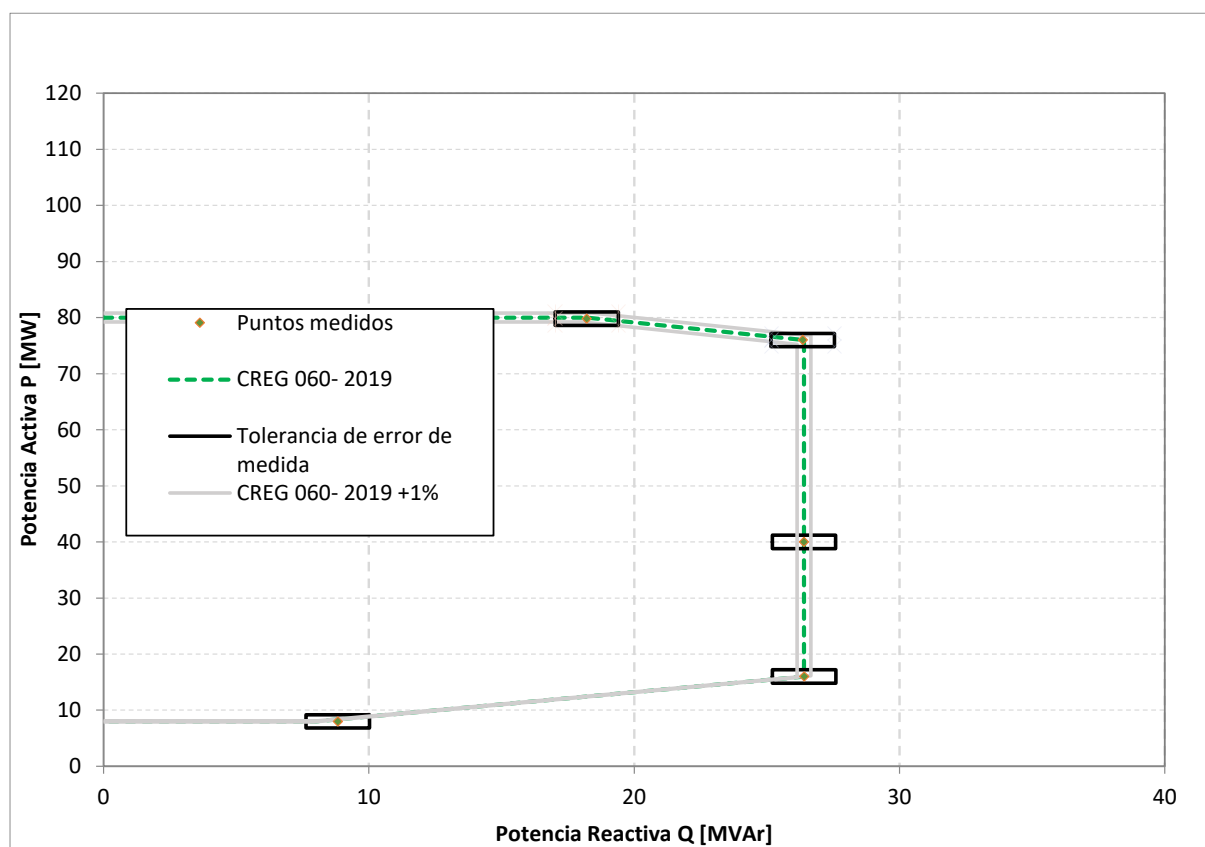


Gráfico 5. Detalle de región de entrega de potencia reactiva

5.4. Detalle de evaluación de en la región de absorción de potencia reactiva

En el Gráfico 6 se presenta el detalle de los puntos correspondientes a la región de absorción de potencia reactiva.

Como se aprecia, al menos uno de los puntos obtenidos en los rectángulos de tolerancia de error de cada una de las medidas toca o supera los límites de la curva PQ de referencia CREG 060-2019, cumpliendo con el Anexo 1 del Acuerdo CNO 1827 en la zona de absorción de potencia reactiva.

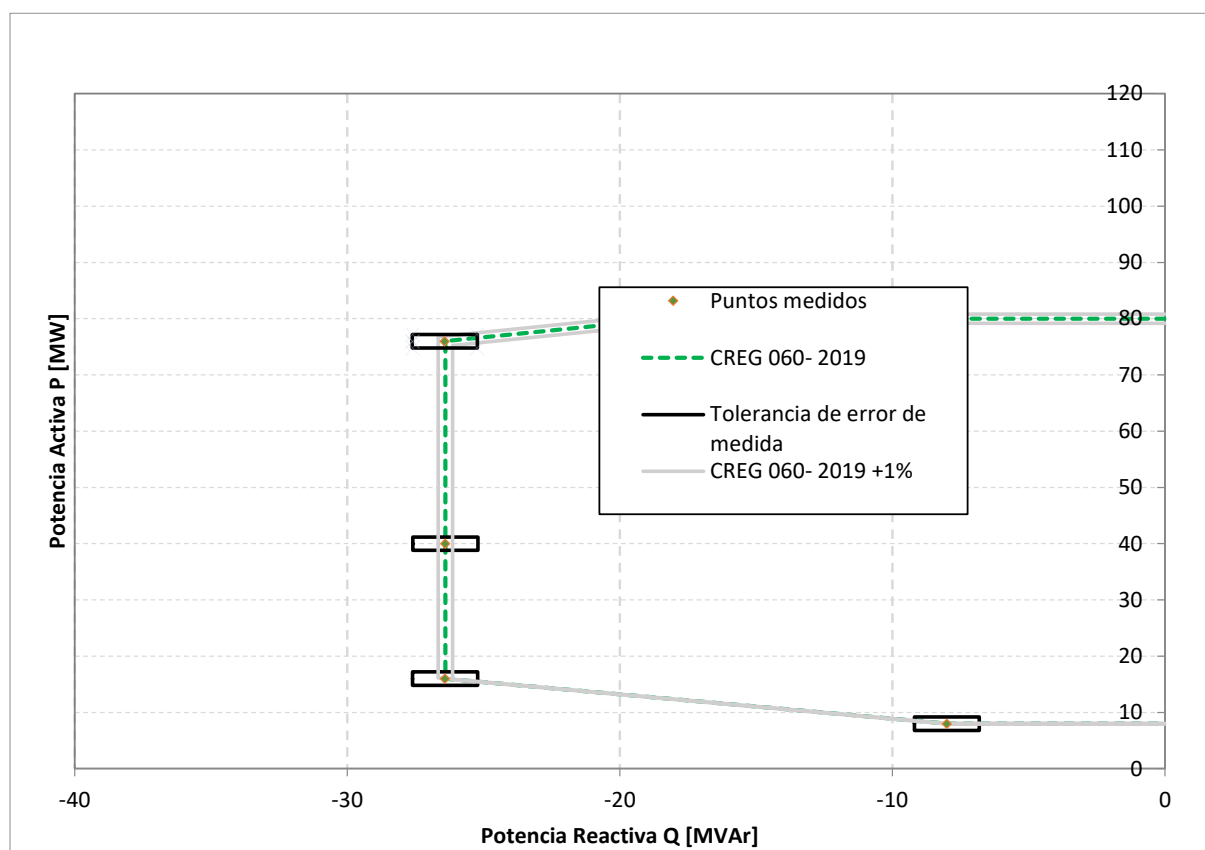


Gráfico 6. Detalle de región de absorción de potencia reactiva

5.5. Gráficos de tendencia

Se muestran a continuación los registros de potencia activa, reactiva y tensión para cada uno de los niveles de carga, tanto para la región de entrega de potencia reactiva como de absorción de potencia reactiva. Puede observarse en cada prueba que se mantiene el punto operativo durante 5 minutos en control de voltaje, 1 minuto en control de potencia reactiva y 1 minuto adicional en control de factor de potencia

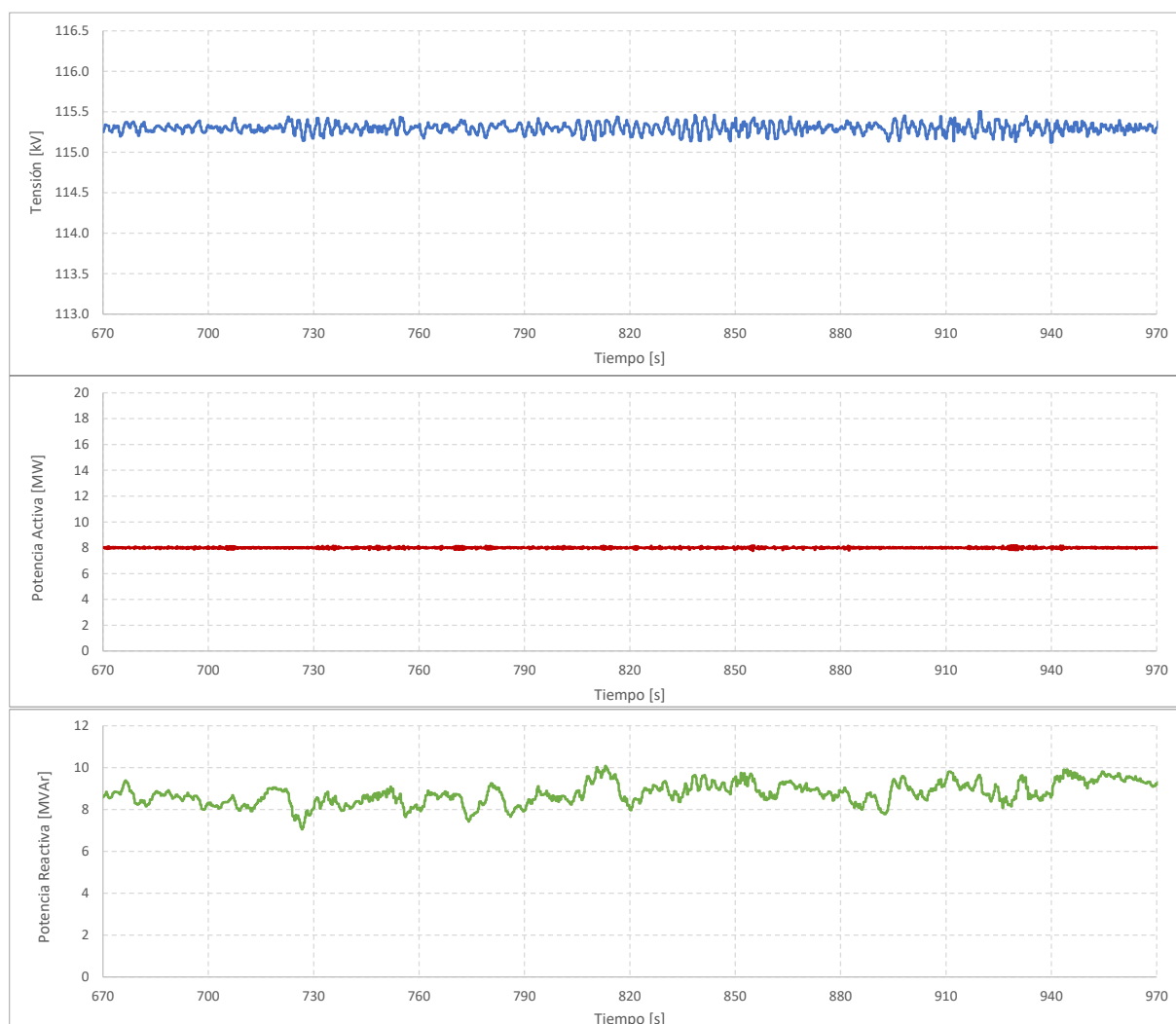


Gráfico 7. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 1. Control V

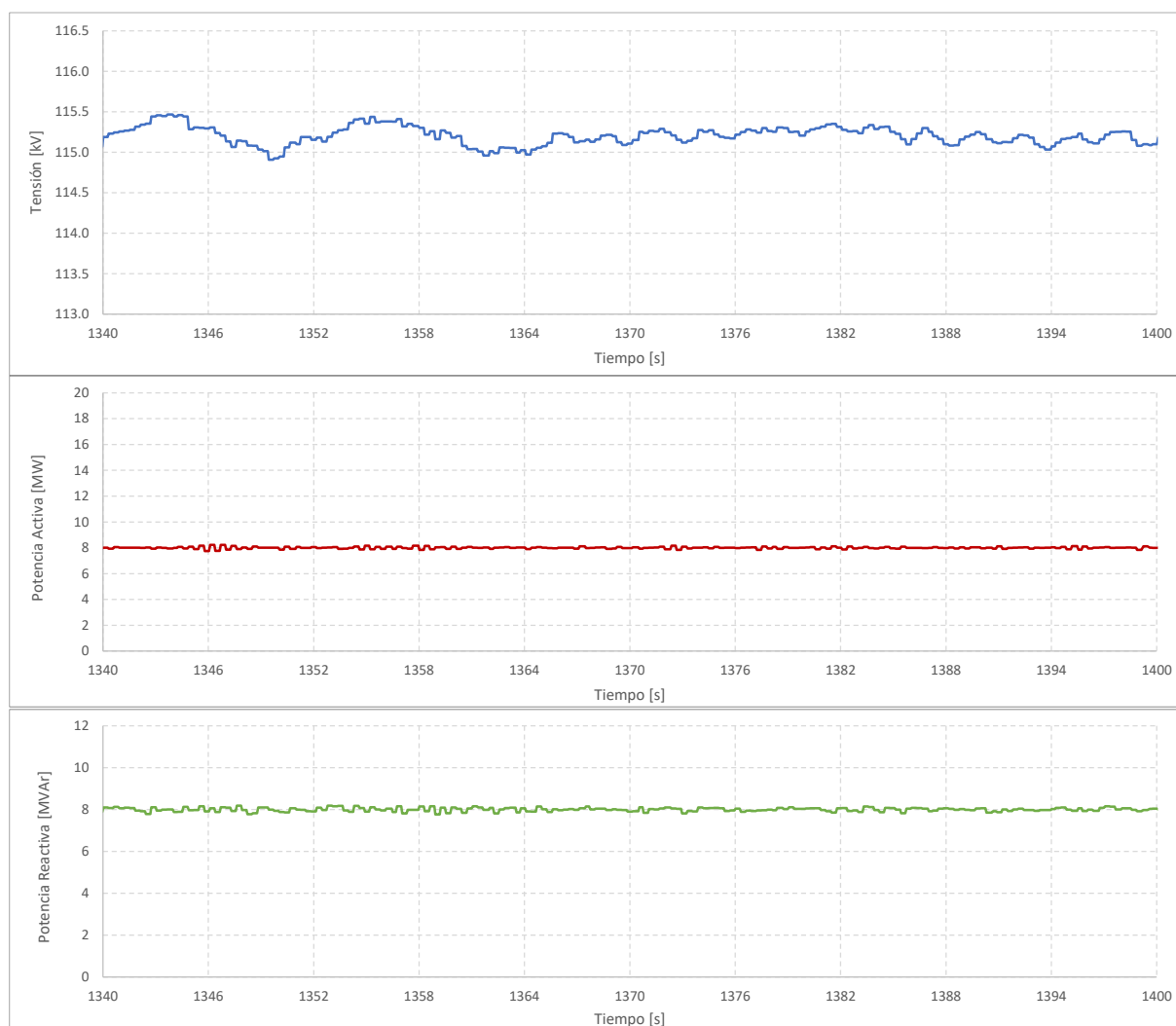


Gráfico 8. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 1. Control FP

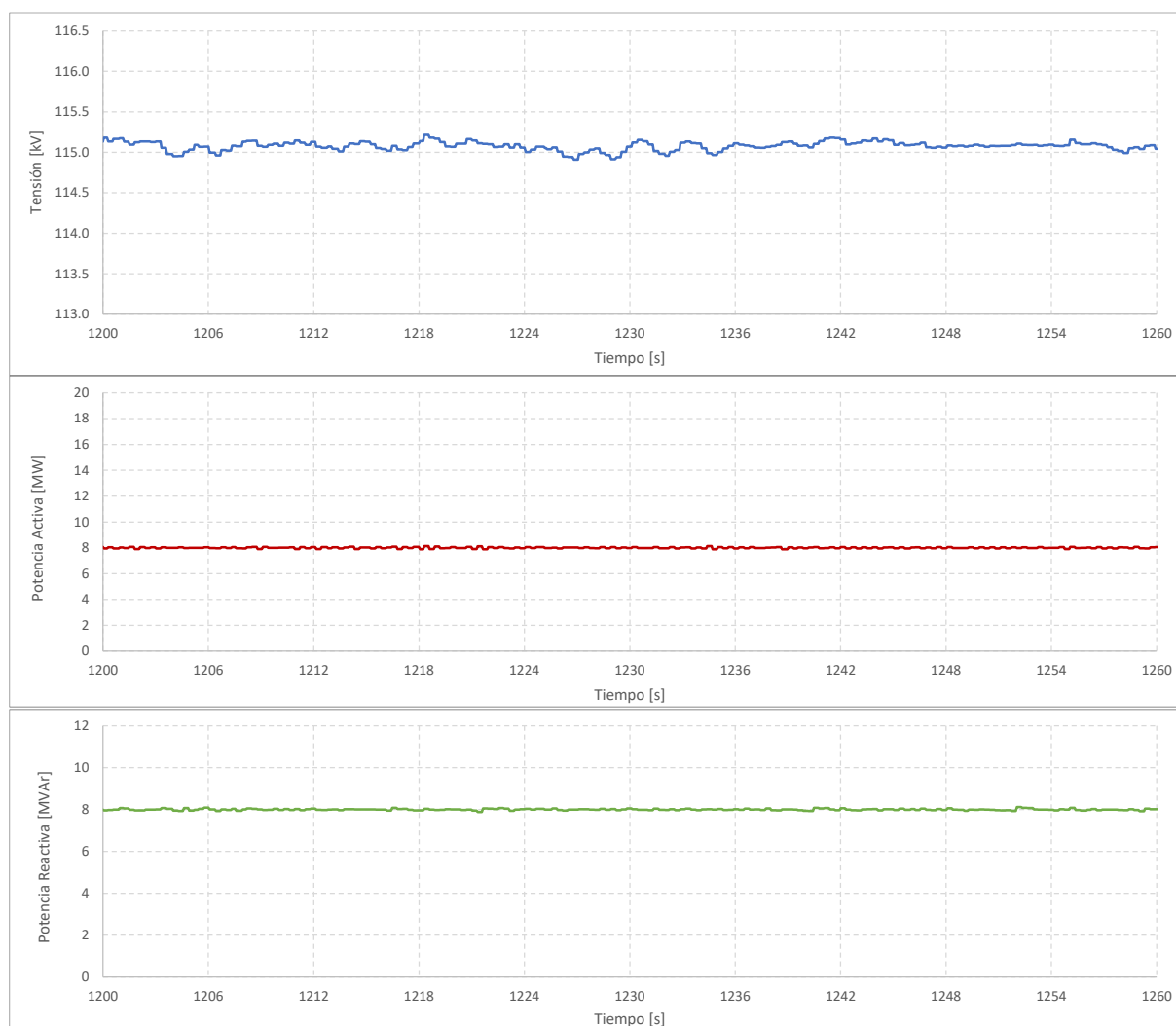


Gráfico 9. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 1. Control Q

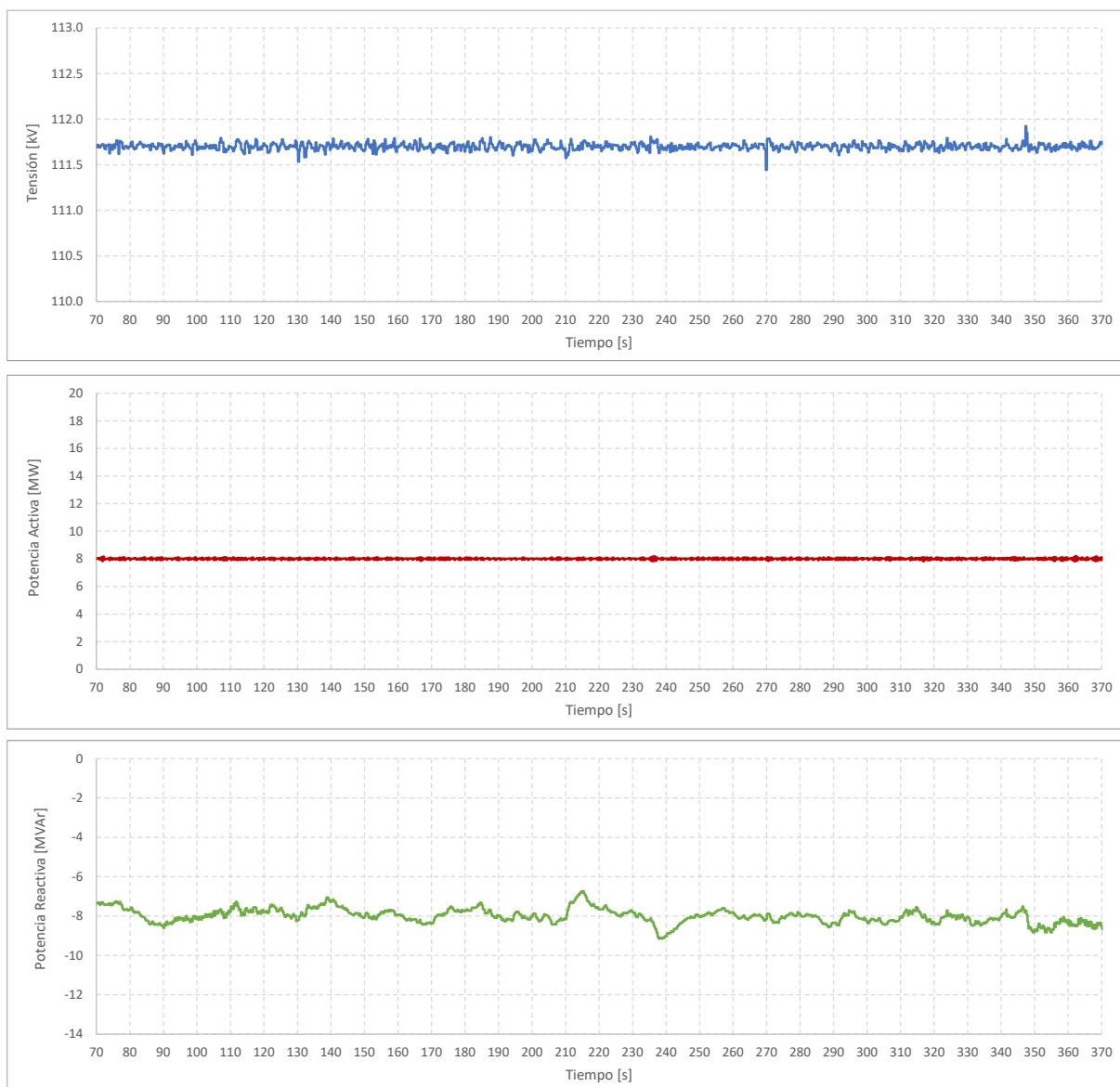


Gráfico 10. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 10. Control V

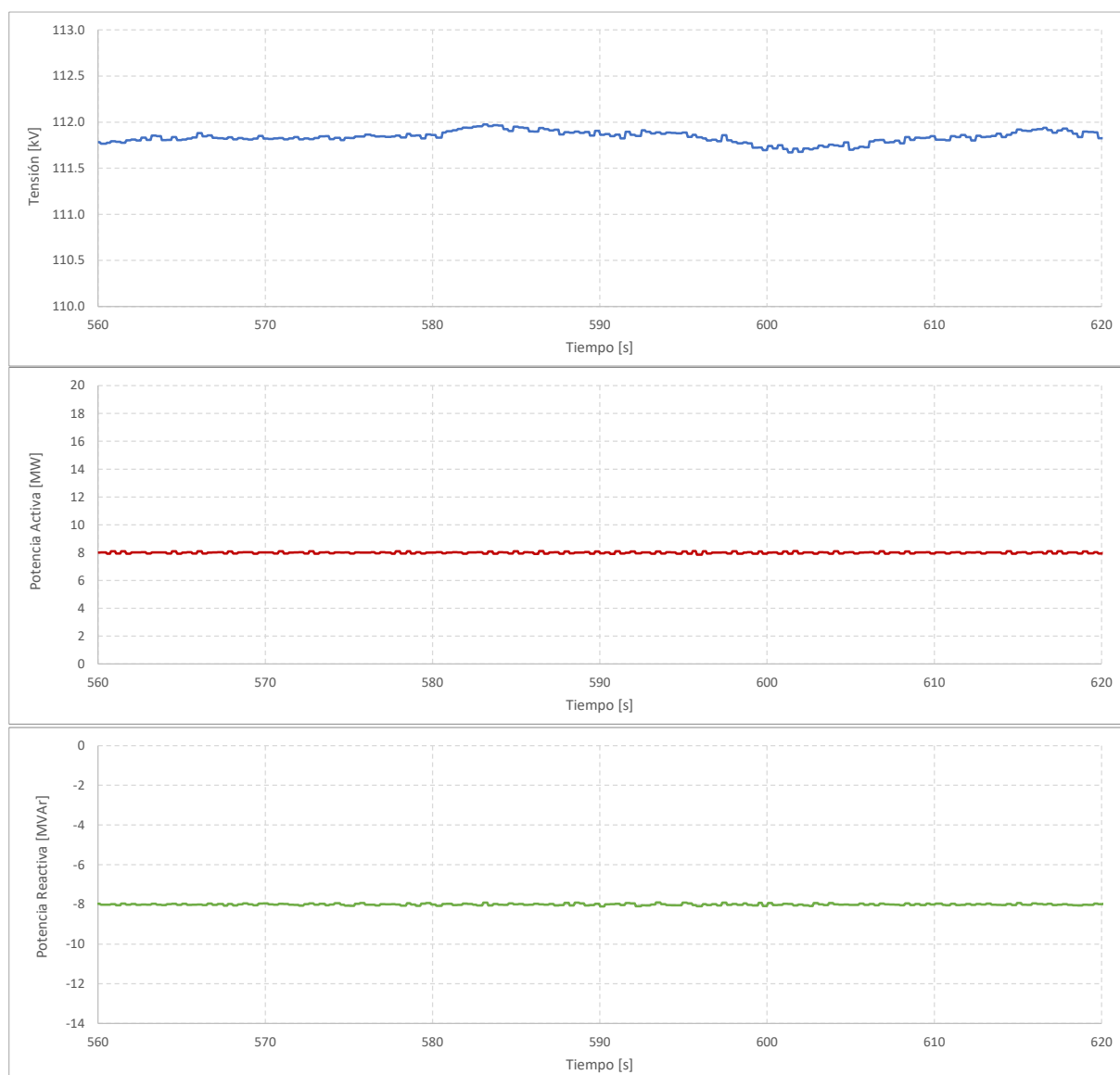


Gráfico 11. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 10. Control FP

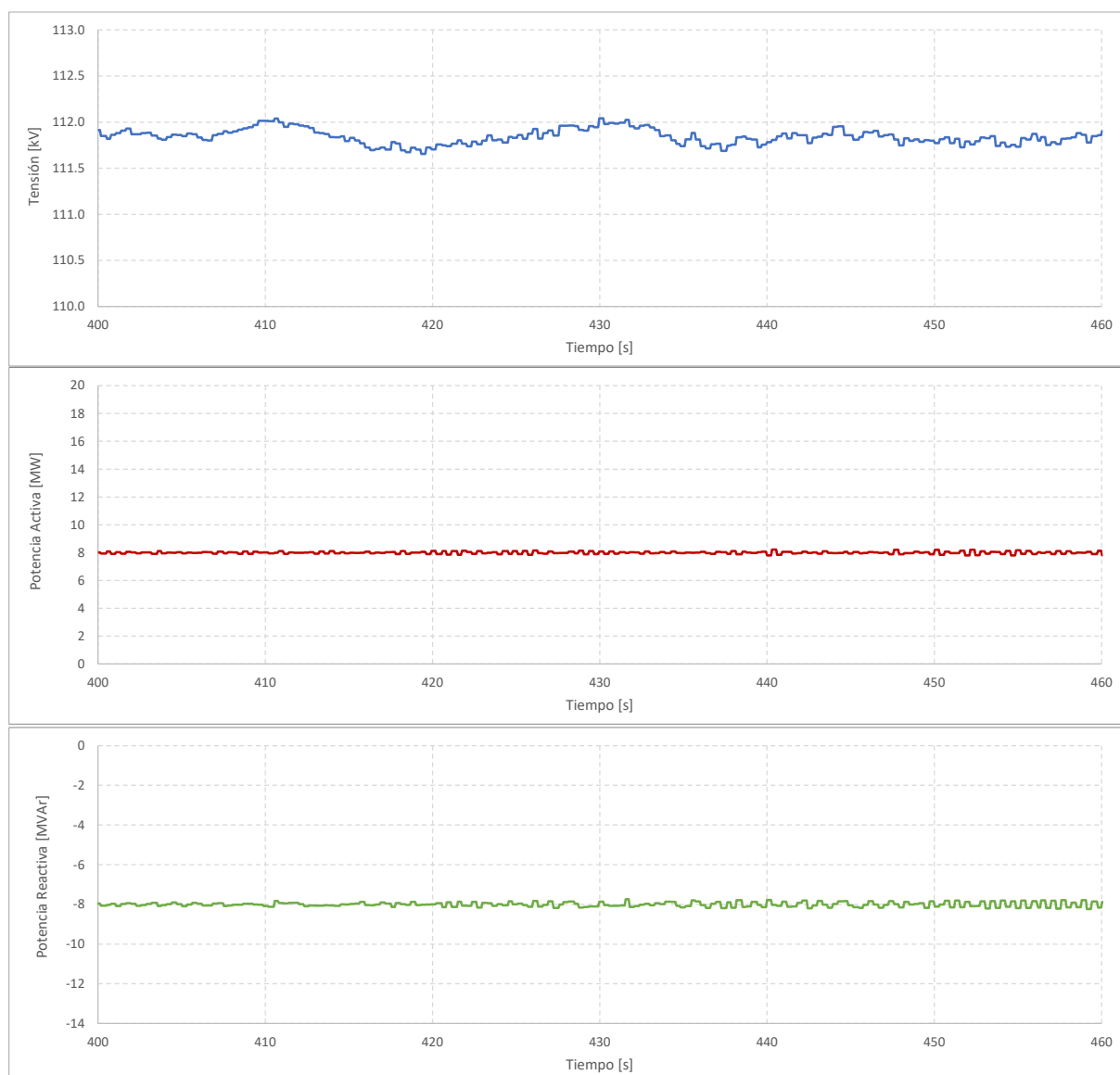


Gráfico 12. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 10. Control Q

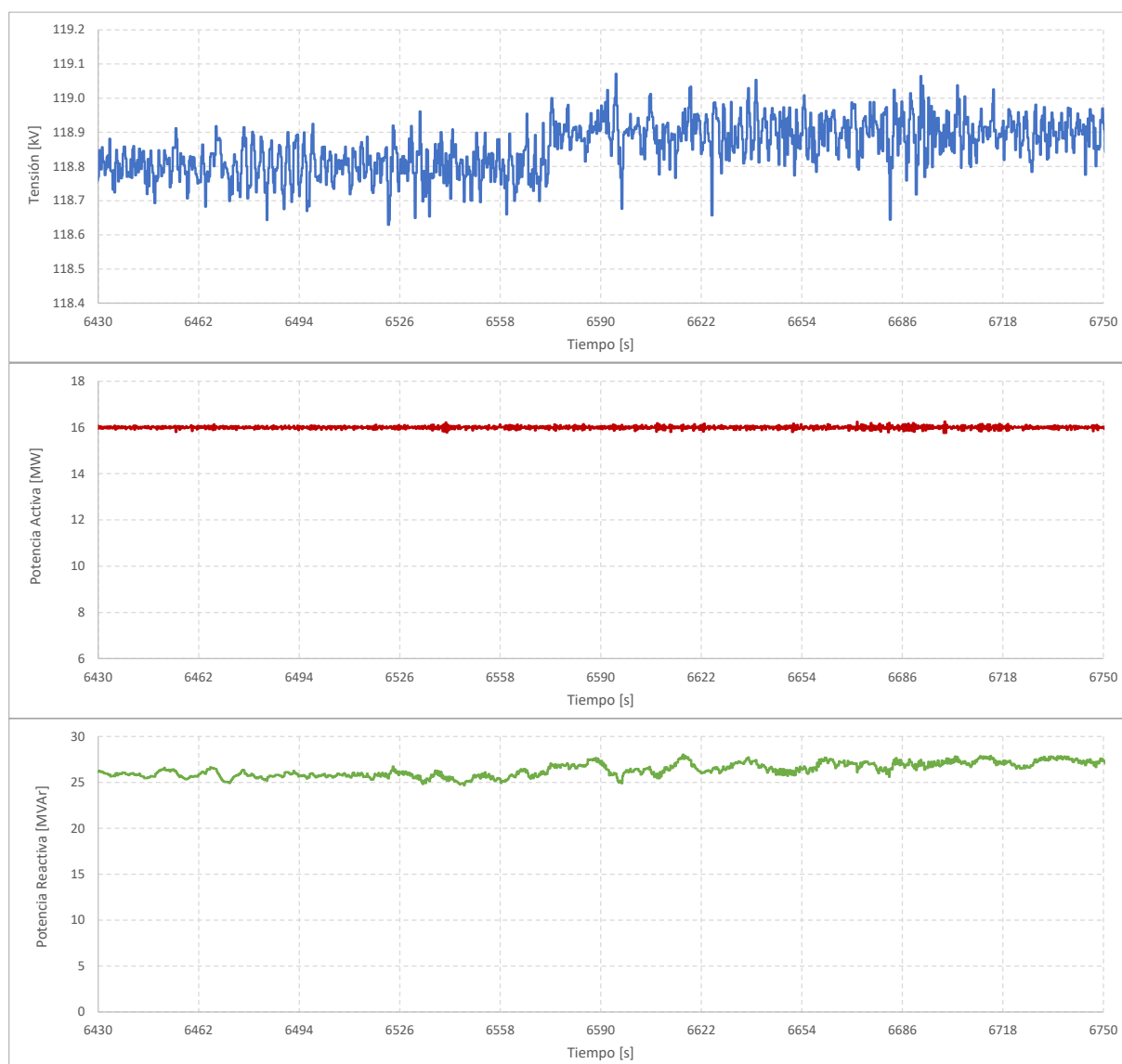


Gráfico 13. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 2. Control V

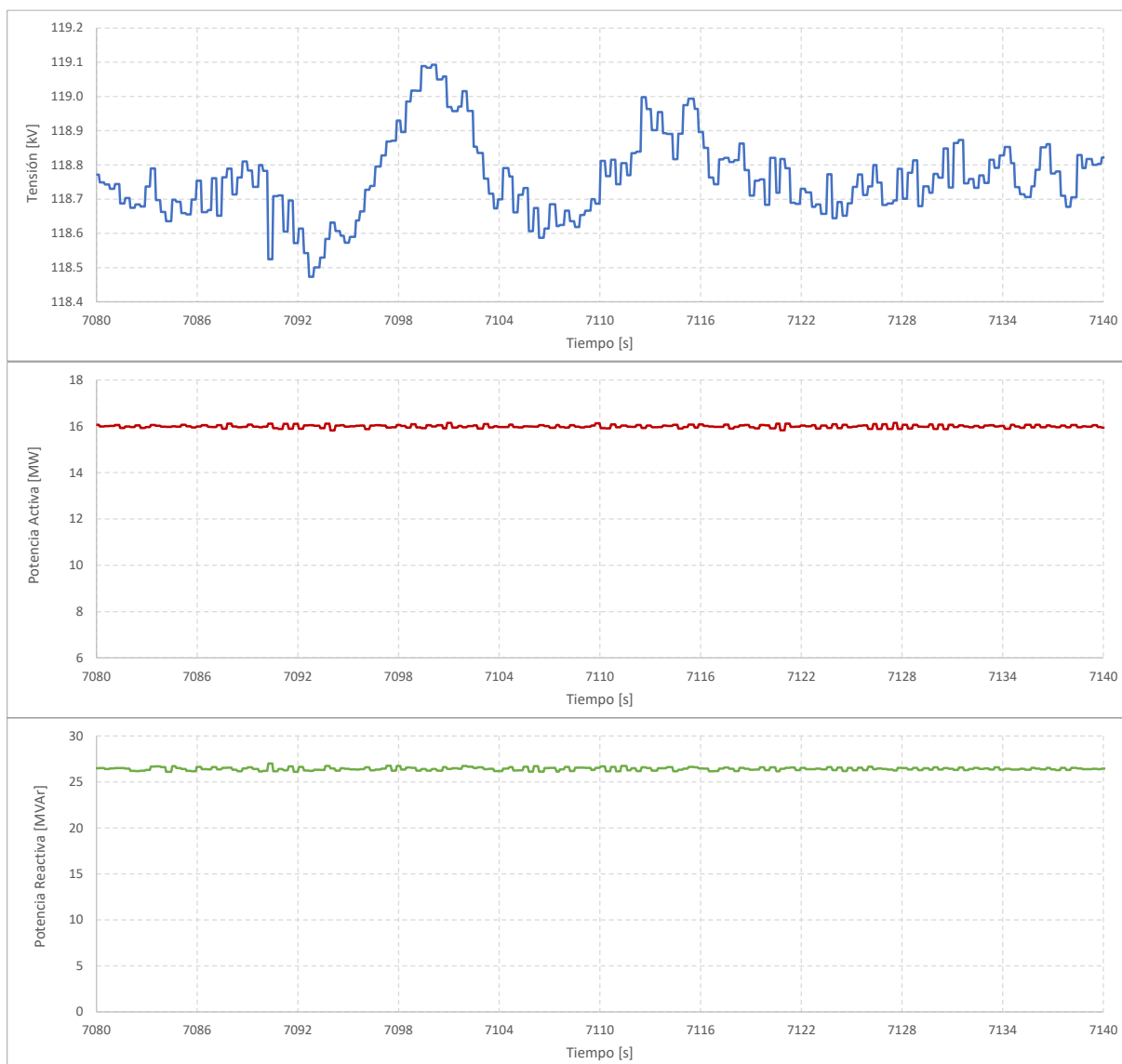


Gráfico 14. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 2. Control FP

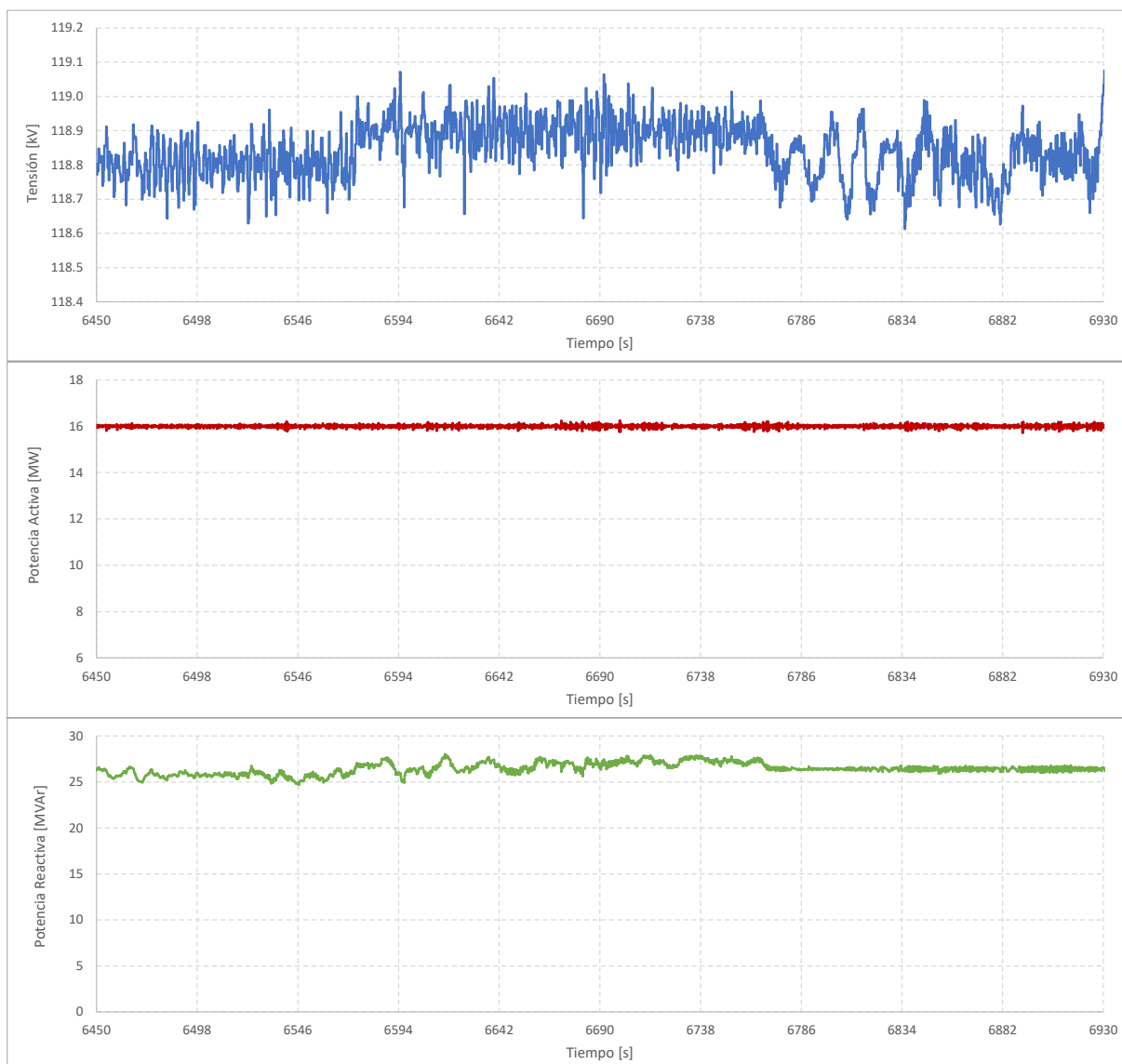


Gráfico 15. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 2. Control Q

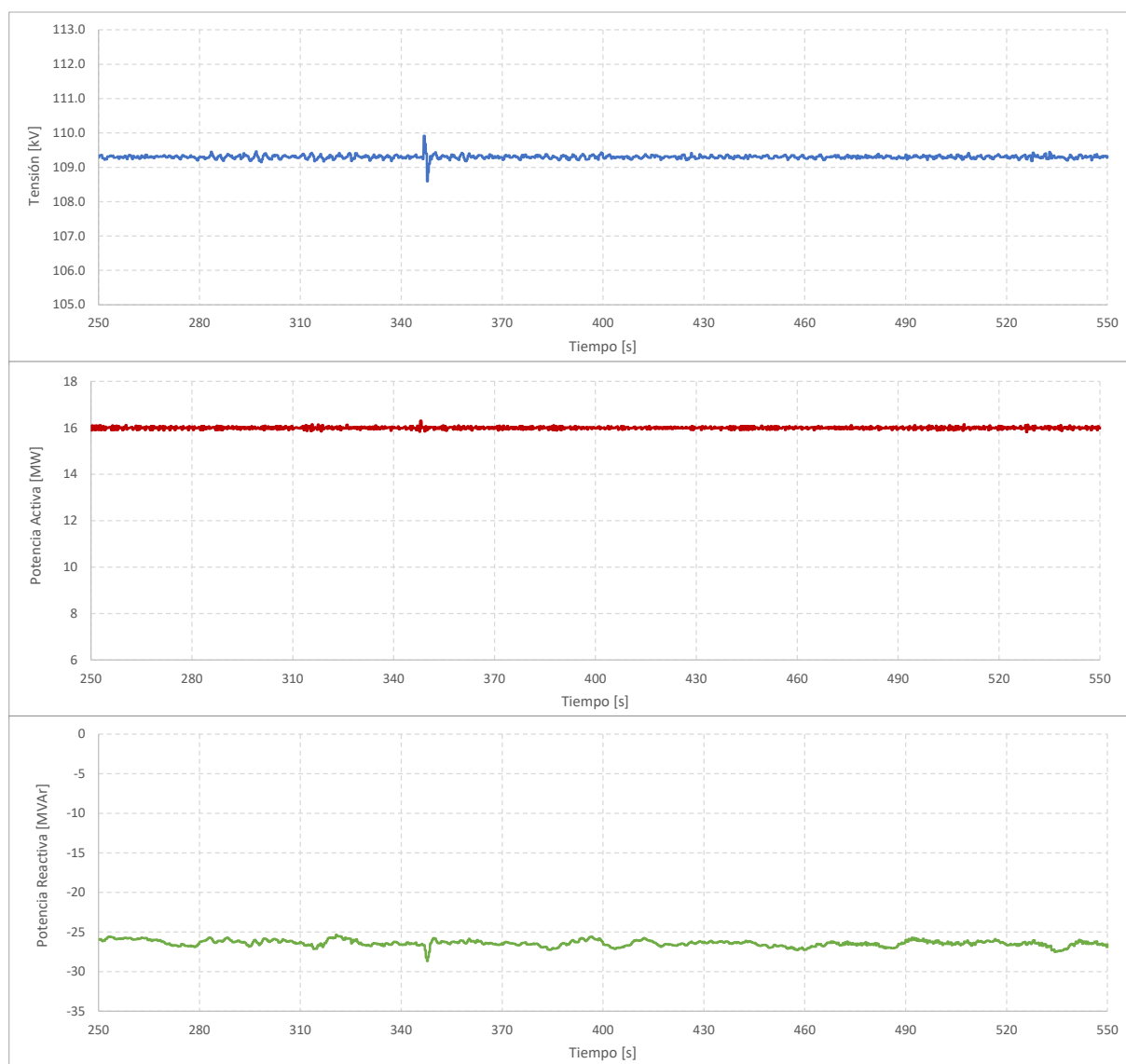


Gráfico 16. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 9. Control V

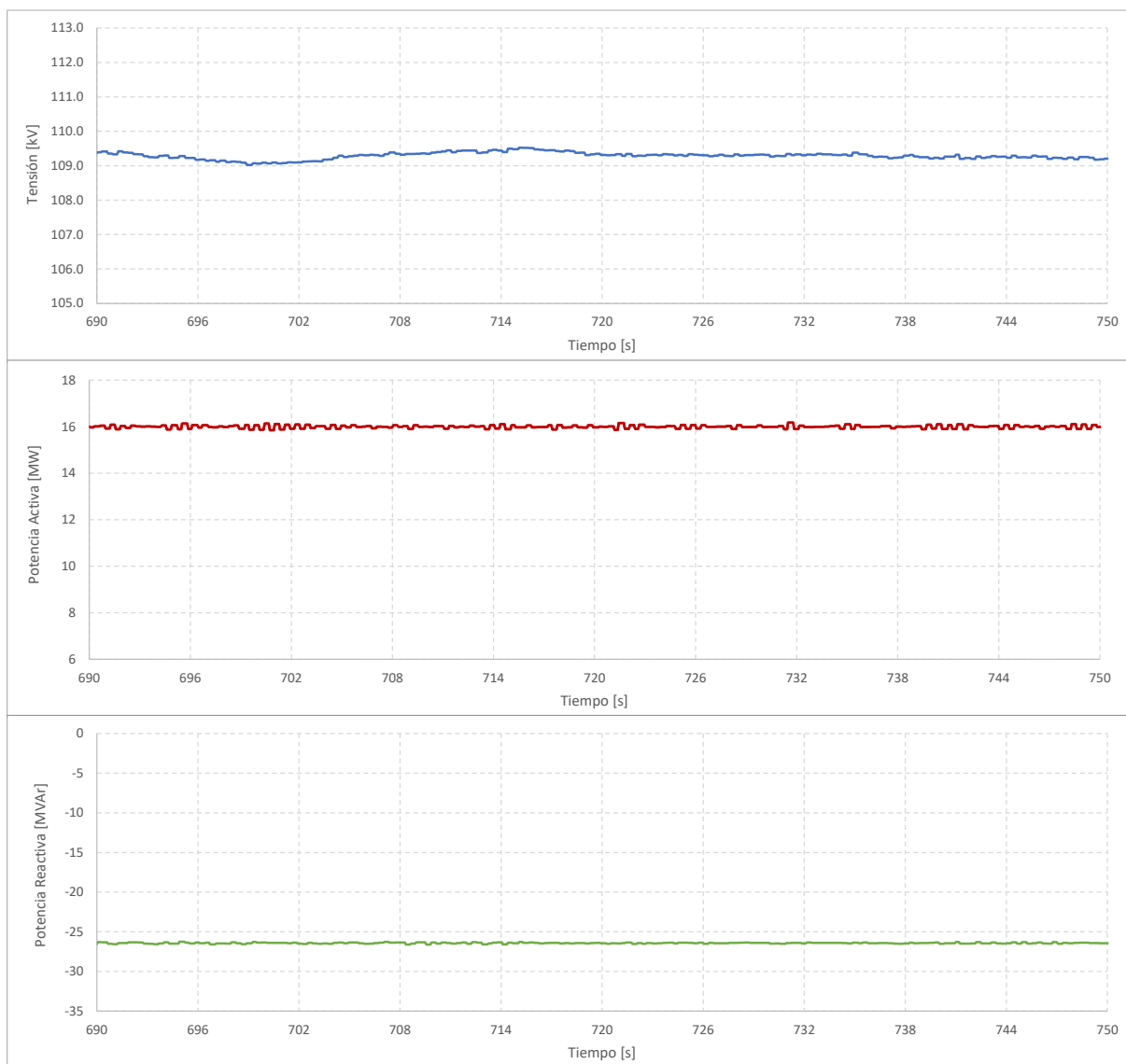


Gráfico 17. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 9. Control FP

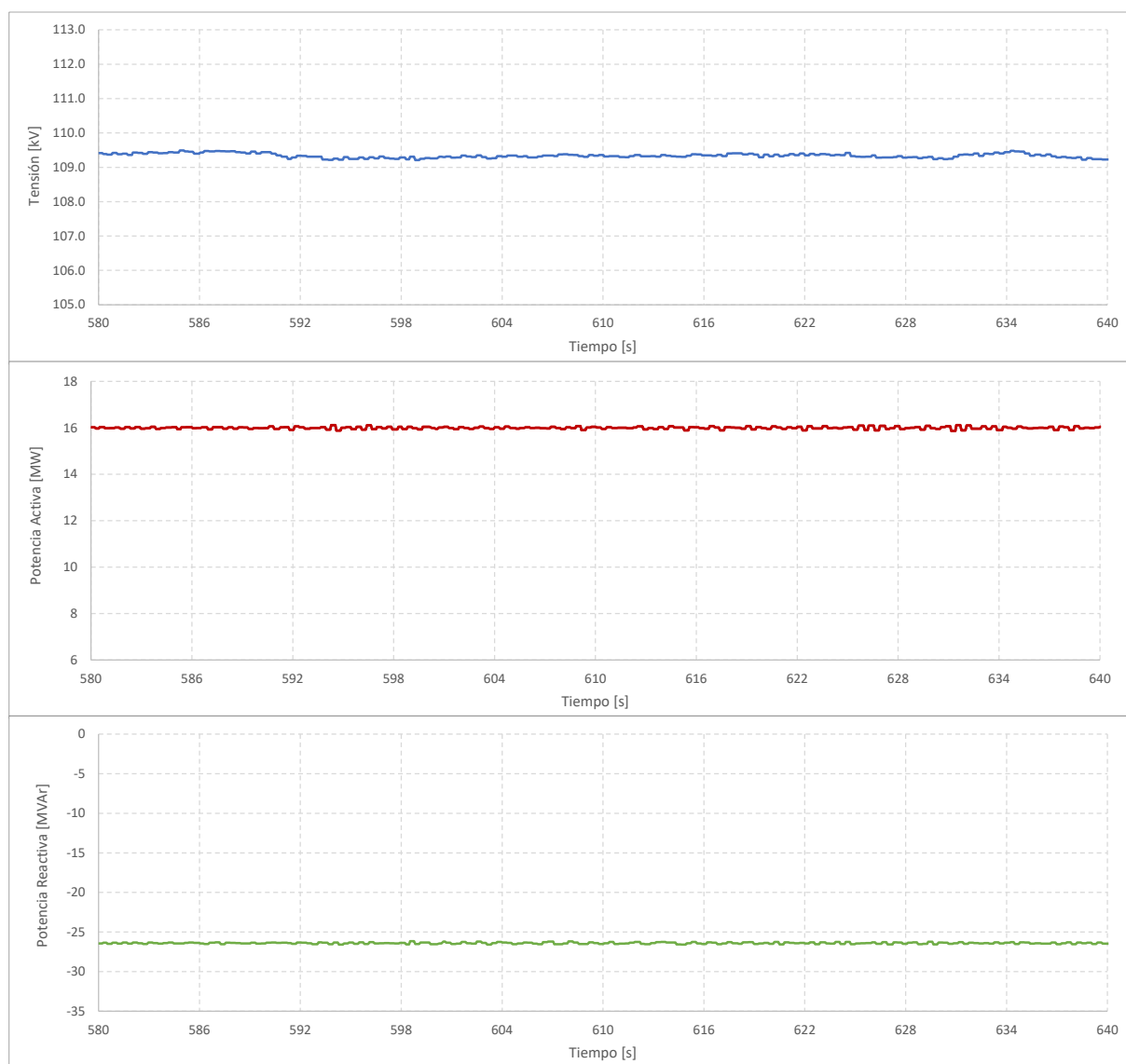


Gráfico 18 Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 9. Control Q

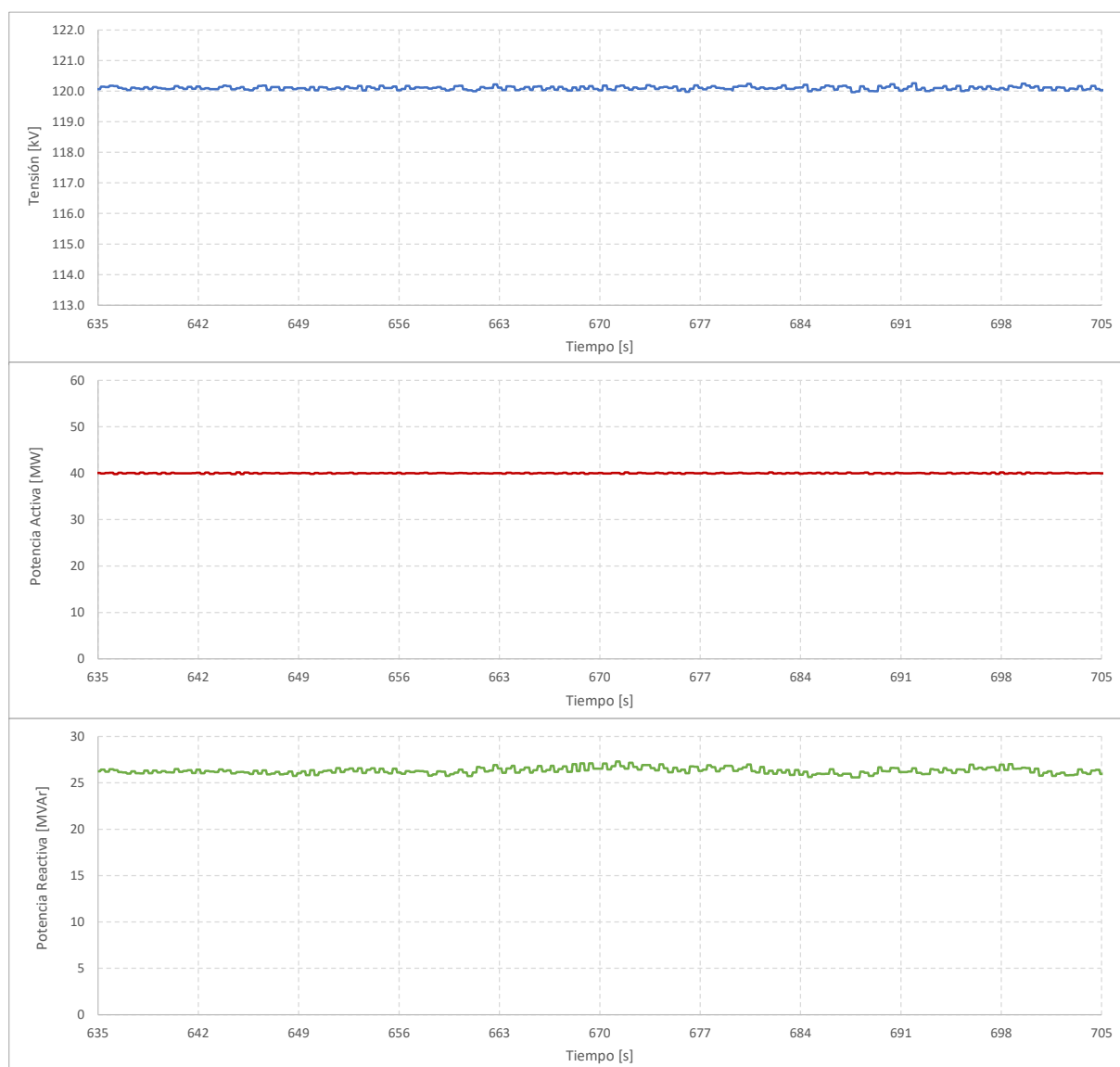


Gráfico 19. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 3. Control V

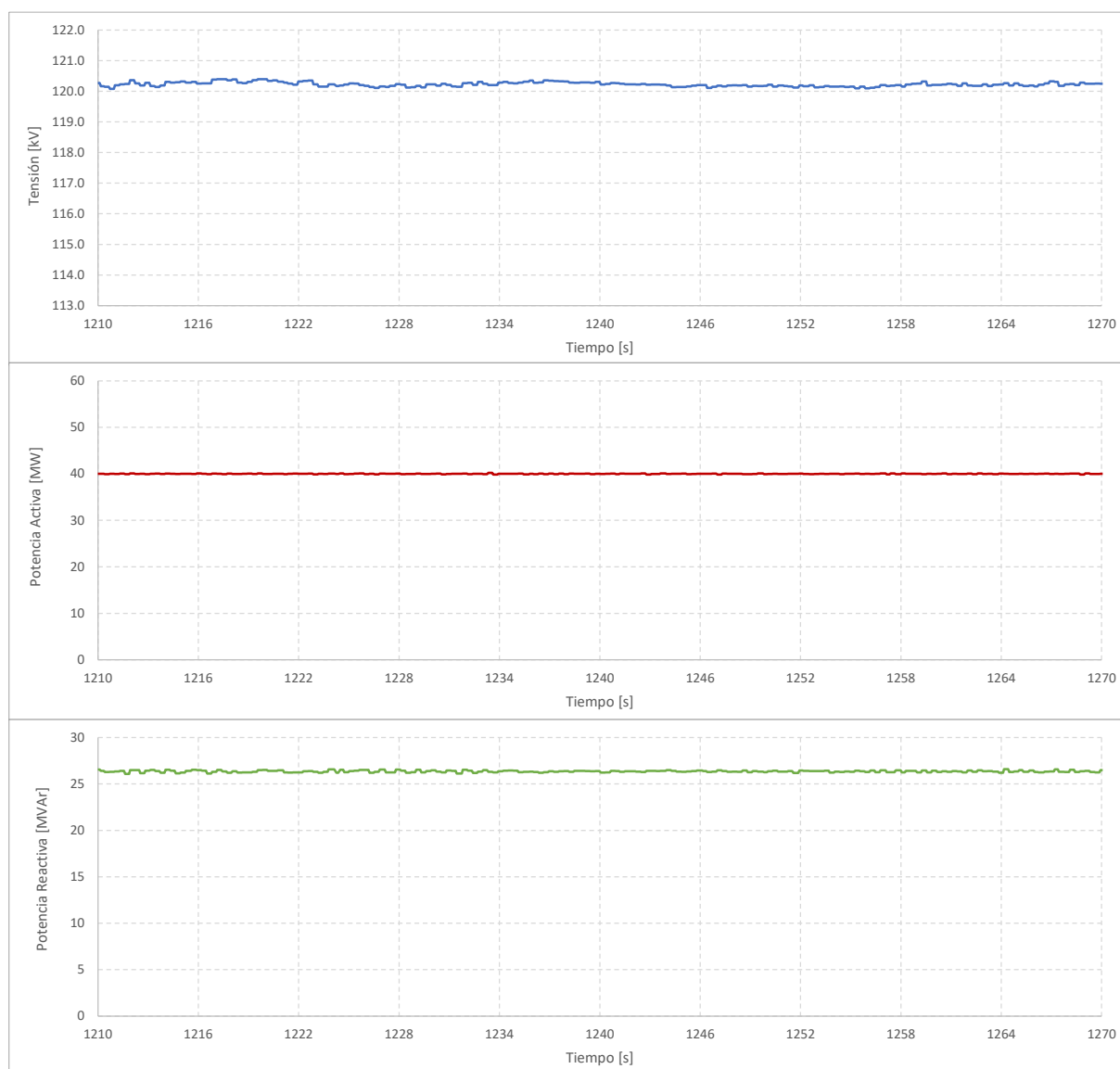


Gráfico 20. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 3. Control FP

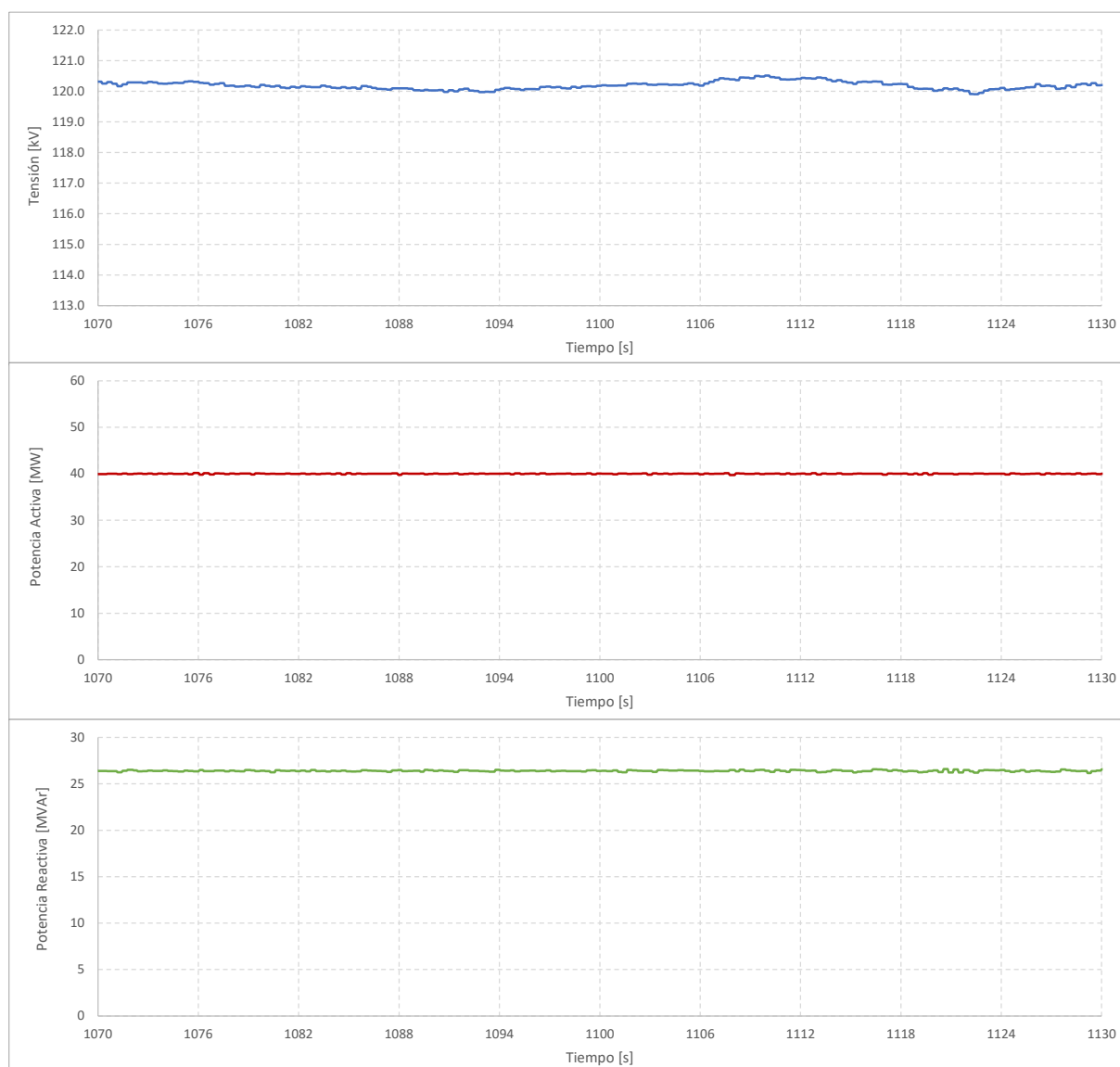


Gráfico 21. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 3. Control Q

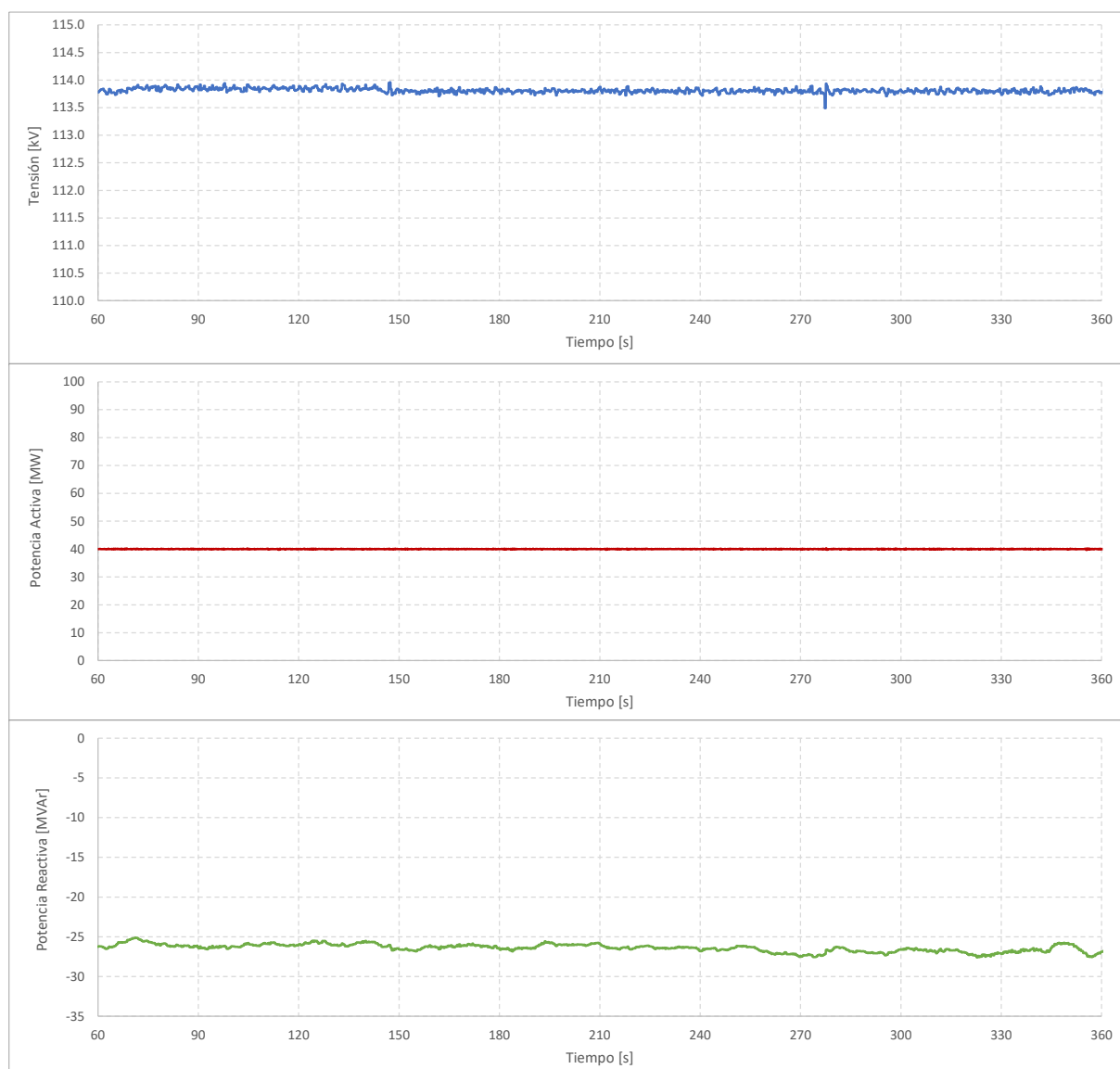


Gráfico 22. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 8. Control V

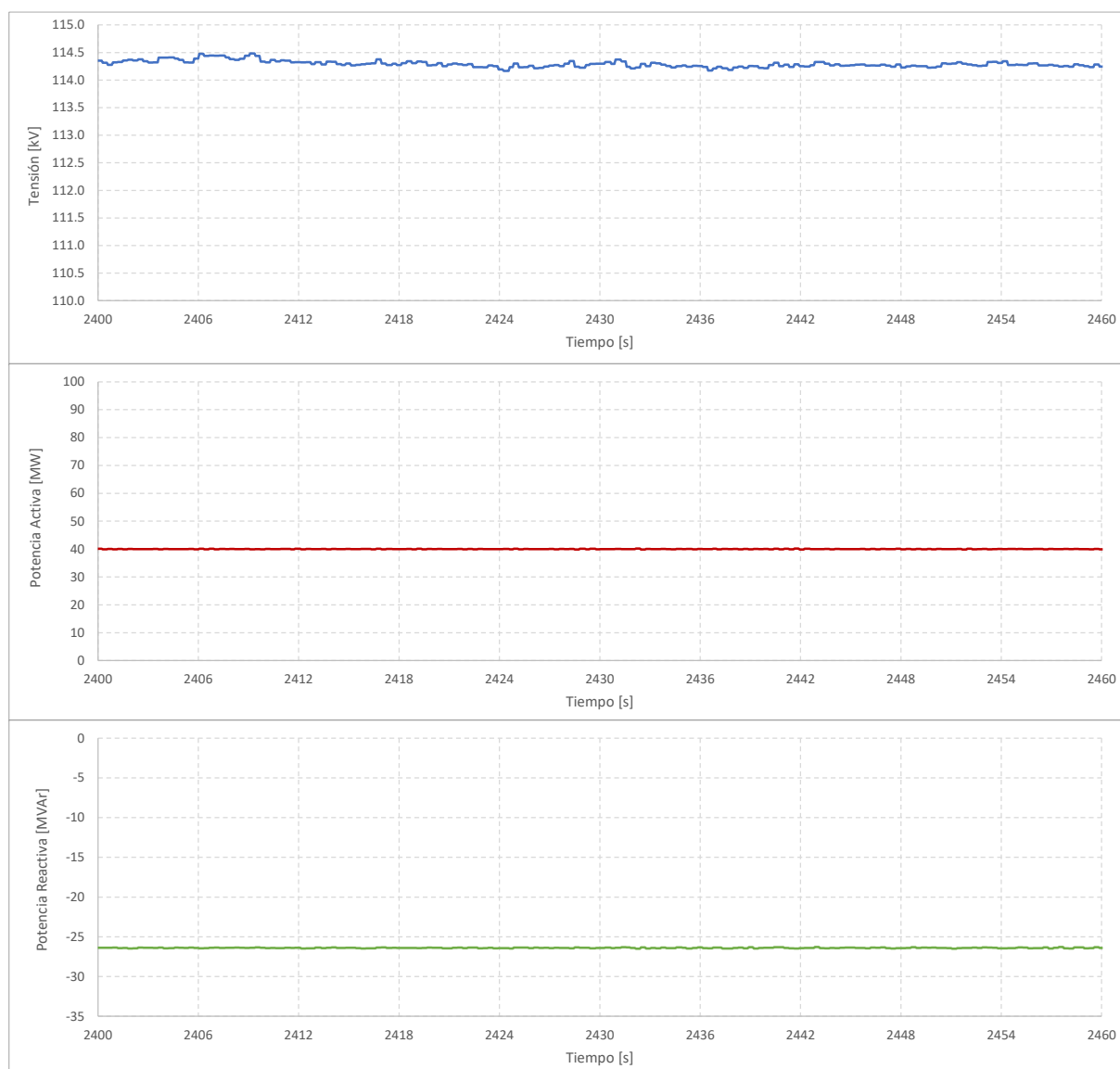


Gráfico 23. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 8. Control FP

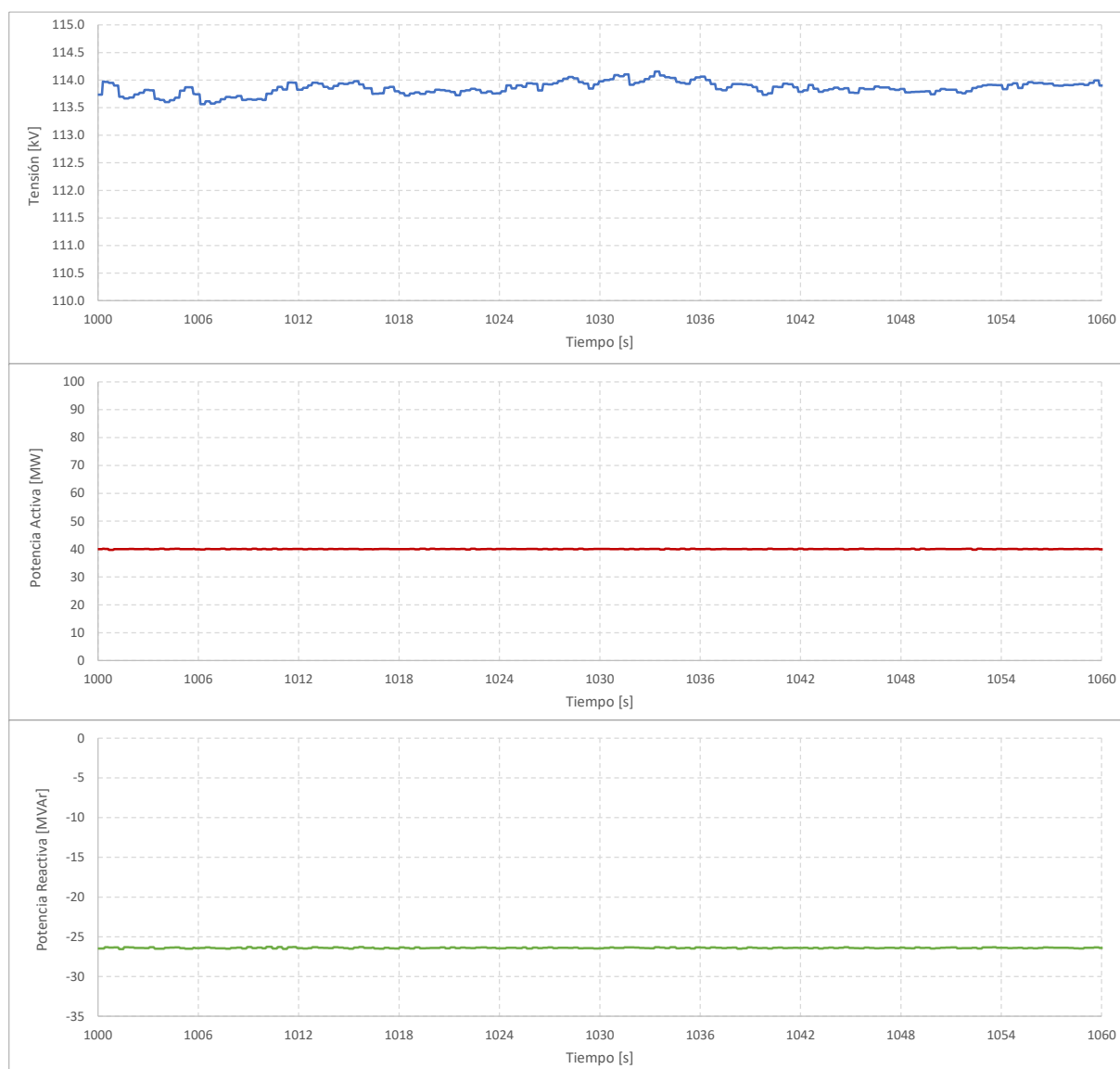


Gráfico 24. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 8. Control Q

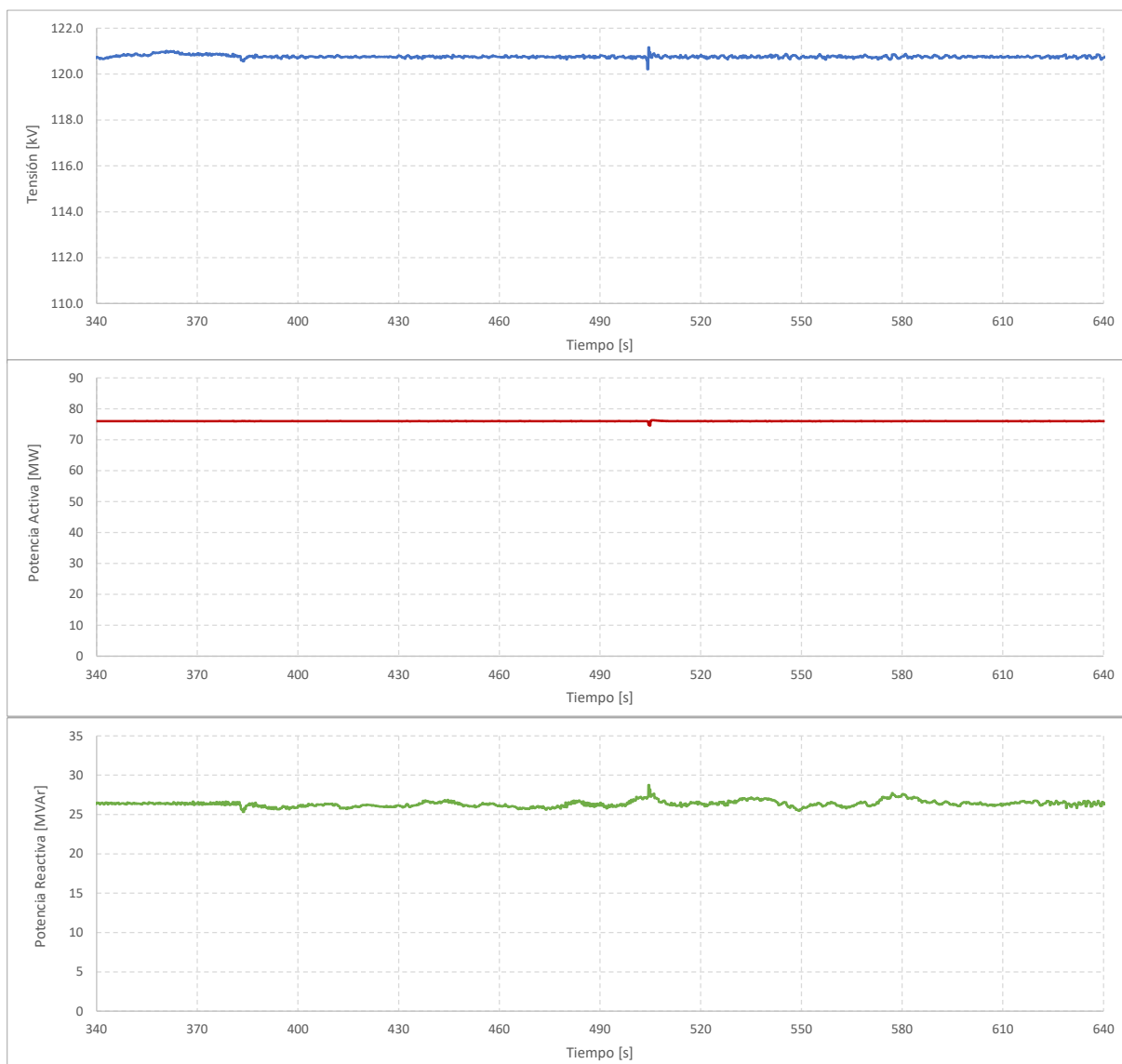


Gráfico 25. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 4. Control V

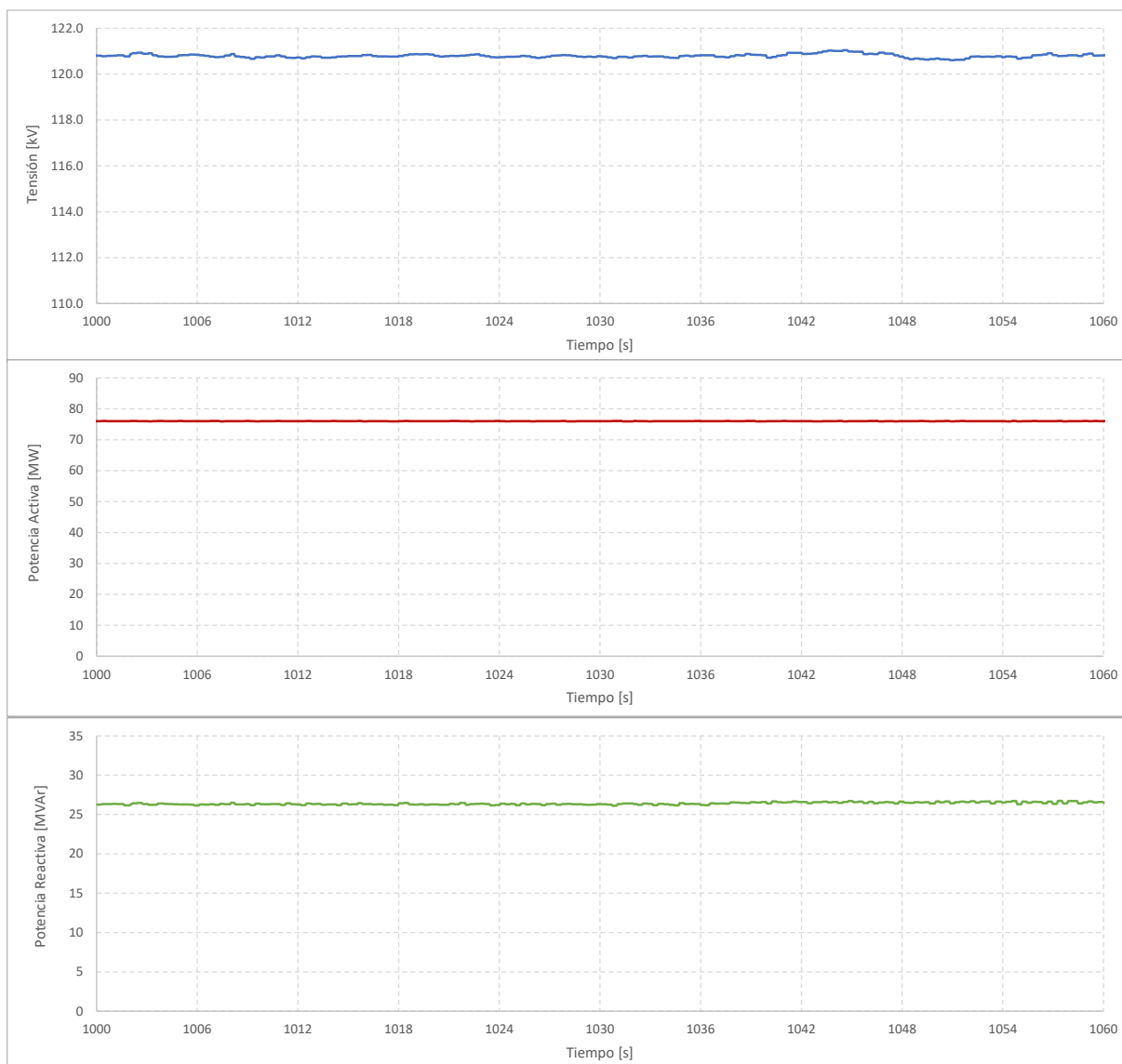


Gráfico 26. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 4. Control FP

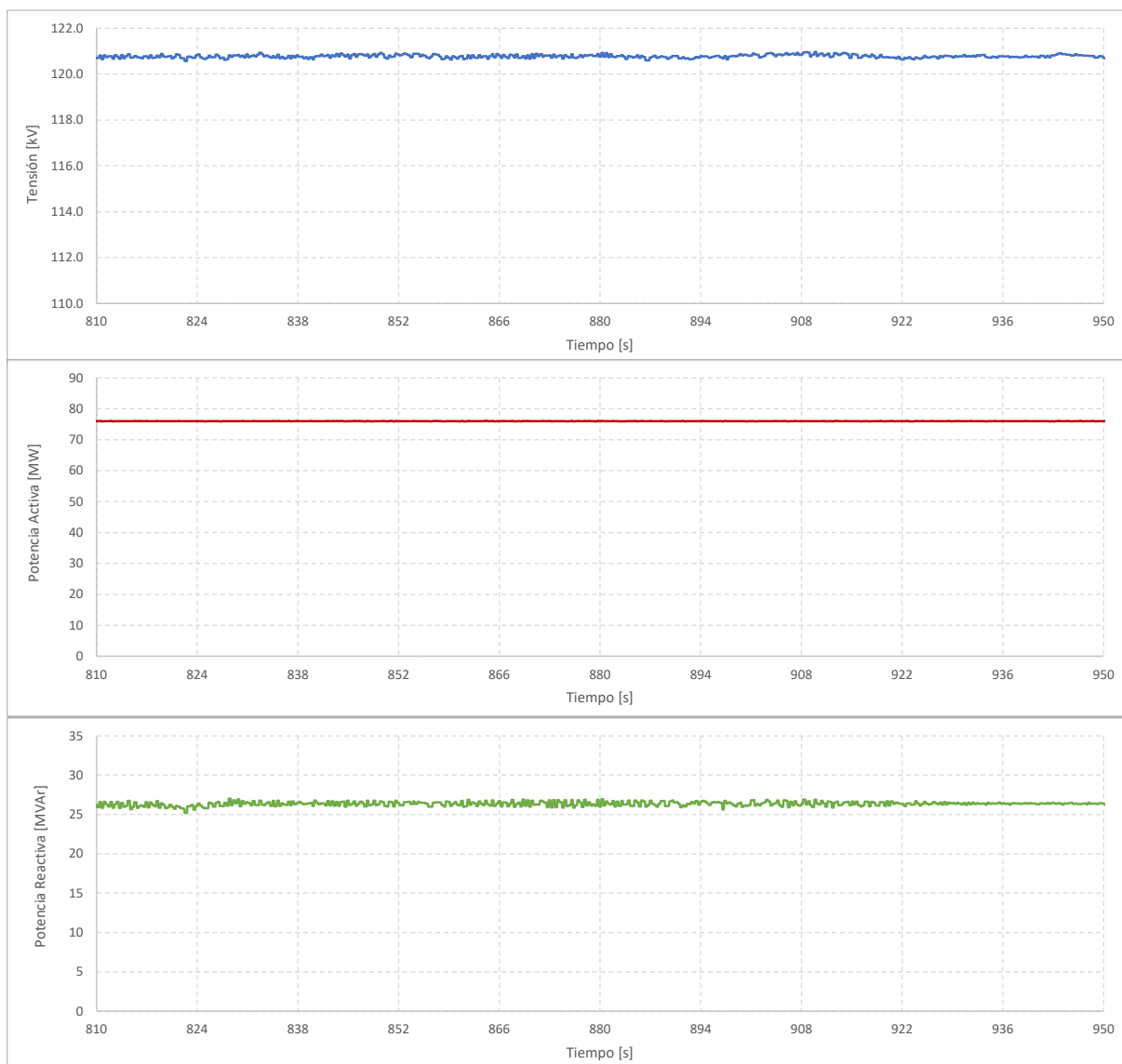


Gráfico 27. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 4. Control Q

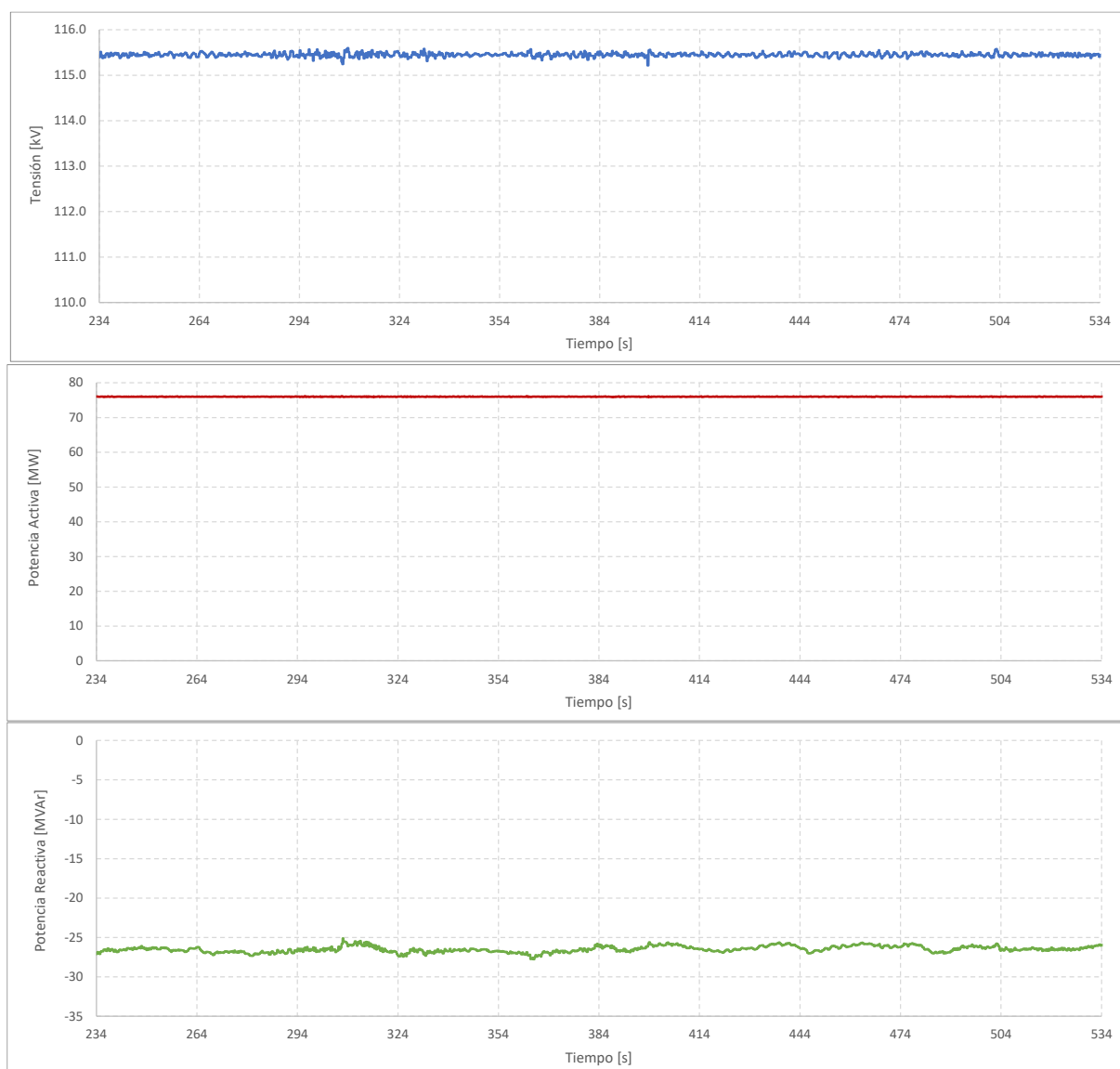


Gráfico 28. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 7. Control V

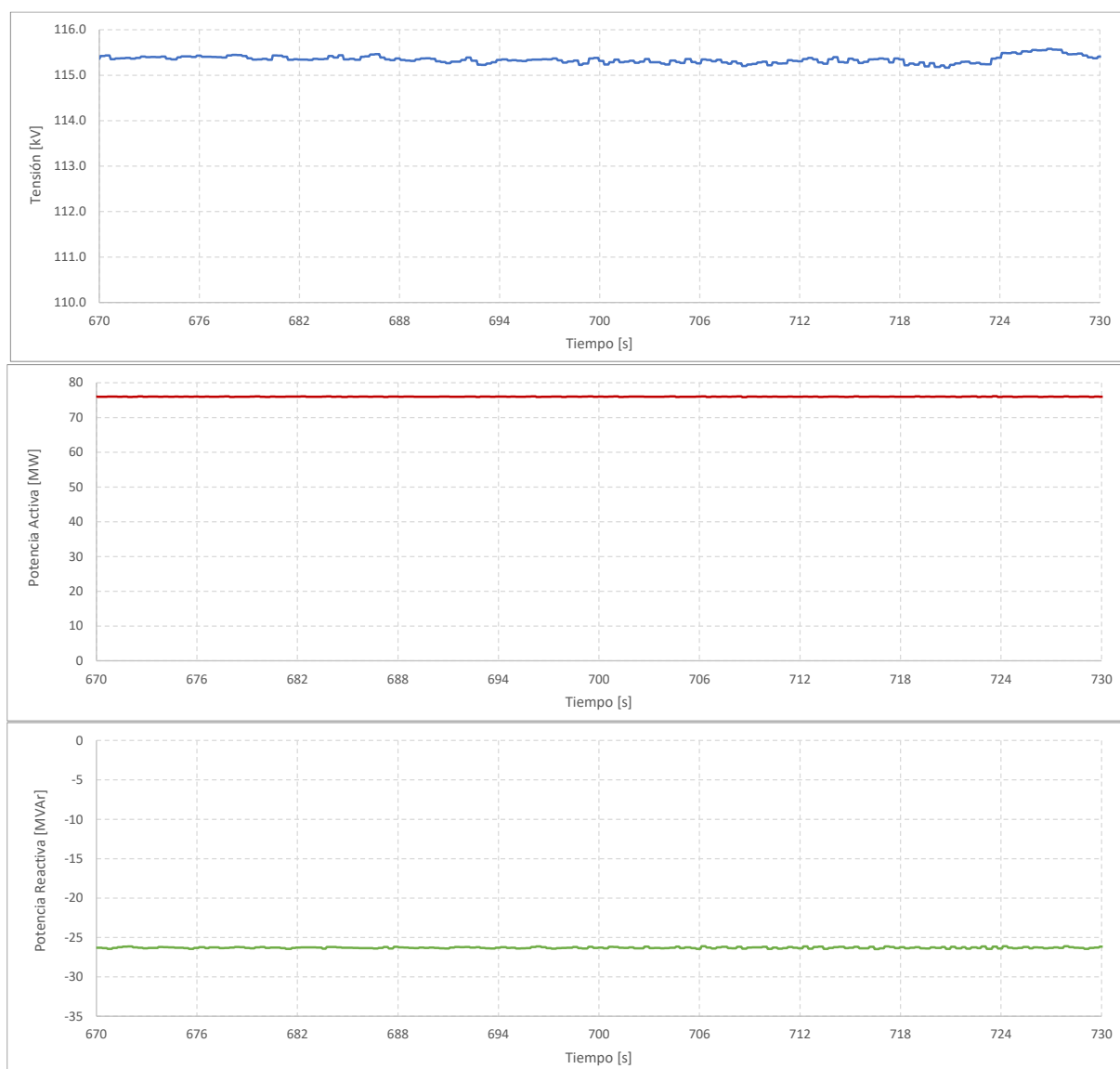


Gráfico 29. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 7. Control FP

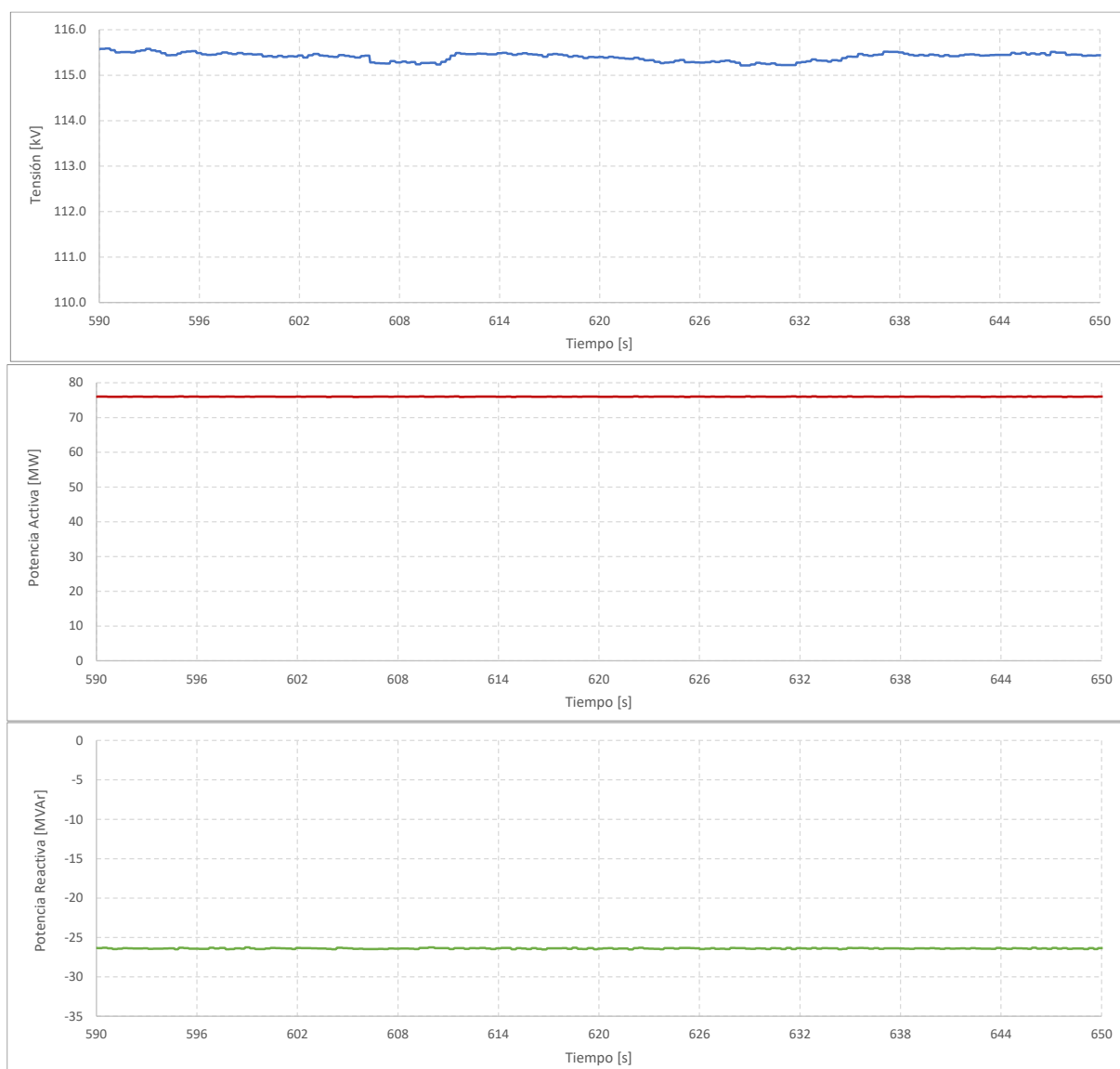


Gráfico 30. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 7. Control Q

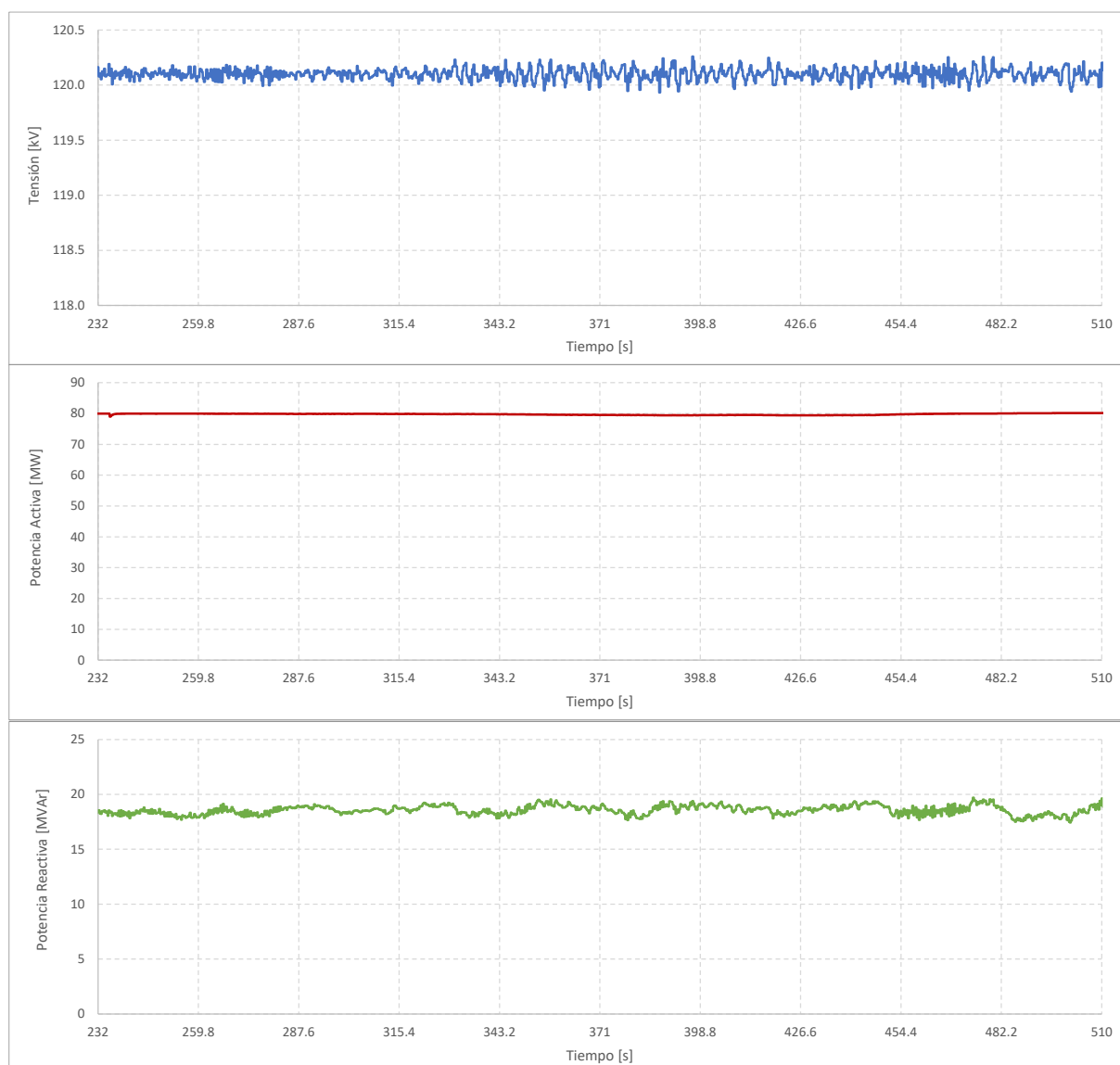


Gráfico 31. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 5. Control V

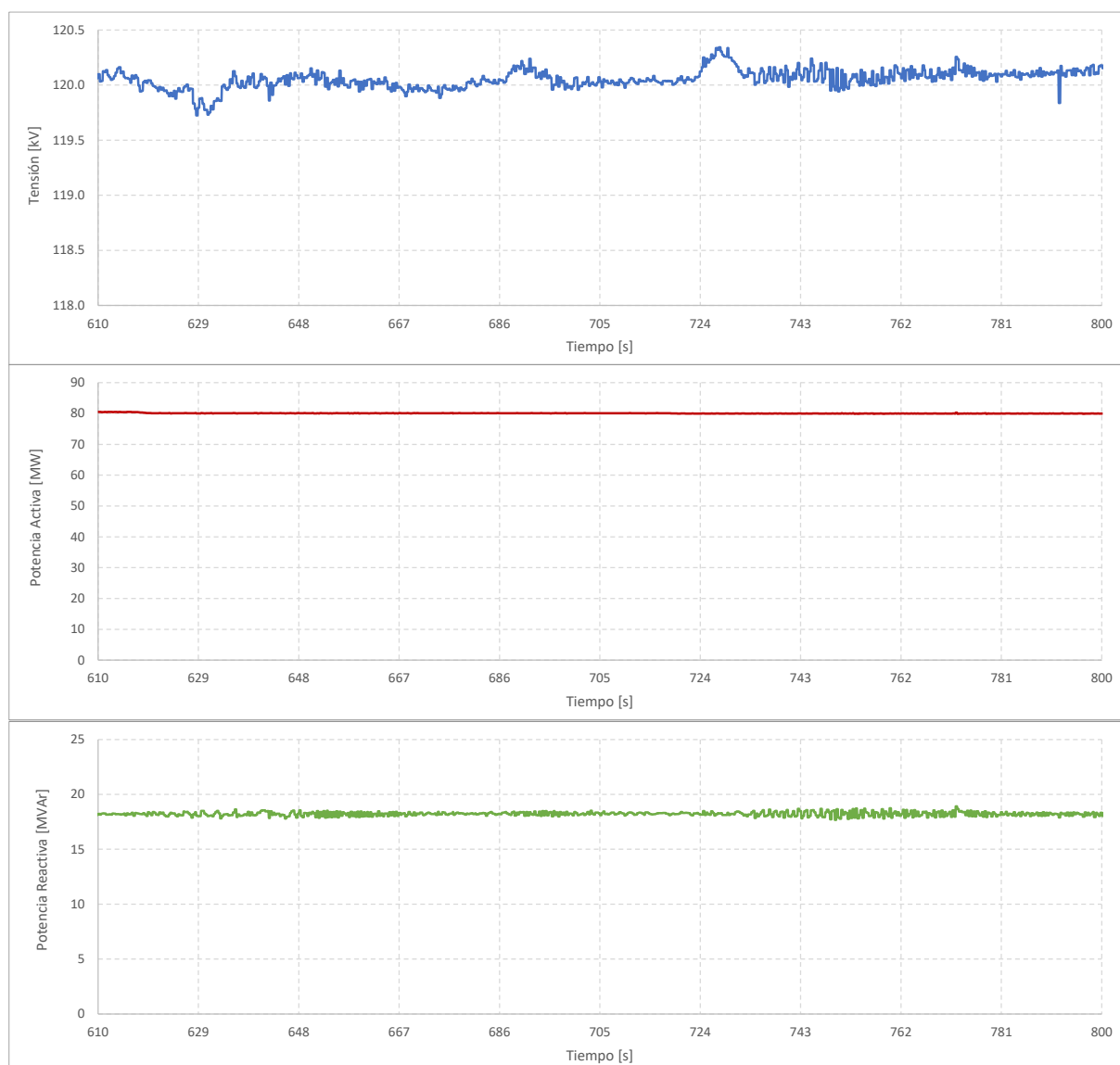


Gráfico 32. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 5. Control FP

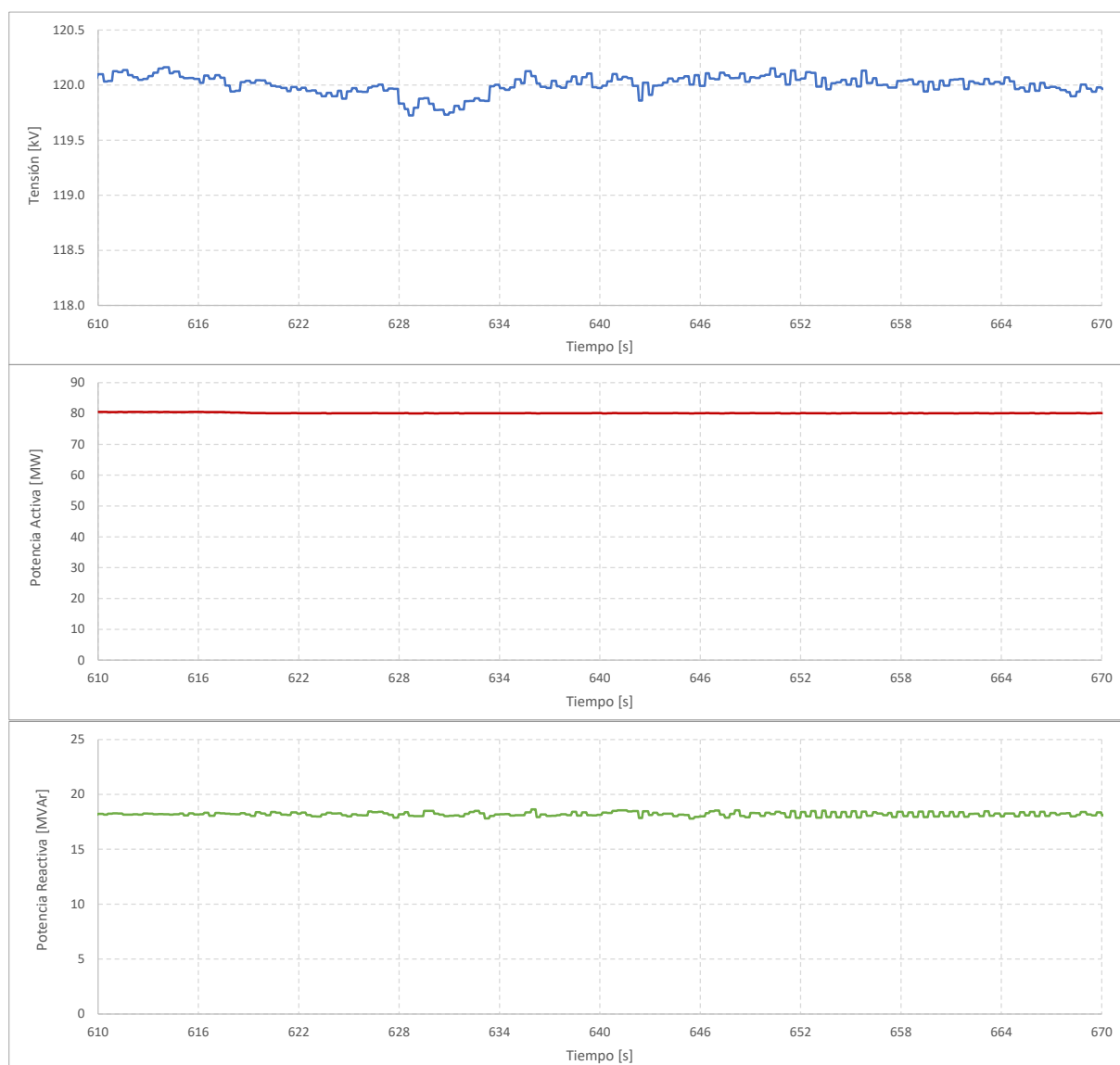


Gráfico 33. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 5. Control Q

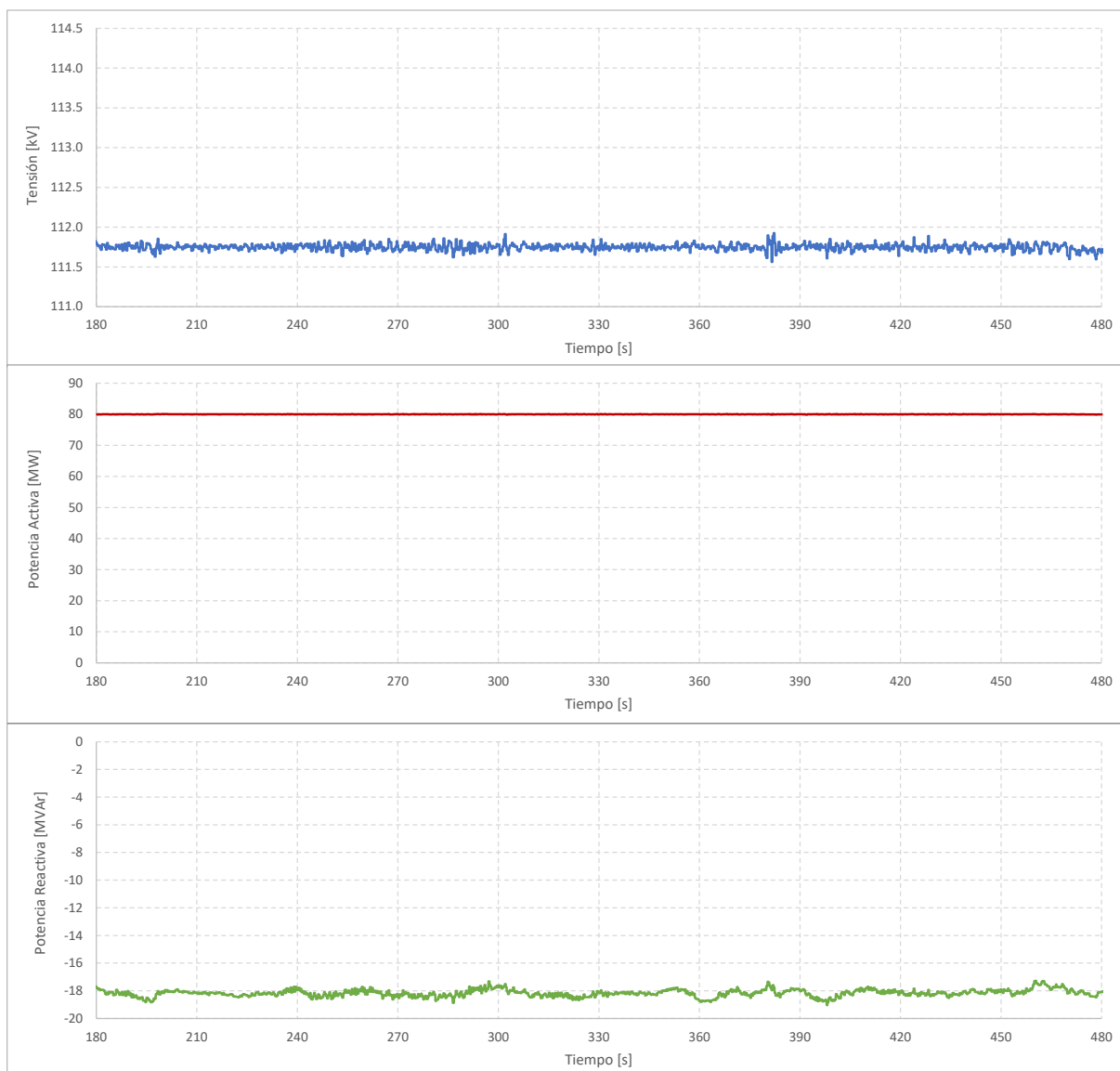


Gráfico 34. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 6. Control V

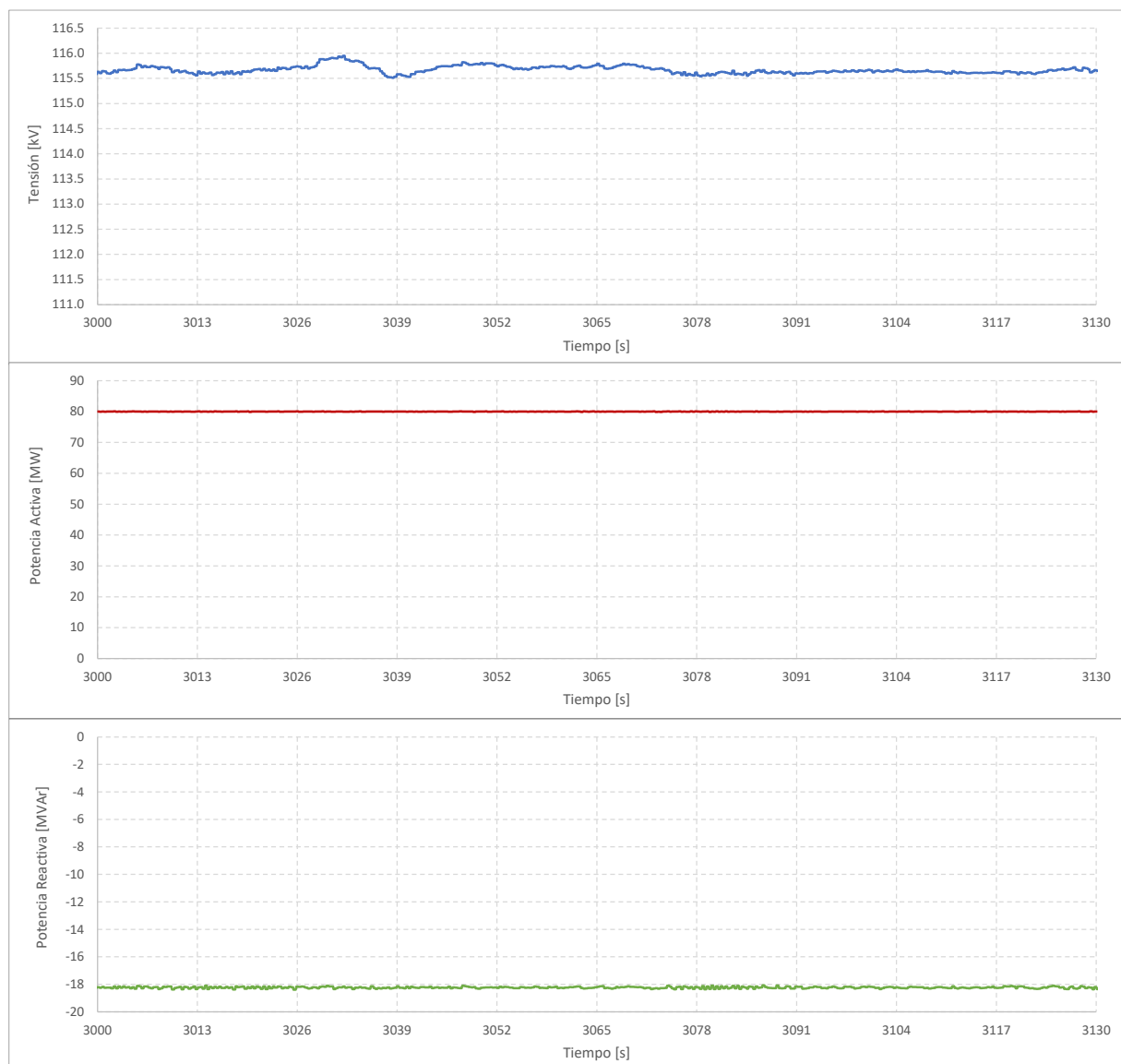


Gráfico 35. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 6. Control FP

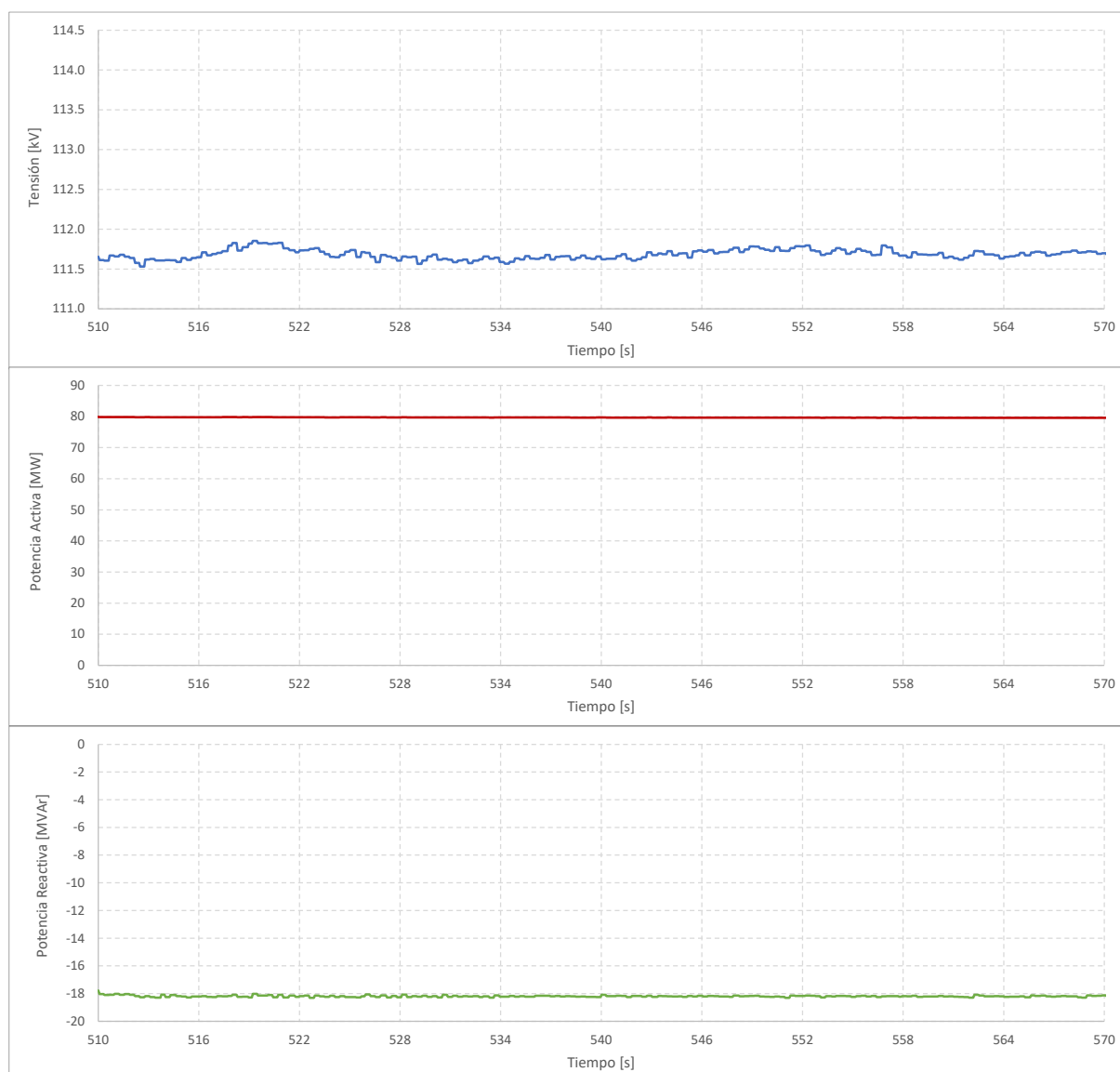


Gráfico 36. Registro de potencia activa y potencia reactiva. PQ 6. Control Q

6. CONCLUSIONES

La Planta Solar Fotovoltaica La Mata ha sido sometida a una Auditoría de Pruebas de verificación de la curva de capacidad. La misma ha sido llevada a cabo bajo los lineamientos establecidos en el Acuerdo CNO 1827.

En función de lo realizado puede concluirse que:

- Los puntos medidos para dar cumplimiento con las pruebas de verificación de la curva de carga alcanzan los límites de la PQ de referencia, sin originarse oscilaciones indeseadas, dando como válidas las pruebas en la región de absorción como en la entrega de reactiva.
- Durante las pruebas no se presentaron alarmas relacionadas con la planta, sus límites o temperaturas máximas.

En el presente documento han sido expuestos los resultados de las pruebas realizadas.

Con base en estos resultados y en la auditoría realizada, se determina que la PSFV La Mata:

CUMPLE

En conclusión, la curva de capacidad a declarar por parte de la planta es la siguiente, que coincide con el requerimiento mínimo de la resolución CREG 060-2019:

Tabla 6. Puntos de la curva PQ final a declarar

Q (MVar)	P (MW)
18.2	80
26.4	76
26.4	40
26.4	16
8	8
-8	8
-26.4	16
-26.4	40
-26.4	76
-18.2	80

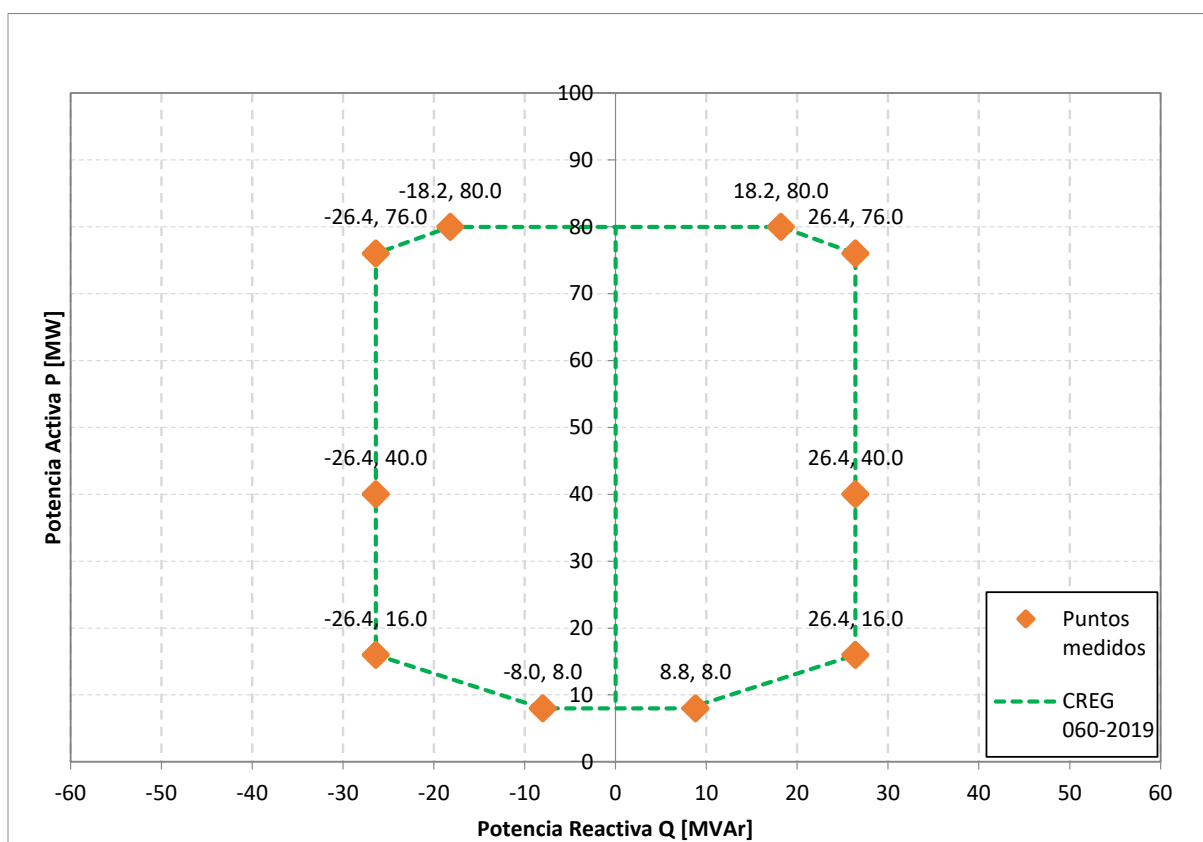


Gráfico 37. Curva PQ a declarar por parte de la planta.

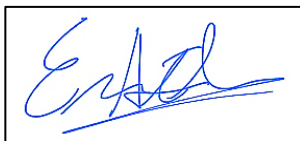
Nombre de la empresa:

EEC-GME Global || GERS

Nombre del auditor:

Ezequiel Atlas

Firma del auditor:



Fecha:

19/04/2024

ANEXOS

7. INFORMACIÓN TÉCNICA

7.1. Inversores

Type designation	SG3125HV-30	SG3400HV-30
Input (DC)		
Max. PV input voltage	1500 V	
Min. PV input voltage / Startup input voltage	875 V / 915 V (875 V – 1300V settable)	
MPP voltage range	875 – 1300 V	
No. of independent MPP inputs	2	
No. of DC inputs	18(optional: 22/24 inputs negative grounding or floating; 28 inputs negative grounding)	
Max. PV input current	3997 A	
Max. DC short-circuit current	10000 A	
PV array configuration	Negative grounding or floating	
Output (AC)		
AC output power	3437 kVA @ 45 °C / 3125 kVA @ 50 °C	3437 kVA @ 45 °C
Max. AC output current	3308 A	
Nominal AC voltage	600 V	
AC voltage range	510 – 660 V	
Nominal grid frequency / Grid frequency range	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz	
Harmonic (THD)	< 3 % (at nominal power)	
DC current injection	< 0.5 % I _n	
Power factor at nominal power / Adjustable power factor	> 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging	
Feed-in phases / AC connection	3 / 3-PE	
Efficiency		
Max. efficiency	99.0 %	
European efficiency	98.7 %	
Protection		
DC input protection	Load break switch + fuse	
AC output protection	Circuit breaker	
Surge protection	DC Type I + II / AC Type II	
Grid monitoring / Ground fault monitoring	Yes / Yes	
Insulation monitoring	Yes	
Overheat protection	Yes	
Q at night function	Optional	
General Data		
Dimensions (W*H*D)	2280 * 2280 * 1600 mm	
Weight	3.2 T	
Topology	Transformerless	
Degree of protection	IP65	
Night power consumption	< 200 W	
Operating ambient temperature range	-35 to 60 °C (> 50 °C derating)	-35 to 60 °C (> 45 °C derating)
Allowable relative humidity range	0 – 100 %	
Cooling method	Temperature controlled forced air cooling	
Max. operating altitude	4000 m (> 3000 m derating)	
Display	Touch screen	
Communication	Standard: RS485, Ethernet	
Compliance	CE, IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116	
Grid support	Q at night function (optional), L/HVRT, active & reactive power control and power ramp rate control	

Gráfico 38. Ficha técnica de los inversores Sungrow SG3125HV-30

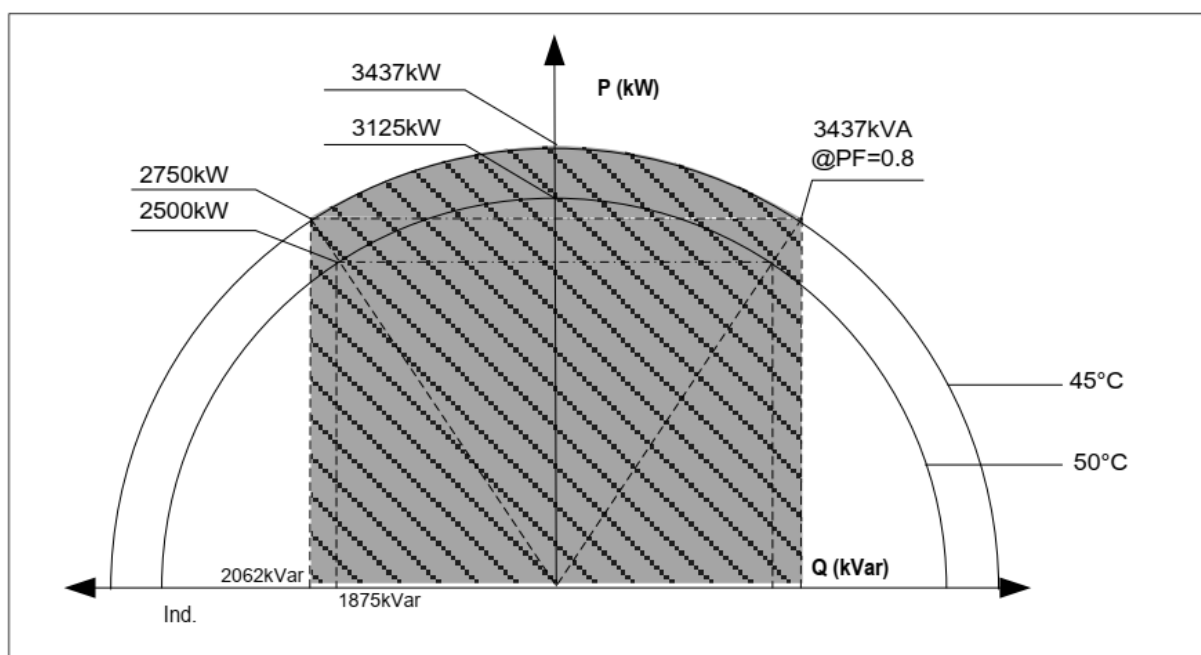


Gráfico 39. Curva de capacidad de los inversores Sungrow SG3125HV-30

7.2. Centros de transformación

Items	Specifications
Type	Oil immersed
Rated power	3125kVA@50°C, 3437kVA@45°C, 3593KVA @25°C
Insulation class	A
Rated frequency	60Hz
Number of phase	3
Vector group	Dy11
Voltage ratio	34.5kV/0.6kV-0.6KV
Tap changer	0, $\pm 2 \times 2.5\%$
No load loss	EU548
Load loss at 75°C	EU548
Short-circuit impedance	7%, tolerance $\pm 10\%$
Material of winding(HV/LV)	Al/Al
Cooling method	ONAN
IP protection	Transformer body:IP68, Other parts: IP54
Corrosion protection	C4
Highest system voltage	40.5kV
Power frequency withstand voltage	70kV
Rated lightning impulse withstand voltage	170kV
Secondary insulation level	LI-/AC3kV
Transformer oil type	25 # mineral oil
Painting color	RAL7035

Gráfico 40. Centros de transformación Sungrow SG6250HV-MV

7.3. Transformador de potencia

VALORES MEDIDOS Y GARANTIZADOS					Enc./Matr.:		111897-U		
1.PERDIDAS EN CARGA (kW)			Temp. de ref. (75°C)		2. IMPEDANCIA (OHMS)				
Entre (kV)	Medida	Garantizados	MVA	Medida	Garantizados	MVA			
132,25 - 34,5	277.49	-	85	14.052	14.2	85			
115,00 - 34,5	279.92	340	85	12.976	13	85			
97,75 - 34,5	371.01	-	85	12.672	12.6	85			
3.PERDIDAS EN VACÍO (kW)					4. CORRIENTE DE EXCITACIÓN (%)				
Condición (kV)	% kV	Medida	Garantizados	MVA	Medida	Garantizados	MVA		
115 - 34,5	100	40.8	51	85	0.054	0.3	85		
5. PERDIDAS TOTALES (kW)				6. ELEVACIÓN DE TEMPERATURA(°C)					Garantizado °C
Entre (kV)	Medida	Garantizados		MVA	HV *	LV *	Aceite Topo **		
115 - 34,5	329.77	391		70	58.51	57.73	54.70		*65
				85	45.33	47.54	38.73		**60

Gráfico 41. Datos del transformador de potencia

8. CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN



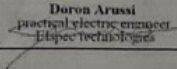
Elspec
When Power Meets Quality

Elspec Engineering Ltd.
4 Hashoham St. Zone 23
Caesarea Industrial Park
PoBox 3019, 38900 Israel
TEL +972 4 617 4109 FAX +972 4 627 2465
www.elspec-ltd.com

report number: 262019352DDE12
Operator name: Doron

P/N:	SPG-531A-0090
S/N :	00_60_35_38_1B_2A
Date of calibration :	10/4/2023
Next calibration:	10/4/2026
FW version :	1.0.6.30
Fluke S/N :	581680105
Fluke Model :	Fluke_6100B
Fluke Phases :	1

Calibration requested by :	Elspec
Measurement errors requirements :	SPG-531A-0090 specifications
Calibration carried out in :	Elspec Engineering Laboratory
Methodology and extent of testing:	Methodology of testing is covered by Elspec's internal process.
References to official meteorological process:	Reading of the UUT were referred to: FLUKE 6100A. The fluke 6100A is calibrate and tractability to international standards
Ambient conditions:	Tests were carried out in ambient temperature of (25±2)°C.
Measurement uncertainty:	The UUT has been tested in accordance with Elspec lab standard. The expanded uncertainty is based on a standard uncertainty multiplied by a coverage factor k=2, providing a level of confidence of approximately 95%. The uncertainty evaluation has been carried out in accordance with the Guide To The Expression of Uncertainty in Measurement and is inclusive of the UUT. The uncertainties relate only to the measured values and do not carry any implication regarding the long term stability of the UUT.

Approved by: 

Doron Arussi
practical electric engineer
Elspec Technologies

Date: 2023/04/10

1. Frequency measurement:

Injected value [V]	Measured value [V]	Error [V]	Threshold [Hz]	Result
42.500000	42.500172	-0.000172	0.010000	Pass
50.000000	50.000381	-0.000381	0.010000	Pass
57.500000	57.500515	-0.000515	0.010000	Pass
51.000000	51.000198	-0.000198	0.010000	Pass
60.000000	60.000175	-0.000175	0.010000	Pass
69.000000	69.000687	-0.000687	0.010000	Pass

1. Voltage channels measurement:

Channel 1 Voltage

Fnom [Hz]	Nominal value [V]	Injected value [V]	Measured value [V]	Error [V]	Threshold [V]	Result
50	57.730000	57.730000	57.730175	-0.000175	0.057730	Pass
50	57.730000	5.773000	5.734441	0.038559	0.057730	Pass
50	57.730000	86.595000	86.622734	-0.027734	0.057730	Pass
50	230.000000	230.000000	229.999908	0.000092	0.230000	Pass
50	230.000000	23.000000	22.951576	0.048424	0.230000	Pass
50	230.000000	345.000000	345.055328	-0.055328	0.230000	Pass
50	400.000000	400.000000	399.984802	0.015198	0.400000	Pass
50	400.000000	40.000000	39.942322	0.057678	0.400000	Pass
50	400.000000	600.000000	600.127930	-0.127930	0.400000	Pass
60	69.000000	69.000000	68.998940	0.001060	0.069000	Pass
60	69.000000	6.900000	6.859447	0.040553	0.069000	Pass
60	69.000000	103.500000	103.525703	-0.025703	0.069000	Pass
60	277.000000	277.000000	276.969177	0.030823	0.277000	Pass
60	277.000000	27.700000	27.645720	0.054280	0.277000	Pass
60	277.000000	415.500000	415.521393	-0.021393	0.277000	Pass
60	480.000000	480.000000	479.893036	0.106964	0.480000	Pass
60	480.000000	48.000000	47.926888	0.073112	0.480000	Pass
60	480.000000	720.000000	720.063660	-0.063660	0.480000	Pass

Channel 2 Voltage

Fnom [Hz]	Nominal value [V]	Injected value [V]	Measured value [V]	Error [V]	Threshold [V]	Result
50	57.730000	57.730000	57.729271	0.000729	0.057730	Pass
50	57.730000	5.773000	5.734378	0.038622	0.057730	Pass
50	57.730000	86.595000	86.620583	-0.025583	0.057730	Pass
50	230.000000	230.000000	229.994324	0.005676	0.230000	Pass
50	230.000000	23.000000	22.951708	0.048292	0.230000	Pass
50	230.000000	345.000000	345.039490	-0.039490	0.230000	Pass
50	400.000000	400.000000	399.966522	0.033478	0.400000	Pass
50	400.000000	40.000000	39.942410	0.057590	0.400000	Pass
50	400.000000	600.000000	600.077881	-0.077881	0.400000	Pass
60	69.000000	69.000000	68.994301	0.005699	0.069000	Pass
60	69.000000	6.900000	6.858913	0.041087	0.069000	Pass
60	69.000000	103.500000	103.518013	-0.018013	0.069000	Pass
60	277.000000	277.000000	276.950592	0.049408	0.277000	Pass
60	277.000000	27.700000	27.644419	0.055581	0.277000	Pass
60	277.000000	415.500000	415.483734	0.016266	0.277000	Pass
60	480.000000	480.000000	479.864990	0.135010	0.480000	Pass
60	480.000000	48.000000	47.927078	0.072922	0.480000	Pass
60	480.000000	720.000000	719.985168	0.014832	0.480000	Pass

rev.2.4.8

Channel 3 Voltage

Fnom [Hz]	Nominal value [V]	Injected value [V]	Measured value [V]	Error [V]	Threshold [V]	Result
50	57.730000	57.730000	57.730305	-0.000305	0.057730	Pass
50	57.730000	5.773000	5.734615	0.038385	0.057730	Pass
50	57.730000	86.595000	86.622711	-0.027711	0.057730	Pass
50	230.000000	230.000000	229.995926	0.004074	0.230000	Pass
50	230.000000	23.000000	22.951136	0.048864	0.230000	Pass
50	230.000000	345.000000	345.045929	-0.045929	0.230000	Pass
50	400.000000	400.000000	399.978149	0.021851	0.400000	Pass
50	400.000000	40.000000	39.942005	0.057995	0.400000	Pass
50	400.000000	600.000000	600.106934	-0.106934	0.400000	Pass
60	69.000000	69.000000	68.997002	0.002998	0.069000	Pass
60	69.000000	6.900000	6.859020	0.040980	0.069000	Pass
60	69.000000	103.500000	103.522537	-0.022537	0.069000	Pass
60	69.000000	277.000000	276.958923	0.041077	0.277000	Pass
60	277.000000	27.700000	27.644831	0.055169	0.277000	Pass
60	277.000000	27.700000	27.644831	-0.001892	0.277000	Pass
60	277.000000	415.500000	415.501892	0.117157	0.480000	Pass
60	480.000000	480.000000	479.882843	0.117157	0.480000	Pass
60	480.000000	48.000000	47.926376	0.073624	0.480000	Pass
60	480.000000	720.000000	720.032410	-0.032410	0.480000	Pass

Channel 4 Voltage

Fnom [Hz]	Nominal value [V]	Injected value [V]	Measured value [V]	Error [V]	Threshold [V]	Result
50	57.730000	57.730000	57.731056	-0.001056	0.057730	Pass
50	57.730000	5.773000	5.735956	0.037044	0.057730	Pass
50	57.730000	86.595000	86.623871	-0.028871	0.057730	Pass
50	230.000000	230.000000	229.999527	0.000473	0.230000	Pass
50	230.000000	23.000000	22.952206	0.047794	0.230000	Pass
50	230.000000	345.000000	345.049713	-0.049713	0.230000	Pass
50	400.000000	400.000000	399.983917	0.016083	0.400000	Pass
50	400.000000	40.000000	39.943726	0.056274	0.400000	Pass
50	400.000000	600.000000	600.104431	-0.104431	0.400000	Pass
60	69.000000	69.000000	68.998169	0.001831	0.069000	Pass
60	69.000000	6.900000	6.860229	0.039771	0.069000	Pass
60	69.000000	103.500000	103.524719	-0.024719	0.069000	Pass
60	69.000000	277.000000	276.963745	0.036255	0.277000	Pass
60	277.000000	27.700000	27.646214	0.053786	0.277000	Pass
60	277.000000	27.700000	27.646214	-0.005493	0.277000	Pass
60	277.000000	415.500000	415.505493	0.112152	0.480000	Pass
60	480.000000	480.000000	479.887848	0.112152	0.480000	Pass
60	480.000000	48.000000	47.929302	0.070698	0.480000	Pass
60	480.000000	720.000000	720.023071	-0.023071	0.480000	Pass

2. Current channels measurement:

Channel 5 Current

Fnom [Hz]	Nominal value [V]	Injected value [V]	Measured value [V]	Error [V]	Threshold [V]	Result
50	1	1.000000	1.000038	-0.000038	0.001000	Pass
50	1	0.100000	0.099738	0.000262	0.001000	Pass
50	1	1.500000	1.500195	-0.000195	0.001000	Pass
50	3	3.000000	2.999900	0.000100	0.003000	Pass
50	3	0.300000	0.299778	0.000222	0.003000	Pass
50	3	4.500000	4.500205	-0.000205	0.003000	Pass
50	5	5.000000	5.000215	-0.000215	0.005000	Pass
50	5	0.500000	0.499842	0.000158	0.005000	Pass

rev.2.4.8

Fnom [Hz]	Nominal value [V]	Injected value [V]	Measured value [V]	Error [V]	Threshold [V]	Result
50	5	7.500000	7.500878	-0.000878	0.005000	Pass
60	1	1.000000	0.999835	0.000165	0.001000	Pass
60	1	0.100000	0.099711	0.000289	0.001000	Pass
60	1	1.500000	1.499894	0.000106	0.001000	Pass
60	3	3.000000	2.999244	0.000756	0.003000	Pass
60	3	0.300000	0.299716	0.000284	0.003000	Pass
60	3	4.500000	4.499215	0.000785	0.003000	Pass
60	5	5.000000	4.999248	0.000752	0.005000	Pass
60	5	0.500000	0.499745	0.000255	0.005000	Pass
60	5	7.500000	7.499544	0.000456	0.005000	Pass

Channel 6 Current

Fnom [Hz]	Nominal value [V]	Injected value [V]	Measured value [V]	Error [V]	Threshold [V]	Result
50	1	1.000000	1.000183	-0.000183	0.001000	Pass
50	1	0.100000	0.099750	0.000250	0.001000	Pass
50	1	1.500000	1.500415	-0.000415	0.001000	Pass
50	3	3.000000	3.000354	-0.000354	0.003000	Pass
50	3	0.300000	0.299823	0.000177	0.003000	Pass
50	3	4.500000	4.500909	-0.000909	0.003000	Pass
50	5	5.000000	5.001008	-0.001008	0.005000	Pass
50	5	0.500000	0.499917	0.000083	0.005000	Pass
50	5	7.500000	7.502062	-0.002062	0.005000	Pass
60	1	1.000000	0.999973	0.000027	0.001000	Pass
60	1	0.100000	0.099722	0.000278	0.001000	Pass
60	1	1.500000	1.500105	-0.000105	0.001000	Pass
60	3	3.000000	2.999684	0.000316	0.003000	Pass
60	3	0.300000	0.299759	0.000241	0.003000	Pass
60	3	4.500000	4.499904	0.000096	0.003000	Pass
60	5	5.000000	5.000010	-0.000010	0.005000	Pass
60	5	0.500000	0.499817	0.000183	0.005000	Pass
60	5	7.500000	7.500702	-0.000702	0.005000	Pass

Channel 7 Current

Fnom [Hz]	Nominal value [V]	Injected value [V]	Measured value [V]	Error [V]	Threshold [V]	Result
50	1	1.000000	1.000117	-0.000117	0.001000	Pass
50	1	0.100000	0.099743	0.000257	0.001000	Pass
50	1	1.500000	1.500309	-0.000309	0.001000	Pass
50	3	3.000000	3.000165	-0.000165	0.003000	Pass
50	3	0.300000	0.299802	0.000198	0.003000	Pass
50	3	4.500000	4.500705	-0.000705	0.003000	Pass
50	5	5.000000	5.000825	-0.000825	0.005000	Pass
50	5	0.500000	0.499890	0.000110	0.005000	Pass
50	5	7.500000	7.501723	-0.001723	0.005000	Pass
60	1	1.000000	0.999947	0.000053	0.001000	Pass
60	1	0.100000	0.099719	0.000281	0.001000	Pass
60	1	1.500000	1.500022	-0.000022	0.001000	Pass
60	3	3.000000	2.999553	0.000447	0.003000	Pass
60	3	0.300000	0.299748	0.000252	0.003000	Pass
60	3	4.500000	4.499704	0.000296	0.003000	Pass
60	5	5.000000	4.999771	0.000229	0.005000	Pass
60	5	0.500000	0.499792	0.000208	0.005000	Pass
60	5	7.500000	7.500537	-0.000537	0.005000	Pass

rev.2.4.8

Channel 8 Current

Fnom [Hz]	Nominal value [V]	Injected value [V]	Measured value [V]	Error [V]	Threshold [V]	Result
50	1	1.000000	1.000203	-0.000203	0.001000	Pass
50	1	0.100000	0.099751	0.000249	0.001000	Pass
50	1	1.500000	1.500450	-0.000450	0.001000	Pass
50	3	3.000000	3.000425	-0.000425	0.003000	Pass
50	3	0.300000	0.299831	0.000169	0.003000	Pass
50	3	4.500000	4.501011	-0.001011	0.003000	Pass
50	5	5.000000	5.001163	-0.001163	0.005000	Pass
50	5	0.500000	0.499930	0.000070	0.005000	Pass
50	5	7.500000	7.502303	-0.002303	0.005000	Pass
60	1	1.000000	1.000013	-0.000013	0.001000	Pass
60	1	0.100000	0.099726	0.000274	0.001000	Pass
60	1	1.500000	1.500163	-0.000163	0.001000	Pass
60	3	3.000000	2.999790	0.000210	0.003000	Pass
60	3	0.300000	0.299769	0.000231	0.003000	Pass
60	3	4.500000	4.500065	-0.000065	0.003000	Pass
60	5	5.000000	5.000171	-0.000171	0.005000	Pass
60	5	0.500000	0.499832	0.000168	0.005000	Pass
60	5	7.500000	7.500934	-0.000934	0.005000	Pass

1. Voltage channels harmonics measurement:

Channel 1 Voltage

Fnom [Hz]	Fundamental value [V]	Harmonic [#]	Injected value [V]	Measured value [V]	Error [V]	Threshold [V]	Result
50	230	1	230.000000	229.999039	0.000961	0.230000	Pass
50	230	3	23.000000	22.983759	0.016241	1.150000	Pass
50	230	11	23.000000	23.003353	-0.003353	1.150000	Pass
50	230	21	23.000000	23.001413	-0.001413	1.150000	Pass
50	230	1	230.000000	229.999176	0.000824	0.230000	Pass
50	230	33	23.000000	22.991451	0.008549	1.150000	Pass
50	230	1	230.000000	229.998444	0.001556	0.230000	Pass
50	230	49	23.000000	22.845282	0.154718	1.150000	Pass
60	277	1	277.000000	276.968567	0.031433	0.277000	Pass
60	277	3	27.700000	27.678362	0.021638	1.385000	Pass
60	277	11	27.700000	27.702318	-0.002318	1.385000	Pass
60	277	21	27.700000	27.698923	0.001077	1.385000	Pass
60	277	1	277.000000	276.969025	0.030975	0.277000	Pass
60	277	33	27.700000	27.683886	0.016114	1.385000	Pass
60	277	1	277.000000	276.967712	0.032288	0.277000	Pass
60	277	49	27.700000	27.630684	0.069316	1.385000	Pass

Channel 2 Voltage

Fnom [Hz]	Fundamental value [V]	Harmonic [#]	Injected value [V]	Measured value [V]	Error [V]	Threshold [V]	Result
50	230	1	230.000000	229.991653	0.008347	0.230000	Pass
50	230	3	23.000000	22.983879	0.016121	1.150000	Pass
50	230	11	23.000000	23.000391	-0.000391	1.150000	Pass
50	230	21	23.000000	22.993664	0.006336	1.150000	Pass
50	230	1	230.000000	229.991226	0.008774	0.230000	Pass
50	230	33	23.000000	22.974476	0.025524	1.150000	Pass
50	230	1	230.000000	229.990509	0.009491	0.230000	Pass
50	230	49	23.000000	22.809986	0.190014	1.150000	Pass
60	277	1	277.000000	276.948914	0.051086	0.277000	Pass

rev.2.4.8