



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS
RENOVABLES**



**EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA EFICIENCIA DE
INVERSIONES DE BAJA Y ALTA FRECUENCIA MEDIANTE EL
ENFOQUE DE LA NORMATIVA IEC 61683 EN EL MÓDULO DE
SIMULACIÓN DE CHROMA EN LA SEDE AYABACAS-UNAJ**

Presentado por:

VIRGINIA TICONA ZELA

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN ENERGÍAS RENOVABLES



JULIACA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS
RENOVABLES**



**EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA EFICIENCIA DE
INVERSIONES DE BAJA Y ALTA FRECUENCIA MEDIANTE EL
ENFOQUE DE LA NORMATIVA IEC 61683 EN EL MÓDULO DE
SIMULACIÓN DE CHROMA EN LA SEDE AYABACAS-UNAJ**

Presentado por:

VIRGINIA TICONA ZELA

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN ENERGÍAS RENOVABLES**



JULIACA – PERÚ

2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
EN ENERGÍAS RENOVABLES



**EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA EFICIENCIA DE
INVERSORES DE BAJA Y ALTA FRECUENCIA MEDIANTE EL
ENFOQUE DE LA NORMATIVA IEC 61683 EN EL MÓDULO DE
SIMULACIÓN DE CHROMA EN LA SEDE AYABACAS-UNAJ**

Virginia Ticona Zela

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO EN ENERGÍAS
RENOVABLES**

Asesor: M.Sc. Reynaldo Condori Yucra
Co-Asesor: M.Sc. Pedro Yulian Puma Roque

Juliaca - Perú

2024

FICHA CATALOGRÁFICA

Virginia Ticona. Z. (2024). *Evaluación y caracterización de la eficiencia de inversores de baja y alta frecuencia mediante el enfoque de la normativa IEC 61683 en el módulo de simulación de Chroma en la Sede Ayabacas-Unaj*. [Trabajo de grado]. Universidad Nacional de Juliaca.

Autor	: Virginia Ticona Zela
Título de la tesis	: Evaluación y caracterización de la eficiencia de inversores de baja y alta frecuencia mediante el enfoque de la normativa IEC 61683 en el módulo de simulación de Chroma en la Sede Ayabacas-Unaj
Línea de Investigación	: Desarrollo de tecnologías
Facultad	: Facultad de Ciencias de la Ingeniería
Escuela profesional	: Ingeniería en Energías Renovables
Publicación	: Juliaca, 2024
Extensión	: 131 páginas (incluye tablas, figuras y anexos)

Código: 02-000035-02/T52

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
EN ENERGÍAS RENOVABLES

**EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA EFICIENCIA DE INVERSORES
DE BAJA Y ALTA FRECUENCIA MEDIANTE EL ENFOQUE DE LA
NORMATIVA IEC 61683 EN EL MÓDULO DE SIMULACIÓN DE CHROMA EN LA
SEDE AYABACAS-UNAJ**

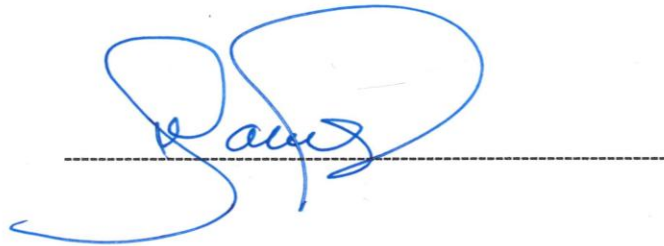
TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO EN ENERGÍAS RENOVABLES

Presentado por:

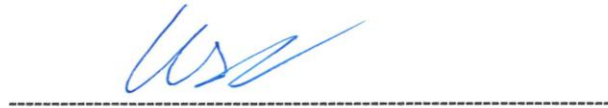
Virginia Ticona Zela

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Dr. Washington Miguel Soncco Vilcapaza
PRESIDENTE DE JURADO



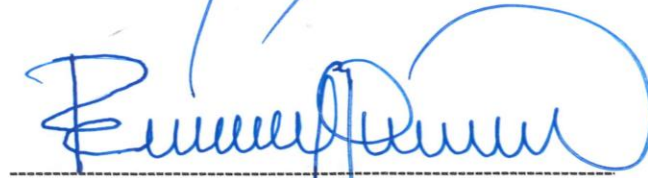
Dr. Ubaldo Yancachajlla Tito
1° MIEMBRO (SECRETARIO)



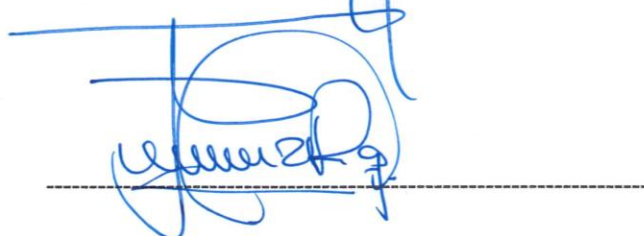
M.Sc. Junior Torres Yucra
2° MIEMBRO (VOCAL)



M.Sc. Reynaldo Condori Yucra
ASESOR DE TESIS



M.Sc. Pedro Yulian Puma Roque
CO-ASESOR DE TESIS



Virginia Ticona Zela

EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA EFICIENCIA DE INVERSORES DE BAJA Y ALTA FRECUENCIA MEDIANTE EL E...

 Universidad Nacional de Juliaca

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::3117:448394980

Fecha de entrega

12 abr 2025, 8:29 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

12 abr 2025, 8:32 a.m. GMT-5

Nombre de archivo

EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA EFICIENCIA DE INVERSORES DE BAJA Y ALTA FRECUENCI...pdf

Tamaño de archivo

5.2 MB

128 Páginas

27.505 Palabras

131.070 Caracteres



M.Sc. REYNALDO CONDORI YUCRA
ASESOR




8% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- ▶ Bibliography
- ▶ Quoted Text
- ▶ Cited Text
- ▶ Small Matches (less than 9 words)

Top Sources

- 7%  Internet sources
- 1%  Publications
- 4%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

1 Integrity Flag for Review

-  **Hidden Text**
44 suspect characters on 3 pages
Text is altered to blend into the white background of the document.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.



M. SC REYNOLDO CONDORI YUERA
ASESOR

DEDICATORIA

El presente trabajo de tesis le dedico a mi madre, Maura Cecilia Zela, con todo mi amor y cariño, eres mi mayor y grande ejemplo que en la vida todo se puede lograr y no rendirme en las adversidades, enseñándome a valorar todo lo que tengo y superarme en la vida, gracias por absolutamente todo.

A mis hermanos Jerónimo, Fredy, Noemi y Saul por sus palabras de aliento en ser apoyo en momentos de angustia y alegrías, además de ser mi sustento para llevar a cabo este logro en mi vida y poder formarme como una profesional, por lo cual les estoy eternamente agradecida.

Virginia Ticona Zela

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida, principalmente a mi madre que ha sido un pilar fundamental en mi formación, a mis hermanos y hermana, por siempre estar presentes en mi vida y en mi camino académico.

A mi asesor de tesis el M.Sc. Reynaldo Condori Yucra, Co-asesor M.Sc. Pedro Yulian Poma Roque, Dr. Henry Pizarro Viveros, por su invaluable enseñanza, paciencia y valioso conocimiento han sido pilares fundamentales que han contribuido significativamente a nuestro crecimiento y desarrollo profesional. Agradecer a la Escuela Profesional de Ingeniería en Energías Renovables (EPIER) por permitirme el uso de equipos del laboratorio de energía fotovoltaica para concluir de forma satisfactoria mi proyecto de tesis. También agradecer a todos los docentes por transmitirme todos sus conocimientos. Finalmente agradezco a mis amistades que estuvieron en este transcurso de este tiempo.

Virginia Ticona Zela

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
ACRÓNIMOS	xvi
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT	xviii
INTRODUCCIÓN	19
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	21
1.1 Situación problemática.....	21
1.2 Formulación del problema	22
1.2.1 Problema general	22
1.2.2 Problemas específicos	22
1.1 Objetivos de investigación.....	22
1.2.3 Objetivo general.....	22
1.2.4 Objetivos específicos	22
1.2 Justificación	23
1.2.5 Justificación técnica	23
CAPÍTULO II REVISIÓN DE LITERATURA	25
2.1 Antecedentes de investigación.....	25
2.2 Bases teóricas.....	26
2.2.1 Sistema fotovoltaico autónomo.....	26
2.2.2 Inversor para sistema fotovoltaico autónomo	27
2.2.3 Características de los inversores autónomos.....	28
2.2.4 Convertidor CD-CA (Inversor).....	28
2.2.5 Dimensiones del inversor.....	28
2.2.6 Funcionamiento y configuración de un inversor	29
2.2.7 Transformador en inversores	30
2.3 Tipo basado en transformador	31

2.3.1	Características principales de los inversores de baja frecuencia	32
2.3.2	Características principales de los inversores de alta frecuencia	33
2.4	Seguidor del punto de máxima potencia	33
2.5	Medición de la eficiencia	34
2.5.1	Fuente de alimentación	34
2.5.2	Prueba de temperatura del inversor.....	34
2.6	El inversor de onda senoidal pura	35
2.6.1	Ecuación de la función senoidal	37
CAPÍTULO III	MATERIALES Y MÉTODOS.....	39
3.1	Formulación de hipótesis	39
3.1.1	Hipótesis general.....	39
3.1.2	Hipótesis específicas	39
3.2	Materiales y equipos	39
3.2.1	Área de estudio	39
3.2.2	Módulo de pruebas en inversores solares	40
3.2.3	Fuente de alimentación de CC programable (con simulación de paneles solares) serie 62050H-600S.....	42
3.2.4	Carga electrónica AC/DC programable serie 63802	43
3.2.5	Medidor de potencia digital	43
3.2.6	Regulador victron bluesolar	44
3.2.7	Inversor de alta frecuencia	45
3.2.8	Inversor de baja frecuencia	46
3.2.9	Batería prostar gel	46
3.2.10	Interruptor termomagnético	47
3.2.11	Cámara termográfica Flir E8-XT	48
3.3	Software del sistema de adquisición de datos	49
3.4	Metodología	50
3.4.1	Normativa Internacional IEC 61683-2000.....	50
3.4.2	Banco de pruebas	50
3.4.3	Fuente de alimentación C.C para ensayo	51
3.4.4	Cargas resistivas.....	51
3.4.5	Cargas reactivas	52
3.4.6	Rendimiento de salida nominal.....	52
3.4.7	Rendimiento de salida parcial	52

3.4.8 Simulador de campo (FV).....	52
3.4.9 Seguidor de punto de máxima potencia.....	52
3.4.10 Condiciones de medición del rendimiento.....	52
3.4.11 Temperatura.....	53
3.4.12 Cálculo de eficiencia.....	53
3.4.13 Procedimiento de prueba.....	54
3.5 Módulo de sistema de pruebas del panel frontal.....	55
3.5.1 Barra de funcionamiento.....	57
3.5.2 Simulación de la curva I-V.....	58
3.5.3 Simulación de carga electrónica CA.....	59
3.6 Medidor de potencia digital.....	62
3.6.1 Prueba de eficiencia para convertidor.....	65
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	66
4.1 Resultado de pruebas del inversor de alta y baja frecuencia.....	66
4.1.1 Potencia máxima de salida continua.....	66
4.2 Curva I-V del primer inversor de AF.....	66
4.2.2 Potencias de salida por niveles de carga.....	72
4.3 Pruebas del segundo inversor de BF.....	77
4.3.2 Prueba de carga de inversor de alta frecuencia.....	81
4.3.3 Mediciones de temperatura de trabajo en inversor de alta y baja frecuencia.....	86
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	89
5.1 Título de segundo nivel.....	89
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91
ANEXOS.....	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Especificaciones de simulador de panel solar.....	42
Tabla 2 Especificaciones del simulador carga electrónica 63802.....	43
Tabla 3 Especificaciones del módulo 66204.....	44
Tabla 4 Ficha técnica del controlador Victron MPPT Bluesolar 100V/30A	45
Tabla 5 Especificaciones técnicas del inversor Victron.....	45
Tabla 6 Especificaciones técnicas del inversor FP S 500 Inverte Power.....	46
Tabla 7 Especificaciones técnicas de interruptor termomagnético	48
Tabla 8 Condiciones de prueba IEC 61683-2001	53
Tabla 9 Características del módulo fotovoltaico de simulación	59
Tabla 10 Muestra los datos de las primera pruebas medidas en función de la variación V_{min} , en los parámetros de tensión, corriente, potencia, a una tensión de entrada del 70 V, en la medición del seguidor de máxima potencia.	70
Tabla 11 Medición de los datos de las primera pruebas medidas en función de la variación V_{nom} , en los parámetros de tensión, corriente, potencia, a una tensión de entrada del 75 V, en la medición del seguidor de máxima potencia	71
Tabla 12 Medición de los datos de las primera pruebas medidas en función de la variación V_{nom} , en los parámetros de tensión, corriente, potencia, a una tensión de entrada del 75. 12 V, en la medición del seguidor de máxima potencia	71
Tabla 13 Muestra los datos tomados en función de la variación de los V_{max} en los parámetros de tensión, corriente, potencia, a una tensión de entrada del 75.12 V, en la medición del seguidor de máxima potencia.	72
Tabla 14 Calculo del nivel de potencia nominal en función del FP de la carga resistiva...73	
Tabla 15 Características del inversor Victron.....	73
Tabla 16 Muestra los datos medidos en función de la variación V_{min} , en tensión de entrada del 70 V, en medición del seguidor de máxima potencia.	80
Tabla 17 Muestra los datos medidos en función de la variación V_{nom} a 75 V, en medición del seguidor de máxima potencia.....	80
Tabla 18 Muestra los datos medidos en función de la variación V_{max} a 75.12, en medición del seguidor de máxima potencia.....	80
Tabla 19 Característica del inversor Modelo F P-S-500 Power Invert.....	81
Tabla 20 Datos promedio V_{max} en condiciones de operación a 50% del inversor Phoenix98	

Tabla 21 Datos promedio del Vmax en condiciones de operación a 50% del inversor F P-500 de medición.....	99
Tabla 22 Datos promedio del Vmin en condiciones de operación a 5% de medición.....	100
Tabla 23 Datos promedio del Vmin en condiciones de operación a 25% de medición....	101
Tabla 24 Datos promedio del Vmin en condiciones de operación 50% de medición	102
Tabla 25 Datos promedio del Vmin en condiciones de operación a 100% de medición..	103
Tabla 26 Datos promedio del Vmon en condiciones de operación a 50% de medición...	104
Tabla 27 Datos promedio del Vnom en condiciones de operación a 75% de medición...	105
Tabla 28 Datos promedio de la carga AC medida 25% de un FP (0.998)	106
Tabla 29 Datos promedio de la carga AC medida 75% de un FP (0.998)	107
Tabla 30 Datos promedio de la carga AC medida 100% de un FP (0.998)	108
Tabla 31 Datos promedio de la carga AC medida 50% de un FP (0.50)	109
Tabla 32 Datos promedio de la carga AC medida 50% de un FP (0.75)	110

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Instalación del laboratorio en sistema de energía fotovoltaicos en la sede Ayabacas-UNAJ	20
Figura 2. Esquema general de una instalación autónoma	27
Figura 3. Diagrama de bloque de un sistema fotovoltaico autónomo	27
Figura 4. Parámetros característicos del inversor	29
Figura 5. Esquema de bloques esquemático de un inversor básico	29
Figura 6. Circuito equivalente simplificado del transformador de corriente	30
Figura 7. Inversor con aislamiento AF	31
Figura 8. Inversor con aislamiento BF.....	32
Figura 9. (a) Característica I-V de un panel comercial para una temperatura y radiación dadas. (b) característica P-V para las mismas condicione	34
Figura 10. Onda PWM producida un inversor.....	35
Figura 11. Estrategia de control PWM para un convertidor CC-CA: voltajes de control V_{ceref} y V_{tri} (a) y voltaje a la salida V carga (b).	36
Figura 12. Función de onda senoidal	37
Figura 13. comportamiento de la modulación PWM y corriente magnético en un inversor ..	37
Figura 14. Relación entre potencia aparente, potencia útil y factor de potencia	38
Figura 15. Ubicación del Instituto de Energía Renovables y Eficiencia Energética de la Escuela Profesional de Ingeniería en Energía Renovables en la sede Ayabacas.....	40
Figura 16. Zona de medición en pruebas de inversores fotovoltaicos autónomos en el laboratorio de energías solar fotovoltaicas EPIER	40
Figura 17. Diagrama de conexión de banco de pruebas en inversores para SFA.	41
Figura 18. Fuente de alimentación CC programable	42
Figura 19. Panel frontal de la carga	43
Figura 20. El panel frontal del medidor de potencia digital 66204	44
Figura 21. Regulador Victron bluesolar MPPT 100/30 DE 12/24V.....	44
Figura 22. Inversor Victron Phoenix de 12V 500VA.....	45
Figura 23. Inversor panel solar 500 W DC 12 V de onda pura	46
Figura 24. Batería de gel prostar de 12V/100AMP.	47
Figura 25. Interruptor termomagnético IC60N.....	47
Figura 26. Accesorios de la cámara termográfica.....	48
Figura 27. Elementos de la pantalla.....	49

Figura 28. Esquema del banco de prueba para inversor de tipo	50
Figura 29. Ejemplo de carga reactiva	52
Figura 30. Panel frontal 62050-600S	55
Figura 31. Barra de función del panel principal	57
Figura 32. Pestana función básica.....	57
Figura 33. Panel de configuración de módulo de simulación de fuente de corriente continua	59
Figura 34. El panel frontal de la carga electrónica	60
Figura 35. Forma de onda sinusoidal del voltaje	61
Figura 36. Simulación de carga de corriente constante, resistencia, voltaje, potencia.....	61
Figura 37. Soft Panel de prueba en simulación de carga	62
Figura 38. Panel frontal del medidor de potencia digital 66204.....	63
Figura 39. Panel trasero del medidor de potencia digital 66204	64
Figura 40. Teoría de medición para la conexión del medidor de potencia.....	65
Figura 41. Configuración del medidor de potencia para probar la eficiencia del convertidor65	
Figura 42. Curva I-V, P-V del módulo de simulación a V_{min} 5%.....	67
Figura 43. Curva I-V y P-V medido a V_{nom} de 10% de simulación.....	67
Figura 44. Curva I-V y P-V medido a V_{nom} de 25 % de simulación	68
Figura 45. Curva I-V y P-V medido a V_{min} de 30% de simulación.....	68
Figura 46. Curva I-V y P-V medido a V_{max} de 50% de simulación	69
Figura 47. La curva I-V y P-V medida a V_{max} de 75 % de simulación	69
Figura 48. La curva I-V y P-V medida a V_{nom} de 100 % de simulación.....	70
Figura 49. Mediciones de los promedios de la eficiencia MPPT en variación de V_{min} , V_{nom} , V_{max} (Fuente propia).....	72
Figura 50. Muestra la carga a 75% de medición de la forma de onda de voltaje y corriente.74	
Figura 51. Muestra la carga a 25% de medición de la forma de onda de voltaje y corriente.74	
Figura 52. Muestra la carga de 100 % de medición de la forma de onda con la variación del FP 0.50.	75
Figura 53. Medición de carga resistiva a diferentes niveles de porcentaje en función de FP (0.998).....	75
Figura 54. Prueba de carga reactiva en la variación del (FP de 0.25, 0.50, 0.75).	76
Figura 55. Resultado en la eficiencia del inversor con un factor de potencia de 0.998.....	76
Figura 56. Resultado de la eficiencia del inversor con un FP de (0.25, 0.50, 0.75).	77
Figura 57. La curva I-V y P-V medida a V_{nom} de 5 % de simulación.....	77

Figura 58. La curva I-V y P-V medida a V_{max} de 10 % de simulación	78
Figura 59. La curva I-V y P-V medida V_{min} de 25% de simulación.....	78
Figura 60. La curva I-V y P-V medida V_{min} de 50 % de simulación.....	79
Figura 61. La curva I-V y P-V medida V_{max} de 75 % de simulación.	79
Figura 62. Medición de la eficiencia MPPT en variación de V_{min} , V_{nom} , V_{max} , con prueba del inversor de baja frecuencia.	81
Figura 63. Muestra la carga de 10 % de medición en la forma de onda de voltaje y corriente	82
Figura 64. Muestra la carga de 75% de medición en la forma de onda de voltaje y corriente.	82
Figura 65. Muestra la carga de 100 % de medición de la forma de onda de voltaje y corriente.	83
Figura 66. Medición de carga resistiva a diferentes niveles de porcentaje en función de FP (0.998).....	83
Figura 67. Prueba de medición de carga reactiva en función de FP a (0.25, 0.50, 0.75).	84
Figura 68. Resultado de medición de la eficiencia del inversor de baja frecuencia con un factor de potencia de 0.998.	84
Figura 69. Resultado de medición de la eficiencia del inversor en la variación de FP de (0.25, 0.50, 0.75).	85
Figura 70. Gráfico de medición eficiencia del inversor de alta frecuencia Phoenix de 12V/500 W.....	85
Figura 71. Gráfico de eficiencia del inversor de baja frecuencia Power invert de 12V/500 W.....	86
Figura 72. Inversor de alta y baja frecuencia en medición de la temperatura de prueba.....	87
Figura 73. Muestra la imagen en medición de temperatura de inversor de baja frecuencia con la cámara termográfica.....	87
Figura 74. Muestra la imagen en medición de temperatura de inversor de alta frecuencia con la cámara termográfica.....	87
Figura 75. Medición de la temperatura de operación del inversor de alta frecuencia cámara termográfica.	88
Figura 76. Medición de la temperatura de operación del inversor de baja frecuencia cámara termográfica.	88

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Ficha técnica del módulo fotovoltaico de 100 W	94
ANEXO 2. Ficha técnica de controlador de carga MPPT de 100/30.....	95
ANEXO 3. Ficha técnica del inversor Phoenix de 12V/500VA.	96
ANEXO 4. Ficha técnica de inversor F P-S-500 VA Inverte Power.	97
ANEXO 5. Promedio de datos obtenidos de las curvas caracterizadas de la fuente de alimentación de prueba (SAS modeling) V_{min} , V_{nom} , V_{max} , del inversor Phoenix	98
ANEXO 6. Promedio de datos obtenidos de la carga reactiva en función de niveles de medición PF (0.25, 0.50, 0.75, 0.99).....	106
ANEXO 7. Manual de la norma IEC 61683.....	111
ANEXO 8. MANUAL DE USUARIO	115

ACRÓNIMOS

CA	Corriente alterna
CC	Corriente continua
SFA	Sistema fotovoltaico autónomo
MPPT	Seguidor de punto de máxima potencia
AF	Alta frecuencia
BF	Baja frecuencia
IEC	Comisión Electrotécnica Internacional
UNAJ	Universidad nacional de Juliaca
U_n	Tensión nominal
P_n	Potencia nominal
Ω	Frecuencia angular
φ	Fase
FP	Factor de potencia
V_{rms}	Valor eficaz
P_{in}	Potencia de entrada (W)
P_o	Potencia de salida (W)
η	Eficiencia (%)
I_{sc}	Corriente de corto circuito (A)
V_{oc}	Voltaje de circuito abierto (V)
V_{mp}	Voltaje de alimentación máximo (V)
I_{mp}	Corriente de potencia máximo (A)
P_{mp}	Potencia máxima (W)
β	Coefficiente de temperatura del voltaje de circuito abierto (%/°C)
CF	Factor de cresta
VA	Voltios Amperio

RESUMEN

En la actualidad las energías renovables se han incrementado significativamente en diversas partes del mundo debido a la necesidad de soluciones sostenibles, se convierte en la opción para abordar la demanda energética. Uno de las fuentes son la energía solar, como aplicaciones en sistemas fotovoltaicos autónomos, se ha generalizado el uso de inversores solares (Off-Grid) con fines de electrificación rural para alimentar aparatos de CA que representa ventajas en términos de comodidad y satisfacción del usuario. Sin embargo, existe una falta de estudio de pruebas de inversores fotovoltaicos autónomos en la eficiencia, como el Perú no se cuenta con dichos tipos de evaluación. La presente investigación tiene como objetivo evaluar la eficiencia de inversores mediante el enfoque de la norma IEC 61683, tomando en cuenta las cargas resistivas (FP de 0.99) e inductiva (FP a 0.25, 0.50, 0.75) en la variación de la carga gradual 5% al 100 % en la capacidad de potencia del inversor. El estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de energía solar fotovoltaica de la Universidad Nacional de Juliaca Sede Ayabacas. Los resultados obtenidos en la caracterización en función de los parámetros de entrada DC y salida AC, muestra del primer inversor de la marca Phoenix de AF en la medición de su eficiencia llego a 93.45 % con un FP (0.998) y a 90.3% en un (0.75), del segundo inversor Model F P-S-Power Inverte de BF a 82.62 % de eficiencia en función del FP (0.998) y 81.6 % a (0.75) en condiciones de 100% de sus potencias nominales. En las mediciones de temperatura de trabajo del inversor AF, con una temperatura de inicial del 23°C mientras que la carga aumentaba su temperatura llego a 63°C, el segundo inicia a 24°C y de 65°C. Las pruebas medidas en función de parámetros eléctricos para caracterizar del inversor de alta y baja frecuencia, el valor de eficiencia aumenta a medida que aumenta la carga y disminuye a medida que disminuye el factor de potencia lo que muestra la importancia de tener en cuenta el tipo de carga, comprobando el cumplimiento de la ficha técnica de cada inversor de prueba. Esto lleva la importancia de seleccionar adecuadamente las condiciones de operación para garantizar la eficiencia de los inversores.

Palabras Clave: Carga electrónica AC, eficiencia de inversor, fuente de alimentación DC, norma IEC 61683, sistema autónomo.

ABSTRACT

Nowadays renewable energies have increased significantly in various parts of the world due to the need for sustainable solutions, it becomes the option to address the energy demand. One of the sources are solar energy, as applications in stand-alone photovoltaic systems, the use of solar inverters (Off-Grid) has become widespread for rural electrification purposes to power AC appliances which represents advantages in terms of convenience and user satisfaction. However, there is a lack of testing study of stand-alone PV inverters in efficiency, as Peru does not have such types of evaluation. The present research aims to evaluate the efficiency of inverters using the approach of the IEC 61683 standard, taking into account the resistive (PF of 0.99) and inductive (PF at 0.25, 0.50, 0.75) loads in the gradual load variation 5% to 100% in the power capacity of the inverter. The study was carried out at the Laboratory of Photovoltaic Solar Energy of the National University of Juliaca Ayabacas Headquarters. The results obtained in the characterization based on the parameters of DC input and AC output, shows the first inverter of the Phoenix brand of AF in the measurement of its efficiency reached 93.45 % with a PF (0.998) and 90.3% at a (0.75), the second inverter Model F P-S-Power Inverte of BF at 82.62 % efficiency based on the PF (0.998) and 81.6 % at (0.75) in conditions of 100% of its nominal powers. In the working temperature measurements of the HF inverter, with an initial temperature of 23°C as the load increased its temperature reached 63°C, the second one started at 24°C and the third one at 65°C. The tests measured in terms of electrical parameters to characterize the high and low frequency inverter, the efficiency value increases as the load increases and decreases as the power factor decreases which shows the importance of taking into account the type of load, checking compliance with the data sheet of each test inverter. This leads to the importance of properly selecting the operating conditions to ensure the efficiency of the inverters.

Keywords: AC electronic load, inverter efficiency, DC power supply, IEC 61683 standard, stand-alone system.

INTRODUCCIÓN

La situación energético global se intensifica con el paso del tiempo, ya que los combustibles fósiles están en declive debido al aumento continuo de la demanda energética y el crecimiento poblacional. Los costos relacionados con la generación de energía evidencian la urgencia de encontrar opciones más sostenibles. El desarrollo en energías renovables generadas a partir de suministro limpio, eficiente y respetuosa con el medio ambiente que ayuda a disminuir los gases que causan el calentamiento global. Al generar electricidad es fundamental para el crecimiento socioeconómico sostenible y la mitigación de los efectos adversos del cambio climático en preservar el medio ambiente y reducir la dependencia de los combustibles fósiles. En este contexto, la creciente dependencia de la energía solar es una estrategia fundamental para combatir el cambio climático y la transición a fuentes de energía renovables. Las tecnologías en energía renovable, que incluye la solar, eólica, hidráulica, geotérmica y biomasa, se están desarrollando e implementando a un ritmo cada vez mayor, con un enfoque en la optimización de su eficiencia y rentabilidad para potenciar un crecimiento económico sostenible.

Ante el actual panorama energético, el Perú ha experimentado un proceso de transformación en las fuentes de su matriz energéticas aumentando la participación de energía renovables, particularmente en fuentes solares. El país posee un enorme potencial para la generación solar impulsado por sus altos niveles de radiación, razón por la cual hoy en día las instalaciones y proyectos relacionados con el aprovechamiento de la energía fotovoltaica. Por lo tanto, el inversor se está convirtiendo en la parte más importante en sistemas de almacenamiento de energía eléctrica, a medida que crece la competencia de productos comerciales que se esfuerzan por garantizar que sus inversores fotovoltaicos sean seguros en calidad y rendimiento. La norma IEC 61683 fue la primera norma en establecer los requisitos y métodos de prueba para la eficiencia de inversores fotovoltaicos conectado a la red como aislado, un inversor con mayor eficiencia de conversión de corriente continua a corriente alterna permite aprovechar de manera más efectiva la energía generada por los paneles solares, reduciendo las pérdidas y maximizando la energía inyectada a la red o consumida en aplicaciones autónomas. La actualización de esta norma internacional es un reflejo del constante esfuerzo por mantener altos estándares de calidad y rendimiento en la tecnología fotovoltaica, lo que contribuye a impulsar la adopción y confianza en esta fuente de energía renovable a nivel global. En ese sentido, en el centro de investigación del laboratorio de sistemas fotovoltaicos de la Universidad Nacional de Juliaca, situado en la

sede Ayabacas, estos equipos de pruebas facilitan la evaluación del rendimiento de inversores autónomos. La eficiencia es considerada un factor clave en el desempeño de los inversores. Por ello, en el laboratorio se realizó la evaluación de dos inversores para determinar si cumplen con los estándares de eficiencia establecidas. Estas pruebas se llevaron a cabo utilizando sofisticados módulos de simulación y medición, como la fuente 62050H- 600S, carga electrónica de CA y CC 63800, medidor de potencia digital 66204 de CHROMA, e inversores de prueba Phienix AF, Invert Power BF FP-S-500, cámara termográfica Flir E8-XT. Todos estos instrumentos de alta precisión que permiten caracterizar a detalle el comportamiento y el desempeño de inversores.

Las pruebas llevadas a cabo se adecuaron a la norma IEC 61683, la cual define los métodos para valorar la eficacia de los dispositivos en sistemas fotovoltaicos. De esta manera, se asegura que los inversores evaluados cumplan con las especificaciones técnicas requeridas y puedan ser utilizadas con confiabilidad en aplicaciones fotovoltaicos reales. Este trabajo de investigación contribuye significativamente al avance tecnológico en la región, proporcionando herramientas y saberes indispensables para asegurar el funcionamiento adecuado en la eficiencia de sistemas fotovoltaica autónomos.

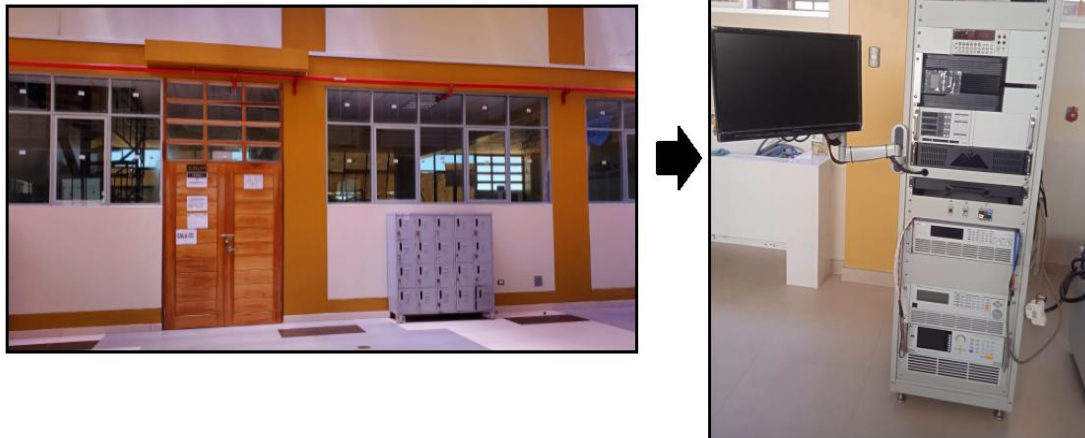


Figura 1. Instalación del laboratorio en sistema de energía fotovoltaicos en la sede Ayabacas-UNAJ

Nota. Se muestra los equipos instalados en el laboratorio en sistemas de energía fotovoltaicos de la sede Ayabacas (Fuente propia).

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Situación problemática

El uso de fuentes de energías renovable, como los sistemas fotovoltaicos autónomos, ha permitido llevar electricidad a las comunidades rurales, lo que ha mejorado la calidad de vida tanto a nivel familiar como comunitaria, siendo cada vez más indispensable para satisfacer las necesidades de suministro eléctrico en estas áreas. (Vassunava, 2024) El inversor es un elemento fundamental en sistemas fotovoltaicos, dado que su función es convertir la electricidad de corriente continua (CC) producida por los paneles solares en corriente alterna (CA), que es el tipo de energía que pueden emplear los aparatos y redes eléctricas tradicionales.

En el Perú, existe una enorme oportunidad en el aprovechamiento de energía limpia como sistemas fotovoltaica autónomos (Off Grid). El inversor es un componente importante, ya que emplean técnicas de electrónica de potencia para lograr la mayor eficiencia posible en extracción de potencia y técnicas de control para una gran estabilidad en sistema fotovoltaico, la implementación de proyectos solares, tanto a gran escala como a nivel residencial y comunitaria, puede mejorar significativamente el acceso a la electricidad en las zonas más remotas y aisladas de la región andina y amazónica. Sin embargo, uno de los problemas en el Perú en inversores autónomos, que no se cuenta con un laboratorio en pruebas de eficiencia que validen las especificaciones técnicas del inversor, un reto importante debido a la necesidad del incremento de las industrias por garantizar que sus inversores sean seguras, eficientes, funcionales que ofrecen la gama más amplia de sus equipos en el mercado. La investigación realizada en el Centro de Tecnología de Conversión de Energía en Indonesia en las principales características de los inversores de potencia, en la eficiencia que consideran un factor importante de inverso de más del 93 %. Con la normativa IEC 61683 en procedimientos estandarizados para la medición de eficiencia en la confiabilidad realizando mediciones a nivel de potencia del 10%, 25%, 50%, 75%, 100% y 120% de la clasificación del inversor autónomo (Abdul, Malik , & Rizanulhaq, 2018).

En el sur del Perú, especialmente en las regiones de Arequipa, Moquegua, Tacna, Puno se encuentra un recurso solar elevado que ha sido aprovechado en los últimos años para la generación de energías limpias y sostenibles. Estas zonas cuentan con una alta irradiancia solar, lo cual la convierte en un lugar ideal para las instalaciones de sistemas fotovoltaicos (FV). La determinación de implementar tecnologías especializadas en sistemas fotovoltaicos (FV)

considerando aspectos técnicos, económicos, legales y regulatorio que contribuya al desarrollo sostenible y al aprovechamiento eficiente de la energía. Sin embargo, no se cuenta con este tipo de pruebas en inversores de sistemas fotovoltaicos autónomos, dentro de este marco, la escuela profesional de ingeniería en energías renovables ha adquirido equipos sofisticados como el módulo 8000 CHROMA de simulación en sistemas fotovoltaicos.

1.2 Formulación del problema

Bajo las condiciones ya mencionadas se plantea las siguientes interrogantes de investigación:

1.2.1 Problema general

¿Será posible evaluar la eficiencia de inversores de bajo y alta frecuencia mediante el enfoque de la normativa IEC 61683 en el módulo de simulación CHROMA en el laboratorio de energías fotovoltaica en la Sede Ayabacas-UNAJ?

1.2.2 Problemas específicos

¿Será posible caracterizar inversores de baja y alta frecuencia mediante los parámetros de entrada DC y salida AC con el módulo de simulación CHROMA?

¿Será posible determinar la eficiencia en inversores de baja y alta frecuencia mediante el procedimiento de la norma IEC 61683 en el módulo de simulación CHROMA?

¿Será posible analizar los resultados de ensayos de eficiencia en inversores de baja y alta frecuencia para ver el comportamiento en función a la temperatura de trabajo en el módulo de simulación CHROMA?

1.1 Objetivos de investigación

1.2.3 Objetivo general

Evaluar la eficiencia en inversor de baja y alta frecuencia mediante el enfoque de la normativa IEC 61683 en el módulo de simulación CHROMA en el laboratorio de energías fotovoltaico en la sede Ayabacas-UNAJ.

1.2.4 Objetivos específicos

Caracterizar inversores de baja y alta frecuencia mediante los parámetros de entrada DC y salida AC con el módulo de simulación CHROMA.

Determinar la eficiencia en inversores de baja y alta frecuencia mediante el procedimiento de la norma IEC 61683 en el módulo de simulación CHROMA.

Analizar los resultados de ensayos de la eficiencia en inversores de baja y alta frecuencia para determinar el comportamiento en función a la temperatura de trabajo en el módulo de simulación CHROMA.

1.2 Justificación

1.2.5 Justificación técnica

En la actualidad, se están produciendo una variedad de tecnologías de inversores fotovoltaicos aislados, y está en constante crecimiento. Cada inversor cuenta con su especificación del fabricante, que garantizan un funcionamiento a largo plazo. Sin embargo, dichas fichas no cumplan con las especificaciones, en la posibilidad de que ocurran un mal funcionamiento, incluso daños en equipo eléctrico. Para ello el presente proyecto de investigación, en la evaluación y caracterización de dos inversores fotovoltaicos autónomos basados en pruebas según la normativa IEC 61683, el propósito de la normativa es medir la eficiencia de entrada DC y salida AC del inversor, en los parámetros de medición, tensión, corriente, potencia, que son fundamentales para garantizar su óptimo rendimiento y fiabilidad. Es por ello la importancia de la investigación en realizar las pruebas de eficiencia en sistemas fotovoltaicos aislados, lo que garantizara un mayor aprovechamiento de la energía solar.

Como justificación social, se desarrolló el proyecto de investigación con el aporte de manera significativa en evaluación de inversores en sistemas fotovoltaicos autónomos que se generaron con fines de electricidad rural. Estas pruebas permiten determinar la eficiencia que son fundamentales para su desempeño y calidad en los estándares técnicos, garantizando la seguridad de los usuarios y el rendimiento de los inversores. Los inversores fotovoltaicos cumplen un rol importante en el mercado de la energía, que promueve la confiabilidad a los consumidores sobre la información de la eficiencia del inversor. Sin embargo, en el Perú no se cuenta con un centro de pruebas en inversores fotovoltaicos, en esta forma la Universidad Nacional de Juliaca cuenta con equipos sofisticados en pruebas de inversores aislados, que contribuye con la investigación, en la creación de un centro de pruebas de inversores fotovoltaicos futuras que ayuden a satisfacer las necesidades de las empresas importadoras y consumidores

medianos y pequeños que beneficiara el desarrollo y crecimiento de la escuela profesional de Ingeniería en Energías Renovables (EPIER).

Como parte de la justificación económica, los módulos de pruebas CHROMA ofrece alta precisión en simulaciones lo que reduce significativamente la probabilidad de fallos en el campo (instalaciones reales), mejorar la calidad y aumento de la eficiencia que proporciona. Ahorro de costos y mantenimiento que permite garantizar que los inversores cumplan con las especificaciones técnicas a una mayor fiabilidad y durabilidad del producto.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes de investigación

Como investigaciones internacionales en procedimientos de pruebas de inversores fotovoltaicos autónomos (Rosyid, 2018), quien realizó procedimientos de pruebas de rendimiento de inversores que se desarrolló en el laboratorio de sistemas fotovoltaicos B2TKE (Centro de Tecnología de Conversión de Energía) agencia para la evaluación y aplicación de tecnología, es una de las unidades de trabajo de tecnologías de información de energía y materiales en Indonesia, se evaluaron diferentes inversores autónomos de acuerdo con el estándar IEC 61683 las instalaciones de prueba se validaron un máximo de 15 kW, el propósito de la norma es proporcionar los medios para evaluar la eficiencia intrínseca de los acondicionadores de potencia mediante una medición directa de la potencia de entrada y salida, parámetros, la forma de onda de salida de corriente y voltaje, del fabricante. Madrid, España se realizaron especificaciones y pruebas de inversores que implica el riesgo de mal funcionamiento (Muños, 2005) pretende contribuir a futuros estándares técnicos en inversores fotovoltaicos en ello se analizaron pruebas de 16 inversores en la evaluación de tensión y se distinguió dos tipos de inversores de alta frecuencia de un transformador de ferrita, y de baja frecuencia en transformadores de hierro, en la forma de onda de la tensión de salida, potencia (VA), evaluación de voltaje.

La evaluación del rendimiento en inversores y confiabilidad en sistemas fotovoltaicos en la regulación de voltaje (Khan, 2019), el estudio de los parámetros de rendimiento, como la regulación de tensión, eficiencia, en inversores monofásicos en el aumento de la eficiencia en parámetros eléctricos del inversor. En la presente investigación de un inversor en puente activo (SR-DAHB) que es el modelo del inversor integrado en la evaluación, en este modelo se han tenido en cuenta fuentes principales de pérdidas en la etapa en aplicación de alta potencia según (Tayebi, 2022) se realizaron una topología en el circuito de medio puente cambio de fase y modulación de frecuencia, se realizaron pruebas de la optimización en minimizar la pérdida del inversor como la construcción de un prototipo de 1.5 KV, 50 kW en la demostración del rendimiento. En la investigación de instalación fotovoltaica en sistemas aislados (Mocelin, 2014), en prueba de la eficiencia en el intervalo comprendido entre 10% y el 50% de la potencia

nominal superior a 100%, las regulaciones de voltaje y frecuencia en los requisitos del PRODIST (procedimientos de distribución elaborados por la ANEEL, estándares técnicos relacionadas con la operación y el rendimiento de los sistemas de energía eléctrica).

La investigación de inversores de galvánicos (convertidor CD/CA con aislamiento inversor fotovoltaico) (Flores, 2023), los inversores fotovoltaicos desempeñan un papel importante en el mercado energético debido a sus excelentes características de costo y confiabilidad. La configuración más común en la etapa de conversión de un sistema solar incluye el transformador de (TAF), que proporciona aislamiento galvánico, pero reduce la eficiencia total y aumenta el tamaño y el costo del sistema. Una alternativa para reducir el tamaño y pérdidas de potencia es utilizar un (TAF), cuyo análisis de simulación de la eficiencia y el comportamiento.

En el ámbito nacional se tiene investigado sobre el análisis y validación de inversores mediante dos modos aislado (Chuquiyaury, 2017) se presenta estructuras de un microinversor fotovoltaico, los convertidores DC-AC mediante un inversor tipo puente completo monofásico en DAB (Dual Active Bridge) multipuesto. En base en un análisis de un inversor monofásicos en sistemas fotovoltaico (Risco, 2020) en función de sus especificaciones técnicas, se realizaron cambios en la fuente de alimentación para evaluar su comportamiento, en este caso se retira la placa del inversor de 350 W Power invertir para analizar los componentes y el comportamiento, las evaluaciones se realizaron en el centro de laboratorio de electrónica de la universidad.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Sistema fotovoltaico autónomo

Un sistema fotovoltaico autónomo (SFA) es un sistema que produce energía eléctrica para satisfacer la demanda de carga no conectada a la red eléctrica, el uso de sistemas fotovoltaicos autónomos también denominados aislados mejora la calidad de vida en muchos lugares, permitiendo el uso de luz artificial, abastecimiento de agua por bombeo, alumbrado público, en lugares sin suministro eléctrico o costosas inversiones en generadores diésel (Perpiñán, 2013).

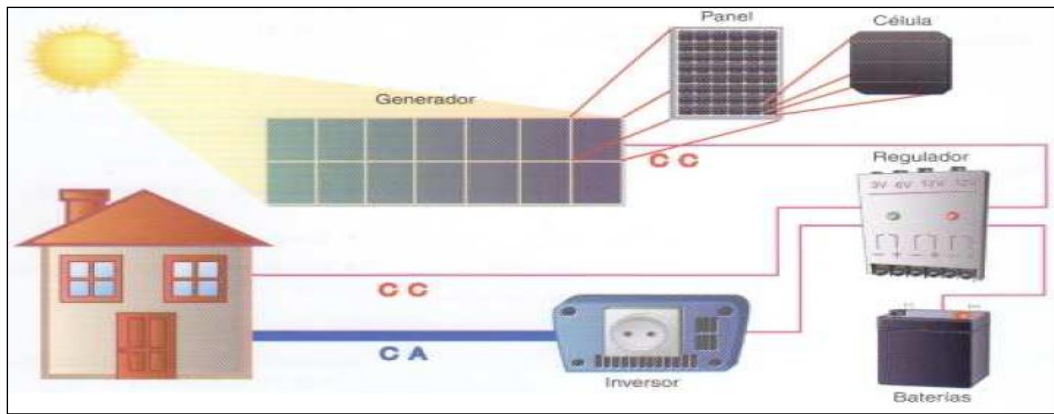


Figura 2. Esquema general de una instalación autónoma

Nota. Esta imagen se presenta un diagrama de un sistema fotovoltaico autónomos, diseñado para permitir la conexión de los electrodomésticos comúnmente usados en los hogares (Díaz, 2018).

2.2.2 Inversor para sistema fotovoltaico autónomo

Los inversores se pueden vincular a la salida del regulador de carga o en bornes del acumulador. Por otro lado, las tensiones comunes (12 V o 24 V) empleadas en SFA, en esta última situación deben soportar el rango de fluctuación de la tensión de entrada proporcionada por el acumulador, y los inversores de salida monofásica de baja potencia (menos de 1.5 kW) (Castejón, 2010).

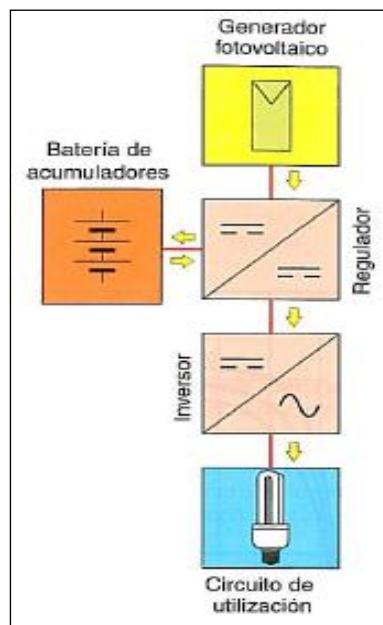


Figura 3. Diagrama de bloque de un sistema fotovoltaico autónomo

Nota. Esta imagen muestra el diagrama de un regulador de carga y batería, cada vez es más frecuente que dispongan de seguidor MPP (Castejón, 2010).

2.2.3 Características de los inversores autónomos

- Entregar la potencia nominal de forma continua, en el rango de temperatura ambiente especificada por el fabricante y arrancar, operación con las cargas, corriente de arranque.
- El autoconsumo del inversor sin carga debe ser menor o igual al 2 % de la potencia nominal de salida.
- Estarán protegidos frente a la siguiente situación:
 - Tensión de entrada fuera del margen de operación.
 - Sobrecarga que exceden la duración y límites permitidos.
 - Desconexión del acumulador
 - Cortocircuito en la salida de corriente alterna.
 - Sobrecarga que excedan la duración y límites permitidos.
- Si el inversor está conectado directamente a la batería de acumuladores tiene que asegurar la protección frente a sobre descargas en el equipo al momento que se llegara a presentar una falla CA y en la potencia de los equipos que se van a conectar.

2.2.4 Convertidor CD-CA (Inversor)

Los dispositivos que realizan la conversión de CD a CA se conocen como inversores, una señal de voltaje simétrico en CA con una frecuencia, se logra modificar el voltaje de entrada de CD y se obtiene una señal de salida variable esto logra regular la modulación del ancho de pulso PWM dentro del inversor y una de las principales características es la variación del voltaje de salida el cual puede ser controlada y modificada por el tiempo de conducción que permite definir la magnitud de la frecuencia de salida (Castejón, 2010).

2.2.5 Dimensiones del inversor

Para la selección de un inversor más apropiado para un sistema fotovoltaico autónomo, hay que determinar su tensión nominal de entrada y su potencia nominal

- La tensión nominal de entrada tiene que coincidir con la tensión nominal del sistema de acumulación, U_n .

- La potencia nominal del inversor se calcula con la suma de todas las potencias de los receptores que pueden funcionar de forma simultánea (Castejón, 2010).

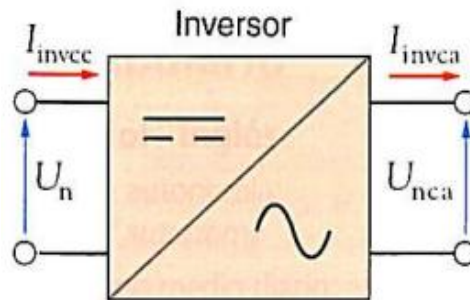


Figura 4. Parámetros característicos del inversor

Nota. Esta imagen muestra para determinar esta potencia se trabaje con los valores de potencia aparente de los receptores (Castejón, 2010).

2.2.6 Funcionamiento y configuración de un inversor

El papel principal del inversor consiste en transformar la corriente continua producida por el generador fotovoltaico en corriente alterna. Como la corriente alterna posee valores tanto positivos como negativos, es necesario que el inversor tenga la habilidad de modificar la polaridad de la tensión que recibe el generador fotovoltaico (Castejón, 2010).

La Figura 5. Representa el esquema de bloque de un inversor básico. Los dispositivos semiconductores de potencia (generalmente transistores MOSFET o IGBT), funcionan como conmutadores electrónicos y están simbolizados por interruptores. No se representa el sistema de control para facilitar la comprensión, entendiéndose que los interruptores se abren y cierran controlando por dicho sistema (Castejón, 2010).

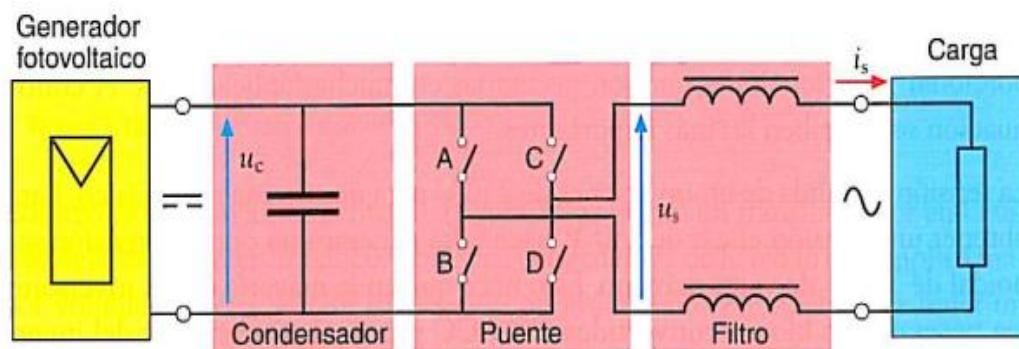


Figura 5. Esquema de bloques esquemático de un inversor básico

Nota. Esta imagen muestra el circuito de conmutación electrónica utilizado en el bloque denominado puente (Castejón, 2010).

Los interruptores A, B, C y D representan dispositivos de conmutación que se abren y cierran alternadamente para producir un periodo cuya duración es el valor de la frecuencia deseada (para una frecuencia de $f = 50$ Hz o 60 Hz el periodo es $1/f$, es decir $1/50 = 0.02$ segundo). Durante un semiperiodo se cierran C y B, donde A y D están abiertos, para poner la tensión de salida generada con la polaridad positiva. En el siguiente semiperiodo los interruptores A y D se cierran, mientras que C y B están abiertos, lo que el voltaje del generador en la salida una polaridad negativa (Castejón, 2010).

2.2.7 Transformador en inversores

El transformador es un dispositivo que cambia la potencia eléctrica alterna con un nivel de voltaje a potencia eléctrica alterna con otro nivel de voltaje mediante la acción de un campo magnético. Los transformadores tienen especial comportamiento dependiendo a la frecuencia a la que se trabaja (Rodríguez, 2024). Es conveniente que la tensión en el transformador sea lo más baja posible para que el error debido a la corriente de vacío sea lo menor posible para un determinado núcleo magnético.

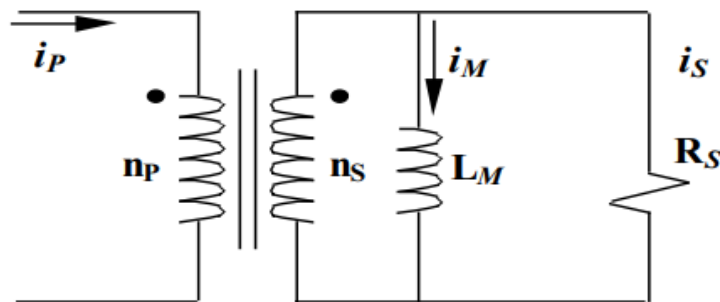


Figura 6. Circuito equivalente simplificado del transformador de corriente

Nota. Esta imagen muestra la tensión secundaria (en el transformador ideal) en valor instantáneo será $i_s R_S$ y para onda senoidal: $\bar{v}_s = \bar{I}_s \times R_S$ (Rodríguez, 2024)

Otra función que tiene un inversor es el aislamiento galvánico entre el generador fotovoltaico que genera CC a CA. Este aislamiento generalmente se realiza con un transformador, que se denomina aislamiento BF (baja frecuencia) si se instala en la salida del inversor, aislamiento AF (alta frecuencia) se instala en la entrada del inversor (Castejón, 2010).

2.3 Tipo basado en transformador

Los inversores monofásicos basados en transformadores siempre tienen dos configuraciones, incluida la que tiene un convertidor DC-DC de un transformador de alta frecuencia y la que tiene un transformador de baja frecuencia (Tanga et al., 2021).

Esto se debe a que, a medida que aumenta la frecuencia, los componentes magnéticos y los devanados del transformador pueden ser más compactos, ya que los campos electromagnéticos y las corrientes inducidas se concentran en áreas más pequeñas. Además del menor tamaño, el hecho de utilizar menos material, particularmente cobre en los devanados, conlleva una disminución de las pérdidas por efecto Joule. Esto contribuye a mejorar la eficiencia general del transformador, lo cual es una característica muy deseable, especialmente en aplicaciones donde la eficiencia energética es un factor crítico, como en dispositivos electrónicos portátiles o en sistemas de distribución de energía eléctrica de alta densidad (Hoyos, Sanclemente, & Quintero, 2021).

- **Inversor con aislamiento AF:** Los inversores que cuentan con aislamiento AF. Aplican un bloque de conmutación para transformar la corriente continua del generador fotovoltaica en una corriente alterna de alta frecuencia mediante un puente convertidor, la cual pasa por un transformador para aislamiento y ajustamiento de la tensión. Posteriormente, un rectificador transformador esta corriente alterna de nuevo en corriente continua, la cual finalmente alimenta el inversor básico para generar corriente alterna senoidal que sea compatible con la carga o la red (Castejón, 2010)

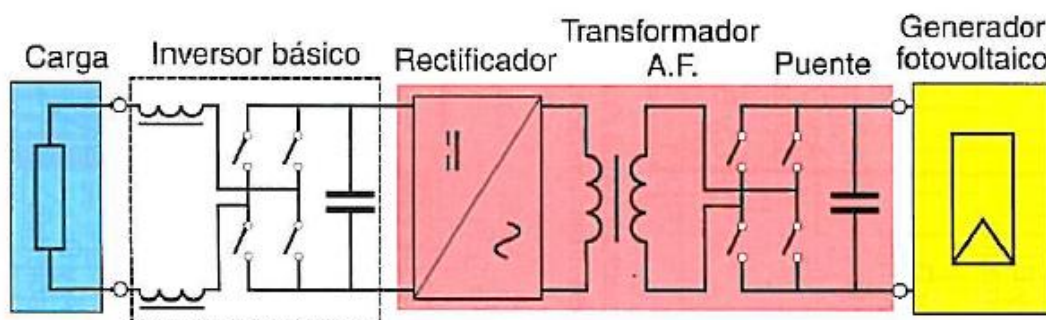


Figura 7. Inversor con aislamiento AF

Nota. Esta corriente continua la recibe el bloque inversor que la convierte en corriente alterna senoidal con las características requeridas en la carga (Castejón, 2010).

El inversor con aislamiento BF: Los primeros sistemas fotovoltaicos incluyen un transformador de baja frecuencia, situado entre la etapa de conversión. Este transformador es necesario para garantizar el aislamiento galvánico entre el sistema, proporcionando así protección personal. Además, el transformador aísla el sistema fotovoltaico de la tierra, pero a su vez aumenta el peso, el tamaño y el costo. El transformador también se utiliza para evitar que la corriente continua sature el sistema y para incrementar el voltaje de salida del inversor (Cruz & Fuente, 2012).

La Figura 8. El bloque inversor básico tiene un transformador en su salida. Lo que significa que es más grande y pesado que los inversores con aislamiento AF (Castejón, 2010). Opera en soporte de picos de potencia superior y duran intervalos de tiempo más elevados, con el fin de conseguir alimentar al transformador con una señal que permite trabajar sin saturación en el núcleo.

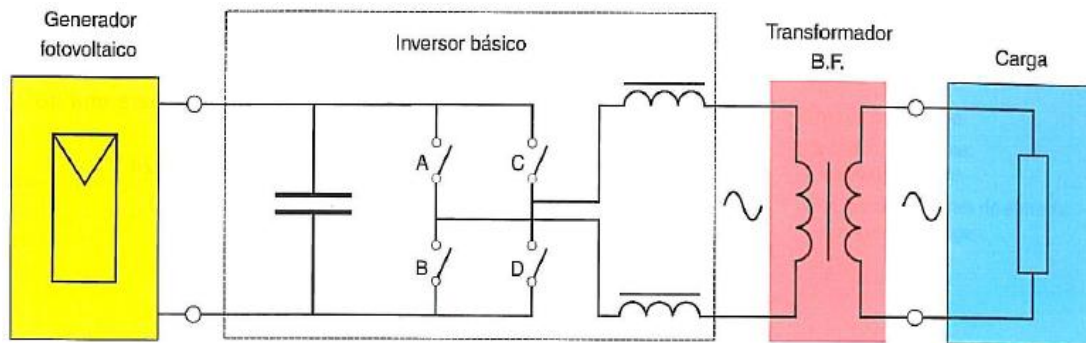


Figura 8. Inversor con aislamiento BF

Nota. Se muestra el bloque inversor básico tiene un transformador en su salida (Castejón, 2010).

2.3.1 Características principales de los inversores de baja frecuencia

- **Transformador de baja frecuencia:** A diferencia de inversores de alta frecuencia, que usan transformadores más pequeños.
- **Durabilidad y fiabilidad:** son más robustas y duraderos
- Mayor robustez
- Utiliza un transformador de baja frecuencia (50/60 Hz) para la etapa de aislamiento
- Mayor volumen y peso del transformador
- Alcanzan eficiencias de conversión ligeramente inferiores a los de alta frecuencia

2.3.2 Características principales de los inversores de alta frecuencia

Inversor Alta frecuencia: El transformador de alta frecuencia se distingue por su capacidad de respuesta más rápida y con mayor precisión para cambiar las condiciones de carga precisa, reducir el tamaño, el peso más ligero, así como el ruido del mismo, se requiere menos cable de cobre, reducir las pérdidas y aumento la eficiencia del transformador, puede lograr la máxima densidad de potencia (Castejón, 2010).

- **Tamaño compacto y ligero:** los inversores de alta frecuencia son más pequeños y livianos, fácil de instalar y manejar, y especialmente útiles en sistemas fotovoltaicos de pequeña escala.
- **Menor costo operativo:** al generar menos calor y ser más eficientes, estos inversores tienden a tener menos costos de operación y mantenimiento a largo plazo
- **Adaptabilidad a carga de bajo consumo:** son perfectos para sistemas fotovoltaicos pequeños, permite alimentar dispositivos con bajo demanda energética
- **Menor generación de calor:** la alta frecuencia permite que el inversor genere menos calor en comparación con los inversores de baja frecuencia.
- Menos peso del transformador

2.4 Seguidor del punto de máxima potencia

Un seguidor de punto de máxima potencia o seguidor MPPT (Máximo Power Point Tracking – MPPT) es un adaptador eléctrico que garantiza que el panel fotovoltaico en la zona de su curva característica. Con el fin que el generador fotovoltaico proporcione la potencia máxima posible, el inversor debe hacer que el generador trabaje a el punto de máxima potencia (Castejón, 2010).

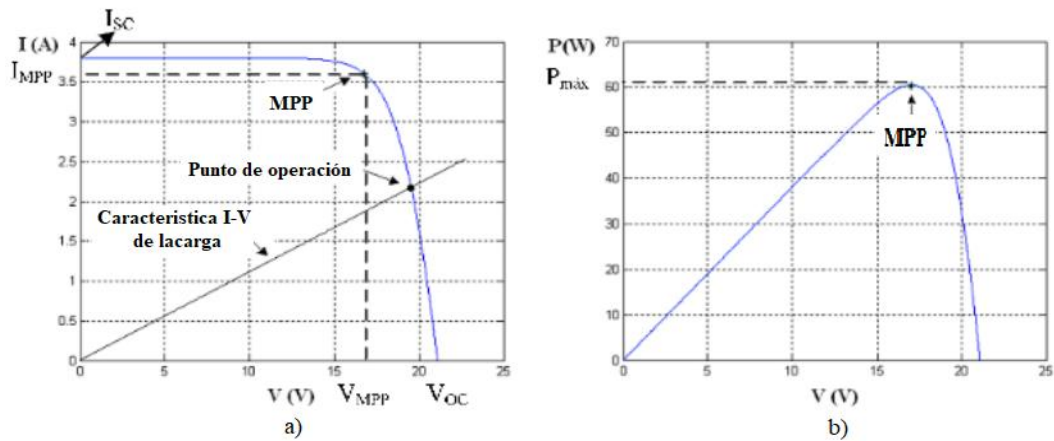


Figura 9. (a) Característica I-V de un panel comercial para una temperatura y radiación dadas. (b) característica P-V para las mismas condiciones

Nota. Esta imagen muestra la representación de la curva característica I-V y P-V de un generador fotovoltaico (Cruz & Fuente, 2012).

La potencia entregada por un generador fotovoltaico depende del punto de trabajo sobre su curva característica, existiendo un punto en el que el generador entrega la máxima potencia. También vimos que el punto de trabajo depende de la temperatura, la irradiancia y la resistencia eléctrica del circuito conectado al generador fotovoltaico (Castejón, 2010).

2.5 Medición de la eficiencia

2.5.1 Fuente de alimentación

Para los acondicionadores de potencia que funcionan con tensión de entrada fija, la fuente de alimentación de C.C. será una batería de almacenamiento o una fuente de alimentación de tensión constante para mantener la tensión de entrada, los acondicionadores de potencia que emplean el seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT) y los acondicionadores de potencia (IEC, 2000).

2.5.2 Prueba de temperatura del inversor

La prueba de encender la fuente con la tensión nominal de entrada de inversor y mantener el inversor durante cinco horas operando a potencia nominal en el ambiente previamente acondicionada 25°C a 40°C, conectando consecutivamente la carga con la referida distribución, para cada caso registre los valores actuales (media y onda) y tensión de la entrada DC y, del lado AC, corriente, tensión, frecuencia y distorsión armónica (IEC, 2000).

a. Entrada tensión

Las mediciones efectuadas en el interior del aparato se repetirán con tres tensiones de entrada del acondicionador de potencia:

- Tensión de entrada nominal mínima del fabricante.
- El voltaje nominal del inversor o el rango.
- 90% de la tensión máxima de entrada del inversor.

2.6 El inversor de onda senoidal pura

Este modelo de transformador produce una frecuencia y una tensión con una precisión y exactitud elevadas. Creando una onda más limpia que la propia red eléctrica. Esto es resultado de la utilización de electrónica de vanguardia como los microprocesadores. La utilización de este tipo de inversor se refiere a cualquier dispositivo eléctrico que opere en corriente alterna y con la tensión de salida de tal inversor de 220V o 230V (Díaz, 2018).

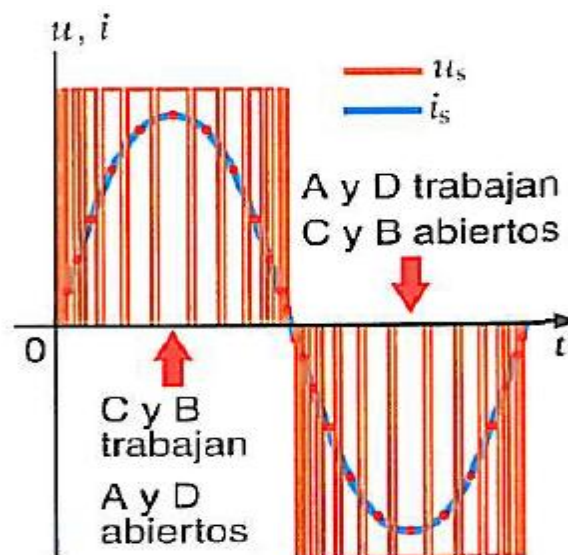


Figura 10. Onda PWM producida un inversor

Nota. Esta imagen muestra la onda senoidal hace que los interruptores A y D, así como C y B, se abren y cierran a una frecuencia determinada (Castejón, 2010).

Para lograr una onda de tensión senoidal, se requiere poner en marcha una modulación PWM a los interruptores del puente, produciendo pulsos de tensión de anchura variable, cuya tensión media se alinea con el valor inmediato que debe poseer la onda senoidal (Tavares & Galdin, 2014).

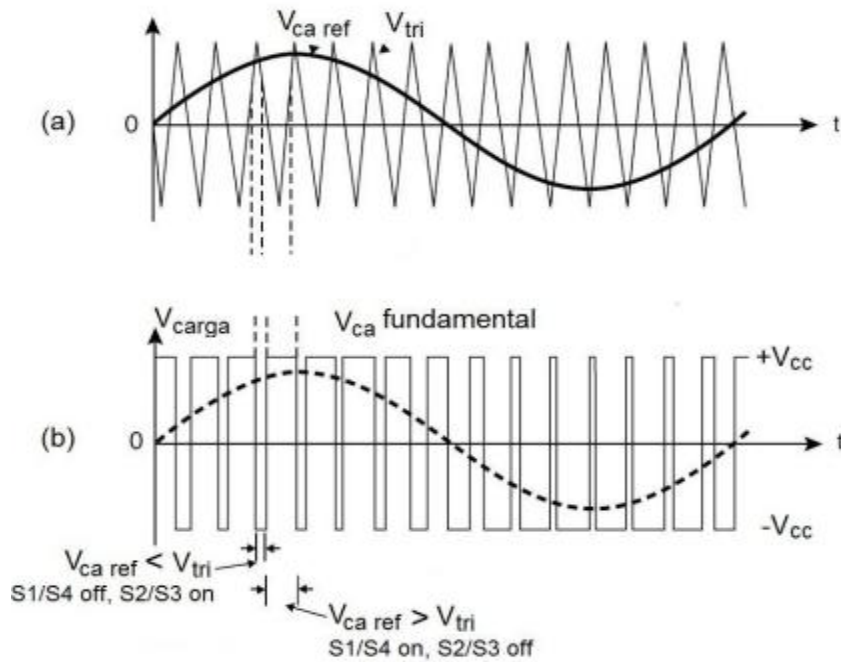


Figura 11. Estrategia de control PWM para un convertidor CC-CA: voltajes de control V_{ceref} y V_{tri} (a) y voltaje a la salida V_{carga} (b).

Nota. Esta imagen muestra la señal de salida es prácticamente sinusoidal de la figura (a) y (b) representan diferentes gráficos PWM) (Tavares & Galdin, 2014).

En los inversores de corriente continua a alterna, funcionan encendiendo y apagando interruptores muy rápido a una velocidad fija (entre decenas y cientos de kHz). El tiempo que los interruptores están encendidos cambia durante cada mitad del ciclo, en una señal de referencia en los pulsos de cortos cuando la señal de referencia es baja y se hacen más largos a medida que la señal aumenta (Tavares & Galdin, 2014).

Valor instantáneo: tanto la corriente que fluye por el circuito como el voltaje entre los extremos de cualquier aparato tendría una forma senoidal a lo largo del tiempo. Los distintos componentes vinculados al circuito generan una diferencia de desfase ϕ entre la tensión y la intensidad (es decir, no se hacen cero al mismo tiempo ni alcanzar su valor máximo simultáneamente) (Fanny, 2024)

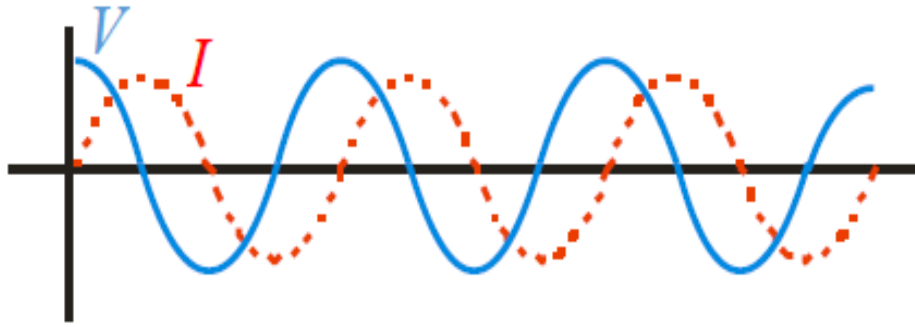


Figura 12. Función de onda senoidal

Nota. Esta imagen muestra la $I(t)$ y $V(t)$ tendrán la forma teniendo en cuenta que las frecuencias típicas de las CA usadas 50Hz, 60Hz, el valor de intensidad en un instante determinado (Fanny, 2024).

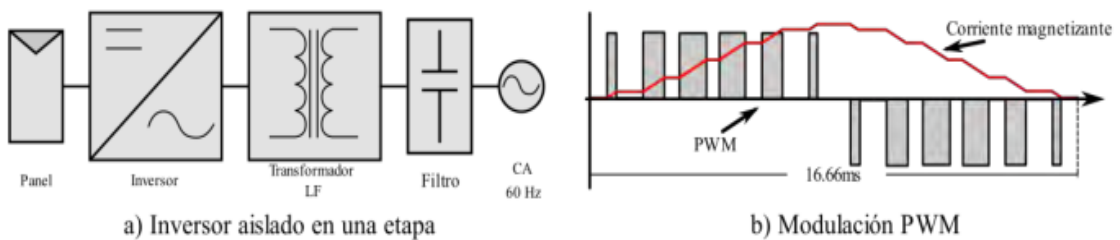


Figura 13. comportamiento de la modulación PWM y corriente magnético en un inversor

Nota. Esta imagen muestra 12 (a), (b). el balance del flujo de la corriente magnética del trasformador se cumple a 60 Hz, en aislamiento galvánico en la topología de conversión de la potencia en la modulación PWM y conseguir reducir el volumen y peso del transformador.

2.6.1 Ecuación de la función senoidal

La Ec. (1), (2) función senoidal en la forma de oscilación de corriente y voltaje.

$$i(t) = I_0 \times \cos(\omega t) \quad \dots (1)$$

$$v(t) = V_0 \times \cos(\omega t + \varphi) \quad \dots (2)$$

lores máximos: son I_0 y V_0 las amplitudes de las funciones.

La impedancia es también una magnitud expresada en números complejos, con su parte real y su parte imaginaria. Si representamos la impedancia de un circuito, o de un elemento del mismo, en el diagrama de fasores.

Factor de potencia

El factor de potencia es un indicador que mide la eficiencia con la que un sistema utiliza la energía eléctrica. En el contexto de un inversor, el factor de potencia está relacionado con la relación entre la potencia activa (real) y la potencia aparente.

La forma de obtener el FP de un aparato electrónico o instalación.

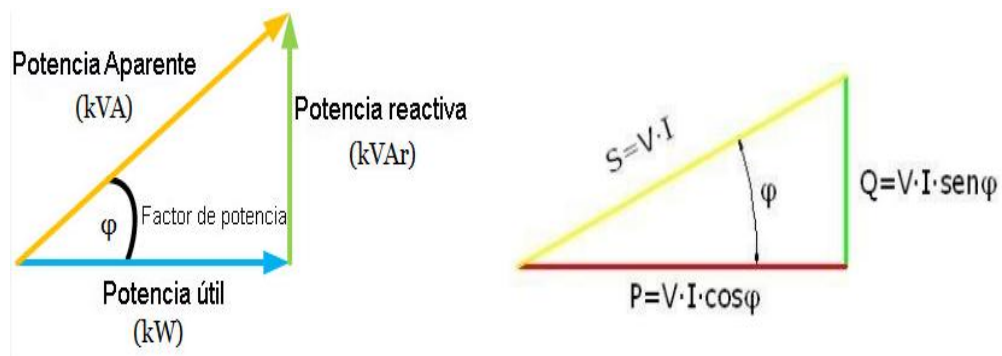


Figura 14. Relación entre potencia aparente, potencia útil y factor de potencia

Nota. Esta imagen muestra la Mediciones de la potencia activa (W), de la tensión (V) y corriente (A), y con las expresiones siguientes se puede determinas dicho factor. (WEG, 2018).

La Ec. (3) El factor de potencia tiene un valor entre 0 y 1, y refleja la relación entre la potencia activa (que realiza trabajo útil) y la potencia aparente, este se representa con la letra φ .

$$\cos\varphi = \frac{P}{S} \quad \dots (3)$$

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Formulación de hipótesis

3.1.1 Hipótesis general

La eficiencia en inversores de baja y alta frecuencia se evalúan mediante la normativa IEC 61683 en el módulo de simulación CHROMA en el laboratorio de energía fotovoltaica en la sede Ayabacas-UNAJ.

3.1.2 Hipótesis específicas

Mediante los parámetros de entrada DC y salida AC se caracteriza los inversores de baja y alta frecuencia en el módulo de simulación CHROMA.

Mediante el procedimiento de la norma IEC 61683 se determina la eficiencia en inversores de baja y alta frecuencia en el módulo de simulación CHROMA.

Mediante el comportamiento en función de la temperatura de trabajo se analiza los resultados de ensayos de eficiencia en inversores de baja y alta frecuencia en el módulo de simulación CHROMA.

3.2 Materiales y equipos

En este capítulo se mencionará los principales equipos en la realización de ensayos en inversores autónomos utilizados en el presente proyecto de investigación.

3.2.1 Área de estudio

El presente proyecto de investigación se realizó en las instalaciones del laboratorio de energía solar fotovoltaica de la escuela profesional de Energías Renovables y Eficiencia Energética de la Universidad Nacional de Juliaca en la sede Ayabacas. Está ubicado a una latitud $15^{\circ}24'34''$ y longitud de $70^{\circ}05'25''$ a 3823 msnm.



Figura 15. Ubicación del Instituto de Energía Renovables y Eficiencia Energética de la Escuela Profesional de Ingeniería en Energía Renovables en la sede Ayabacas.

Nota. Esta imagen muestra la ubicación donde están instalados los equipos de prueba en el laboratorio de sistema de energía fotovoltaicos (Google Earth).

3.2.2 Módulo de pruebas en inversores solares

En el módulo de prueba de inversores autónomos de la EPIER UNAJ se muestra una foto de la zona de pruebas.

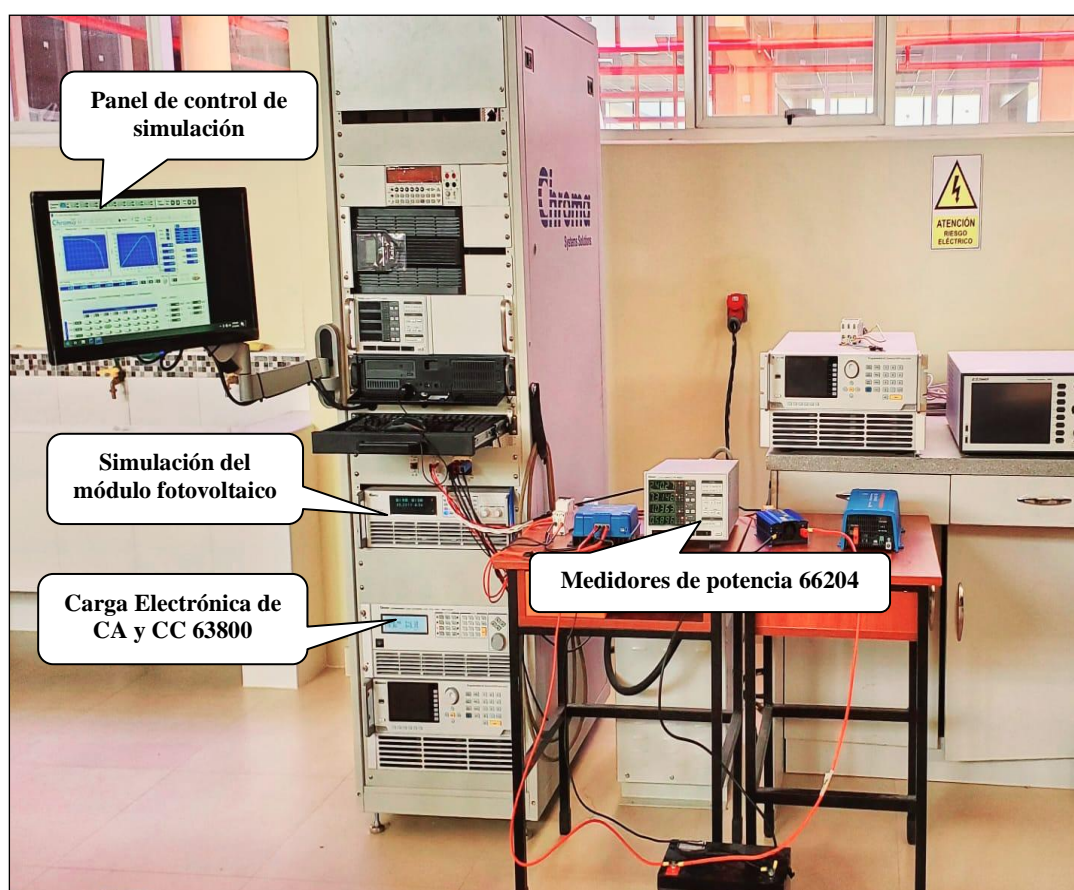


Figura 16. Zona de medición en pruebas de inversores fotovoltaicos autónomos en el laboratorio de energías solar fotovoltaicas EPIER

Nota. Esta imagen muestra los módulos de prueba para inversores autónomos, fuente de alimentación, carga eléctrica, batería, controlador MPPT, los dos inversores de pruebas (Fuente propia).

En el módulo de pruebas se utilizaron para simular inversores fotovoltaicos (off-grid), en mediciones de parámetros eléctricos como tensión, corriente, potencia. Para simular los dos tipos de inversor de alta y baja frecuencia de 500 W con la simulación de la fuente de alimentación 62050H-600S, esto permitirá la simulación de la curva I-V, P-V, con seguidor de potencia MPPT, carga electrónica AC/DC serie 63802, simulador de corriente, voltaje, potencia, rectifica el comportamiento de las cargas del inversor, y el medidor de potencia digital 66204. Los módulos de simulación Chroma cuenta con Soft Panel en pruebas de inversores, con conexiones de interfaz GPIB en mediciones a tiempo real, adquisiciones de datos, los cuales están diseñados para evaluar la eficiencia en inversores fotovoltaico en condiciones reales de funcionamiento, en la relación entre la potencia de salida (Potencia AC) y la potencia de entrada (Potencia DC) en base a la normativa IEC 61683.

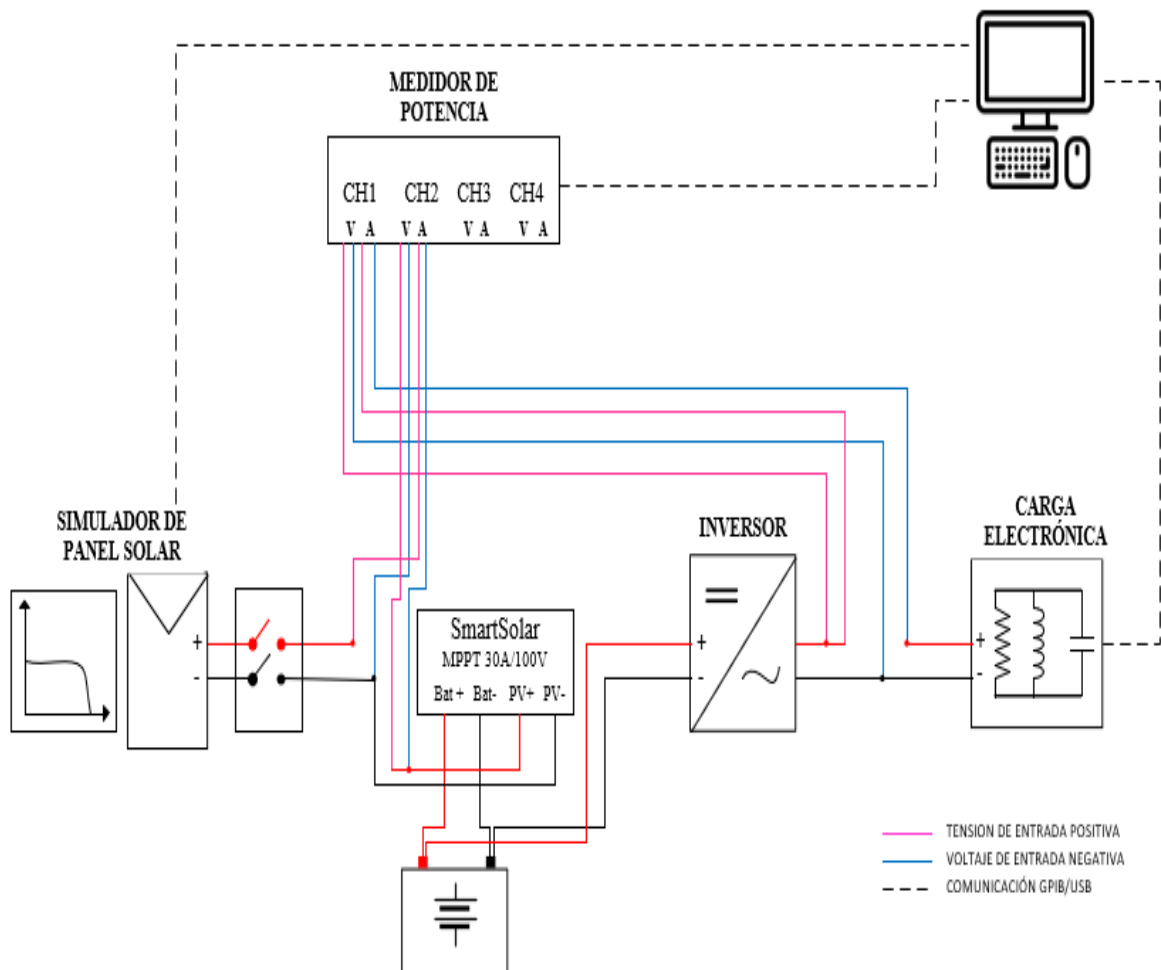


Figura 17. Diagrama de conexión de banco de pruebas en inversores para SFA.

Nota. Se muestra el diagrama de conexionado de los equipos de simulación de pruebas en inversores, en la evaluación de dos tipos de inversores de alta y baja frecuencia en evaluación de la eficiencia, en la recopilación de datos que son cruciales para el análisis del inversor (Fuente propia).

3.2.3 Fuente de alimentación de CC programable (con simulación de paneles solares) serie 62050H-600S

El módulo de simulación 62050H-600S, la fuente de alimentación de CC se puede operar de forma manual o remota a través de una interfaz GPIB/ETHERNET (opcional), UAB. RS-232, la fuente de alimentación de CC con simulación de paneles solares no solo puede simular la curva de la célula solar llamada modo SAS (Chroma, 2021).

- La salida puede simular la curva IV de un módulo de panel solar.
- Establecer las velocidades de respuestas del voltaje y la corriente de salida.
- Modo de programación para formar de onda de salida para proporcionar múltiples combinaciones.

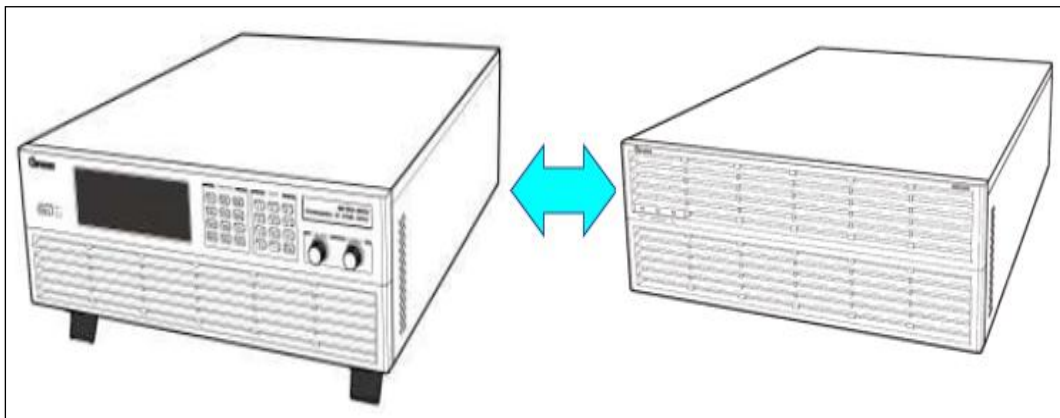


Figura 18. Fuente de alimentación CC programable

Nota. Se muestra en módulo de simulación de paneles solares 62050H – 600S de 5KW de la potencia de salida fuente de alimentación de CC (Chroma, 2021).

Tabla 1

Especificaciones de simulador de panel solar.

Serie 62050H Simulación de panel solar	
Producción calificaciones	
Tensión de salida	0-600V
Corriente de salida	0-8.5A
Potencia de salida	500 W

Nota. los datos fueron obtenidos del manual del fabricante (Chroma, 2021).

3.2.4 Carga electrónica AC/DC programable serie 63802

Las funciones de la carga de la serie 63800 son las misma excepto las variaciones en el voltaje de entrada, la corriente de carga y las clasificaciones de potencia en la carga simulada para la unidad de prueba. Se pueden operar de forma independiente en simulación de carga de CA y simulación de carga de CC (Chroma G. , 2020).

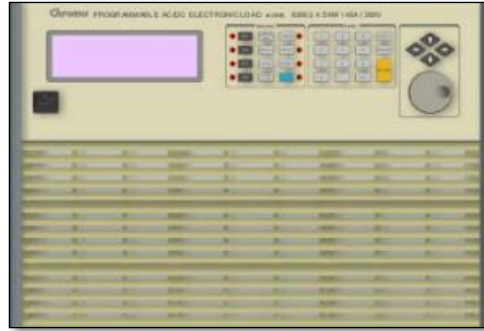


Figura 19. Panel frontal de la carga

Nota. Se muestra el panel frontal de carga electrónica que se muestra en la función de los teclados de entrada de izquierda a derecha (Chroma G. , 2020).

Tabla 2

Especificaciones del simulador carga electrónica 63802.

Simulación carga electrónica 63802	
Potencia	1.8 KW
Actual	$0 \sim 18A_{rms}$
Voltaje	$50 \sim 350A_{rms}$
frecuencia	$45 \sim 440Hz, DC$

Nota. Los datos fueron obtenidos del manual del fabricante (Chroma G. , 2020).

3.2.5 Medidor de potencia digital

Los medidores de potencia digital 66204 de Chroma están diseñados para medir señales de potencia de CA y CC, tanto en aplicaciones monofásicas como trifásicas. Estos medidores ofrecen alta precisión en un amplio rango de corriente y THD, y permiten medir parámetros como distorsión de la intensidad de conexión y energía del voltaje/armónico. El módulo tiene 4 canales que es adecuado para la medición de parámetros de entrada y salida, lo que permite calcular la eficiencia de inversores fotovoltaicos monofásicos y trifásicos (Chroma G. , 2017)

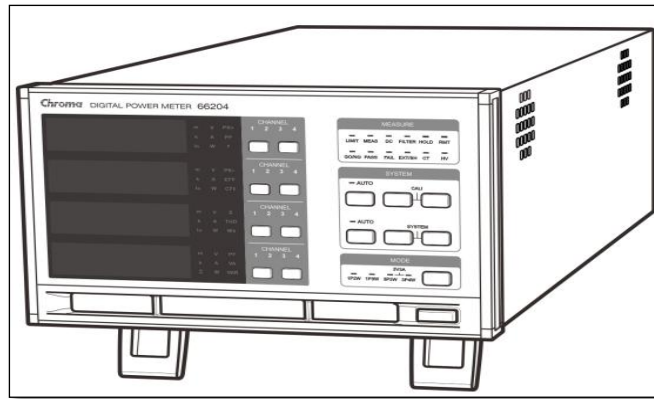


Figura 20. El panel frontal del medidor de potencia digital 66204

Nota. Se muestra el medidor de potencia 66204, tiene la capacidad de proporcionar mediciones independientes como pruebas de inversores fotovoltaico, parámetros de entrada de CC, así como lectura de CA trifásicas en el lado de salida (Chroma G. , 2017).

Tabla 3

Especificaciones del módulo 66204

Especificación módulo 66204	
Canal	4
Medición Parámetros	Vrms, Vpk+, Vpk-, VTHD, Irms, Ipk+, Ipk- VAR, PF, F, Energy
Rango de medición	
Voltaje	15V/30V/60V/150V/Automático

Nota. Los datos fueron obtenidos del manual del fabricante (Chroma G. , 2017).

3.2.6 Regulador victron bluesolar

Regulador de carga Victron Bluesolar MPPT 100/ 30 de 12/24V y 30A. Dispone de controlador MPPT.



Figura 21. Regulador Victron bluesolar MPPT 100/30 DE 12/24V

Nota. Se muestra el regulador de carga en seguidor MPPT de 100/30 (AutoSolar, 2024).

Tabla 4*Ficha técnica del controlador Victron MPPT Bluesolar 100V/30A*

Controlador de carga BlueSolar	
Tensión de la batería	Selección automática: 12V
Corriente de carga nominal	30A
Potencia FV nominal, 12V	440W
Tensión máxima del circuito abierto FV	100V
Max. Corriente de cortocircuito PV	35A
Eficacia máxima	98%
Autoconsumo	12V: 30 mA

Nota. los datos fueron obtenidos del manual del fabricante (AutoSolar, 2024).

3.2.7 Inversor de alta frecuencia

Los inversores de alta frecuencia se distinguen de los de baja frecuencia por el uso del transformador, el cual está presente en los inversores de baja frecuencia. Una de las principales diferencias es que los inversores de alta frecuencia tienen un tamaño más compacto, son más ligeros y tienen un precio más económico (Autosolar, 2024) . La especificación técnica del inversor en la Tabla 5.



Figura 22. Inversor Victron Phoenix de 12V 500VA.

Nota. Se muestra el inversor de alta frecuencia (Victron, 2024).

Tabla 5*Especificaciones técnicas del inversor Victron*

Inversor Phoenix de 24/500	
Potencia cont. a 25°C	500VA
Potencia cont. a 25°C / 40°C	400/350W
Tensión / frecuencia CA de salida	230VCA 60Hz +/-0.1%
Rango de tensión de entrada	9.2 – 17 /
Eficacia máx.	90 / 90 / 91%
Consumo en vacío	6 / 6.5 / 9W

Nota. los datos fueron obtenidos del manual del fabricante (Victron, 2024).

3.2.8 Inversor de baja frecuencia

Los inversores de baja frecuencia tienen características técnicas únicas, como la incorporación de un transformador interno. Generalmente, estos inversores funcionan sin dificultades en instalaciones fotovoltaicas de gran escala y cuentan con aislamiento galvánico. Si bien tienen un mayor peso, tamaño y costo en comparación con los inversores de alta frecuencia, esta inversión es recuperable y necesaria cuando se prevén altos picos de consumo al iniciar (WEG, 2023).



Figura 23. Inversor panel solar 500 W DC 12 V de onda pura

Nota. Se muestra el inversor de baja frecuencia, son más robustos y pesados tiene un bloque de conmutación y rectificación (WEG, 2023).

Tabla 6

Especificaciones técnicas del inversor FP S 500 Inverte Power

Inversor FP-S-500-12	
Potencia nominal	500 W
Tensión de entrada CC	12 V
Tensión de salida CA	230V
Frecuencia	60Hz
Eficiencia	>87%
Consumo de corriente en vacío	<0.7 A / 0.4 A
Forma de onda de salida	Onda sinusoidal pura

Nota. los datos fueron obtenidos del manual del fabricante (WEG, 2023).

3.2.9 Batería prostar gel

La batería de GEL 12V/100AMP prostar, se compone de un electrolito gelificado, convirtiendo el líquido en una masa sólida como gelatina se recomienda dejar cargar 1 día, luego recién conectar la carga, con un rango de corriente equivalente en valor a 1/10 de la capacidad de la batería.



Figura 24. Batería de gel prostar de 12V/100AMP.
Nota. Se muestra la batería GEL (PS-GPDG100-12).

3.2.10 Interruptor termomagnético

El interruptor termomagnético Acti9 IC60N para instalaciones eléctricas industriales, cumple con las normas UNE-EN 60898-1 y UNE-EN 60947-2 apto para el seccionamiento según normas industrial en seguridad total en la protección de circuitos, distribución termal en bajo tensión, protección de circuitos de motor, protección de circuito de CC. Tanto como las especificaciones técnicas del interruptor termomagnético Tabla 7



Figura 25. Interruptor termomagnético IC60N.

Nota. Se muestra el interruptor que cumple con las normas UNE-EN 60898-1 y UNE-EN 60947-2 apto para el seccionamiento según normas industrial (WEG, 2024).

Tabla 7*Especificaciones técnicas de interruptor termomagnético*

Interruptor termomagnético IC60	
Principal	
Tipo de producto o componente	Disyuntor en miniatura
Nombre corto del dispositivo	IC60N
Numero de polos	2P
Numero de polos protegidos	2
Corriente nominal	16 A
Tipo de red	CC - CA
Tipo de unidad de control	Térmico-magnético

Nota. los datos fueron obtenidos del manual del fabricante (WEG, 2024).

3.2.11 Cámara termográfica Flir E8-XT

La cámara termográfica FLIR, enfocada en el mantenimiento predictivo, tiene diversas aplicaciones en el ámbito empresarial, donde la mayoría de los aparatos eléctricos y mecánicos requieren reajustes antes de sufrir averías o fallos. Imágenes térmicas MSX de alta resolución y mayor nitidez (hasta 76 800 píxeles (320 x 240)), estructura sólida capaz de resistir caídas de 2 metros y un uso sencillo con una única mano (FLIR, 2021).



Figura 26. Accesorios de la cámara termográfica

Nota. Se muestra el los accesorios del equipo termográfico E8 (FLIR, 2021).



Figura 27. Elementos de la pantalla

Nota. Se muestra en la pantalla la temperatura de punto de medición, la barra de herramienta de menú (FLIR, 2021).

1. Barra de herramienta de menú principal.
2. Barra de herramienta de submenú.
3. Puntero de medida.
4. Tabla de resultado.
5. Iconos de estado.
6. Escala de temperatura.

La cámara tiene la función de conectarse USB conectado a un PC, la carga de la batería mediante la fuente de alimentación FLIR, transferencia de imágenes de la cámara a un PC para realizar un análisis más exhaustivo en el software FLIR Tools. El tiempo de carga de la batería completamente vacía es de 2 horas y cuando esta la carga completa la LED azul parpadea. (FLIR, 2021).

3.3 Software del sistema de adquisición de datos

Para la adquisición de datos y su posterior análisis durante la ejecución del proyecto de investigación, se utilizaron su software de los módulos de pruebas que permite el control y monitoreo en tiempo real que facilitan la recopilación de datos, permitiendo registrar y almacenar resultados de manera eficiente.

- Software Soft Panels
- Excel

3.4 Metodología

La presente investigación es de tipo aplicativo experimental porque se va utilizar módulos de simulación Chroma, donde se realizará pruebas de inversor de alta y baja frecuencia en la evaluación en tiempo, fecha, medición de los parámetros eléctricos. Tiene un nivel descriptivo que busca caracterizar y evaluar el inversor con el apoyando de la norma IEC 61683, en el contexto teórico.

La metodología es conectar los módulos de simulación como el inversor, controlador, batería, seguidamente del interfaz de los puertos GPIB/USB, y el Soft Panel para configurar los parámetros de simulación en la medición de la potencia de (CC) y salida (CA).

3.4.1 Normativa Internacional IEC 61683-2000

La norma IEC 61683-1999 fue la primera norma mundial que estableció los requisitos y métodos de prueba para la eficiencia de los inversores fotovoltaico. La norma abarca tanto en pruebas de inversores conectados a la red eléctrica como los inversores autónomos, lo que permite una evaluación del desempeño de los equipos en acondicionadores de potencia que se ocupa tanto de la eficiencia de conversión, la norma ha sido renovada en el año 2019 por la Comisión Electrotécnica Internacional (Franceschi, 2018).

3.4.2 Banco de pruebas

Se muestra un esquema del banco de pruebas propuesta por la norma aplicable, el banco de pruebas cuenta de dos salidas principales: una salida de corriente (CA) y una salida de corriente (CC).

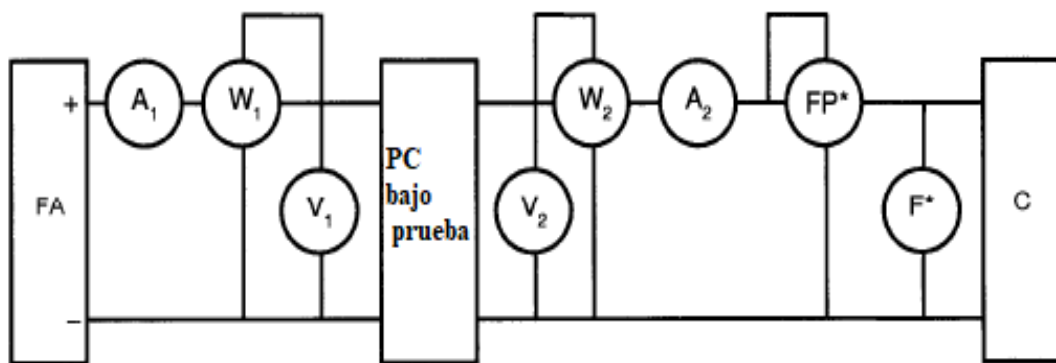


Figura 28. Esquema del banco de prueba para inversor de tipo

Nota. Se muestra el esquema presentado puede considerarse una representación monofásica del banco de pruebas, lo cual permite su aplicación también para evaluar sistemas eléctricos multifásicos (IEC, 2000).

Donde:

FA: Fuente de alimentación variable de tensión y de corriente de c.c.

PC: Acondicionador de potencia.

V_1 : Voltímetro c.c.

A_1 : Amperímetro c.c.

W_1 : Watímetro c.c.

V_2 : Voltímetro c.a. o c.c.

A_2 : Amperímetro c.a o c.c.

W_2 : Watímetro c.a o c.c.

C: Carga

F^* : Frecuencímetro c. a.

FP^* : Medidor de factor de potencia

Fuente de alimentación de CC

Nota 1: El medidor de frecuencia FCA y el medidor de factor de potencia FP deben descartarse en caso de que la salida del convertidor sea de voltaje de CC. Las mediciones pueden realizarse con equipos específicos para cada variable, voltímetro, amperímetro. o un analizador de energía que meda simultáneamente. En el caso de los analizadores de energía, la sincronización de las mediciones esta garantizadas, pero al usar equipos independientes, es necesario confirmar que las mediciones de tensión y corriente se realicen en el mismo instante de tiempo (IEC, 2000).

3.4.3 Fuente de alimentación C.C para ensayo

Para los dispositivos que operan aun voltaje de entrada constante, se debe usar una batería con voltaje fijo o una fuente de alimentación de corriente continua. Para los equipos que utilizan algoritmos de seguimiento de punto de máxima potencia (MPPT), se debe emplear un arreglo fotovoltaico (IEC, 2000).

3.4.4 Cargas resistivas

En convertidores fuera de la red (Off-grid), la eficiencia debe medirse cuando el equipo alimenta una carga puramente resistiva, que debe ser ajustada para los diferentes niveles de potencia que se van a probar, 5%, 10%, 25%, 50%. 75%, 100% y 120% de la potencia nominal de CA (IEC, 2000).

3.4.5 Cargas reactivas

Para inversores aislados, es necesario medir la eficiencia cuando se alimenta de una carga reactiva, que suministre un factor de potencia igual al nivel mínimo especificado por el fabricante (o 0.25, el que sea mayor) y a niveles de potencia de 25%. 50% y 100% VA. La carga también debe ser configurada a FP igual a 0.50 y 0.75 a los mismos niveles de potencia, en la Figura 28. se observa un ejemplo de carga reactiva (IEC, 2000).

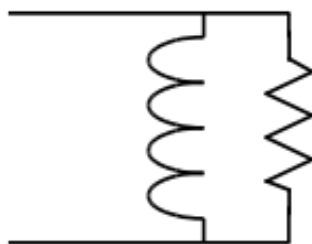


Figura 29. Ejemplo de carga reactiva

Nota. Se muestra un ejemplo de carga reactiva (Franceschi, 2018).

3.4.6 Rendimiento de salida nominal

Relación entre la potencia de salida y la potencia de entrada cuando el acondicionador de potencia opera a su potencia nominal.

3.4.7 Rendimiento de salida parcial

Relación entre la potencia de salida y la potencia de entrada cuando el acondicionador de potencia funciona por debajo de su potencia nominal en un periodo de tiempo determinado.

3.4.8 Simulador de campo (FV)

Simulador que tiene características I-V equivalentes a un campo fotovoltaico.

3.4.9 Seguidor de punto de máxima potencia

Control de la tensión de entrada que hacer operar al acondicionador de potencia siempre cerca del punto de máxima potencia de salida del campo fotovoltaico (FV).

3.4.10 Condiciones de medición del rendimiento

El rendimiento deberá evaluarse según las condiciones detalladas en los segmentos siguientes en la Tabla 8. Es posible descartar condiciones que se encuentren fuera de los rangos de operación permitidas por el fabricante.

3.4.11 Temperatura

Todos los instrumentos de medición deben emplearse bajo las condiciones ambientales que los fabricantes especifican en sus manuales. Es necesario llevar a cabo las mediciones a una temperatura ambiente de $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ (IEC, 2000).

Tabla 8
Condiciones de prueba IEC 61683-2001

Carga total, % de VA nominal		5	10	25	50	75	100	120
Conectado a red	Carga resistiva	-	x	x	x	x	x	x
Aislado	Carga resistiva	x	x	x	x	x	x	x
	Carga reactiva							
	FP = 0.25 o mínimo	-	-	x	x	-	x	-
	FP = 0.50 (>mínimo)	-	-	x	x	-	x	-
	FP = 0.75 (>mínimo)	-	-	x	x	-	x	-
	Carga no-lineal							
	NL = 25% de VA	-	-	x	x	-	x	-
	NL = 50% de VA	-	-	-	x	-	x	-

Nota. los datos fueron obtenidos del manual del IEC 61683.

3.4.12 Cálculo de eficiencia

- **Potencia de entrada (P_{DC}):** es la potencia eléctrica (en vatios) que se suministra al inversor desde el sistema fotovoltaico. Se mide en la entrada del inversor.
- **Potencia de salida (P_{AC}):** es la potencia eléctrica (en vatios) suministrado por el inversor a la carga. Se mide en la salida del inversor
- **Eficiencia (η):** es la relación entre la potencia de salida y la potencia de entrada del inversor, expresada como un porcentaje.
- Se calcula el rendimiento de salida nominal a partir de los datos medidos con la ecuación:

$$\eta_R = \left(\frac{P_{AC}}{P_{DC}} \right) \times 100 \quad \dots (4)$$

Donde:

η_R es el rendimiento nominal de salida (%).

P_{AC} es la potencia nominal de salida del acondicionador de potencia (kW).

P_{DC} es la potencia de entrada al acondicionador de potencia nominal (kW).

Condiciones de prueba: establece las condiciones específicas de prueba, como niveles de irradiación, temperatura ambiente, y tipo de carga, que deben reflejar las condiciones de operación esperadas.

3.4.13 Procedimiento de prueba

Las pérdidas sin carga representan la potencia CC, medida en la entrada del convertidor que se consume para funcionar al valor de salida nominal (voltaje y frecuencia) sin carga conectada al convertidor (IEC, 2000).

- Ajustar a temperatura ambiente para $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.
 - Ajustar el voltaje de CC de entrada al valor mínimo indicado por el fabricante y proporcionar suficiente energía en nivel de potencia más alta a probar.
 - La fuente de alimentación de CC y a la alimentación del simulador de CA en la carga a utilizar (resistiva, reactiva) en carga resistiva.
 - Para en punto de máxima potencia (MPPT). Si no se observa la estabilidad, espere al menos 5 minutos.
 - Medir y registrar los valores de potencia de entrada y salida durante al menos 30 segundos.
1. Conecte el puerto de comunicación GPIB/USB con la fuente de alimentación y simulación de la carga, medidor de potencia.
 2. Defina los parámetros de la fuente alimentación de CC y fuente de simulados de carga CA, para los valores nominales en funcionamiento.
 3. Ajustar de acuerdo con las instrucciones del fabricante para simular el módulo de simulación, potencia máxima, tensión, corriente, temperatura, irradiancia.
 4. Realice las mediciones cambiando las mediciones de orden descendente (120%, 100%, 75%...) hasta completar todos los puntos de medición, cuando no hay cambio de el voltaje de entrada se puede estabilizar nuevamente de 30 segundos.
 5. Ajustar la carga al nivel de potencia definida y mida los valores de las pruebas tomadas, en completar todos los puntos de potencia medidas con un tiempo de 5 minutos o pueda reducir a 3 minutos cambiando tensión de entrada CC.

8. Tecla ELIMINAR: presionar el teclado para eliminar el valor de entrada.
9. Tecla EXT: para ir a la pantalla anterior.
10. Tecla LOCK: presione esta tecla para bloquear todas las teclas y la perilla giratoria. Durante 3 segundos.
11. Tecla ON/OFF: presione esta tecla para cambiar la salida “ON” o “OFF”.
12. Tecla CONFIG: presione esta tecla para saltar a la “página de elección de configuración” para configurar varias funciones.
13. Tecla SAVE: presione esta tecla para guardar la configuración en la “página de funciones de programa y configuración”.
14. Tecla de movimiento del cursor: teclas para mover el cursor al parámetro que se va a modificar.
15. Perilla giratoria de voltaje: girar la perilla para ingresar datos o seleccionar un elemento
16. Perilla giratoria de voltaje y corriente, para ingresar datos o seleccionar un elemento.
17. Botón giratorio actual: girar la perilla para ingresar datos o seleccionar un elemento
18. Interruptor de alimentación enciende o paga la alimentación.
19. Interruptor de alimentación principal: enciende o apaga la alimentación.
20. Soporte de bastidor: (opción) utilice el soporte izquierdo (derecho) para conectar la fuente de alimentación al bastidor.
21. LED muestra su estado la luz verde indica encendido, la luz amarilla indica que los datos se están transmitiendo o la comunicación es normal, la luz roja indica que se produjo una falla durante el funcionamiento.

En la simulación con la fuente cc, al acondicionar la potencia de una tensión de entrada con seguidor de punto de máxima potencia se tomaron datos de la tabla 8 en la característica de módulo FV de 100 W conectados en serie con 4 módulos de simulación, es posible enviar comandos a la fuente para la irradiancia y la temperatura de conjunto simulado.

3.5.1 Barra de funcionamiento

En la Figura 30. Se observa la barra de funciones contiene ejecución automática en prueba de MPPT dinámica, de sombras, escritura de archivos I-V, lectura de archivos, la función de botón es enviar los datos de la curva I-V a la memoria de la fuente de alimentación que sustituyen a los datos ingresados manualmente, en Report botón para ingresar a la ventana de edición de informe comienza a grabar, el Back el botón para volver a la página anterior en el caso de volver a conectarse el botón se desactivara si todavía hay un canal en estado de salida de voltaje, el Save as (guardar como) función que cumple en almacenar todos los parámetros de configuración en un archivo en la carpeta “Escritorio” y “Mis documentos”.

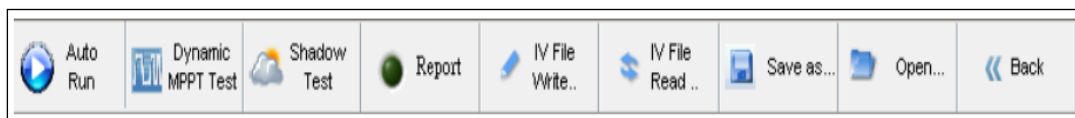


Figura 31. Barra de función del panel principal

Nota. Se muestra la barra de funciones contiene ejecución automática, lectura de archivos, la función de botón es enviar los datos de la curva I-V a la memoria de la fuente de alimentación que sustituyen a los datos ingresados (Chroma G. , 2020).

La función de esta pestaña es configurar la salida básica del voltaje de CC en el módulo de salida CV & CC en lugar del modo de curva I-V para el voltaje V_{set} y la corriente I_{set} .

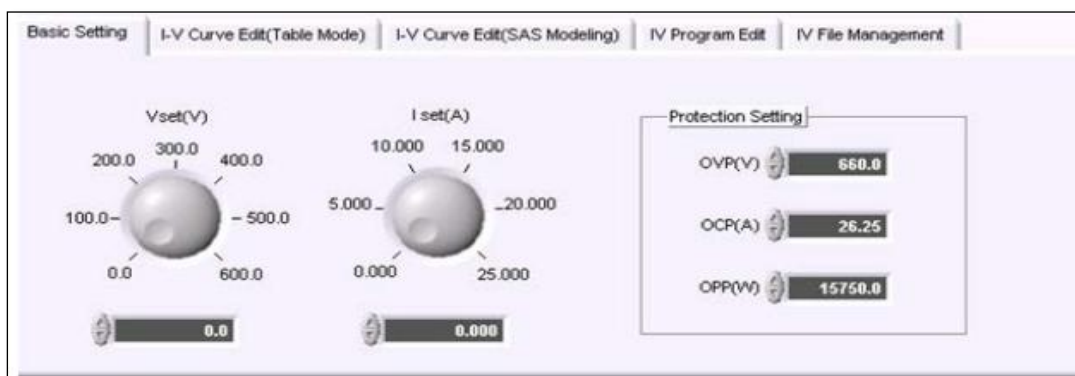


Figura 32. Pestaña función básica.

Nota. Se muestra la pestaña de simulación del módulo fotovoltaico que suministra la energía a los inversores, permitiendo realizar pruebas en función del inversor en cambiar los parámetros, que dependan del sol y permitir la realización de las pruebas (Chroma G. , 2020).

3.5.2 Simulación de la curva I-V

Los simuladores de modulo fotovoltaicos suministran energía a los inversores, simulando la curva I-V, permitiendo realizar pruebas en función del inversor en cambiar los parámetros, que dependan del sol y permitir la realización de las pruebas. Para la simulación se tomó las características de una ficha técnica de un módulo fotovoltaico de 100 W conectado en serie, con un panel de control Solar Array Main Panel que nos permite observar los parámetros de medición V_{OC} , I_{OC} , V_{mp} , I_{mp} , P_{mp} . Como el (SAS modeling), que nos permite modelar el trazado de la curva I-V y P-V.

- El software se desarrolló en 3 pantallas principales, Solar Array Simulación soft Panel, panel de carga electrónica de CA/CC, medidor de potencia digital.
- **Campo A:** Se puede observar la forma de onda a través del grafico de forma de onda I-V y P-V o verificar los datos a través de tabla I-V gráfico de forma de onda, el programa calcula el V_{OC} , I_{OC} , V_{mp} , I_{mp} , P_{mp} .
- **Campo B:** En medición de Solar Array I-V curva edit, las 3 filas son V_{min} , V_{nom} , V_{max} , medición de las 8 columnas son números % que son de 5%, 10%, 20%, 30%, 50%, 75% y 100% de forma predeterminada en funciones requeridas, están integradas para facilitar al usuario la edición de varias curvas I-V para probar el rendimiento estático de MPPT y la eficiencia de conversión del inversor fotovoltaico.
- **Campo C:** la pestaña de parámetros correspondiente a de I_{rr} , TC, I_{rrREF} , β , TREF, P_{max} y FF.

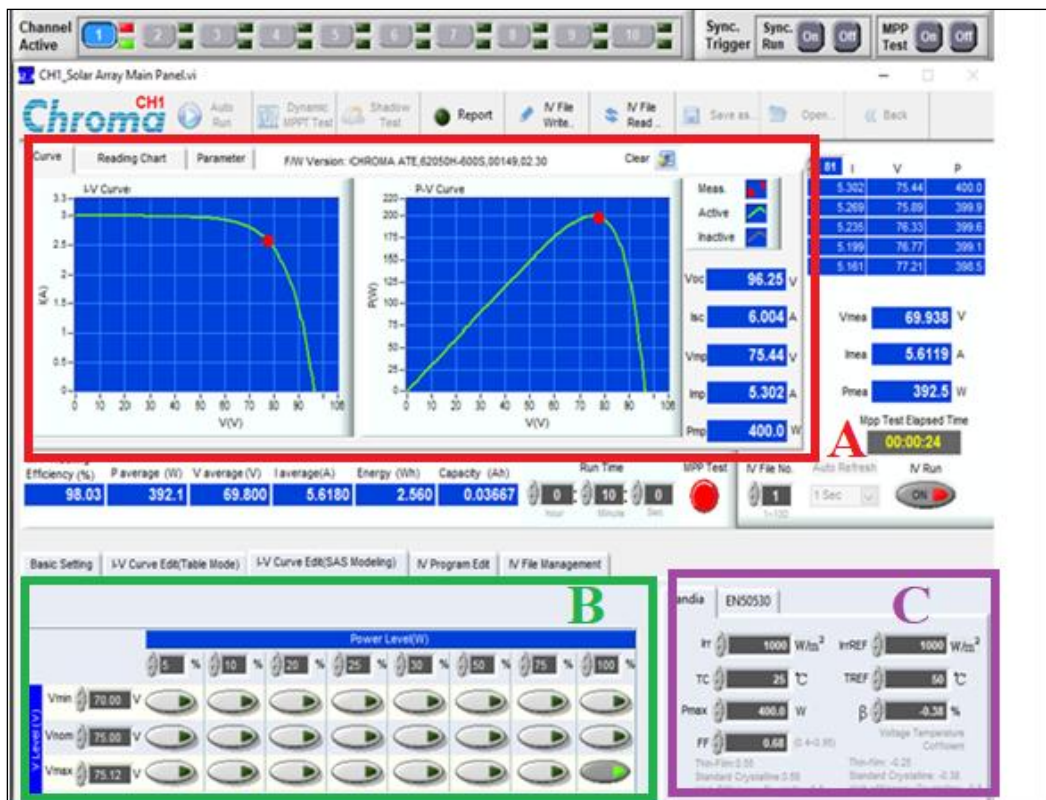


Figura 33. Panel de configuración de módulo de simulación de fuente de corriente continua
Nota. Se muestra la simulación se consideró la realización en secuencia y su seguimiento a través de 3 campos (A, B, C), de las funciones que cumple cada pestaña (Chroma G. , 2020).

Tabla 9
Características del módulo fotovoltaico de simulación

Módulo FV 100 W	
Potencia máxima (W)	100 W
Tensión de potencia optima (V_{mp})	18.78 V
Corriente operativa optimo (I_{mp})	5.32 A
Tensión de circuito abierto (V_{oc})	22.64 V
Corriente de cortocircuito (I_{sc})	5.70 A
Eficiencia de célula (%)	17.88 %
Eficiencia de módulo (%)	14.90 %
Tolerancia (%)	± 3%
Noct	47 °C +/- 2 °C

Nota. Se muestra la característica del módulo fotovoltaico que se simulo en la medición del Solar Array.

3.5.3 Simulación de carga electrónica CA

Las simulaciones con el módulo de carga electrónica de CA y CC 63800 de Chroma que permite simular una amplia variedad de carga y sus funciones avanzadas de monitoreo como los siguientes modos de funcionamiento: modo CC, CR y CP. En el

modo CC y CP que permite programar el factor de potencia o factor de cresta, en simulación.

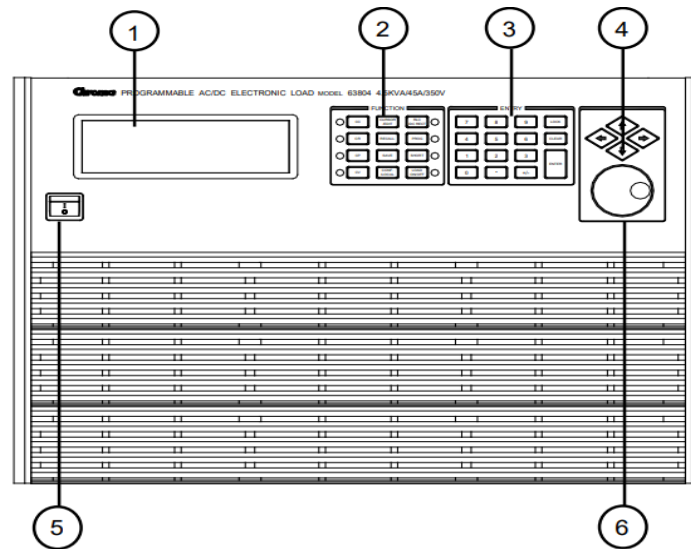


Figura 34. El panel frontal de la carga electrónica

Nota. Se muestra la carga electrónica que incluye una pantalla LCD, 8 indicadores LED de estado de teclado en la pantalla LCD mostrara las funciones realizadas cuando se utiliza los teclados (Chroma G. , 2020).

1. Pantalla LCD.
2. Teclado de función: para seleccionar el modo de carga, el modo de control y la configuración del sistema.
3. Teclado numérico: para la configuración de datos.
4. Tecla de cursor: para la configuración y edición.
5. Interruptor de encendido.
6. Botón giratorio: para un control rápido de los parámetros activos.

Dado que el factor de potencia (PF) es una función de voltaje y corriente en tiempo real, la carga chroma monitorean constantemente la lectura del factor de potencia y utiliza estos datos para ajustar dinámicamente la forma de onda de carga en ajuste del factor de potencia es preciso y no sobrecarga la UUT.

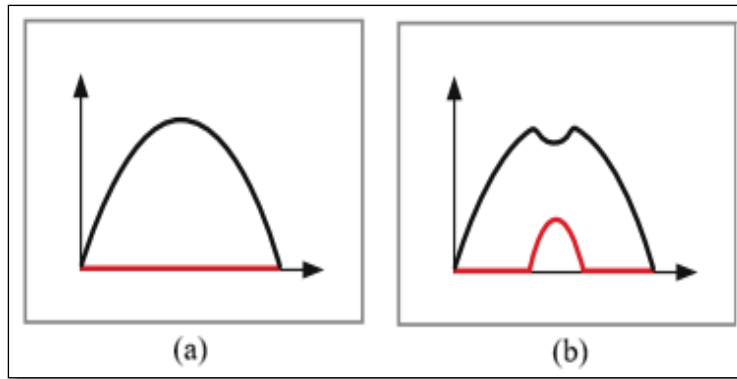


Figura 35. Forma de onda sinusoidal del voltaje

Nota. Se muestra en (a) y (b) la onda de voltaje sinusoidal en la forma distorsionada después de aplicar la carga que se muestra en el factor de potencia (Test, 2018).

La Ec. (5) muestra el factor de potencia

$$PF = \frac{P_{active}}{V_{rms} \times I_{rms}} = \frac{\frac{1}{T} \int_0^T V(t) \times i(t) dt}{\sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T V^2(t) dt} \times \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2(t) dt}} \quad \dots (5)$$

El modo CC, CR, CP, se puede utilizar para pruebas de fuente de alimentación de voltaje regulado. El modo DC rectifica para simular el comportamiento de carga de los inversores.

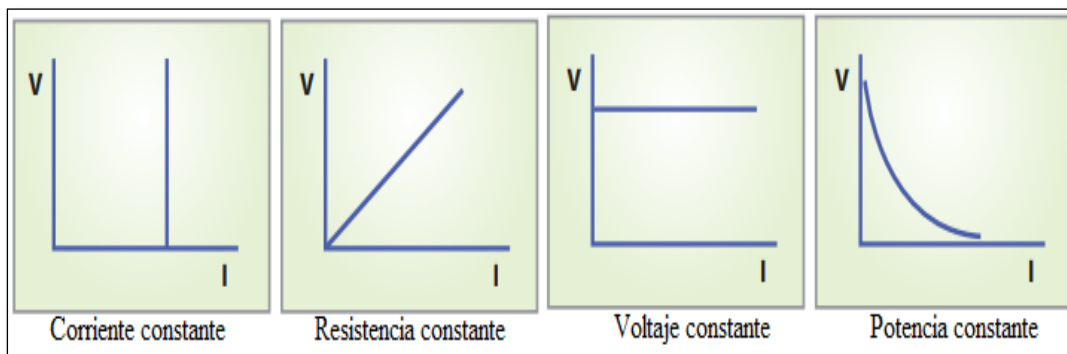


Figura 36. Simulación de carga de corriente constante, resistencia, voltaje, potencia

Nota. Se muestra un ejemplo de simulación de la carga de cuatro modos de carga: corriente constante, resistencia constante, voltaje constante y potencia constante (Test, 2018).

Se muestra la pantalla del software de simulación de pruebas de la carga electrónica dividida en cuatro campos (A, B, C y D).

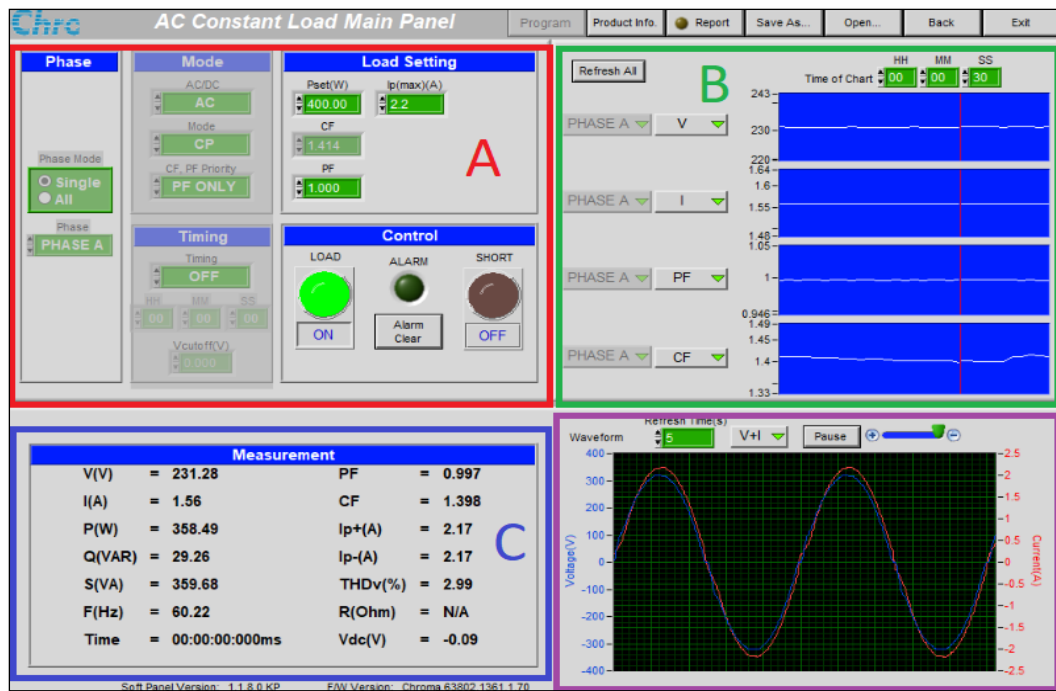


Figura 37. Soft Panel de prueba en simulación de carga

Nota. Se muestra un ejemplo de la pantalla de simulación en las pruebas de carga electrónica dividida en cuatro campos (A, B, C y D) (Chroma G. D., 2021).

- **Campo A:** Se muestra configuraciones de parámetros en modo de carga, en temporización LOAD ON/OFF y SHORT ON/OFF de la carga electrónica, modo AC/DC, CF, PF, Iset(A), se encuentra la configuración del temporizador en el tiempo de espera del corte en V de la carga electrónica.
- **Campo B:** Muestra cuatro conjuntos de gráficos que muestran las curvas de los valores de medición, se puede seleccionar para diferentes parámetros de voltaje, corriente y potencia en el tiempo requerido.
- **Campo C:** Muestra las mediciones que se ingresa en las cargas eléctricas, V, A, W, F(Hz). PF, CF, THDv (%).
- **Campo D:** Muestra la carga electrónica de forma de onda de voltaje y corriente de medición V o I o V+I se establece segundos de intervalo para capturar una forma de onda.

3.6 Medidor de potencia digital

Panel frontal del medidor de potencia digital 66204 es como se muestra en la Figura 37. Las funciones numeradas del 1 al 10 se describen a continuación.

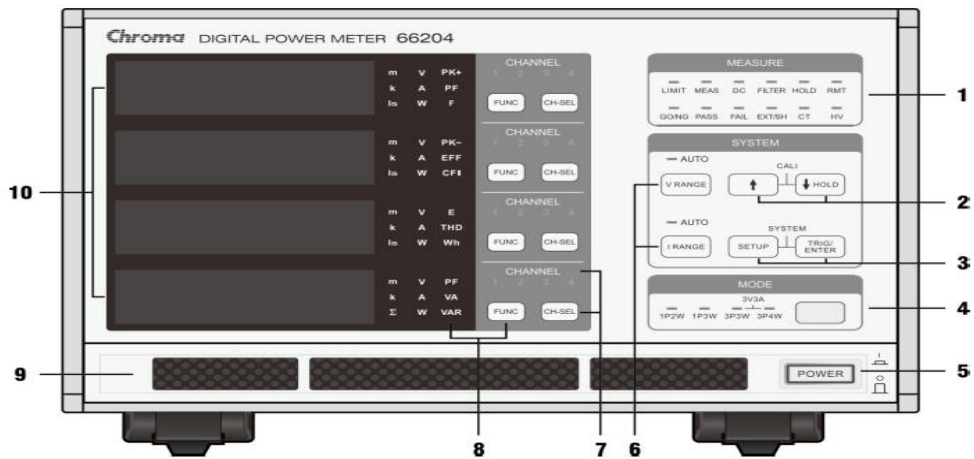


Figura 38. Panel frontal del medidor de potencia digital 66204.

Nota. Se muestra el panel frontal del medidor de potencia digital enumeradas (Chroma G. , 2017).

1. Menú de funciones y configuración e indicador: Utilizar la tecla STUP para seleccionar los menús de función.
2. ↑↓Tecla de cursor HOLD y CALL: La tecla arriba y abajo pueden seleccionar la función o disminuir el rango o el valor de configuración. Presione las teclas arriba y abajo simultáneamente para ingresar al menú.
3. Configuración, TRIG/ENTER y sistema: la tecla SUTUD es capaz de seleccionar el menú de funciones y configurar las funciones en el teclado TRIG/ENTER es para confirmar la selección de la función y el rango de medición.
4. Configuración del modo de cableado: seleccionar el modo de cableado correcto antes de realizar la prueba.
5. Interruptor de encendido.
6. Selección de rango de voltaje/corriente e indicador de rango automático.
7. Canal de medición e indicador de canal.
8. Selección básica de parámetros de medición e indicador de parámetros de medición.
9. Entrada de aire de refrigeración.
10. Ventana de visualización.
11. Panel trasero del medidor

El panel trasero del medidor de potencia digital que se muestra en la Figura 38. Las funciones numeradas del 1 al 7 se describen a continuación.

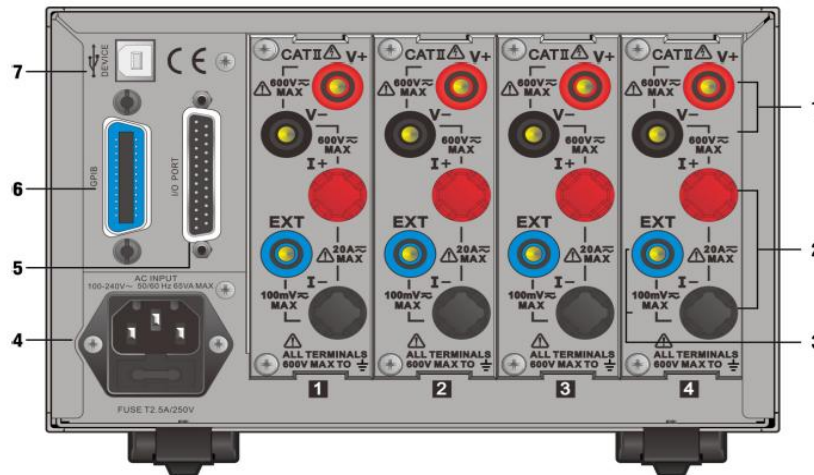


Figura 39. Panel trasero del medidor de potencia digital 66204

Nota. Se muestra el medidor trasero las funciones numeradas del 1 al 7 que se describen en la entrada de medición de voltaje y corriente (Chroma G. , 2017).

1. Terminal de entrada de medición de voltaje: es el terminal de entrada de señal de voltaje CC/CA.
2. Terminal de entrada de medición de corriente: es el terminal de entrada de señal de corriente CC/CA.
3. Terminal de entrada de señal de voltaje de detección externa: es la entrada positiva de señal de voltaje de detección y el negativo.
4. Toma de corriente AC LINE: es la toma de conexión de alimentación. Siga el rango de voltaje y las especificaciones de frecuencia como se indica en la etiqueta anterior al zócalo para la entrada de energía.
5. Terminal de entrada/salida de señal de control
6. Puerto GPIB.
7. Puerto USB.

Conexión estándar de cada canal en el medidor de potencia monofásica o multifásico (trifásico) puede seleccionar las siguientes dos formas.

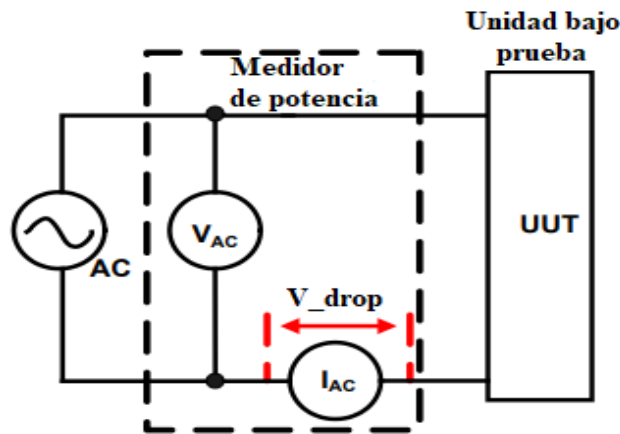


Figura 40. Teoría de medición para la conexión del medidor de potencia

Nota. Se muestra la medición de corriente; sin embargo, hay un ligero error causado por el valor de voltaje mediado más la caída de voltaje en el medidor de corriente (Chroma G. , 2017).

3.6.1 Prueba de eficiencia para convertidor

Pruebas de eficiencia para el convertidor cuando se utiliza el medidor de potencia digital para probar la eficiencia del convertidor de potencia monofásica en una salida de potencia trifásica.

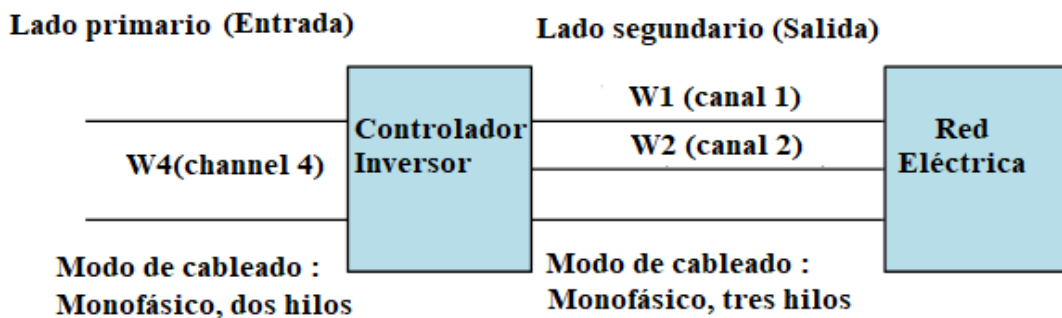


Figura 41. Configuración del medidor de potencia para probar la eficiencia del convertidor

Nota. Se muestra un esquema de prueba de la medición de eficiencia de conversión de potencia (Chroma G. , 2017).

La ecuación muestra Ec. (6) en el manual de pruebas de eficiencia para convertidor de potencia digital para probar la conversión de potencia.

$$Efficiency = \frac{Output Power}{Input Power} \times 100\% = \frac{W_1 \times W_2}{W_4} \times 100\% \quad \dots (6)$$

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se realizará el análisis de datos obtenidos de las pruebas de medición, enfocado en la evaluación y caracterización de la comparación del rendimiento de dos inversores de alta y baja frecuencia autónomos de 500 W. El objetivo es determinar la eficiencia mediante los parámetros de entrada y salida con el módulo de simulación CHROMA basado en la norma IEC 61683 y la medición de temperatura de operación.

4.1 Resultado de pruebas del inversor de alta y baja frecuencia

En las siguientes pruebas realizadas en mediciones del punto de máxima potencia debido a las curvas características I-V y P-V en relación entre potencia generada y tensión. En la función de simulación Soft Panel (SAS modeling), que nos permite modelar el trazado de la curva I-V y P-V a través de tres tipos de variaciones V_{min} , V_{nom} , V_{max} , a niveles de 5%, 10% 20%, 25%, 30%, 50%, 75%, 100%, con la irradiancia de $1000 W/m^2$ y a una temperatura de $50^{\circ}C$, las pruebas se tomaron a un tiempo de 5 minutos cada una de ellas, en las siguientes figuras se mostrarán algunas descripciones de medición.

V_{min} (V): 70.00 V_{nom} (V): 75.00 V_{max} (V): 75.12

4.1.1 Potencia máxima de salida continua

La prueba establece la potencia máxima de soporte del equipo durante el periodo medido a una temperatura de $50^{\circ}C$.

Para las pruebas las siguientes variables:

- Tensión mínima c.c. ($V_{cc\ min}$): tensión de entrada mínima, en función del equipo baja prueba.
- Tensión nominal c.c. ($V_{cc\ nom}$): tensión de entrada nominal.
- Tensión máxima c.c. ($V_{cc\ max}$): tensión de entrada máximo.

4.2 Curva I-V del primer inversor de AF

a. Curva I-V y P-V del módulo de prueba a 5%

La prueba de medición de color verde muestra el comportamiento de la curva I-V y P-V, y el punto de máxima potencia se muestra de color rojo, tensión, corriente y potencia,

medidas (SAS modeling) a V_{min} (V) del 3.20 A, 85.36 V, 273 W, con un seguidor de 91.2 al 5% de medición.

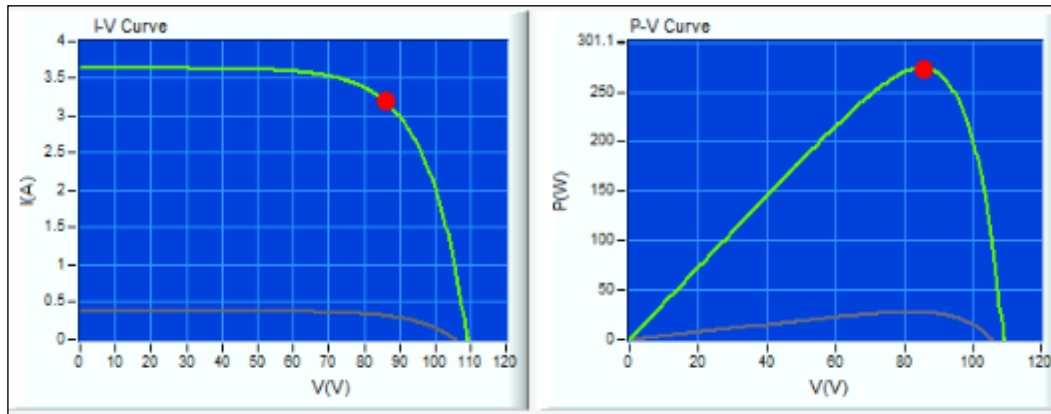


Figura 42. Curva I-V, P-V del módulo de simulación a V_{min} 5%.

Nota. Se muestra la medición de la curva I-V y P-V corriente, tensión (Chroma G. D., 2021).

b. Curva I-V y P-V del módulo de prueba a 10%

La prueba de medición de color verde muestra el comportamiento de la curva I-V y P-V, y el punto de máxima potencia se muestra de color rojo tanto en voltaje, corriente y potencia de medición a 3.20 A y 85.37 V, 275 W con un seguidor de 91 % de medición a un tiempo de 5 minutos.

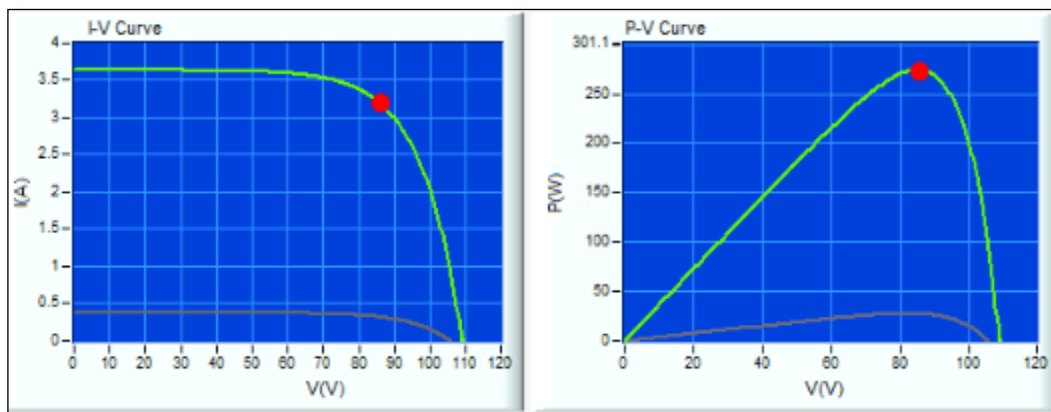


Figura 43. Curva I-V y P-V medido a V_{nom} de 10% de simulación

Nota. Se muestra la medición de la curva I-V y P-V corriente, tensión del 10% de variación de prueba (Chroma G. D., 2021).

c. Curva I-V y P-V del módulo de prueba a 25%

La prueba de medición de color verde muestra el comportamiento de la curva I-V y P-V, y el punto de máxima potencia se muestra de color rojo tanto en voltaje, corriente y potencia de medición a 1.26 A y 78.40 V, 100 W con un seguidor de 98 % de medición.

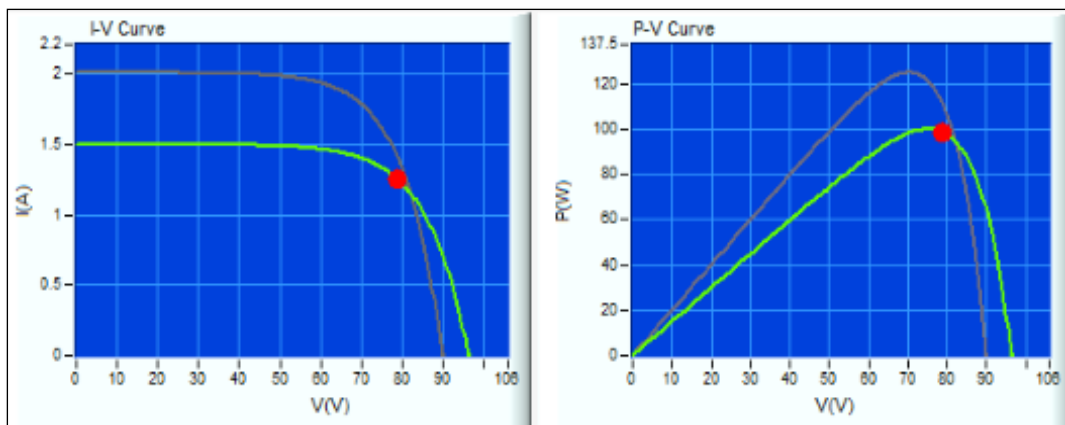


Figura 44. Curva I-V y P-V medido a V_{nom} de 25 % de simulación
Nota. Se muestra la medición de la curva I-V y P-V corriente, tensión del 25 % de variación de prueba (Chroma G. D., 2021).

d. Curva I-V y P-V del módulo de prueba a 30%

La prueba de medición de color verde muestra el comportamiento de la curva I-V y P-V, y el punto de máxima potencia se muestra de color rojo tanto en voltaje, corriente y potencia de medición a 71.70 V, 1.32 A, 97.49 W con un seguidor de 95 % de medición.

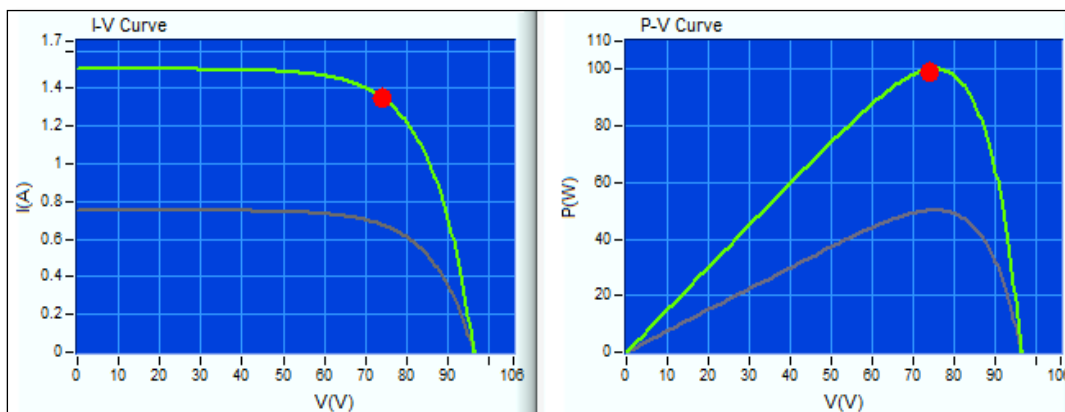


Figura 45. Curva I-V y P-V medido a V_{min} de 30% de simulación
Nota. Se muestra la medición de la curva I-V y P-V corriente, tensión, del 30 % de variación de prueba (Chroma G. D., 2021).

e. Curva I-V y P-V del módulo de prueba a 50%

La prueba de medición de color verde muestra el comportamiento de la curva I-V y P-V, y el punto de máxima potencia se muestra de color rojo tanto en voltaje, corriente y potencia de medición a 75.16 V, 3.32 A, 250 W con un seguidor de 97 % de medición.

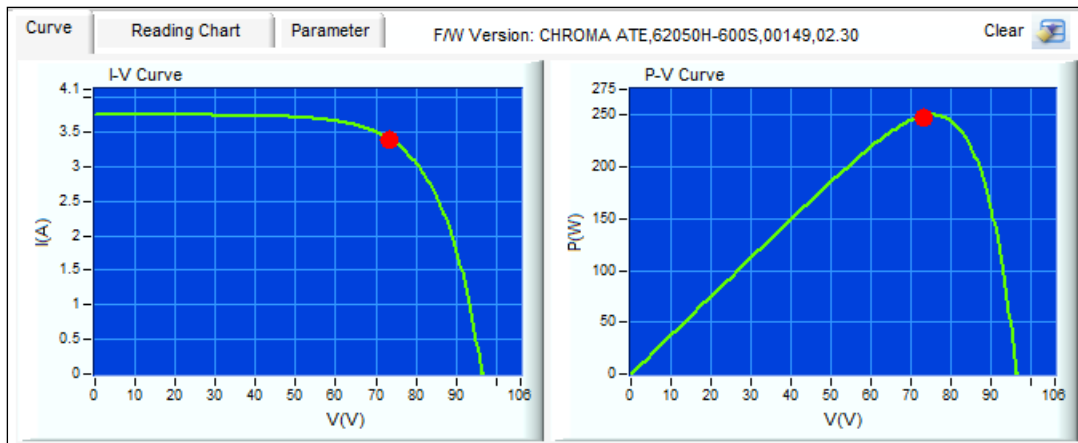


Figura 46. Curva I-V y P-V medido a V_{max} de 50% de simulación

Nota. Se muestra la medición de la curva I-V y P-V corriente, tensión del 50 % de variación de prueba (Chroma G. D., 2021).

f. Curva I-V y P-V del módulo de prueba a 75%

La prueba de medición de color verde muestra el comportamiento de la curva I-V y P-V, y el punto de máxima potencia se muestra de color rojo tanto en voltaje, corriente y potencia de medición a 76.4 V, 5.23 A, 399 W con un seguidor de 99 % de medición.

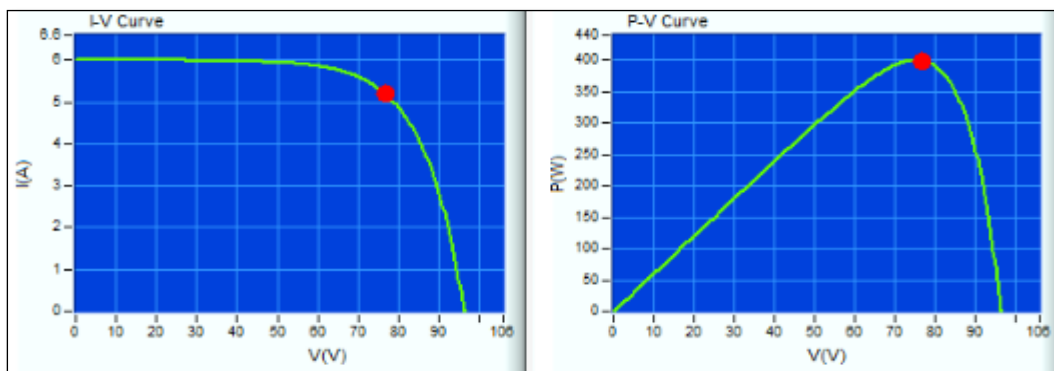


Figura 47. La curva I-V y P-V medido a V_{max} de 75 % de simulación

Nota. Se muestra la medición de la curva I-V y P-V corriente, tensión del 75 % de variación de prueba (Chroma G. D., 2021).

g. Curva I-V y P-V del módulo de prueba a 100%

La prueba de medición de color verde muestra el comportamiento de la curva I-V y P-V, y el punto de máxima potencia se muestra de color rojo tanto en voltaje, corriente y potencia de medición a 74.4 V, 3.33 A, 248 W con un seguidor de 95 % de medición.

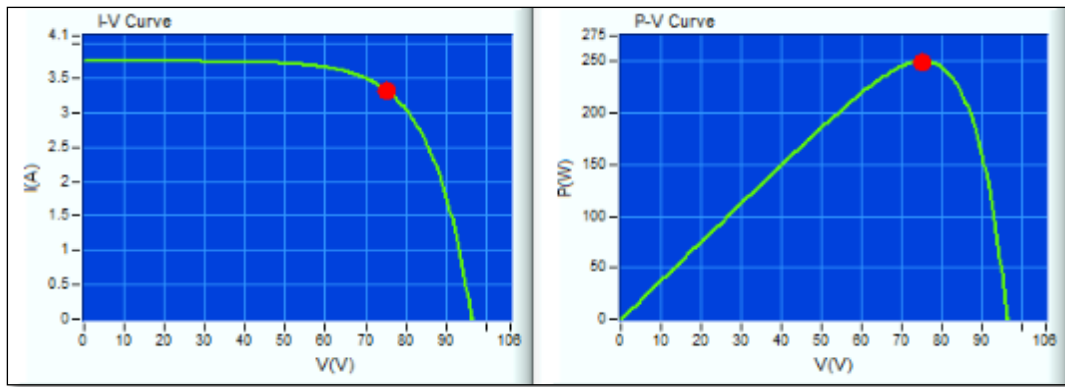


Figura 48. La curva I-V y P-V medida a Vnom de 100 % de simulación.

Nota. Se muestra la medición de la curva I-V y P-V corriente, tensión del 100 % de variación de prueba (Chroma G. D., 2021).

Las mediciones tomadas en función de pruebas en Solar Array Main Panel, en los parámetros de medición de tensión y corriente, potencia que forma la curva I-V en la simulación, se realizó tres variaciones de medida a Vmin, Vnom, Vmax en 5%, 10%, 20%, 25%, 30%, 50%, 75%, 100% los promedios de medición de las fechas del 13/03/2024, 15/03/2024 del seguidor de máxima potencia, los datos evaluados se mostraran en las siguientes tablas.

Tabla 10

Muestra los datos de las primera pruebas medidas en función de la variación Vmin, en los parámetros de tensión, corriente, potencia, a una tensión de entrada del 70 V, en la medición del seguidor de máxima potencia.

Potencia de entrada (%)	Tensión de entrada	MPPT (%)	V Medida (V)	I Medida (A)	P Medida (W)	P de Simulación (W)
5%	70.00	74%	91.32	2.39	217.88	399.98
10%	70.00	75%	85.67	3.46	310.89	399.98
20%	70.00	76%	80.99	3.99	306.35	399.98
25%	70.00	88%	78.91	4.98	355.28	399.98
30%	70.00	97%	73.41	5.83	394.88	399.98
50%	70.00	99%	72.27	5.50	397.10	399.98
75%	70.00	99%	72.89	5.47	398.55	399.98
100%	70.00	98%	70.64	5.58	393.19	399.98

Nota. Los datos promediados de la prueba a 400 W de medición en función de la variación Vnim (70) en la simulación de un módulo fotovoltaico especificado en su ficha técnica.

Tabla 11

Medición de los datos de las primera pruebas medidas en función de la variación Vnom, en los parámetros de tensión, corriente, potencia, a una tensión de entrada del 75 V, en la medición del seguidor de máxima potencia

Potencia de entrada (%)	tensión de entrada	MPPT (%)	V Medida (V)	I Medida (A)	P Medida (W)	P de Simulación (W)
5%	75.00	75%	85.67	3.46	310.89	399.98
10%	75.00	88%	78.50	4.63	355.28	399.98
20%	75.00	91%	82.93	4.42	365.00	399.98
25%	75.00	96%	70.41	5.83	394.88	399.98
30%	75.00	98%	70.28	5.59	392.28	399.98
50%	75.00	98%	71.75	5.49	393.30	399.98
75%	75.00	97%	71.20	5.49	389.29	399.98
100%	75.00	98%	70.70	5.56	393.00	399.98

Nota. Los datos promediados de la prueba a 400 W de medición en función de la variación Vnom (75) en la simulación de un módulo fotovoltaico especificado en su ficha técnica.

Tabla 12

Medición de los datos de las primera pruebas medidas en función de la variación Vnom, en los parámetros de tensión, corriente, potencia, a una tensión de entrada del 75.12 V, en la medición del seguidor de máxima potencia

Potencia de entrada (%)	Tensión de entrada	MPP (%)	V Medida (V)	I Medida (A)	P Medida (W)	P de Simulación (W)
5%	75.12	76%	92.29	2.02	186.24	399.98
10%	75.12	75%	85.70	3.58	300.59	399.98
20%	75.12	78%	91.22	2.44	222.47	399.98
25%	75.12	76%	80.60	3.98	306.25	399.98
30%	75.12	88%	78.50	4.63	355.28	399.98
50%	75.12	91%	82.93	4.42	365.00	399.98
75%	75.12	93%	78.50	4.63	355.28	399.98
100%	75.12	97%	71.41	5.53	394.44	399.98

Nota. Los datos promediados de la prueba a 400 W de medición en función de la variación Vnom (75.12) en la simulación de un módulo fotovoltaico especificado en su ficha técnica.

Tabla 13

Muestra los datos tomados en función de la variación de los V_{max} en los parámetros de tensión, corriente, potencia, a una tensión de entrada del 75.12 V, en la medición del seguidor de máxima potencia.

P (W)	V_{max} (V)	V (V)	I (A)	MPPT (%)
5%	75	74.55	0.34	99.61
10%	75	67.81	0.67	95.17
25%	75	74.67	1.66	97.52
50%	75	74.65	3.33	98.10
75%	75	74.80	5.00	99.15
100%	75	74.50	6.68	99.56

Nota. Los datos fueron obtenidos en medición de los promedios tomados cada 5 minutos a 500 VA, en el Panel Solar Array, mediante la prueba (SAS modeling), que nos permite modelar el trazado de la curva I-V y P-V.

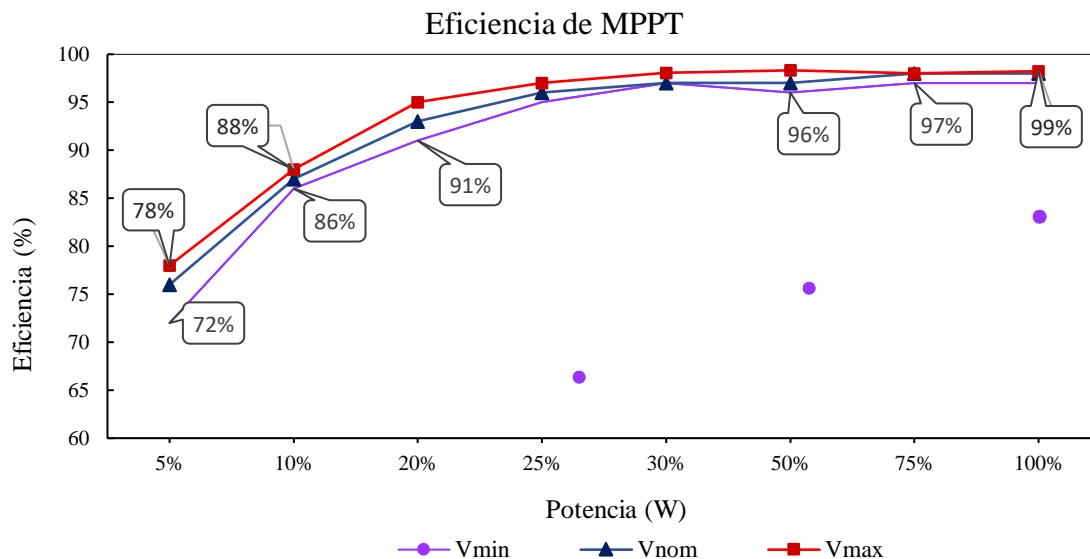


Figura 49. Mediciones de los promedios de la eficiencia MPPT en variación de V_{min} , V_{nom} , V_{max} (Fuente propia).

Nota. Los datos fueron obtenidos en medición de los promedios de la variación de V_{min} , V_{nom} , V_{max} tomados cada 5 minutos en el Panel Solar Array, mediante la prueba (SAS modeling), en el seguidor de máxima potencia de la curva I-V y P-V a niveles de 5%, 10%, 20%, 25%, 30%, 50%, 75%, 100% (Chroma G. D., 2021).

4.2.2 Potencias de salida por niveles de carga

El factor de potencia (FP) de carga resistiva es 1, la potencia de salida será simplemente la misma potencia de entrada, ya que la corriente y el voltaje están perfectamente alineadas. Se medirá la eficiencia con un factor de potencia mínimo especificado por el fabricante (0.25) y con niveles de potencia de 5% al 100% del VA nominal. Se ejecutará el procedimiento para los factores de potencia de (0.50, 0.75) sea inferior al PF mínimo especificado por el fabricante y los niveles de potencia de 25% a 100%. Dado que el inversor de baja y alta frecuencia tiene una potencia nominal de 500 AV. La prueba

tiene como objetivo conocer el consumo del inversor cuando funcionan sin carga, cada medición se tomó un periodo de tiempo de 3 minutos para los dos inversores como se muestra en la Tabla 14.

Tabla 14

Calculo del nivel de potencia nominal en función del FP de la carga resistiva.

Carga (%) P_{AC}	P inversor W	Variación del FP	Carga (VA)
5%	500	0.05	25
10%	500	0.1	50
25%	500	0.25	125
50%	500	0.5	250
75%	500	0.75	375
100%	500	1	500

Nota. Los puntos de funcionamiento para realizar la prueba de medición del inversor a niveles de potencia nominal VA del 5% a 100%.

Tabla 15

Características del inversor Victron

Parámetros	Valor
Potencia c.a.	500 W
Tensión de salida	230 V
Corriente c.a.	5.32 A
Tensión de operación	12V
Frecuencia	50Hz ~ 60HZ
Peso	3.0 kg

Nota. Características de la ficha técnica del inversor de alta frecuencia Victron de 500VA/12 (Victron, 2024), en la simulación de la carga en función de la prueba de carga electrónica.

a. Prueba de medición de la forma de onda a 50% de FP 0.998

Se muestra en la Figura 50. De color azul y rojo la medición de la tensión, corriente, en parámetros de señales por ciclo sinusoidal, con 312.4 VA en FP de 0.996, CF 1.41, con +Ip 2, -Ip 2 con una THDv (%) 3.0, F(Hz) de 60.2, en nivel de prueba a 75%.

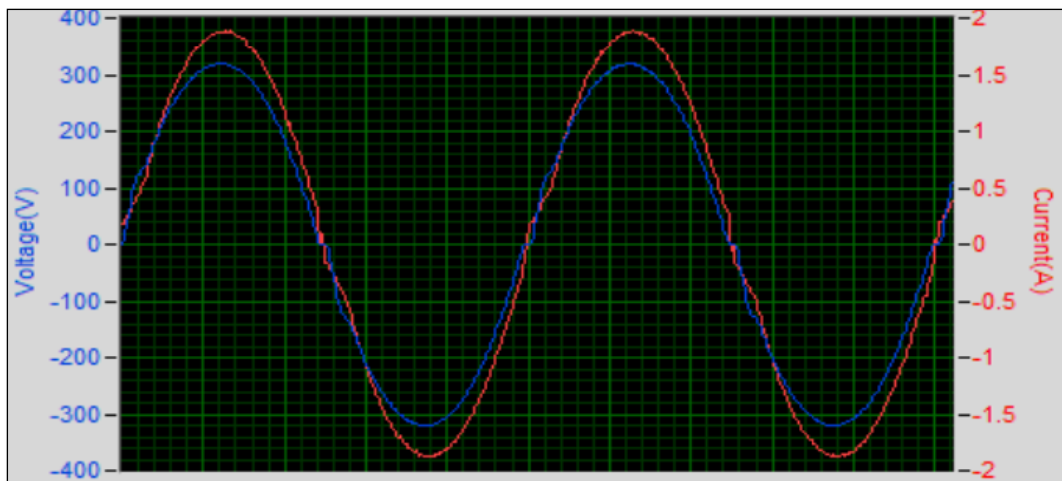


Figura 50. Muestra la carga a 75% de medición de la forma de onda de voltaje y corriente
Nota. Medidor de AC constant load Main Panel en función de la medición de la onda sinusoidal con un FP de 0.996. (Chroma G. , 2020).

b. Prueba de medición de la forma de onda a 25% con FP de 0.996

Se muestra en la Figura 51. De color azul y rojo la medición de la tensión, corriente, en parámetros de señales por ciclo sinusoidal, con 124.8 VA en FP de 0.996, CF 1.41, con +Ip 0.8, -Ip 0.8 con una THDv (%) 2, F(Hz) de 60.2, en nivel de prueba a 25%.

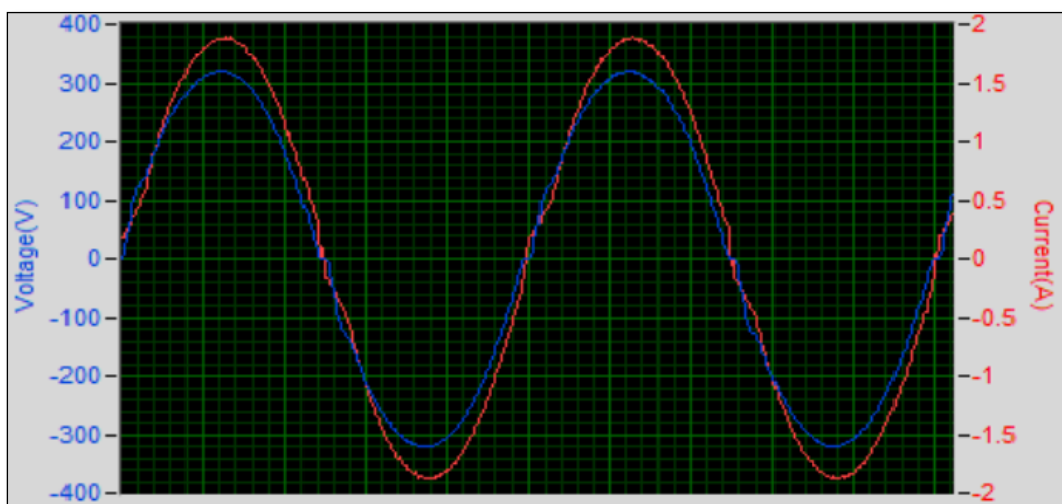


Figura 51. Muestra la carga a 25% de medición de la forma de onda de voltaje y corriente
Nota. Los datos fueron obtenidos en medición del panel AC Constant Load Main panel a niveles de prueba a 25%.

c. Prueba de medición de la forma de onda a 100% con FP de 0.50

Se muestra en la Figura 52. De color azul y rojo la medición de la tensión, corriente, en parámetros de señales por ciclo sinusoidal, con 124.8 VA, CF 1.41, con +Ip 3.4, -Ip 3.4, THDv (%) 28.5, F(Hz) 60.2, en la prueba se muestra el factor de distorsión

armónico en la señal sinusoidal a nivel de variación del FP 0.50 a 100% con la caída de tensión a lo largo de línea, ya no es senoidal.

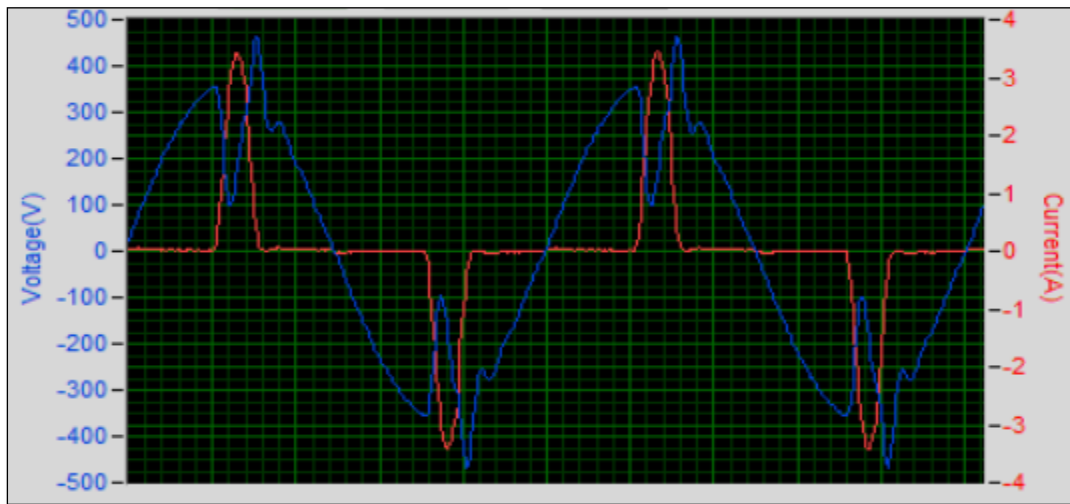


Figura 52. Muestra la carga de 100 % de medición de la forma de onda con la variación del FP 0.50.

Nota. Los datos fueron obtenidos en medición del panel AC Constant Load Main panel, con medición del FP (0.50).

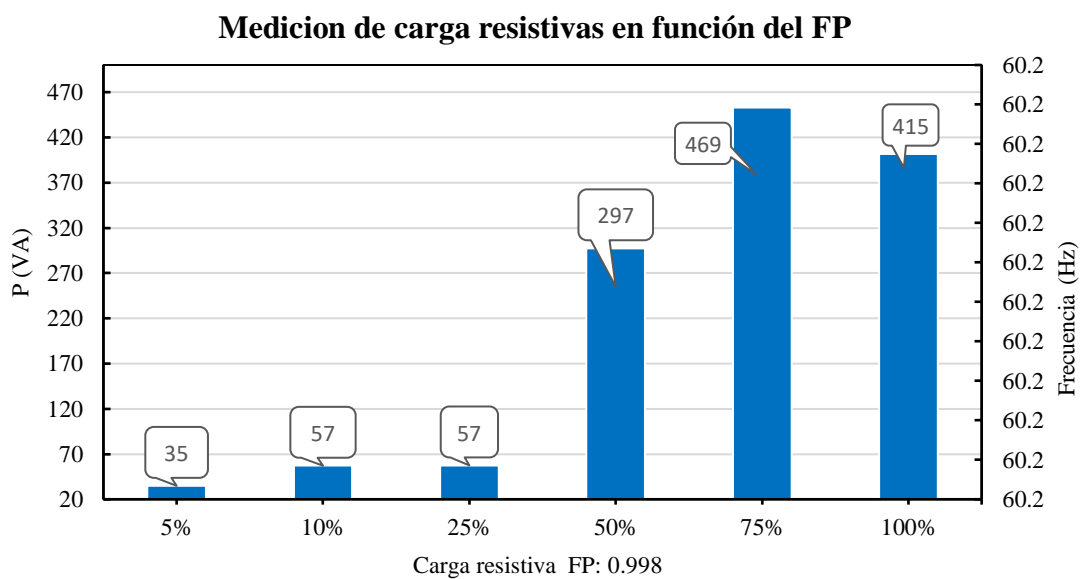


Figura 53. Medición de carga resistiva a diferentes niveles de porcentaje en función de FP (0.998).

Nota. Muestra la medición de variación a niveles de (5%, 10%, 25%, 50%, 75% 100%), llegando a 75% con 469 W, en nivel del factor de potencia a la unidad, con una frecuencia de medición a 60.2 Hz (Fuente propia).

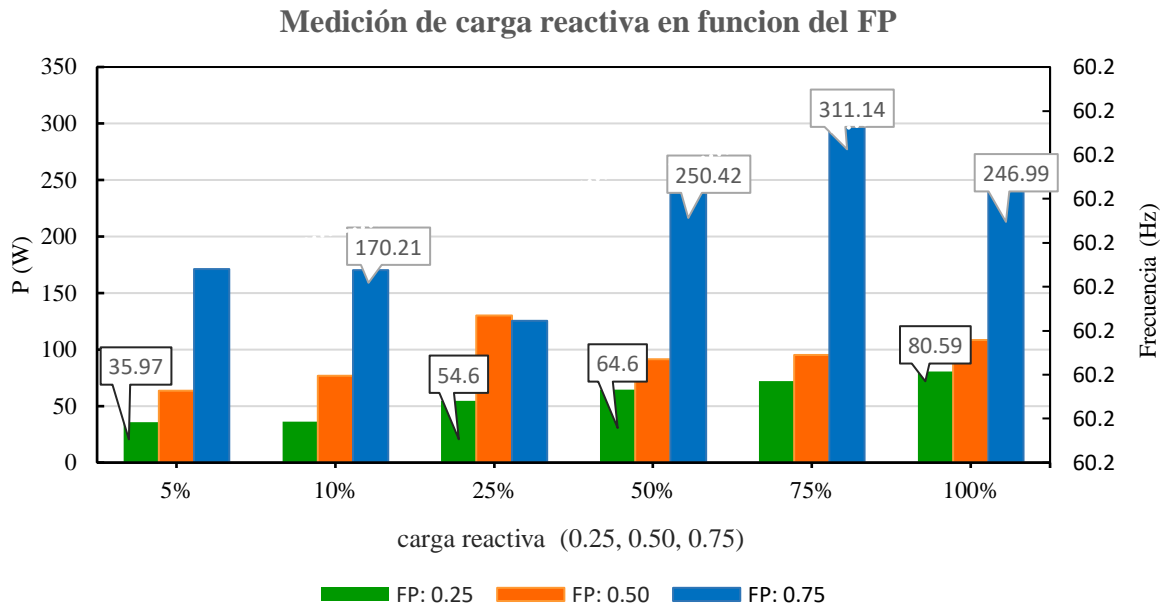


Figura 54. Prueba de carga reactiva en la variación del (FP de 0.25, 0.50, 0.75).
Nota. Muestra la medición de variación a niveles de (5%, 10%, 25%, 50%, 75% 100%), llegando a 75% con 311 W, con una frecuencia de medición a 60.2 Hz (Fuente propia).

Muestra los resultados medidos de la eficiencia del inversor de baja frecuencia en la relación entre la potencia de salida y la potencia de entra con un FP de (0.998) en función carga resistiva. En la Figura 55, 56. Resultados de medición a una carga reactiva con la variación del FP (0.25, 0.50, 0.75).

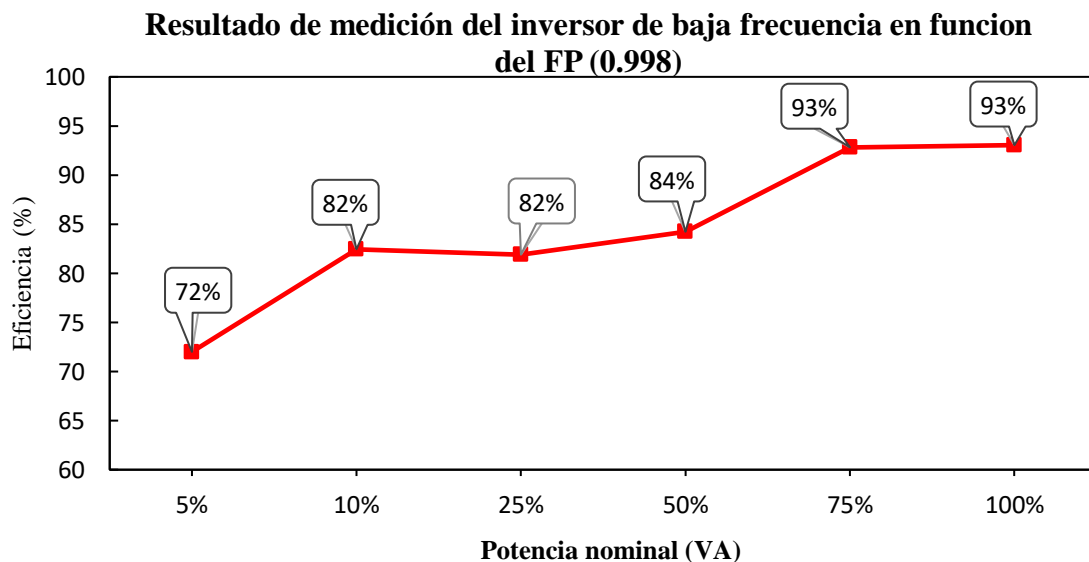


Figura 55. Resultado en la eficiencia del inversor con un factor de potencia de 0.998.
Nota. Muestra la medición de variación a niveles de (5%, 10%, 25%, 50%, 75% 100%), en función de la eficiencia con la potencia nominal (VA) (Fuente propia).

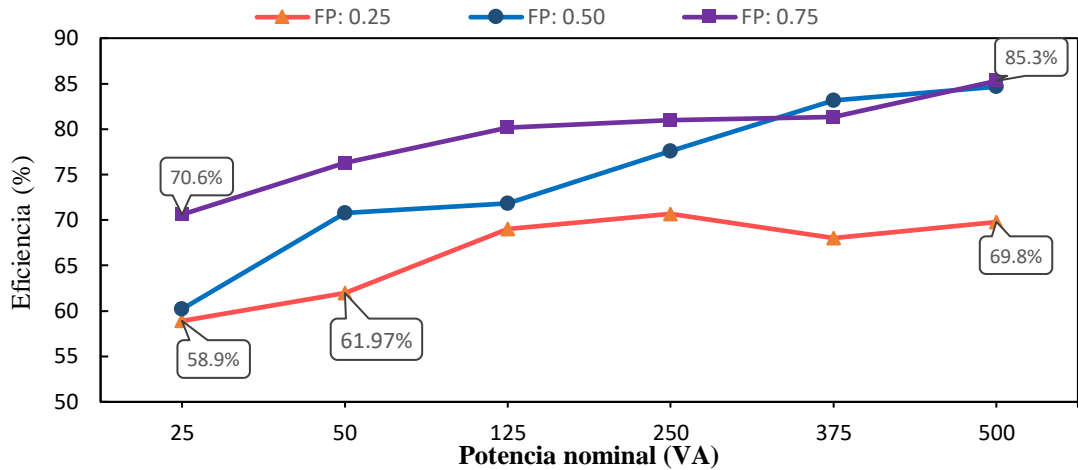


Figura 56. Resultado de la eficiencia del inversor con un FP de (0.25, 0.50, 0.75).

Nota. Muestra la medición de variación a niveles de (5%, 10%, 25%, 50%, 75% 100%), en función de la eficiencia con la potencia nominal (VA) (Fuente propia).

4.3 Pruebas del segundo inversor de BF

En las siguientes figuras se mostrarán algunas mediciones de la curva I-V y P-V, en la simulación del inversor de baja frecuencia FP-S 500 Power, en función de la variación de vñeles V_{min} , V_{nom} , V_{max} , con un tiempo de 5 minutos de medición.

a. Curva I-V y P-V del módulo de prueba 5%

Se muestra la curva características de simulación a V_{nom} de 5% de la curva I-V y P-V del 69.87 V, 1.43 I, con un seguidor de máxima potencia MPPT de eficiencia 95.52 % con potencia medida de 100 W.

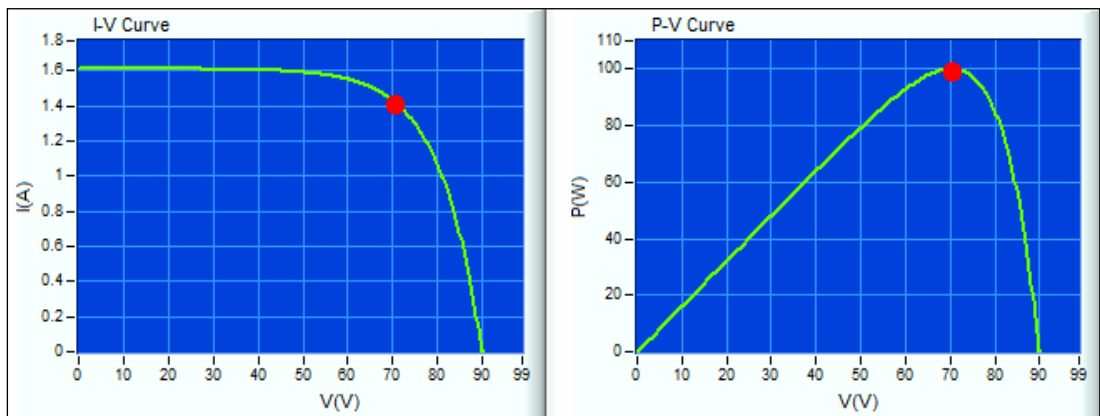


Figura 57. La curva I-V y P-V medida a V_{nom} de 5 % de simulación.

Nota. Se muestra la medición de la curva I-V y P-V corriente, tensión, del 5 % de variación de prueba V_{nom} (Chroma G. D., 2021).

b. Curva I-V y P-V del módulo de prueba 10%

Se muestra la medición de la curva I-V P-V de simulación con V_{max} de 10% con 73.67 V, 0.33 I, potencia medida de 25.67 W con MPPT de 96.83 %.

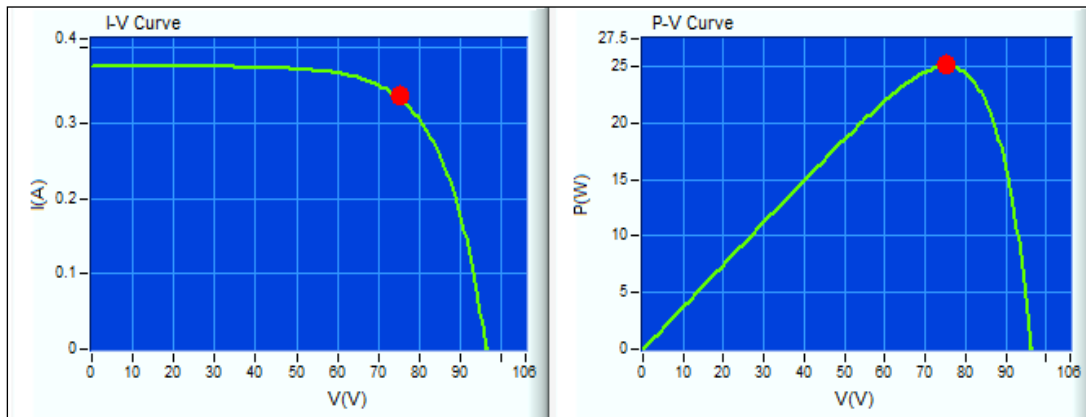


Figura 58. La curva I-V y P-V medida a V_{max} de 10 % de simulación
Nota. Se muestra la medición de la curva I-V y P-V corriente, tensión, del 10 % de variación de prueba (Chroma G. D., 2021).

c. Curva I-V y P-V del módulo de prueba 25%

Se muestra la medición de la curva I-V P-V de simulación con V_{min} de 25 % con 65 V, 1.5 I, potencia medida de 97.8 W con MPPT de 96.44 %.

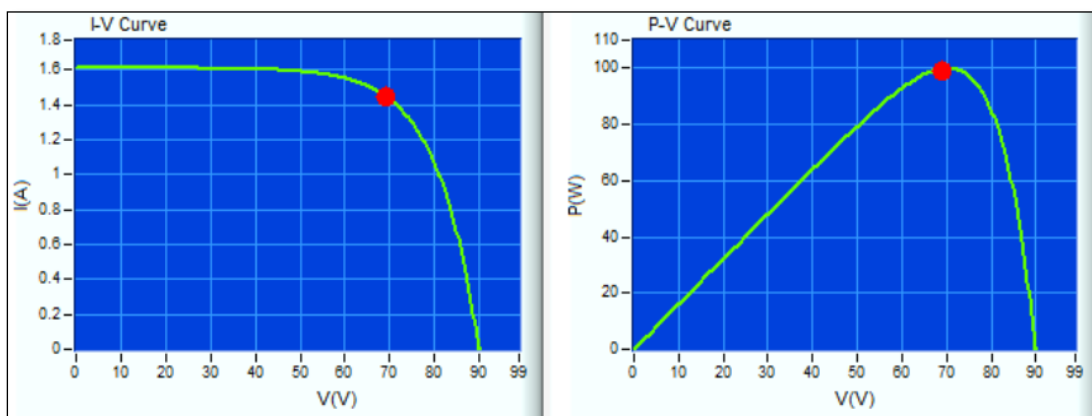


Figura 59. La curva I-V y P-V medida V_{min} de 25% de simulación.
Nota. Se muestra la medición de la curva I-V y P-V corriente, tensión, del 25 % de variación de prueba (Chroma G. D., 2021).

d. Curva I-V y P-V del módulo de prueba 30%

Se muestra la medición de la curva I-V y P-V de simulación con V_{nom} de 50 % con 77.3 V, 2,5 I, potencia medida de 200 W, MPPT de 98.7 %.

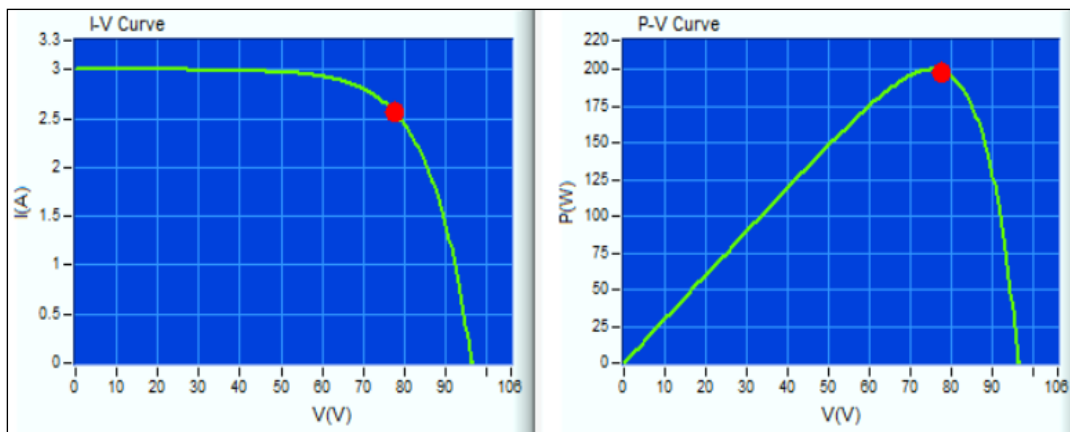


Figura 60. La curva I-V y P-V medida V_{min} de 50 % de simulación.

Nota. Se muestra la medición de la curva I-V y P-V corriente, tensión, del 50 % de variación de prueba (Chroma G. D., 2021).

e. Curva I-V y P-V del módulo de prueba 75%

Se muestra la medición de la curva I-V y P-V de simulación con V_{max} de 75 % con 76.4 V, 5.24 I, potencia medida de 400 W, MPPT de 98.2%.

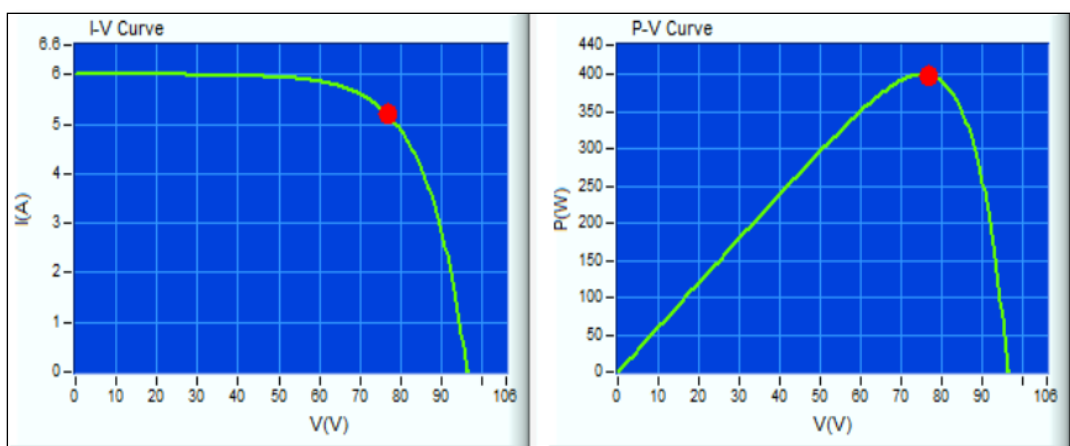


Figura 61. La curva I-V y P-V medida V_{max} de 75 % de simulación.

Nota. Se muestra la medición de la curva I-V y P-V corriente, tensión, del 75 % de variación de prueba (Chroma G. D., 2021).

Las mediciones de la curva I-V y P-V de la tensión, corriente, potencia, con el seguidor de punto de máxima potencia con la variación del V_{min} , V_{nom} , V_{max} en (5%, 10%, 20%, 25%, 30%, 50%, 75%, 100%), los datos tomados en un tiempo de 5 minutos en promedios de prueba en las fechas del 18/03/2024, 20/03/2024 que se muestran en las tablas siguientes.

Tabla 16

Muestra los datos medidos en función de la variación V_{min} , en tensión de entrada del 70 V, en medición del seguidor de máxima potencia.

Potencia (%)	Tensión de entrada	MPPT (%)	P medida (W)	P entrada (W)
5%	70.00	70%	70.53	399.98
10%	70.00	72%	124.73	399.98
20%	70.00	85%	92.35	399.98
25%	70.00	91%	259.99	399.98
30%	70.00	91%	284.71	399.98
50%	70.00	92%	327.59	399.98
75%	70.00	96%	319.16	399.98
100%	70.00	97%	394.69	399.98

Nota. Muestra los datos promediados de las pruebas realizadas a la variación del V_{min} en la simulación en el Soft Panel (Chroma G. D., 2021).

Tabla 17

Muestra los datos medidos en función de la variación V_{nom} a 75 V, en medición del seguidor de máxima potencia.

Potencia (%)	Tensión de entrada	MPPT (%)	P medida (W)	P entrada (W)
5%	75.00	70%	213.37	399.98
10%	75.00	85%	269.91	399.98
20%	75.00	87%	242.53	399.98
25%	75.00	90%	307.26	399.98
30%	75.00	93%	353.35	399.98
50%	75.00	97%	391.75	399.98
75%	75.00	98%	398.59	399.98
100%	75.00	98%	396.26	399.98

Nota. Muestra los datos promediados de las pruebas realizadas a la variación del V_{nom} (Chroma G. D., 2021).

Tabla 18

Muestra los datos medidos en función de la variación V_{max} a 75.12, en medición del seguidor de máxima potencia.

Potencia (%)	Tensión de entrada	MPPT (%)	P medida (W)	P entrada (W)
5%	75.12	82%	249.94	399.98
10%	75.12	96%	361.15	399.98
20%	75.12	91%	246.11	399.98
25%	75.12	98%	297.63	399.98
30%	75.12	98%	378.54	399.98
50%	75.12	98%	378.91	399.98
75%	75.12	98%	333.23	399.98
100%	75.12	98%	397.17	399.98

Nota. Muestra los datos promediados de las pruebas realizadas a la variación del V_{max} (Chroma G. D., 2021).

La fuente tiene una simulación del Soft Panels, mediciones de puntos de tensión y corriente, potencia de las curvas en medición MPPT de V_{min} , V_{nom} , V_{max} en (5%,

10%, 20%, 25%, 30%, 50%, 75%, 100%), las fechas medidas de 20/03/2024 a 21/03/2024 los resultados de realizados de la curva I-V con los promedios de medición como se muestra en la Figura 62.



Figura 62. Medición de la eficiencia MPPT en variación de V_{min} , V_{nom} , V_{max} , con prueba del inversor de baja frecuencia.

Nota. Los datos fueron obtenidos en medición de los promedios de la variación de V_{min} , V_{nom} , V_{max} tomados cada 5 minutos en el Panel Solar Array, mediante la prueba (SAS modeling), en el seguidor de máxima potencia de la curva I-V y P-V a niveles de 5%, 10% 20%, 25%, 30%, 50%, 75%, 100% (Chroma G. D., 2021).

4.3.2 Prueba de carga de inversor de alta frecuencia

En la realización de pruebas con el inversor de alta frecuencia modelo F P-S-500 VA de 12 V, con diferentes niveles de carga en función (5%, 10%, 25%, 50%, 75%, 100%) y factores de potencia (FP) de 0.25, 0.50 y 0.75, en la Tabla 19. Se muestra la característica del inversor de baja frecuencia.

Tabla 19

Característica del inversor Modelo F P-S-500 Power Invert

Parámetros	Valor
Potencia c.a.	500 W
Tensión de salida	230 V
Corriente c.a.	5.54 A
Tensión de operación	12V
Frecuencia	50Hz ~ 60HZ
Peso	3.2 kg

Nota. Características de la ficha técnica del inversor de baja frecuencia F P-S- 500VA/12 (WEG, 2023).

a. Prueba de medición de la forma de onda a 50% de FP 0.998

Se muestra en la Figura 63. De color azul y rojo la medición de la tensión, corriente, de señales por ciclo sinusoidal, con 50.09 VA en FP de 0.996, CF 1.46, con +Ip 0.32, -Ip 0.30 con una THDv (%) 2.02, F(Hz) de 60.09, el factor de distorsión armónica de señal sinusoidal a nivel de PF 0.998 a 50%.

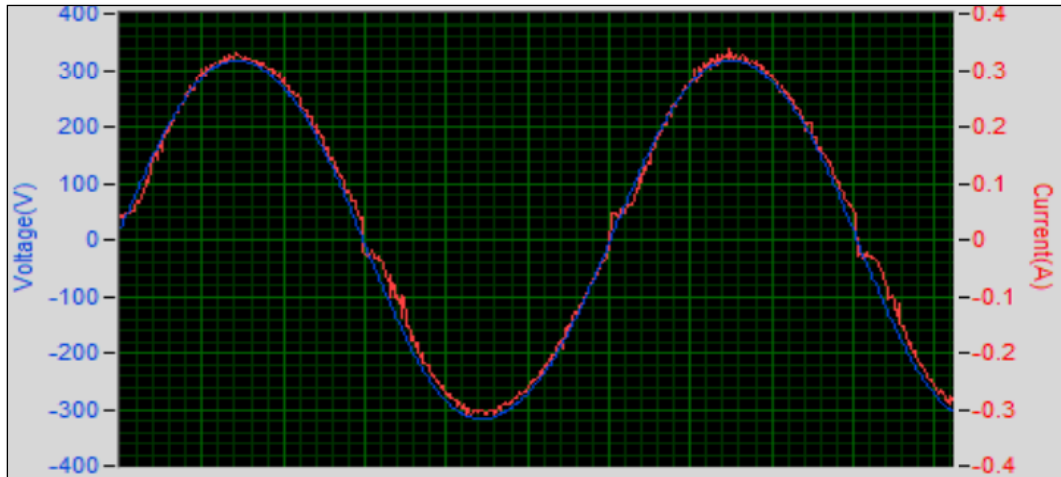


Figura 63. Muestra la carga de 10 % de medición en la forma de onda de voltaje y corriente. Nota. Medidor de AC constant load Main Panel en función de la medición de la onda sinusoidal se observa una distorsión a 2 % con un FP de 0.996 (Chroma G. , 2017).

b. Prueba de medición de la forma de onda a 75% de FP 0.998

En la Figura 64. Se mostrará una de las pruebas de medición de 375 VA a una FP de 0.996 en un CF de 1.41, con +Ip 1.7, -Ip 1.6 con una THDv (%) 2.03, F(Hz) de 60, en nivel de prueba a 10%.

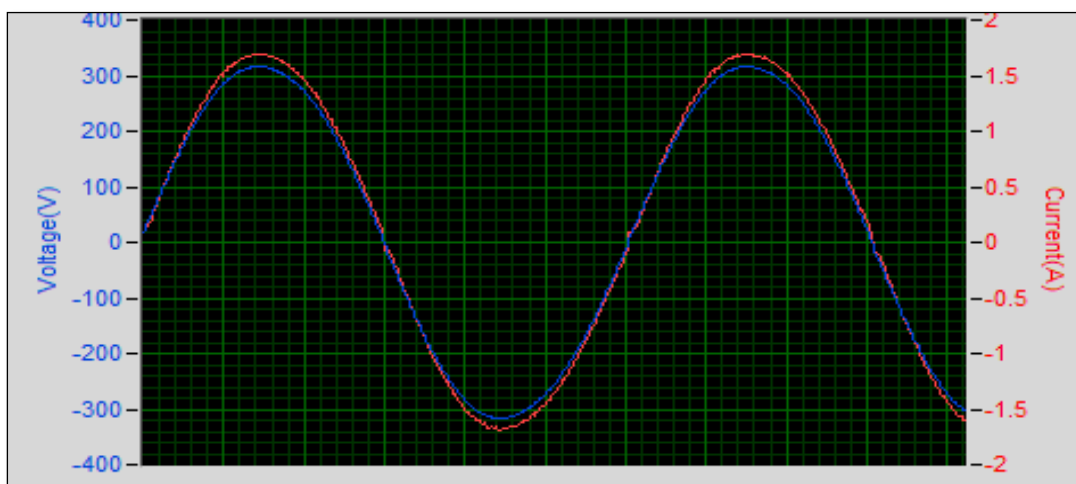


Figura 64. Muestra la carga de 75% de medición en la forma de onda de voltaje y corriente. Nota. Medición de la onda sinusoidal se observa una distorsión a 2.03 % con un FP de 0.996 (Chroma G. , 2017).

c. Prueba de medición de la forma de onda al 100 % de FP 0.998

Se muestra en la Figura 65. De color azul y rojo la medición de la tensión, corriente, en parámetros de señales por ciclo sinusoidal, con 319.8 VA, CF 1.40, con +Ip 1.9, -Ip 1.9, THDv (%) 2.05, F(Hz) 60, nivel de variación del FP 0.998 a 100%.

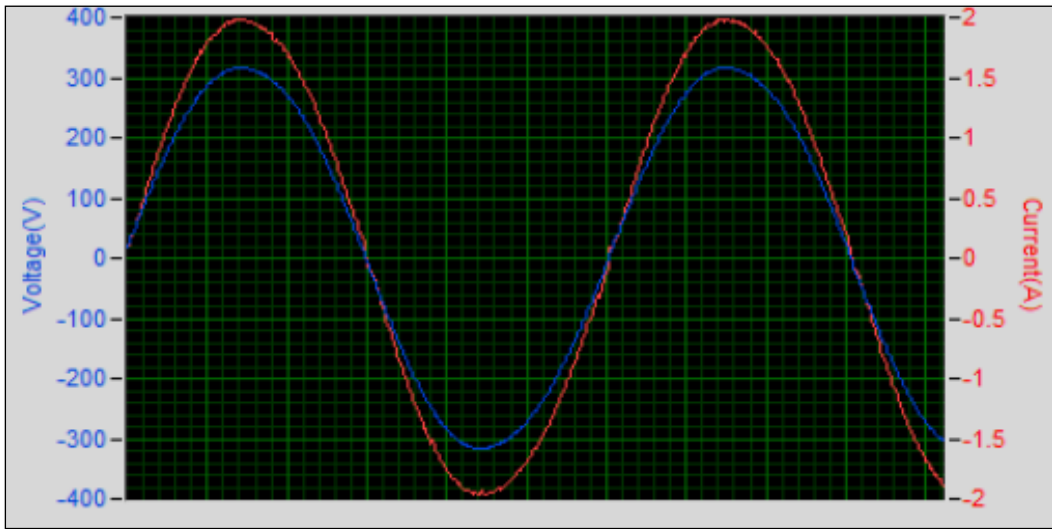


Figura 65. Muestra la carga de 100 % de medición de la forma de onda de voltaje y corriente.
Nota. Medición de la onda sinusoidal se observa una distorsión a 2.05 % con un FP de 0.996 (Chroma G. , 2017).

Medición de carga resistiva en función de FP

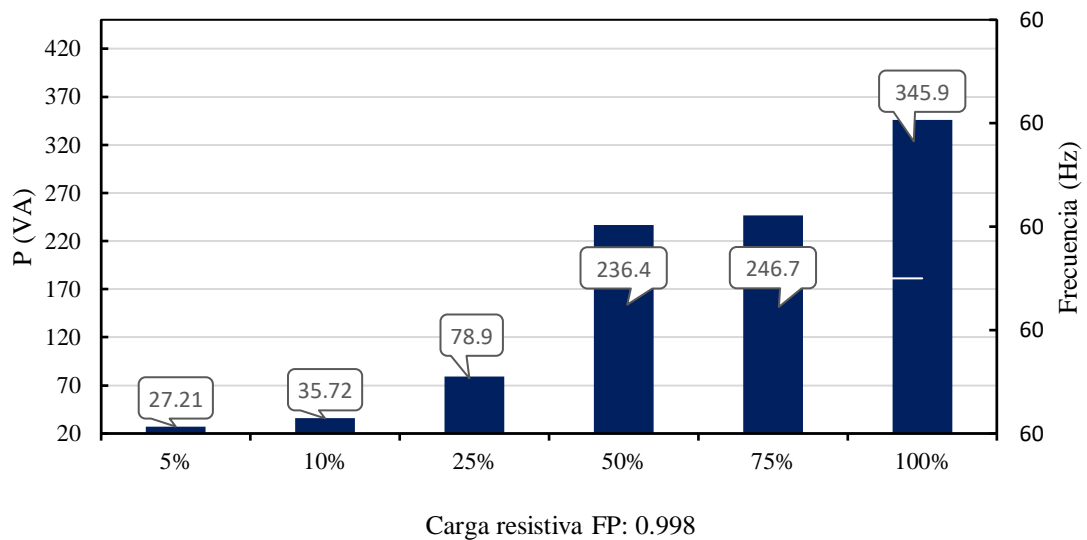


Figura 66. Medición de carga resistiva a diferentes niveles de porcentaje en función de FP (0.998).

Nota. Muestra la medición de variación a niveles de (5%, 10%, 25%, 50%, 75% 100%), llegando a 100 % con 345.9 VA, en nivel del factor de potencia a la unidad, con una frecuencia de medición a 60 Hz (Fuente propia).

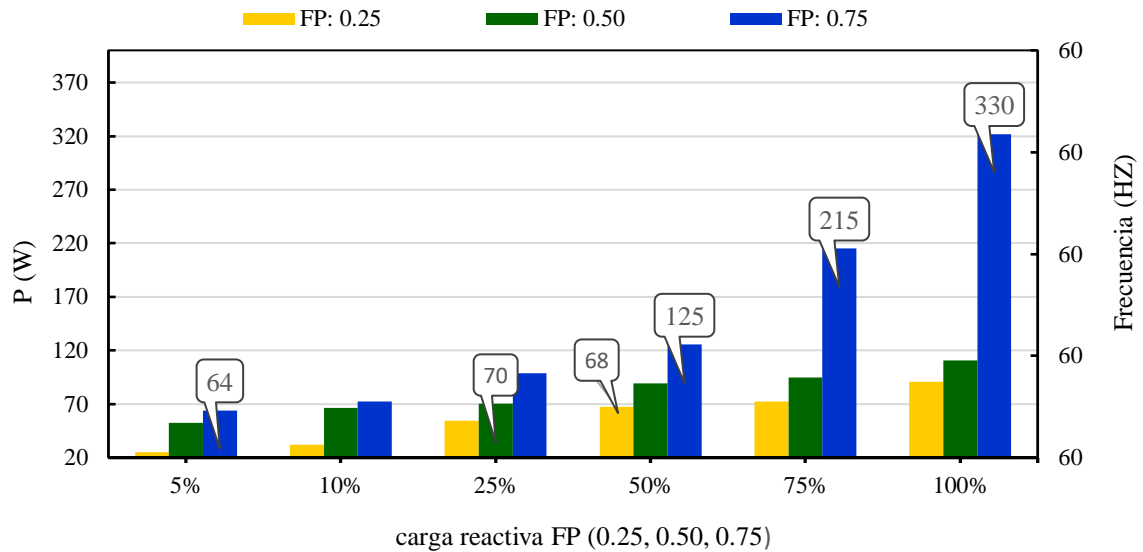


Figura 67. Prueba de medición de carga reactiva en función de FP a (0.25, 0.50, 0.75).
 Nota. Muestra la medición de variación a niveles de (5%, 10%, 25%, 50%, 75% 100%), llegando a 100 % con 330 W, con una frecuencia de medición a 60 Hz (Fuente propia).

En la Figura 66. Se muestra las pruebas del inversor de baja frecuencia modelo F P-S-500 Power Invert en función de la eficiencia y el factor de potencia (0.998), en la medición de la carga resistiva, a 25 (VA), 62% y 500 (VA), 82%. Como se muestra en la siguiente Figura 67. Las mediciones de la eficiencia en función de la variación del FP (0.25, 0.50, 0.75), se observa la línea de color rojo la medición a 25 (VA), 57 %, 500 (VA), 74%, y la línea de color azul a 25 (VA), 62%, 500 (VA) de 81.6%.

Resultado de medición del inversor de baja frecuencia en función del FP (0.998)

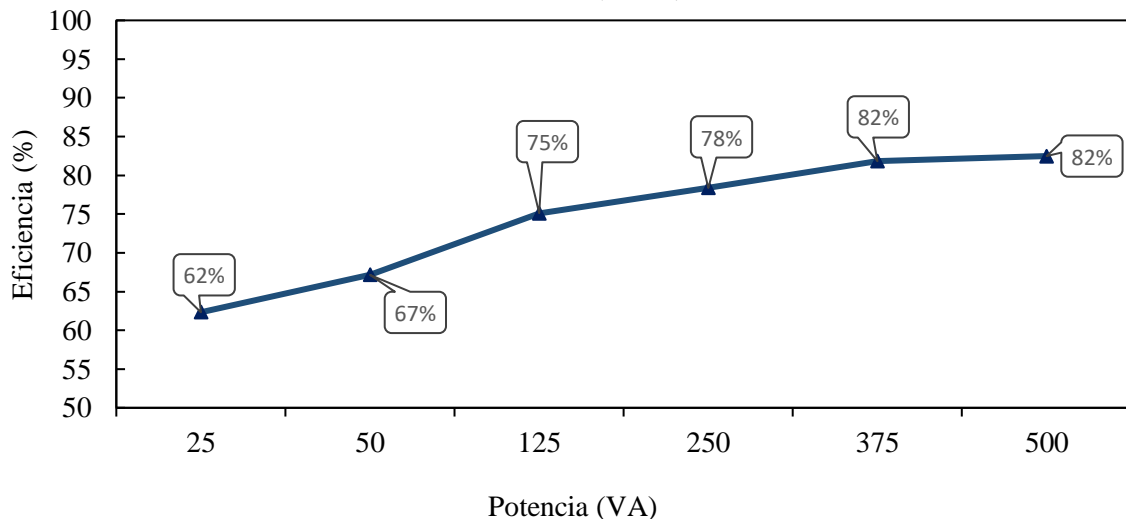


Figura 68. Resultado de medición de la eficiencia del inversor de baja frecuencia con un factor de potencia de 0.998.
 Nota. En la gráfica se muestra la medición de variación a niveles de (5%, 10%, 25%, 50%, 75% 100%), en función de la eficiencia con la potencia nominal (VA) (Fuente propia).

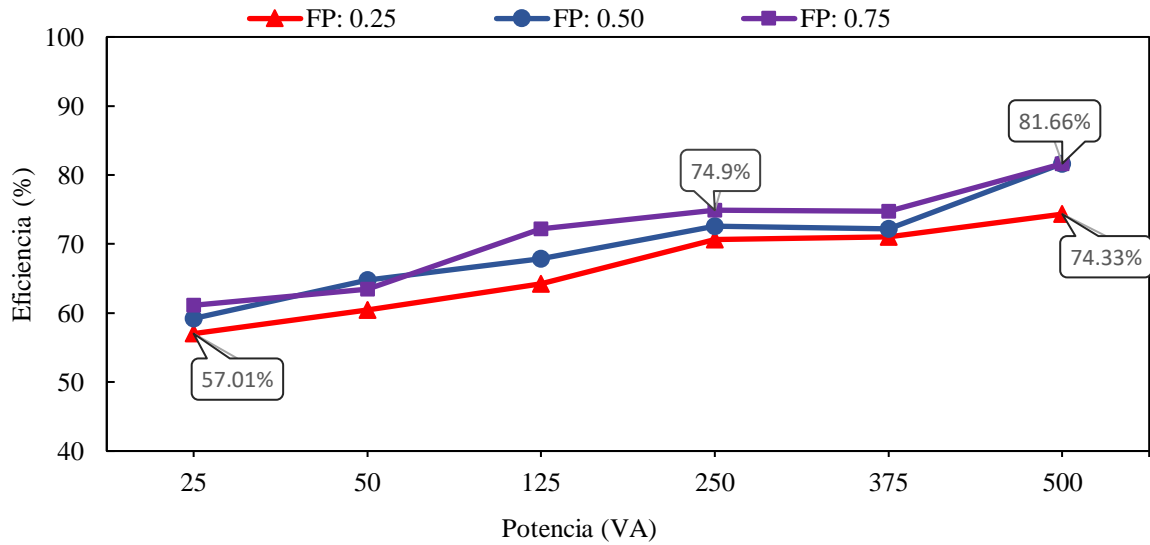


Figura 69. Resultado de medición de la eficiencia del inversor en la variación de FP de (0.25, 0.50, 0.75).

Nota. En la gráfica se muestra la medición del (5%, 10%, 25%, 50%, 75% 100%), en función de la eficiencia y el factor de potencia (Fuente propia).

En la Figura 70. Se muestra la medición de la carga reactiva que suministre un factor de potencia igual al nivel mínimo especificado por el fabricante a FP (0.25, 0.50, 0.75, 0.99) a niveles de potencia de (25%, 50%, 100%) de los VA nominales del primer inversor AF Phoenix, en PF:0.25 (69%, 71%, 69%) FP:0.50 (67%, 77%, 84%) FP:0.75 (82%, 84%, 90%) FP:0.99 (81%, 84%, 93%), en la eficiencia medida directa en la potencia de entrada y salida.

Medición de la eficiencia del inversor Phoenix de 12V/500W alta frecuencia en nivel del FP

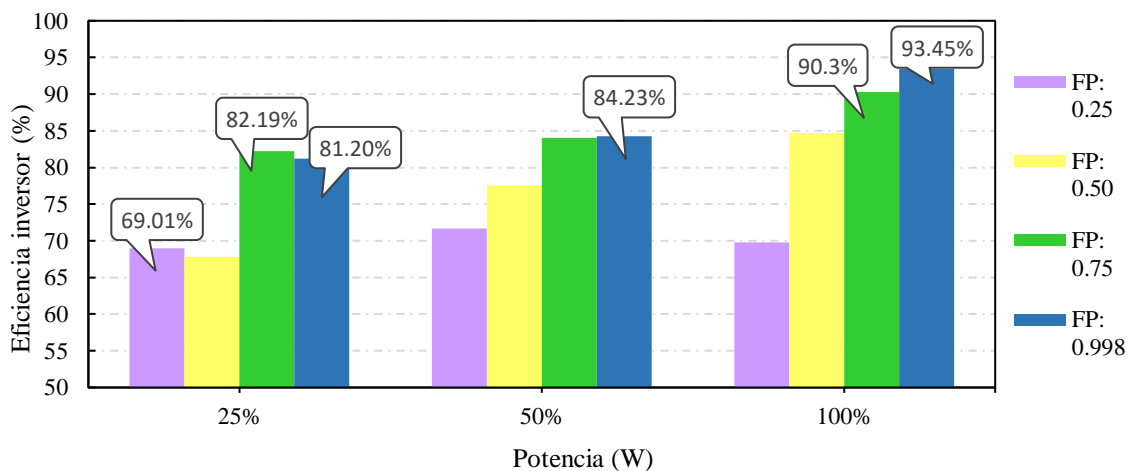


Figura 70. Gráfico de medición eficiencia del inversor de alta frecuencia Phoenix de 12V/500 W

Nota. En la gráfica se muestra la medición del (25%, 50%, 100%), en niveles FP (0.25, 0.50, 0.75, 0.99) en función de la eficiencia y el factor de potencia (Fuente propia).

En la Figura 71. Se muestra la medición de carga reactiva a niveles mínimo del FP (0.25, 0.50, 0.75, 0.99) en (25%, 50%, 100%) del segundo inversor de baja frecuencia FP-S 500 Power, en FP:0.25 (63%, 71%, 74%) FP:0.50 (67%, 72%, 84%) FP:0.75 (72%, 74%, 81%) FP: 0.99, en la eficiencia medida directa en la potencia de entrada y salida.

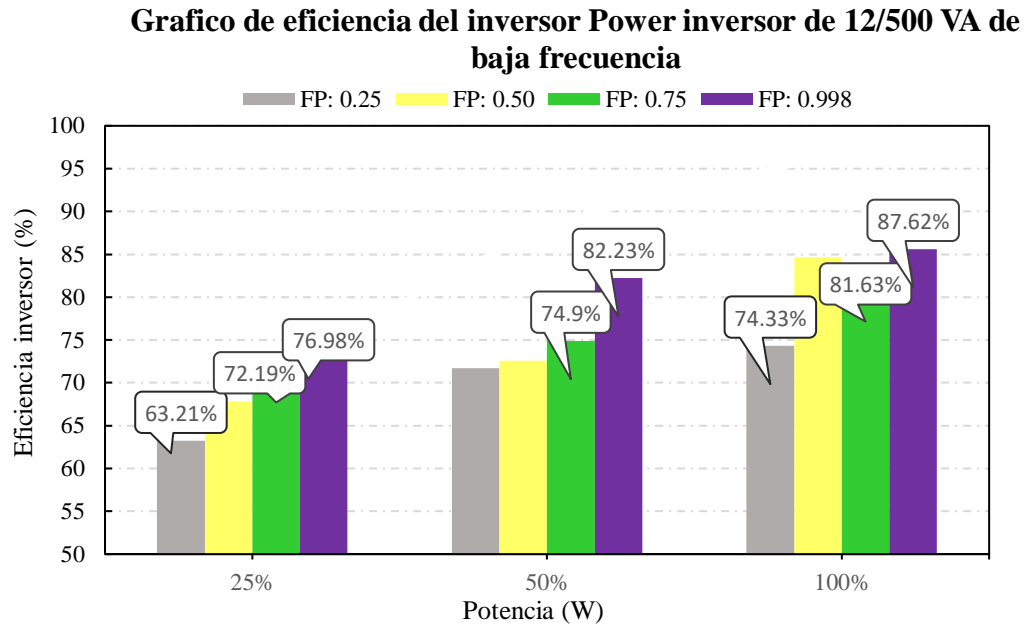


Figura 71. Gráfico de eficiencia del inversor de baja frecuencia Power inverte de 12V/500 W. *Nota.* En la gráfica se muestra la medición del (25%, 50%, 100%), en niveles FP (0.25, 0.50, 0.75, 0.99) en función de la eficiencia y el factor de potencia (Fuente propia).

4.3.3 Mediciones de temperatura de trabajo en inversor de alta y baja frecuencia

En la medición de temperatura de operación se realizó con el instrumento de medición la cámara termografía FLIR (Infrarroja) que nos permite observar en tiempo real la temperatura de operación en posibles calentamientos, y que estos producen verdaderas pérdidas en el rendimiento en prevenir problemas en mal funcionamiento en sus primeras etapas de funcionamiento. En la muestra de imagen de temperatura termográfica de dos tipos de inversore una de AF y otra de BF Figura 73, 74 en temperatura del inversor. El comportamiento de los semiconductores, diodos que son componentes claves en los inversores, esto lleva a mayores pérdidas en forma de calor, disminuyendo la eficiencia.



Figura 72. Inversor de alta y baja frecuencia en medición de la temperatura de prueba
Nota. Se muestra los inversores de prueba en el laboratorio de energía fotovoltaica (Fuente propia).

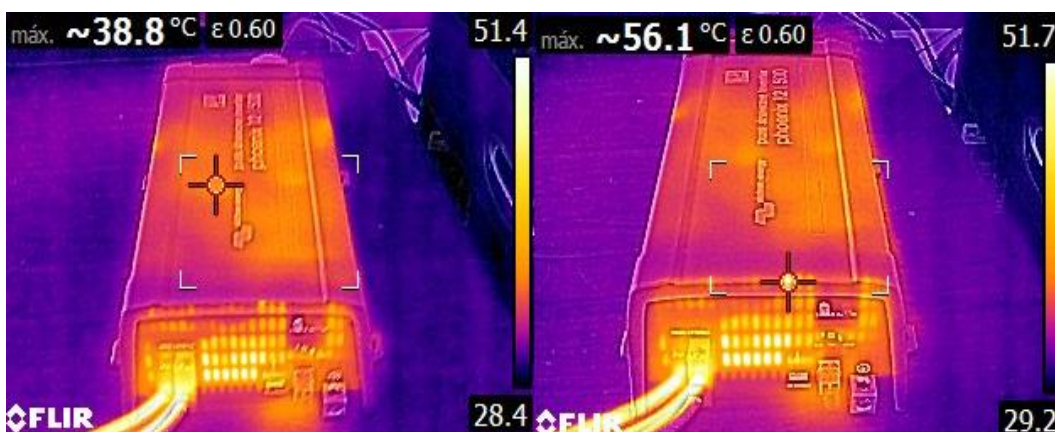


Figura 73. Muestra la imagen en medición de temperatura de inversor de baja frecuencia con la cámara termográfica.

Nota. Se muestra la medición de temperatura de operación con el equipo termográfico Flir (Infrarroja), del inversor de alta frecuencia Phoenix de 12V/500 W (FLIR, 2021).



Figura 74. Muestra la imagen en medición de temperatura de inversor de alta frecuencia con la cámara termográfica.

Nota. Se muestra la medición de temperatura de operación del inversor de baja frecuencia Power inverte de 12V/500 W (FLIR, 2021).

En la Figura 75. Se muestra en la gráfica la temperatura del inversor alta frecuencia Phoenix a niveles de 5% al 100% de la potencia nominal medidos a 23°C, 38°C, 45°C, 51°C, 54°C, 63°C. En la Figura 76. La grafica del inversor de baja frecuencia Power de 12V/500 W a 26°C, 37°C, 48°C, 52°C, 56°C, 65°C, las mediciones se realizaron en operación a su carga nominal en funcionamiento típicas de calor, permitiendo medir la temperatura superficial de los componentes, en la identificación de puntos calientes, a medida que la temperatura aumenta la capacidad del inversor para entregar la potencia nominal puede verse reducida, esto es especialmente importante en los inversores.

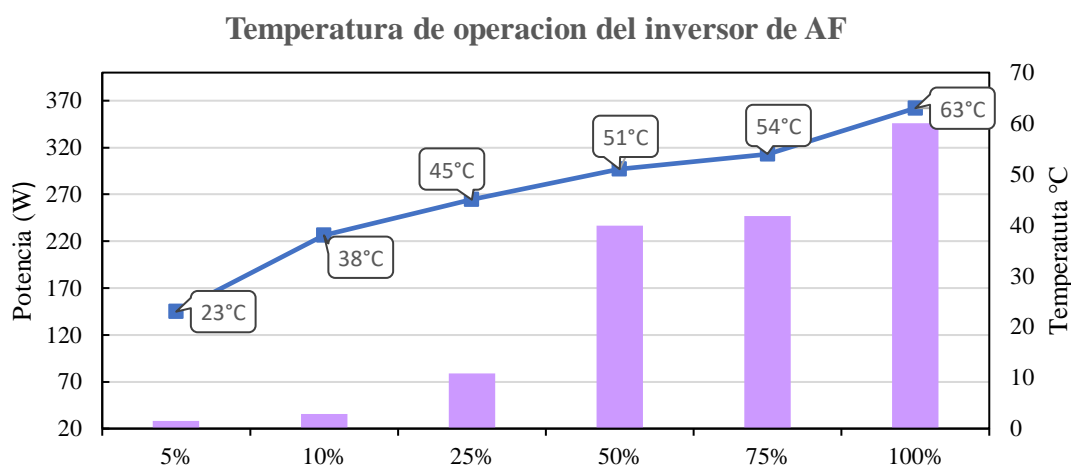


Figura 75. Medición de la temperatura de operación del inversor de alta frecuencia cámara termográfica.

Nota. Se muestra la medición de temperatura de operación del inversor de alta frecuencia Phoenix de 12V/500 W, en 5% a una temperatura inicial de trabajo de 23°C y al 100 % de 63°C (Fuente propia).

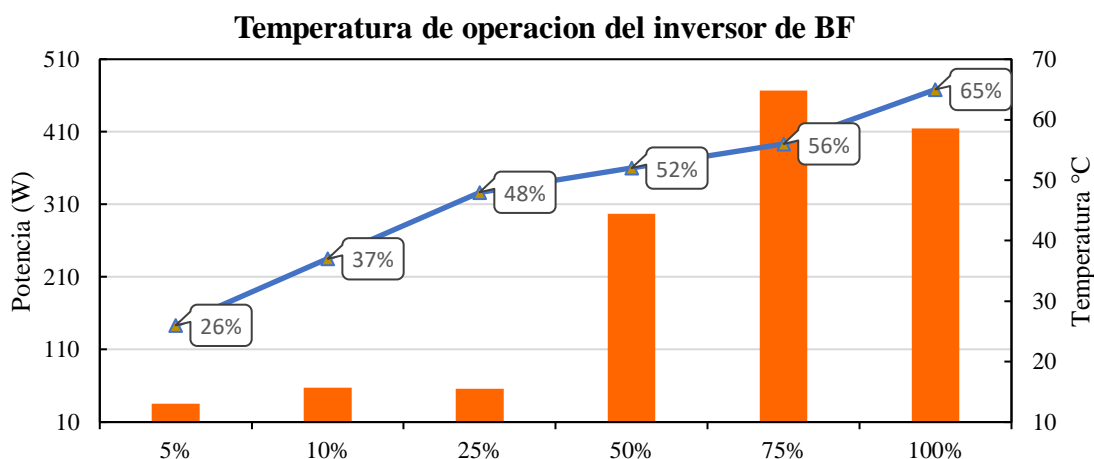


Figura 76. Medición de la temperatura de operación del inversor de baja frecuencia cámara termográfica.

Nota. En la gráfica se muestra la medición del (25%, 50%, 100%), en niveles FP (0.25, 0.50, 0.75, 0.99) en función de la eficiencia y el factor de potencia (Fuente propia).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Título de segundo nivel

Los resultados de las pruebas de la norma IEC 61683 en pruebas de medición Solar Array Main Panel, no se realizaron pruebas en curva del 120 % de la potencia nominal debido a que el equipo no cuenta con la opción de simulación, por no soportar la operación de dicha potencia, y por ello de acuerdo con la norma especificada no necesita ser probado con este valor, las pruebas a una tensión mínima y máxima a niveles de potencia del 5% al 100%. Los resultados de pruebas obtenidas del sistema de verificación de los niveles de voltaje y corriente, en base a la curva I-V y P-V, se configuro a una temperatura de prueba de 25°C e irradiancia de 1000 W/m² en la fuente de simulación, los valores de escala del programa que fueron medidos en la realización de dos pruebas de inversores AF y BF la tensión de entrada Vmin, Vnom, Vmax, 97%,98%, 99% y Vmin, Vnom, Vmax, 97%, 98%, 98%, cumpliendo las especificaciones de las fichas técnicas de cada inversor.

Las pruebas realizadas con la norma IEC 61683, se utilizó para medir la eficiencia de dos inversores una de baja y alta frecuencia de 12V/ 500W, dado que el sistema de prueba describe en carga resistivas, la medición en función al (FP) en 0.998, y (0.25, 0.50, 0.75) para obtener resultados bajo diferentes condiciones de operación a (50%, 75%, 100% de la potencia nominal) esto permitió observar cómo varia la eficiencia en diferentes escenarios y cómo se comporta el inversor. El primer inversor de la marca Phoenix de AF en la medición de su eficiencia llego a 93.45 % con un FP (0.998) y a 90.3% en un (0.75), del segundo inversor Model F P-S-500 Power Inverte de BF a 82.62 % de eficiencia en función del FP (0.998) y 81.6 % a (0.75) en condiciones de 100% de sus potencias nominales. El inversor de AF resulto más eficiente que el de BF en la variación del factor de potencia para una carga resistiva perfecta en eficiencia del 100%. Sin embargo, la eficiencia disminuirá cuando el factor de potencia sea menor y la importancia de tener en cuenta el tipo de carga.

En la medición de températe se utilizó el equipo FLIR E8-XT que ofrece una resolución de imagen térmica, lo que permite una visualización clara y detallada de temperatura en un rango amplio lo que es útil para aplicaciones en diversas condiciones ambientales, detectar puntos calientes cuando el inversor entra en funcionamiento realizando una

inspección regular, se realizó la comparación de las temperaturas de los dos inversores el primer inversor de AF a una temperatura inicial de 25°C a 5%, mientras que la carga es al 100% se incrementa la temperatura de los 65°C, y en el segundo inversor de BF a una temperatura inicial de 40°C a 23%, y llegando al 100% una temperatura de operación a un 63°C. Evaluar la temperatura de un inversor es crucial para asegurar su eficiencia, vida útil y seguridad. El sobrecalentamiento reduce el rendimiento acelerado de componentes y aumento de riesgo de fallas, esta medición nos permitió ver cómo se comporta en función a su potencia nominal, a más incremento de potencia se incrementa la temperatura de operación. En las pruebas de eficiencia para inversores en sistemas fotovoltaicos autónomos en base a la normativa IEC 61683 se desarrollaron en el interior en las instalaciones del laboratorio de energías fotovoltaicas que nos permitirá realizar futuras pruebas en la validación de fichas técnicas de distintos tipos de marca en inversores autónomos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdul, O., Malik, N., & Rizanulhaq, F. (2018). Validación del procedimiento de prueba de inversores solares para sistemas fotovoltaicos autónomos. *Electrical Power, Electronics, Communications, Controls and Informatics Seminar (EECCIS)*, 42-45.
- Castejón, A. S. (2010). *Instalaciones Solares Fotovoltaicas*. Madrid: Editorial Editex, S. A.
- Chroma, G. (2017). *Medidor de potencia digital*. Manual del usuario de medidor de potencia 66203/66204, Chroma ATE INC.
- Chroma, G. (2020). *Carga Electrónica AC/DC Programable serie 6800*. Chroma ATE INC.
- Chroma, G. (2020). *Carga Electrónica AC/DC Programable serie 6800*. Chroma ATE INC.
- Chroma, G. D. (2021). *Fuente de alimentación de C.C. programable serie 62000H (Con simulación de paneles solares)*. Manual de funcionamiento y programación, Chroma Ate INC.
- Chuquiyauri, B. (2017). *Análisis y validación de las técnicas algorítmicas de inversores trabajando en dos modos de funcionamiento: modo aislado y conectado a la red eléctrica*. Lima, Peru. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14076/5792>
- Cruz, E., & Fuente, P. (2012). *Inversores en aplicaciones fotovoltaicas (Tesis de proyecto de fin de carrera, Universidad de Valladolid)*. Repositorio Digital.
- Cruz, E., & Fuente, P. (2012). *Inversores en aplicaciones fotovoltaicas (Tesis de proyecto de fin de carrera, Universidad de Valladolid)*. Repositorio Digital.
- Diaz, T. &. (2018). *Instalaciones Solares Fotovoltaicas*. España: McGraw-Hill/Interamericana.
- Fanny, Z. (27 de Febrero de 2024). *Lifeder*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/onda-senoidal/>
- FLIR. (2021). *FLIR Systems*. Obtenido de <http://www.flir.com>
- Flores, J. (2023). *Microinversor Fotovoltaico con Aislamiento en Alta*. Tecnológico Nacional de México, México.
- Franceschi, R. J. (2018). *Medición de pruebas automatizada de la eficiencia de inversores fotovoltaicos conectados a la red (Tesis de Posgrado, Universidad Federal de Santa Maria)*.
- Hoyos, J., Sanclemente, c., & Quintero, C. (2021). Transformadores de alta frecuencia. *ResearchGate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/362112232_TRANSFORMADORES_DE_ALTA_FRECUENCIA

- IEC, 6.-2. (2000). *Normativa Internacional IEC 61683*.
- Khan, M. A. (2019). Evaluación del rendimiento de inversores de autonomos sin transformadores. *Transacciones Internacionales sobre Sistema de Energia Electrica*, 30(1). doi:10.1002/2050-7038.12156
- Mocelin, A. (2014). *Cualificación profesional y formación de laboratorio en sistemas fotovoltaicos (Tesis de posgrado*. Biblioteca Digital y Disertaciones de la USP.
- Muños, J. &. (2005). Sobre la especificaciones y pruebas de inversores para sistemas fotovoltaicos autonomos. *Prog. Fotovoltio*, pp. 393-394. Obtenido de <https://doi.org/10.1002/pip.596>
- Perpiñán, O. (2013). *Energía Solar Fotovoltaica*.
- Risco, J. F. (2020). *Estudio y Análisis de un Inversor Monofásico Comercial para un Sistema Fotovoltaico*. Universidad de Piura, Piura. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11042/4796>
- Rodriguez, J. A. (2024). *Transformador de alta frecuencia*. Universidad de cundinamarca UdeC (Facultad de ingenieria - Programa de Ingenieria electronica).
- Rosyid, O. A. (2018). Validacion de procedomiento de prueba de inversor solares para sistemas fotovoltaicos. (E. C. Seminario de Energia Eléctrica, Ed.) pp.42-45. doi:10.1109/EECCIS.2018.8692977.
- Tanga, Z., Sangwongwanich, A., Yang, Y., & Blaabjerg, F. (2021). Mejora de la eficiencia energética en inversores fotovoltaicos de puente completo con modulaciones avanzadas. *ELSEVIER*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.prime.2021.100004>
- Tavares, P. J., & Galdin, M. A. (2014). *Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos*.
- Tayebi, W. H. (Marzo de 2022). Un inversor de CC/CA de SiC resonante aislado de una sola etapa para aplicaciones eficiente de alta potencia. *EN 2020 IEEE Seminario Power Electronics (SPEC) deparatamento de ingenieria Eléctrica*, pp. 399.
- Test, F. (2018). *Chroma 66204 medidor de potencia*. Obtenido de https://www.finaltest.com.mx/v/vspfiles/assets/datasheet/Chroma_66203.pdf
- Vassunava, Y. (2024). Investigación de nuevas topologías de inversores para fuentes de energía renovables. *Èkonomika i Upravlenie: Problemy, Rešeniâ*, 11, 146-156.
- Victron. (22 de Noviembre de 2024). *Autosolar*. Obtenido de <https://cdn.autosolar.pe/pdf/Victron-Phoenix-Inversor-VE.Direct-250VA-1200VA.pdf>
- Victron. (19 de Noviembre de 2024). *AutoSolar*. Obtenido de <https://cdn.autosolar.pe/pdf/Ficha-bluesolar-mppt-victron-100-30-a-100-50>

WEG. (18 de Julio de 2018). *Infootec*. Obtenido de <https://www.infootec.net/factor-de-potencia/>

WEG. (15 de Octubre de 2023). *Aerpro F P-S-500*. Obtenido de <https://manuals.plus/es/aerpro/dc-to-ac-power-inverter-manual>

WEG. (3 de Octubre de 2024). *Schneider*. Obtenido de <https://www.se.com/pe/es/product/A9F74202/llave-t%C3%A9rmica-acti9-ic60n-2p-2a-curva-c/>

ANEXOS

ANEXO 1. Ficha técnica del módulo fotovoltaico de 100 W

TECHNO SUN

**Módulo fotovoltaico
Techno Sun 100W**



Módulo fotovoltaico monocristalino Techno Sun 100W, alto rendimiento

Descripción

Panel solar de tecnología monocristalina. Cuenta con una alta eficiencia del 17,88% de célula y 14,90% del módulo, con una tolerancia del $\pm 3\%$ y alta calidad de fabricación.

Características destacadas

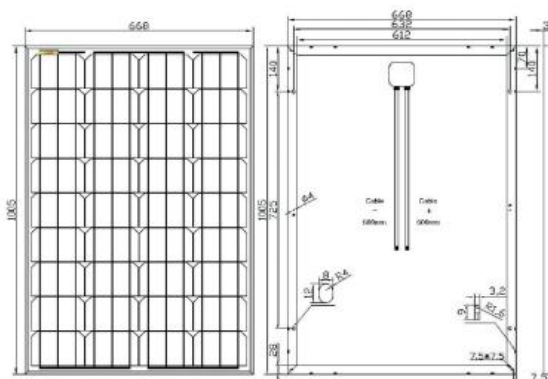
Células solares de alta eficiencia con transmisión y cristal texturizado .
Diodo de bypass para minimizar las pérdidas por sombras.
Vidrio templado con encapsulado EVA y película de protección frente al medio ambiente, con marco de aluminio.
Cumple las certificaciones internacionales (CE, TÜV NORD, ISO) y está incluido en el programa PV Cycle.



Aplicaciones

Sistemas de energía solar fotovoltaica para aplicaciones residenciales, comerciales o industriales aisladas de la red, de energía de respaldo o conectadas a red. .

Datos eléctricos	
Potencia máxima (W)	100W
Tensión de potencia óptima (Vmp)	18.78V
Corriente operativa óptima (Imp)	5.32A
Tensión de circuito abierto (Voc)	22.64V
Corriente de cortocircuito (Isc)	5.70A
Eficiencia de célula (%)	17.88%
Eficiencia de módulo (%)	14.90%
Tolerancia (%)	$\pm 3\%$
NOCT	47°C +/-2°C
Coeficientes de temperatura	
Coeficiente de temperatura Isc (%)/°C	+0.04
Coeficiente de temperatura Voc (%)/°C	-0.38
Coeficiente de temperatura Pm (%)/°C	-0.47
Coeficiente de temperatura Im (%)/°C	+0.04
Coeficiente de temperatura Vm (%)/°C	-0.38
Datos mecánicos y de componentes	
Célula	156*104 Mono
Número de células (pcs)	4*9
Tamaño del módulo (mm)	1005*668*35
Grosor del cristal (mm)	3.2
Máx. carga de superficie	2400-5400Pa
Resistencia al granizo	23m/s ,7.53g
Peso de la unidad (Kg)	8
Corriente máxima del fusible (A)	10
Marco	35#
Tipo de conector	MC4
Parte posterior	TPT
Rango de temperatura	-40°C / +85°C
FF (%)	70-76%
Standard Test Conditions	AM1.5 1000W/m ² 25°C



ANEXO 2. Ficha técnica de controlador de carga MPPT de 100/30.

Controlador de carga BlueSolar	MPPT 100/30	MPPT 100/50
Tensión de la batería	Selección automática: 12/24V	
Corriente de carga nominal	30A	50A
Potencia FV nominal, 12V 1a,b)	440W	700W
Potencia FV nominal, 24V 1a,b)	880W	1400W
Tensión máxima del circuito abierto FV	100V	100V
Max. corriente de cortocircuito PV 2)	35A	60A
Eficacia máxima	98%	98%
Autoconsumo	12V: 30 mA 24V: 20 mA	
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 14,4 V / 28,8 V (ajustable)	
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 13,8 V / 27,6 V (ajustable)	
Algoritmo de carga	variable multietapas	
Compensación de temperatura	-16 mV / °C, -32 mV / °C resp.	
Protección	Polaridad inversa de la batería (fusible, no accesible por el usuario) Polaridad inversa FV Cortocircuito de salida Sobre temperatura	
Temperatura de trabajo	-30 a +60°C (potencia nominal completa hasta los 40°C)	
Humedad	95 %, sin condensación	
Puerto de comunicación de datos	VE.Direct Consulte el libro blanco sobre comunicación de datos en nuestro sitio web	
CARCASA		
Color	Azul (RAL 5012)	
Terminales de conexión	13mm ² / AWG6	
Tipo de protección	IP43 (componentes electrónicos), IP22 (área de conexión)	
Peso	1,3kg	1,3kg
Dimensiones (al x an x p)	130 x 186 x 70mm	130 x 186 x 70mm
ESTÁNDARES		
Seguridad	EN/IEC 62109-1, UL 1741, CSA C22.2	
1a) Si hubiese más potencia FV conectada, el controlador limitará la potencia de entrada.		
1b) La tensión FV debe exceder en 5V la Vbat (tensión de la batería) para que arranque el controlador. Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de Vbat + 1V.		
2) Un generador fotovoltaico con una corriente de cortocircuito más alta puede dañar el controlador		



ANEXO 3. Ficha técnica del inversor Phoenix de 12V/500VA.

Inversor Phoenix	12 voltios 24 voltios 48 voltios	12/250 24/250 48/250	12/375 24/375 48/375	12/500 24/500 48/500	12/800 24/800 48/800	12/1200 24/1200 48/1200
Potencia cont a 25°C (1)		250VA	375VA	500VA	800VA	1200VA
Potencia cont. a 25°C / 40°C		200 / 175W	300 / 260W	400 / 350W	650 / 560W	1000 / 850W
Pico de potencia		400W	700W	900W	1500W	2200W
Tensión / frecuencia CA de salida (ajustable)	230VCA o 120VCA +/- 3% 50Hz o 60Hz +/- 0,1%					
Rango de tensión de entrada	9,2 - 17 / 18,4 - 34,0 / 36,8 - 62,0V					
Desconexión por CC baja (ajustable)	9,3 / 18,6 / 37,2V					
Dinámica (dependiente de la carga)	Desconexión dinámica, ver					
Desconexión por CC baja (totalmente ajustable)	https://www.victronenergy.com/live/ve.direct:phoenix-inverters-dynamic-cutoff					
Reinicio y alarma por CC baja (ajustable)	10,9 / 21,8 / 43,6V					
Detector de batería cargada (ajustable)	14,0 / 28,0 / 56,0V					
Eficiencia máx.	87 / 88 / 88%	89 / 89 / 90%	90 / 90 / 91%	90 / 90 / 91%	91 / 91 / 92%	
Consumo en vacío	4,2 / 5,2 / 7,9W	5,6 / 6,1 / 8,5W	6 / 6,5 / 9W	6,5 / 7 / 9,5W	7 / 8 / 10W	
Consumo en vacío predeterminado en modo ECO (Intervalo de reintento: 2,5 s, ajustable)	0,8 / 1,3 / 2,5W	0,9 / 1,4 / 2,6W	1 / 1,5 / 3,0W	1 / 1,5 / 3,0W	1 / 1,5 / 3,0	
Ajuste de potencia de parada y arranque en modo ECO	Ajustable					
Protección (2)	a - f					
Rango de temperatura de trabajo	-40 to +65°C (refrigerado por ventilador) (reducción de potencia del 1,25% por cada °C por encima de 25°C)					
Humedad (sin condensación)	máx. 95%					
CARCASA						
Material y color	Chasis de acero y carcasa de plástico (azul RAL 5012)					
Conexión de la batería	Bornes de tornillo					
Sección de cable máxima:	10mm ² / AWG8	10mm ² / AWG8	10mm ² / AWG8	25/10/10mm ² / AWG4/8/8	35/25/25 mm ² / AWG 2/4/4	
Tomas de corriente CA estándar	230V: Schuko (CEE 7/4), IEC-320 (enchufe macho incluido) UK (BS 1363), AU/NZ (AS/NZS 3112) 120V: Nema 5-15R					
Tipo de protección	IP 21					
Peso	2,4kg / 5,3lbs	3,0kg / 6,6lbs	3,9kg / 8,5lbs	5,5kg / 12lbs	7,4kg / 16,3lbs	
Dimensiones (al x an x p en mm.) (al x an x p, pulgadas)	86 x 165 x 260 3,4 x 6,5 x 10,2	86 x 165 x 260 3,4 x 6,5 x 10,2	86 x 172 x 275 3,4 x 6,8 x 10,8	105 x 216 x 305 4,1 x 8,5 x 12,1 (12V modelo: 105 x 230 x 325)	117 x 232 x 327 4,6 x 9,1 x 12,9 (12V modelo: 117 x 232 x 362)	
ACCESORIOS						
On/Off remoto	Sí					
Conmutador de transferencia automático	Filax					
ESTANDARES						
Seguridad	EN-IEC 60335-1 / EN-IEC 62109-1					
EMC	EN 55014-1 / EN 55014-2 / IEC 61000-6-1 / IEC 61000-6-2 / IEC 61000-6-3					
Directiva de automoción	ECE R10-4					
1) Carga no lineal, factor de cresta 3:1 2) Claves de protección: a) cortocircuito de salida b) sobrecarga c) tensión de la batería demasiado alta d) tensión de la batería demasiado baja h) temperatura demasiado alta f) ondulación CC demasiado alta						

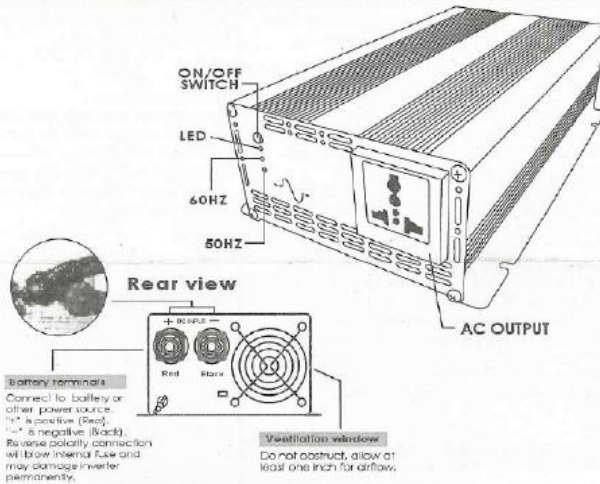
ANEXO 4. Ficha técnica de inversor F P-S-500 VA Inverte Power.

DC to AC Power inverter manual

500W
Sine Wave


MODEL: F P-S-500

- ⊙ Pure sine wave output (<2% THD).
- ⊙ Input & Output fully isolation design.
- ⊙ High Efficiency 87% ~ 90%.
- ⊙ High surge in motor start capacity.
- ⊙ 5-stage thermal control fan.
- ⊙ Frequency 50/60HZ switchable.
- ⊙ Auto restart.
- ⊙ Small size.



Firstly, thank you for purchase our product. Please read this manual carefully before installing or using this product.

SPECIFICATIONS

Model No.	FPS-500-24	FPS-500-12	FPS-500-48
Continuous Output Power	500W		
Max Output Power	1200W		
DC Input Voltage	DC24V	DC12V	DC48V
AC Output Voltage	100VAC / 110VAC 120VAC / 220VAC 230VAC / 240VAC		
Frequency	50Hz / 55Hz / 60Hz ± 3%		
Efficiency	>87%		
No Load current Draw	<0.7A	<0.4A	<0.2A
Output Wave form	Pure Sine Wave 		
Distortion	<2%		
Temperature Protection	(55°C ± 5°C)		
Input Low Voltage Protection	YES		
Input Low Voltage Alarm	YES		
Input Reverse Polarity circuit protection	YES		
Output Short Circuit Protection	YES		
Overload Protection	YES		
Dimensions (L x W x H / mm)	285 x 179 x 82.5		
Net Weight (by Kgs)	3.1Kgs		
Gross Weight (by Kgs) ..with cable	4.4		

Introduction

This model is used in a wide range of application including remote homes, RVs, sailboats and powerboats. It will operate most televisions and VCR, personal computers, small appliances and tools such as drills, sanders, grinders, mixers and blenders. To get the most out of the power inverter, it must be installed and used properly. Please read the instructions in this manual before installing and using this model.

Quick hook up and testing

If you would like to quick hook-up the power inverter and check its performance before going ahead with your installation, please follow these guidelines:

1. Unpack and inspect the power inverter, check to see that the power switch is in the OFF position.
2. Connect the cables to the power input terminals on the rear panel of power inverter. The red terminal is positive (+) and black terminal is negative (-). Connect the cables into the terminals and tighten the wing nut to clamp the wires securely.
3. Connect the cable from the negative terminal of the inverter to the negative terminal of the power source. Make a secure connection.

⚠ Loosely tightened connectors result in excessive drop and may cause overheated wires and melted insulation.

4. Before proceed further, carefully check that cable you have just connected connects from the negative terminal of inverter to the negative output terminal of the power source.

⚠ Reverse polarity connection will blow a fuse in inverter and may permanently damage the inverter. Damage caused by reverse polarity connection is not covered by our warranty.

5. Connect the cable from the positive terminal of inverter to the positive terminal of the power source. Make secure connection.

⚠ You may observe a spark when you make this connection since current may flow to charge capacitors in the power inverter. Do not make this connection in the presence of flammable fumes, explosions or fire may result.

6. Set the power switch to the ON position. Check the meters and indicators on the front panel of the inverter.

If does not, check your power source and the connections to inverter. The other indicators should be off.

7. Set power inverter switch to the OFF position, the indicator lights may blink. Plug the test load into the AC receptacle on the front panel of the inverter. Please keep switch in off position.
8. Set power inverter switch to the ON position, the inverter should supply power to the load.

Installation

1. Where to install

The power inverter should be installed in a location that meets the following requirements:

- a. Dry - Do not allow water to drip or splash on the inverter.
- b. Cool - Ambient air temperature should be between 0°C and 40°C, the cooler the better.
- c. Ventilated - Allow at least one inch of clearance around the inverter for airflow. Ensure the ventilation openings on the rear and bottom of the unit are not obstructed.
- d. Safe - Do not install the inverter in the same compartment as batteries or in any compartment capable of storing flammable liquids such as gasoline.

2. Cables

DC to AC inverters require high amperage/low voltage DC power to low amperage/high voltage AC power. To operate properly connect inverter DC input terminals direct to battery with heaviest wire available see chart below:

Max Watts Out	Approx. Amps	Req'd Wire Gauge
100W	10A	#18
150W	15A	#14
200W	20A	#12
300W	30A	#10
400W	40A	#8
500W	54A	#6 or 2x#10

ANEXO 5. Promedio de datos obtenidos de las curvas caracterizadas de la fuente de alimentación de prueba (SAS modeling) V_{min} , V_{nom} , V_{max} , del inversor Phoenix

Tabla 20

Datos promedio V_{max} en condiciones de operación a 50% del inversor Phoenix

Tiempo	Pmp (W)	Vmp (V)	V Prom (V)	Imp (A)	MPP (%)	V Medida (V)	I Medida (A)	P Medida (W)
13:21:57	399.6	75.4	83.8	5.3	90.6	88.7	3.3	288.1
13:21:58	399.6	75.4	83.8	5.3	90.6	88.7	3.2	288.2
13:21:59	399.6	75.4	83.8	5.3	90.6	77.2	1.3	288.8
13:22:42	399.6	75.4	87.7	5.3	77.2	87.7	3.5	308.5
13:22:43	399.6	75.4	87.7	5.3	77.2	87.7	3.5	308.7
13:22:44	399.6	75.4	87.7	5.3	77.2	87.7	3.5	308.6
13:22:45	399.6	75.4	87.7	5.3	77.2	87.7	3.5	308.5
13:22:46	399.6	75.4	87.7	5.3	77.2	87.7	3.5	308.5
13:22:47	399.6	75.4	87.7	5.3	77.2	87.7	3.5	308.4
13:22:48	399.6	75.4	87.7	5.3	77.2	87.7	3.5	308.4
13:22:49	399.6	75.4	87.7	5.3	77.2	87.7	3.5	308.3
13:22:50	399.6	75.4	87.7	5.3	77.2	87.7	3.5	308.5
13:22:51	399.6	75.4	87.7	5.3	77.2	87.7	3.5	308.4
13:22:52	399.6	75.4	87.7	5.3	77.2	87.7	3.5	308.3
13:22:53	399.6	75.4	87.7	5.3	77.2	87.7	3.5	308.1
13:22:54	399.6	75.4	87.7	5.3	77.2	87.7	3.5	308.2
13:22:55	399.6	75.4	87.7	5.3	77.2	87.7	3.5	308.1
13:22:56	399.6	75.4	87.7	5.3	77.2	87.7	3.5	307.9
13:22:57	399.6	75.4	87.7	5.3	77.2	87.7	3.5	308.1
13:22:58	399.6	75.4	87.7	5.3	77.2	87.7	3.5	308.0
13:22:59	399.6	75.4	87.7	5.3	77.1	87.7	3.5	307.9
13:23:00	399.6	75.4	87.7	5.3	77.1	87.7	3.5	308.0
13:23:01	399.6	75.4	87.7	5.3	77.1	87.7	3.5	307.9
13:23:02	399.6	75.4	87.7	5.3	77.1	87.7	3.5	307.8
13:23:03	399.6	75.4	87.7	5.3	77.1	87.7	3.5	307.9
Promedio	399.6	75.4	87.2	5.3	78.8	87.4	3.4	305.8

Tabla 21

Datos promedio del Vmax en condiciones de operación a 50% del inversor F P-500 de medición

Tiempo	Pmp (W)	Vmp (V)	V Prom (V)	Imp (A)	MPP (%)	V Medida (V)	I Medida (A)	P Medida (W)
13:31:41	399.6	75.4	88.4	5.3	73.9	89.7	2.9	264.4
13:31:42	399.6	75.4	88.4	5.3	73.9	89.7	2.9	264.2
13:31:43	399.6	75.4	88.4	5.3	73.9	89.7	2.9	264.2
13:31:44	399.6	75.4	88.4	5.3	73.8	89.7	2.9	263.9
13:31:45	399.6	75.4	88.4	5.3	73.8	89.7	2.9	264.2
13:31:46	399.6	75.4	88.4	5.3	73.8	89.7	2.9	264.2
13:31:47	399.6	75.4	88.4	5.3	73.8	89.7	2.9	264.0
13:31:48	399.6	75.4	88.4	5.3	73.8	89.7	2.9	264.0
13:31:49	399.6	75.4	88.4	5.3	73.8	89.7	2.9	263.9
13:31:50	399.6	75.4	88.4	5.3	73.8	89.7	2.9	264.1
13:31:51	399.6	75.4	88.4	5.3	73.7	89.7	2.9	264.0
13:31:52	399.6	75.4	88.4	5.3	73.7	89.7	2.9	264.2
13:31:53	399.6	75.4	88.4	5.3	73.7	89.7	2.9	264.0
13:31:54	399.6	75.4	88.4	5.3	73.7	89.7	2.9	263.9
13:31:55	399.6	75.4	88.4	5.3	73.7	89.7	2.9	263.9
13:31:56	399.6	75.4	88.4	5.3	73.7	89.7	2.9	263.7
13:31:57	399.6	75.4	88.4	5.3	73.7	89.7	2.9	263.6
13:31:58	399.6	75.4	88.4	5.3	73.7	89.7	2.9	263.7
13:31:59	399.6	75.4	88.4	5.3	73.6	89.7	2.9	263.8
13:32:00	399.6	75.4	88.4	5.3	73.6	89.7	2.9	263.9
13:32:01	399.6	75.4	88.4	5.3	73.6	89.7	2.9	263.7
13:32:02	399.6	75.4	88.4	5.3	73.6	89.7	2.9	263.8
13:32:03	399.6	75.4	88.4	5.3	73.6	89.7	2.9	263.6
13:32:04	399.6	75.4	88.4	5.3	73.6	87.9	3.5	263.9
Promedio	399.6	75.4	88.4	5.3	73.7	89.7	3.0	264.0

Tabla 22*Datos promedio del Vmin en condiciones de operación a 5% de medición*

Tiempo	Pmp (W)	Vmp (V)	V Pro (V)	Imp (A)	MPP (%)	V Medida (V)	I Medida (I)	P Medida (W)
07:23:42	25	70	75	0.36	98.00	72.45	1.37	99.00
07:23:43	25	70	75	0.36	98.00	74.66	1.35	100.30
07:23:44	25	70	75	0.36	98.00	75.12	1.33	100.60
07:23:45	25	70	75	0.36	98.00	77.73	1.28	99.60
07:23:46	25	70	75	0.36	98.00	76.17	1.32	100.80
07:23:47	25	70	75	0.36	98.00	72.45	1.38	100.00
07:23:48	25	70	75	0.36	98.00	78.84	1.25	98.80
07:23:49	25	70	75	0.36	98.00	77.95	1.27	98.90
07:23:50	25	70	75	0.36	98.00	72.76	1.38	100.10
07:23:51	25	70	75	0.36	98.00	74.60	1.34	99.70
07:23:52	25	70	75	0.36	98.00	76.57	1.31	99.90
07:23:53	25	70	75	0.36	98.00	74.58	1.34	99.50
07:23:54	25	70	75	0.36	98.00	76.82	1.31	99.40
07:23:55	25	70	75	0.36	98.00	74.48	1.34	99.60
07:23:56	25	70	75	0.36	98.00	77.17	1.28	98.90
07:23:57	25	70	75	0.36	98.00	73.92	1.35	99.60
07:23:58	25	70	75	0.36	98.00	77.40	1.28	98.80
07:23:59	25	70	75	0.36	98.00	73.83	1.34	98.80
07:24:00	25	70	75	0.36	98.00	72.67	1.38	99.30
07:24:01	25	70	75	0.36	98.00	74.10	1.34	101.00
07:24:02	25	70	75	0.36	98.00	77.97	1.28	99.40
07:24:03	25	70	75	0.36	98.00	77.52	1.29	99.70
07:24:04	25	70	75	0.36	98.00	72.72	1.37	99.40
07:24:05	25	70	75	0.36	98.00	73.56	1.37	100.70
Promedio	25	70	75	0.36	98.00	75.25	1.33	99.66

Tabla 23*Datos promedio del Vmin en condiciones de operación a 25% de medición*

Tiempo	Pmp (W)	Vmp (V)	V Prom (V)	Imp (A)	MPP (%)	V Medida (V)	I Medida (I)	P Medida (W)
07:59:34	125	70	73.90	1.79	97.49	76.24	1.32	100.50
07:59:35	125	70	73.91	1.79	97.53	73.83	1.36	100.40
07:59:36	125	70	73.92	1.79	97.57	73.58	1.36	100.40
07:59:37	125	70	73.93	1.79	97.61	75.63	1.33	99.70
07:59:38	125	70	73.94	1.79	97.65	72.15	1.39	100.70
07:59:39	125	70	73.95	1.79	97.68	72.88	1.37	100.20
07:59:40	125	70	73.96	1.79	97.68	76.65	1.30	99.90
07:59:41	125	70	73.97	1.79	97.72	73.81	1.36	100.70
07:59:42	125	70	73.99	1.79	97.75	77.67	1.31	101.50
07:59:43	125	70	74.00	1.79	97.78	72.83	1.37	100.10
07:59:44	125	70	74.02	1.79	97.82	77.15	1.29	99.70
07:59:45	125	70	74.03	1.79	97.85	74.66	1.35	100.60
07:59:46	125	70	74.03	1.79	97.87	74.58	1.34	99.50
07:59:47	125	70	74.03	1.79	97.91	74.17	1.37	99.60
07:59:48	125	70	74.04	1.79	97.93	71.15	1.39	101.30
07:59:49	125	70	74.06	1.79	97.96	73.65	1.35	99.00
07:59:50	125	70	74.08	1.79	97.98	77.33	1.28	99.20
07:59:51	125	70	74.08	1.79	98.01	72.62	1.37	99.10
07:59:52	125	70	74.08	1.79	98.01	74.82	1.34	100.50
07:59:53	125	70	74.10	1.79	98.03	73.99	1.35	99.80
07:59:54	125	70	74.10	1.79	98.06	76.19	1.32	100.60
07:59:55	125	70	74.11	1.79	98.09	73.06	1.37	100.10
07:59:56	125	70	74.12	1.79	98.11	78.03	1.27	99.50
07:59:57	125	70	74.13	1.79	98.13	75.46	1.33	99.30
Promedio	125	70	74.02	1.79	97.84	74.67	1.34	100.08

Tabla 24*Datos promedio del Vmin en condiciones de operación 50% de medición*

Tiempo	Pmp (W)	Vmp (V)	V Pro (V)	Imp (A)	MPP (%)	V Medida (V)	I Medida (I)	P Medida (W)
08:22:08	250	70	74.91	3.57	97	73.72	1.36	100.6
08:22:09	250	70	74.92	3.57	97	77.25	1.30	100.3
08:22:10	250	70	74.92	3.57	97	73.87	1.34	98.9
08:22:11	250	70	74.92	3.57	97	77.23	1.28	99.2
08:22:12	250	70	74.90	3.57	97	71.26	1.39	98.8
08:22:13	250	70	74.90	3.57	97	76.21	1.35	99.3
08:22:14	250	70	74.90	3.57	97	73.88	1.34	102.9
08:22:15	250	70	74.88	3.57	97	72.93	1.36	99.2
08:22:16	250	70	74.88	3.57	97	71.11	1.39	99.2
08:22:17	250	70	74.88	3.57	97	73.81	1.34	98.7
08:22:18	250	70	74.84	3.57	97	70.46	1.39	98.2
08:22:19	250	70	74.78	3.57	97	68.92	1.41	97.1
08:22:20	250	70	74.69	3.57	97	68.06	1.42	96.6
08:22:21	250	70	74.61	3.57	97	65.98	1.44	94.8
08:22:22	250	70	74.51	3.57	97	65.47	1.44	94.0
08:22:23	250	70	74.37	3.57	97	64.39	1.45	93.1
08:22:24	250	70	74.25	3.57	97	62.88	1.45	91.2
08:22:25	250	70	74.13	3.57	97	62.76	1.45	91.1
08:22:26	250	70	74.00	3.57	97	62.18	1.46	90.6
08:22:27	250	70	73.87	3.57	97	61.86	1.46	90.0
08:22:28	250	70	73.78	3.57	97	62.63	1.45	90.7
08:22:29	250	70	73.68	3.57	97	63.20	1.45	91.1
08:22:30	250	70	73.56	3.57	97	63.70	1.45	91.7
08:22:31	250	70	73.47	3.57	97	64.53	1.44	92.2
Promedio	250	70	74.48	3.57	97	68.67	1.40	95.81

Tabla 25*Datos promedio del Vmin en condiciones de operación a 100% de medición*

Tiempo	Pmp (W)	Vmp (V)	V_PRO (V)	Imp (A)	I Prom (A)	MPP (%)	V Medida (V)	I Medida (I)	P Medida (W)
08:45:38	500.0	70.0	70.0	7.1	1.39	96.7	68.3	1.42	96.8
08:45:39	500.0	70.0	70.0	7.1	1.39	96.7	70.9	1.39	98.5
08:45:40	500.0	70.0	70.0	7.1	1.39	96.7	70.3	1.40	98.4
08:45:41	500.0	70.0	70.0	7.1	1.39	96.7	69.5	1.40	97.6
08:45:42	500.0	70.0	70.0	7.1	1.39	96.7	69.4	1.40	97.4
08:45:43	500.0	70.0	70.0	7.1	1.39	96.7	68.7	1.41	97.2
08:45:44	500.0	70.0	69.9	7.1	1.39	96.7	68.2	1.42	96.9
08:45:45	500.0	70.0	69.9	7.1	1.39	96.7	67.4	1.42	95.8
08:45:46	500.0	70.0	69.9	7.1	1.39	96.7	68.0	1.42	96.4
08:45:47	500.0	70.0	69.9	7.1	1.39	96.7	67.9	1.42	96.3
08:45:48	500.0	70.0	69.9	7.1	1.39	96.7	66.8	1.43	96.4
08:45:49	500.0	70.0	69.9	7.1	1.39	96.7	68.0	1.43	95.3
08:45:50	500.0	70.0	69.9	7.1	1.39	96.7	66.4	1.43	97.1
08:45:51	500.0	70.0	69.9	7.1	1.39	96.7	68.4	1.41	95.1
08:45:52	500.0	70.0	69.9	7.1	1.39	96.7	68.2	1.41	96.2
08:45:53	500.0	70.0	69.9	7.1	1.39	96.7	68.9	1.41	97.1
08:45:54	500.0	70.0	69.9	7.1	1.39	96.7	68.5	1.41	96.8
08:45:55	500.0	70.0	69.9	7.1	1.39	96.7	70.4	1.40	98.3
08:45:56	500.0	70.0	69.9	7.1	1.39	96.7	69.6	1.40	97.3
08:45:57	500.0	70.0	69.9	7.1	1.39	96.7	69.5	1.41	97.7
08:45:58	500.0	70.0	69.9	7.1	1.39	96.7	69.4	1.41	98.1
08:45:59	500.0	70.0	69.9	7.1	1.39	96.7	69.5	1.42	98.4
08:46:00	500.0	70.0	69.9	7.1	1.39	96.7	68.8	1.41	97.1
08:46:01	500.0	70.0	69.9	7.1	1.39	96.7	68.7	1.41	97.0
Promedio	500.00	70.00	69.91	7.14	1.39	96.69	68.73	1.41	97.05

Tabla 26*Datos promedio del Vmon en condiciones de operación a 50% de medición*

Tiempo	Pmp (W)	Vmp (V)	V Prom (V)	Imp (A)	MPP (%)	V Medida (V)	I Medida (A)	P Medida (W)
06:40:31	250.0	75.0	74.3	3.3	98.5	74.6	1.3	98.8
06:40:32	250.0	75.0	74.3	3.3	98.5	74.7	1.3	98.8
06:40:33	250.0	75.0	74.3	3.3	98.5	77.5	1.3	99.1
06:40:34	250.0	75.0	74.3	3.3	98.5	71.7	1.4	98.9
06:40:35	250.0	75.0	74.3	3.3	98.5	75.9	1.3	99.9
06:40:36	250.0	75.0	74.3	3.3	98.5	72.3	1.4	99.3
06:40:37	250.0	75.0	74.3	3.3	98.5	75.6	1.3	100.2
06:40:38	250.0	75.0	74.3	3.3	98.6	76.5	1.3	99.3
06:40:39	250.0	75.0	74.3	3.3	98.6	74.2	1.4	98.7
06:40:40	250.0	75.0	74.3	3.3	98.6	73.1	1.4	100.5
06:40:41	250.0	75.0	74.3	3.3	98.6	75.8	1.3	100.1
06:40:42	250.0	75.0	74.3	3.3	98.6	72.0	1.4	99.8
06:40:43	250.0	75.0	74.3	3.3	98.6	77.6	1.3	99.0
06:40:44	250.0	75.0	74.4	3.3	98.6	75.1	1.3	100.1
06:40:45	250.0	75.0	74.4	3.3	98.6	74.6	1.3	99.1
06:40:46	250.0	75.0	74.4	3.3	98.6	73.1	1.4	99.3
06:40:47	250.0	75.0	74.4	3.3	98.6	73.4	1.4	99.2
06:40:48	250.0	75.0	74.4	3.3	98.6	75.8	1.3	99.2
06:40:49	250.0	75.0	74.4	3.3	98.6	72.4	1.4	99.4
06:40:50	250.0	75.0	74.4	3.3	98.6	75.9	1.3	98.7
06:40:51	250.0	75.0	74.4	3.3	98.6	72.4	1.4	98.6
06:40:52	250.0	75.0	74.4	3.3	98.6	77.2	1.3	99.6
06:40:53	250.0	75.0	74.4	3.3	98.6	72.0	1.4	97.8
06:40:54	250.0	75.0	74.4	3.3	98.6	74.0	1.4	100.1
Promedio	250.0	75.0	74.3	3.3	98.6	74.5	1.3	99.3

Tabla 27*Datos promedio del Vnom en condiciones de operación a 75% de medición*

Tiempo	Pmp (W)	V _{mp} (V)	V _{Prom} (V)	Imp (A)	MPP (%)	V Medida (V)	I Medida (A)	P Medida(W)
06:53:21	375.0	75.0	74.9	5.0	99.7	74.6	1.3	99.5
06:53:22	375.0	75.0	74.9	5.0	99.7	74.6	1.4	102.6
06:53:23	375.0	75.0	74.9	5.0	99.7	76.4	1.3	99.4
06:53:24	375.0	75.0	74.9	5.0	99.7	74.3	1.3	100.2
06:53:25	375.0	75.0	74.9	5.0	99.7	75.4	1.3	99.9
06:53:26	375.0	75.0	74.9	5.0	99.7	75.8	1.3	100.3
06:53:27	375.0	75.0	74.9	5.0	99.7	77.5	1.3	99.3
06:53:28	375.0	75.0	74.9	5.0	99.7	74.6	1.4	102.2
06:53:29	375.0	75.0	74.9	5.0	99.7	75.0	1.3	98.8
06:53:30	375.0	75.0	74.9	5.0	99.7	76.1	1.3	98.2
06:53:31	375.0	75.0	74.9	5.0	99.7	75.0	1.3	99.3
06:53:32	375.0	75.0	74.9	5.0	99.7	73.2	1.4	100.6
06:53:33	375.0	75.0	74.9	5.0	99.7	75.5	1.3	99.3
06:53:34	375.0	75.0	74.9	5.0	99.7	76.3	1.3	100.4
06:53:35	375.0	75.0	74.9	5.0	99.7	76.9	1.3	99.1
06:53:36	375.0	75.0	74.9	5.0	99.7	74.9	1.3	100.4
06:53:37	375.0	75.0	74.9	5.0	99.7	78.4	1.3	98.3
06:53:38	375.0	75.0	74.9	5.0	99.7	78.3	1.3	98.4
06:53:39	375.0	75.0	74.9	5.0	99.7	75.1	1.3	98.4
06:53:40	375.0	75.0	74.9	5.0	99.7	72.3	1.4	95.3
06:53:41	375.0	75.0	74.9	5.0	99.7	74.7	1.3	99.3
06:53:42	375.0	75.0	74.9	5.0	99.7	77.7	1.3	99.2
06:53:43	375.0	75.0	74.9	5.0	99.7	72.4	1.4	98.8
06:53:44	375.0	75.0	74.9	5.0	99.7	73.1	1.4	99.3
Promedio	375.00	75.00	74.90	5.00	99.66	75.34	1.32	99.4

ANEXO 6. Promedio de datos obtenidos de la carga reactiva en función de niveles de medición PF (0.25, 0.50, 0.75, 0.99).

Tabla 28

Datos promedio de la carga AC medida 25% de un FP (0.998)

V(V)	I(A)	P(W)	Q(VAR)	S(VA)	F(Hz)	PF	CF	Ip+(A)	Ip-(A)	THDv (%)
231.7	1.3	310.1	26.7	311.3	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.1
231.7	1.3	310.1	27.7	311.3	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.1
231.6	1.3	310.2	25.3	311.2	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.1
231.8	1.3	310.1	28.7	311.4	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.1
231.7	1.3	310.1	26.6	311.2	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.1
231.7	1.3	310.3	26.8	311.4	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.1
231.7	1.3	310.2	27.2	311.4	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.1
231.6	1.3	310.2	25.6	311.3	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.1
231.7	1.3	310.2	27.2	311.4	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.1
231.7	1.3	310.2	26.7	311.3	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.1
231.7	1.3	310.4	28.5	311.7	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.1
231.7	1.3	310.3	27.7	311.5	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.1
231.7	1.3	310.2	27.0	311.4	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.1

Tabla 29*Datos promedio de la carga AC medida 75% de un FP (0.998)*

V(V)	I(A)	P(W)	Q(VAR)	S(VA)	F(Hz)	PF	CF	Ip+(A)	Ip-(A)	THDv(%)
231.6	1.3	310.3	27.4	311.5	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.1
231.5	1.3	310.3	25.2	311.3	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.2
231.6	1.3	310.3	27.5	311.5	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.2
231.5	1.3	310.2	25.9	311.3	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.2
231.7	1.3	310.3	28.6	311.6	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.1
231.7	1.3	310.3	28.3	311.6	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.2
231.7	1.3	310.3	28.5	311.6	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.1
231.6	1.3	310.2	27.2	311.4	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.1
231.6	1.3	310.2	27.2	311.4	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.1
231.5	1.3	310.3	25.9	311.3	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.1
231.5	1.3	310.3	26.4	311.4	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.1
231.6	1.3	310.2	27.5	311.4	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.1
231.6	1.3	310.3	27.1	311.4	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.1

Tabla 30*Datos promedio de la carga AC medida 100% de un FP (0.998)*

V(V)	I(A)	P(W)	Q(VAR)	S(VA)	F(Hz)	PF	CF	Ip+(A)	Ip-(A)	THDv(%)
231.3	1.3	309.5	27.1	310.7	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.1
231.3	1.3	309.6	25.9	310.7	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.1
231.2	1.3	309.5	25.4	310.6	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.1
231.4	1.3	309.6	27.7	310.9	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.1
231.4	1.3	309.5	28.2	310.8	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.1
231.5	1.3	309.6	29.6	311.0	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.1
231.3	1.3	309.6	27.5	310.8	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.1
231.2	1.3	309.6	25.7	310.6	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.1
231.3	1.3	309.5	26.0	310.6	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.1
231.3	1.3	309.5	26.7	310.7	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.1
231.3	1.3	309.6	27.2	310.8	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.1
231.3	1.3	309.6	26.9	310.8	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.1
231.3	1.3	309.6	27.0	310.7	60.2	1.0	1.4	1.9	1.9	3.1

Tabla 31*Datos promedio de la carga AC medida 50% de un FP (0.50)*

V(V)	I(A)	P(W)	Q(VAR)	S(VA)	F(Hz)	PF	CF	Ip+(A)	Ip-(A)	THDv(%)
234.8	0.7	76.3	154.8	172.5	60.1	0.4	3.2	2.4	2.4	19.5
234.8	0.7	76.3	154.7	172.5	60.1	0.4	3.3	2.4	2.4	19.5
234.8	0.7	76.2	154.8	172.5	60.1	0.4	3.3	2.4	2.4	19.5
234.8	0.7	76.3	154.8	172.5	60.1	0.4	3.3	2.4	2.4	19.5
234.9	0.7	76.2	154.8	172.6	60.1	0.4	3.3	2.4	2.4	19.5
234.9	0.7	76.2	154.8	172.5	60.1	0.4	3.3	2.4	2.4	19.5
234.9	0.7	76.3	154.8	172.6	60.1	0.4	3.3	2.4	2.4	19.5
234.9	0.7	76.3	154.8	172.5	60.1	0.4	3.3	2.4	2.4	19.5
234.9	0.7	76.3	154.8	172.6	60.1	0.4	3.3	2.4	2.4	19.5
234.8	0.7	76.3	154.8	172.5	60.1	0.4	3.3	2.4	2.4	19.5
234.8	0.7	76.2	154.7	172.5	60.1	0.4	3.3	2.4	2.4	19.5
234.8	0.7	76.2	154.8	172.5	60.1	0.4	3.3	2.4	2.4	19.5
234.8	0.7	76.2	154.8	172.5	60.1	0.4	3.3	2.4	2.4	19.5

Tabla 32*Datos promedio de la carga AC medida 50% de un FP (0.75)*

V(V)	I(A)	P(W)	Q(VAR)	S(VA)	F(Hz)	PF	CF	Ip+(A)	Ip-(A)	THDv(%)
231.1	1.1	169.8	183.8	250.2	60.2	0.7	2.2	2.4	2.3	20.1
231.1	1.1	169.8	183.8	250.2	60.2	0.7	2.2	2.4	2.3	20.1
231.1	1.1	169.8	183.7	250.1	60.2	0.7	2.2	2.4	2.3	20.1
231.1	1.1	169.8	183.7	250.2	60.2	0.7	2.2	2.4	2.3	20.1
231.2	1.1	169.8	183.8	250.2	60.2	0.7	2.2	2.4	2.3	20.1
231.1	1.1	169.8	183.7	250.2	60.2	0.7	2.2	2.4	2.3	20.1
231.1	1.1	169.7	183.7	250.1	60.2	0.7	2.2	2.4	2.3	20.1
231.1	1.1	169.8	183.7	250.2	60.2	0.7	2.2	2.4	2.3	20.1
231.2	1.1	169.8	183.8	250.2	60.2	0.7	2.2	2.4	2.3	20.1
231.1	1.1	169.7	183.8	250.2	60.2	0.7	2.2	2.4	2.3	20.1
231.0	1.1	169.6	183.7	250.0	60.2	0.7	2.2	2.4	2.3	20.1
231.1	1.1	169.7	183.7	250.0	60.2	0.7	2.2	2.4	2.3	20.1
231.1	1.1	169.8	183.7	250.1	60.2	0.7	2.2	2.4	2.3	20.1

Indian Standard

PHOTOVOLTAIC SYSTEMS — POWER CONDITIONERS — PROCEDURE FOR MEASURING EFFICIENCY

1 Scope

This standard describes guidelines for measuring the efficiency of power conditioners used in stand-alone and utility-interactive photovoltaic systems, where the output of the power conditioner is a stable a.c. voltage of constant frequency or a stable d.c. voltage. The efficiency is calculated from a direct measurement of input and output power in the factory. An isolation transformer is included where it is applicable.

2 Normative reference

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60146-1-1:1991, *Semiconductor convertors - General requirements and line commutated convertors - Part 1-1: Specifications of basic requirements*

3 Definitions

For the purposes of this standard, the following definitions apply. All efficiency definitions are applied to electric power conversion alone and do not consider any heat production. The above normative references contain other definitions.

In annex A, the definition of power conditioner is given. Power efficiency and conversion factor are explained in annex B.

3.1

rated output efficiency

ratio of output power to input power when the power conditioner is operating at its rated output

3.2

partial output efficiency

ratio of output power to input power when the power conditioner is operating below its rated output

3.3

energy efficiency

ratio of output energy to input energy during an identified period

3.4

efficiency tolerance

permissible tolerance between the manufacturer's specified efficiency and the measured efficiency

3.5

PV array simulator

simulator which has I-V characteristics equivalent to a PV array

3.6

no-load loss

input power of the power conditioner when its load is disconnected or its output power is zero

3.7

standby loss

for a utility interactive power conditioner, power drawn from the utility grid when the power conditioner is in standby mode. For a stand-alone power conditioner, d.c. input power when the power conditioner is in standby mode

3.8

maximum power point tracking (MPPT)

control strategy whereby the power conditioner input voltage is always at or near the maximum power point of the PV array

4 Efficiency measurement conditions

Efficiency shall be measured under the matrix of conditions as described in the following clauses and table 1. Specific conditions may be excluded by mutual agreement when those conditions are outside the manufacturer's allowable operating range. The resulting data shall be presented in tabular form and may also be presented graphically.

NOTE For example, stand-alone power conditioners are typically designed to handle short-term overload significantly above the rated power. The test at 120 % of rated capacity is included to give an indication of the performance of the power conditioner under these conditions. Some power conditioners are not designed to provide more than their rated output and might be damaged if operated at 120 % of rated capacity. In such cases, test documentation shall note that the test was excluded due to limitation in the power conditioner.

4.1 DC power source for testing

For power conditioners operating with fixed input voltage, the d.c. power source shall be a storage battery or constant voltage power source to maintain the input voltage.

For power conditioners that employ maximum power point tracking (MPPT) and shunt-type power conditioners, either a photovoltaic array or a photovoltaic array simulator shall be utilized.

4.2 Temperature

All measurements are to be made at an ambient temperature of $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Other ambient temperatures may be allowed by mutual agreement. However, the temperature used must be clearly stated in all documentation.

4.3 Output voltage and frequency

The output voltage and frequency shall be maintained at the manufacturer's stated nominal values.

Table 1 - Efficiency recording sheet

Input voltage: _____ (± _____ V)

Total load, % of rated VA		5	10	25	50	75	100	120
Grid-connected	Resistive load	-	()*	()	()	()	()	()
Stand-alone	Resistive load	()	()	()	()	()	()	()
	Reactive load							
	PF = 0,25 or minimum	-	-	()	()	-	()	-
	PF = 0,50 (> minimum)	-	-	()	()	-	()	-
	PF = 0,75 (> minimum)	-	-	()	()	-	()	-
	Non-linear load							
	NL = 25 % of rated VA	-	-	()	()	-	()	-
	NL = 50 % of rated VA	-	-	-	()	-	()	-
	Complex load	-	-	-	()	-	()	-

* The symbol () denotes a condition to be tested.

4.4 Input voltage

Measurements performed in each of the following tests shall be repeated at three power conditioner input voltages:

- manufacturer's minimum rated input voltage;
- the inverter's nominal voltage or the average of its rated input range;
- 90 % of the inverter's maximum input voltage.

In the case where a power conditioner is to be connected with a battery at its input terminals, only the nominal or rated input voltage may be applied.

4.5 Ripple and distortion

Record input voltage and current ripple for each measurement. Also record output voltage and current distortion (if a.c.) or ripple (if d.c.). Ensure that these measurements remain within the manufacturer's specified values. Note that ripple and distortion may not be specified at low power levels, but readings shall be recorded.

4.6 Resistive loads/utility grid

At unity power factor, or at the intrinsic power factor of grid-connected inverters without power factor adjustment, measure the efficiency for power levels of 10 %, 25 %, 50 %, 75 %, 100 % and 120 % of the inverter's rating. Stand-alone inverters shall also be measured at a power level of 5 % of rated. The power conditioner test should be conducted with a specified resistive and reactive grid impedance.

4.7 Reactive loads

For stand-alone inverters, measure the efficiency with a load which provides a power factor equal to the manufacturer's specified minimum level (or 0,25, whichever is greater) and at power levels of 25 %, 50 % and 100 % of rated VA. Repeat for power factors of 0,5 and 0,75 (do not go below the manufacturer's specified minimum PF) and power levels of 25 %, 50 %, and 100 % of rated VA.

5 Efficiency calculations

5.1 Rated output efficiency

Rated output efficiency shall be calculated from measured data as follows:

$$\eta_R = (P_o / P_i) \times 100 \quad (1)$$

where

η_R is the rated output efficiency (%);

P_o is the rated output power from power conditioner (kW);

P_i is the input power to power conditioner at rated output (kW).

NOTE Any auxiliary input power (kW), such as for the inverter's control system (or gate driver) shall be included in P_i in equation (1).

5.2 Partial output efficiency

Partial output efficiency shall be calculated from measured data as follows:

$$\eta_{par} = (P_{op} / P_{ip}) \times 100 \quad (2)$$

where

η_{par} is the partial output efficiency (%);

P_{op} is the partial output power from power conditioner (kW);

P_{ip} is the input power to power conditioner at partial output (kW).

Figure 1a - Stand-alone type

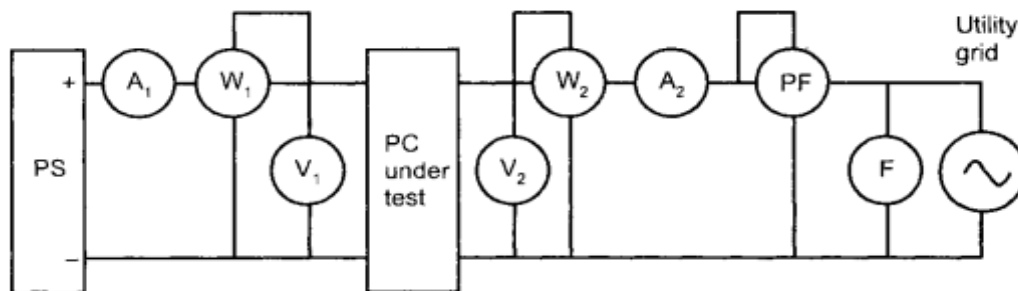


Figure 1b - Utility-interactive type

PC	power conditioner	L	load
PS	variable voltage-current d.c. power supply	F	frequency meter
A_1	DC ammeter	V_1	DC voltmeter
A_2	AC or d.c. ammeter	V_2	AC or d.c. voltmeter
W_1	DC wattmeter	PF	power factor meter
W_2	AC or d.c. wattmeter		

NOTE 1 The d.c. input voltage or current ripple will vary according to the d.c. power supply's internal impedance, and should be defined by mutual agreement between user and manufacturer. For example, the impedance might be selected as the current-voltage ratio $\Delta V/\Delta I$ at the operating point on the PV array I-V curve. When the power conditioner includes the MPPT, a PV array simulator is recommended as the d.c. power source.

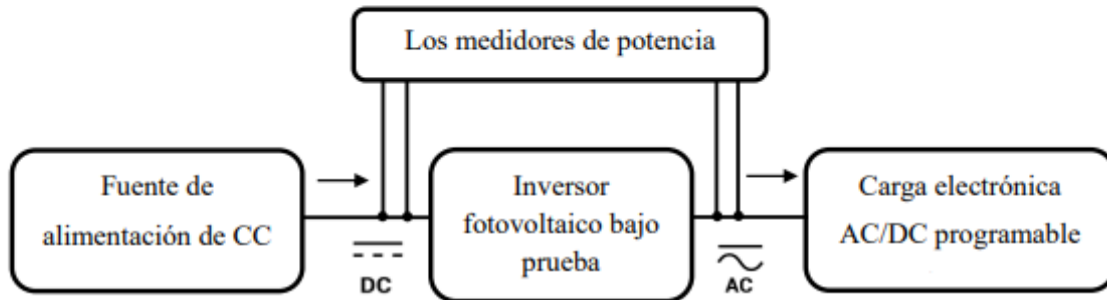
NOTE 2 Frequency meter F* and power factor meter PF* are ignored in the case of d.c. output.

ANEXO 8. MANUAL DE USUARIO

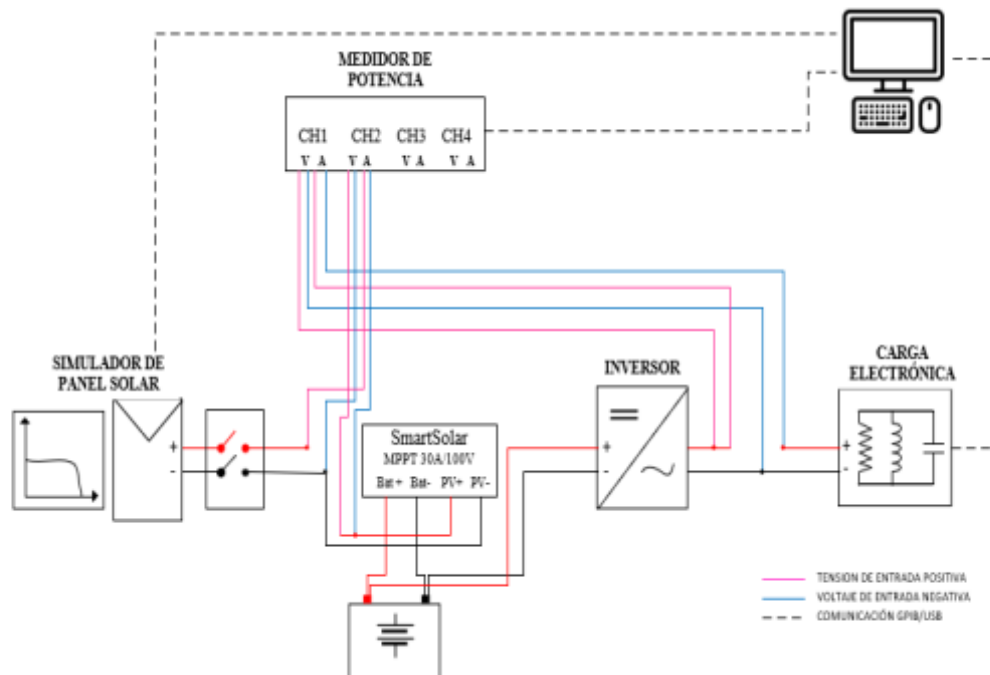
El manual de usuario, es una guía donde se detalla el procedimiento que se debe seguir para poder realizar las pruebas en sistemas fotovoltaicos autónomos en inversores, para obtener esta guía puede dirigirse al siguiente link: <https://goo.su/FOydOdb>, donde encontrara un archivo PDF para su impresión.



El presente manual es la recopilación del usuario CHROMA, Solar Array Simulation Soft Panel 62050-600S, Soft Panel Startup de carga eléctrica CA/DC serie 63800, medidor de potencia serie 66204, los procedimientos de medición del software programable. El PC y los instrumentos deben estar equipados con una interfaz de operación, para realizar la dirección de comunicación del GPIB/USB.



- Primero: Debe realizar el conexionado de los equipos, fuente de alimentación, controlador MPPT, batería, inversor de prueba, carga electrónica, el medidor de potencia.
- Segundo: Revisar cuidadosamente los conexiones, antes de encender el sistema de prueba.
- Tercero: Seleccione los puertos de comunicación GPIB/USB de cada equipo CHROMA.





Establecer el puerto de comunicación de la PC y la fuente de alimentación CC de la serie 62050H-600S para la selección del protocolo de comunicación GPIB/USB, cuando se selecciona la dirección GPIB debe establecer igual a la fuente en la detección automática confirmando, haga clic en **Set OK**



- Revisar en el panel principal indicando el canal CH1 en la pantalla de prueba, barra de funciones, visualización de simulación y lectura para la configuración de condiciones.
- Se muestra CH1 con fondo azul indica que está en estado de visualización, el color gris significa que no está en estado de visualización. Si parpadea en rojo y amarillo se ha producido una advertencia en este canal.
- Se selecciona las especificaciones de la ficha técnica del módulo fotovoltaico de prueba.
- Seleccionar la pestaña de parámetros, luego introduzca los parámetros de Irr, TC, Pmax, del módulo fotovoltaico de prueba.

- El programa calculara el Voc, Isc, Vmp, Imp, Pmp.

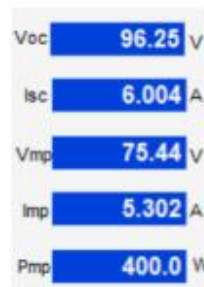
Voc: tensión de circuito abierto

Isc: corriente de cortocircuito

Vmp: tensión de alimentación máx.

Imp: corriente de alimentación máx.

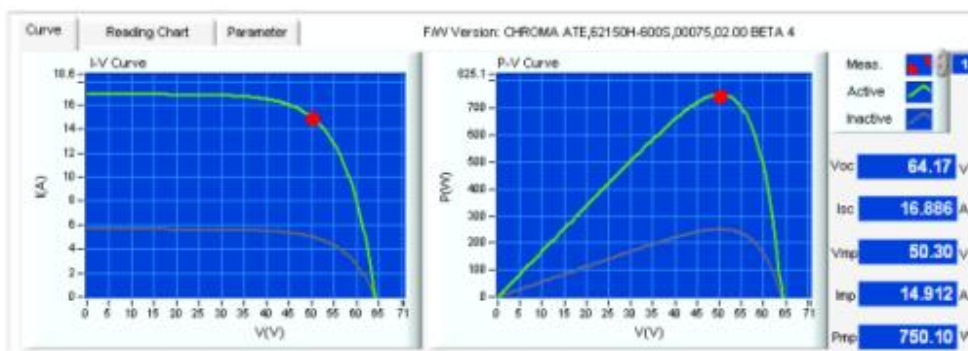
Pmp: potencia máx.



- Selección de nivel medición de matriz de 3 filas Vmin, Vnom y Vmax, las 8 columnas son números % que son 5%, 10 %, 20%, 25%, 30%, 50%, 75%, 100% de forma predeterminada



- Cuando se carga los datos, se graficará la curva I-V y P-I, el eje X de los dos gráficos es el voltaje, el eje Y es la corriente y la potencia.



El panel de software también tiene la función de cambiar el archivo I-V. dinámicamente, cambiar la curva durante la ejecución en el estado de cambio de lectura.

4. Haga clic en escritura de archivo I-V para cambiar el archivo.
5. Compruebe el estado de ejecución del punto rojo, y la línea verde anterior en ejecución se volverá gris.
6. Voc, Isc, Vmp, Imp, Pmp, se muestra en la línea de ejecución verde.

Prueba MPPT

- Cuando se edita la curva I-V, se puede recuperar para la prueba y mostrar el rendimiento MPPT estático del inversor fotovoltaico para el seguimiento en tiempo real. Esta función permite al usuario establecer el período de prueba de eficiencia de traza MPPT estática, y se sugiere que el tiempo de prueba de cada punto sea de 60 a 600 segundos para el análisis de rendimiento óptimo de MPPT EFF% estático.



- El tiempo de ejecución establecido del MPPT a 10 minutos de medición



- Prueba MPPT, hacer clic en el **MPPT Test**, también se puede detener la prueba. El tiempo de ejecución mostrará el tiempo ejecución ON.



- Luego presionar el botón para enviar los datos de la curva I-V y P-V a la memoria de la fuente de alimentación, de los datos ingresados manualmente.



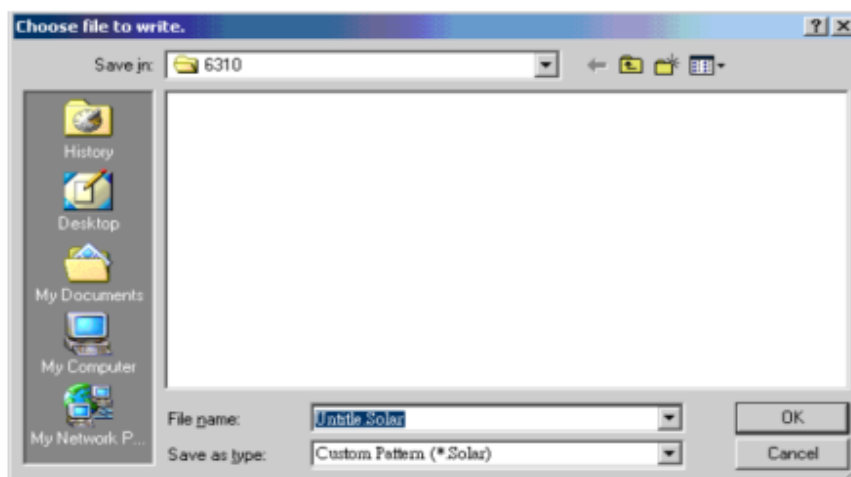
- Para detener la ejecución, haga clic en el botón nuevamente y aparecerá el tiempo de ejecución, mientras que el fondo de la secuencia se mostrará en azul claro para distinguir.



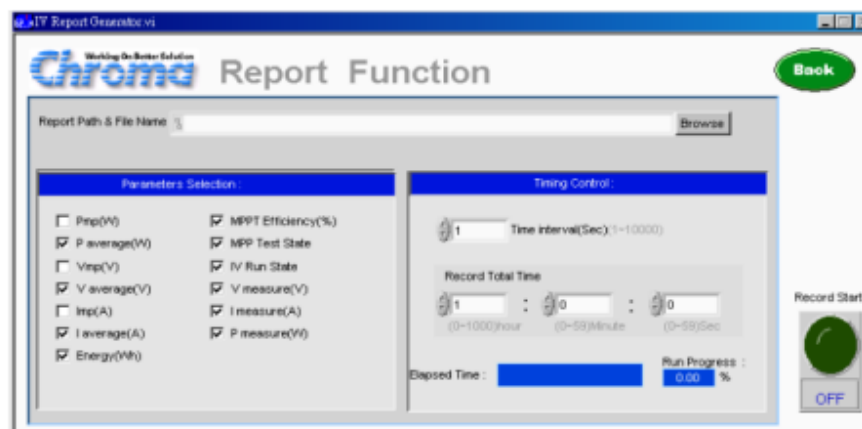
- Al hacer clic en este botón, se pueden almacenar todos los parámetros de configuración en un archivo. El archivo para su uso posterior y ahorre la molestia de configurar los detalles. No almacene los archivos en la carpeta de "Escritorio" y "Mis documentos". Se sugiere crear un archivo individual para el acceso.

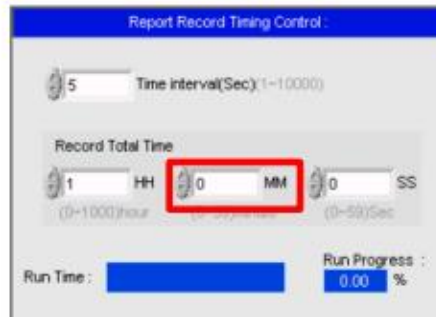


- Haga clic en Guardar como, se abrirá un cuadro de diálogo. Seleccione la ruta y un nombre de archivo.
- Se pueden almacenar varios archivos de configuración si el espacio en disco es lo suficientemente grande. No se guardará ningún archivo si se hace clic en Cancelar.



- Para el registro de lectura hacer clic en Iniciar grabación, seguirá la configuración para registrar cada lectura.





- Luego se establecer el nombre del archivo para el almacenamiento y la ruta para acceder a él.



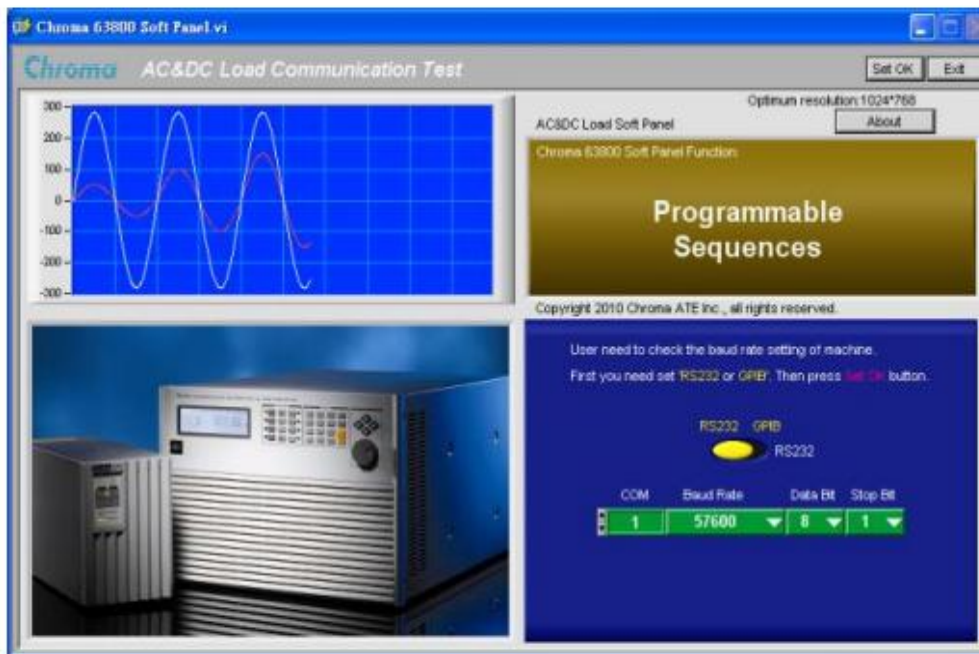
- Al hacer clic en el **RECORD START**, se puede iniciar la función de grabación. No importa si está en modo fijo o utilizando otras funciones, una vez que se llega el tiempo de configuración, leerá los parámetros de la fuente de alimentación de CC inmediatamente. Al hacer clic en nuevo para configurarlo en OFF puede desactivar la función de grabación.



- Se realiza el registro en 0.5 segundos, el archivo se abre a través de Excel.

Time	v measure(V)	I measure(A)	P measure(W)	v average(V)	P average(W)	Energy(mJ)	MP Tracking efficiency(%)	MPg Test
10:49:40	0.0000	0.0000	0.0	0.0000	0.00	0.00	0.00	OFF
10:49:41	0.0000	0.0000	0.0	0.0000	0.00	0.00	0.00	OFF
10:49:42	0.0000	0.0000	0.0	0.0000	0.00	0.00	0.00	OFF
10:49:43	0.0000	0.0000	0.0	0.0000	0.00	0.00	0.00	OFF
10:49:44	21.650	0.1110	2.4	0.0000	0.00	0.00	0.00	OFF
10:49:45	20.590	0.1210	2.5	0.0000	0.00	0.00	0.00	OFF
10:49:46	20.710	0.1290	2.7	0.0000	0.00	0.00	0.00	OFF
10:49:47	20.000	0.1250	2.5	0.0000	0.00	0.00	0.00	OFF
10:49:48	19.901	0.1256	2.5	19.901	2.50	0.00	99.80	ON
10:49:49	19.901	0.1257	2.5	19.901	2.50	0.00	99.83	ON
10:49:50	19.901	0.1256	2.5	19.901	2.50	0.00	99.87	ON
10:49:51	19.901	0.1257	2.5	19.901	2.50	0.00	99.83	ON
10:49:52	19.901	0.1257	2.5	19.901	2.50	0.00	99.84	ON
10:49:53	19.901	0.1257	2.5	19.901	2.50	0.00	99.84	ON
10:49:54	19.901	0.1256	2.5	19.901	2.50	0.00	99.84	ON
10:49:55	19.901	0.1256	2.5	19.901	2.50	0.01	99.84	ON
10:49:56	19.901	0.1257	2.5	19.901	2.50	0.01	99.84	ON
10:49:57	19.905	0.5013	10.0	19.904	3.91	0.01	88.21	ON
10:49:58	19.904	0.5017	10.0	19.904	3.79	0.01	91.04	ON
10:49:59	19.903	0.5014	10.0	19.903	4.15	0.01	91.76	ON
10:50:00	19.904	0.5016	10.0	19.903	4.62	0.02	91.92	ON
10:50:01	19.903	0.5015	10.0	19.903	5.02	0.02	94.75	ON
10:50:02	19.901	0.5014	10.0	19.903	5.02	0.02	94.71	ON
10:50:03	19.914	1.2545	13.2	19.904	5.38	0.03	88.28	ON
10:50:04	19.913	1.2548	15.0	19.905	6.81	0.03	90.14	ON
10:50:05	19.912	1.2540	15.0	19.905	7.90	0.04	92.35	ON
10:50:06	19.913	1.2541	15.0	19.906	8.87	0.05	93.48	ON
10:50:07	19.913	1.2540	15.0	19.906	9.74	0.05	94.31	ON
10:50:08	19.911	1.2543	19.0	19.906	10.12	0.06	94.95	ON
10:50:09	19.911	1.2544	23.0	19.907	13.22	0.07	95.46	OFF
10:50:10	21.060	1.1790	24.8	0.0000	0.00	0.00	0.00	OFF
10:50:11	23.190	0.8880	20.1	0.0000	0.00	0.00	0.00	OFF
10:50:12	20.940	1.1810	24.7	0.0000	0.00	0.00	0.00	OFF

- Haga clic en 'Chroma 63800 Soft Panel' en 'Inicio\Archivo de programa.



- Luego aparecerá la dirección GPIB, RS232 y seleccione el componente de configuración de la interfaz de comunicación GPIB.



- La configuración de la dirección GPIB en el instrumento es 8, el componente de dirección GPIB en el panel de software también debe establecerse como 8.

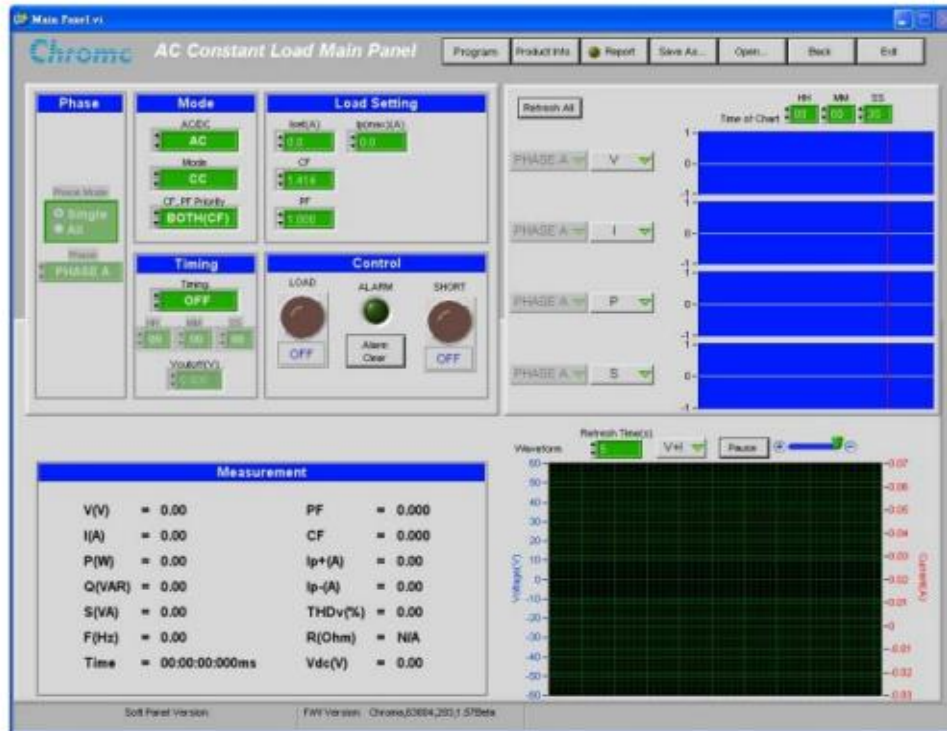


- Después de confirmar correctamente el protocolo de comunicación, presione Establecer componente OK en el panel de software. Mientras tanto, el programa comenzará a realizar la comunicación inicializada con el instrumento para ingresar a la siguiente pantalla.

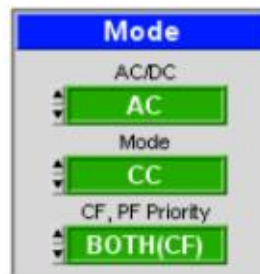




- Presione Establecer SET OK en la pantalla de inicio y luego ingresará al panel de simulación.
- La parte inferior del panel mostrará la información de la versión F/W si se realiza correctamente. Si el protocolo de comunicación tiene un error, mostrará Error de conexión.

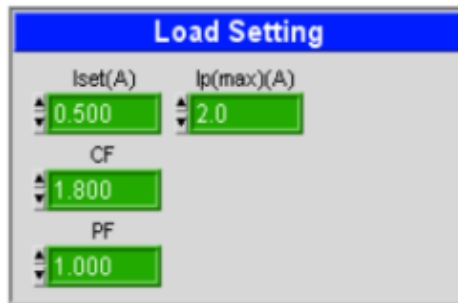


- Esta área es para configurar el modo de carga, el parámetro de carga, la temporización, LOAD ON/OFF y SHORT ON/OFF de la carga electrónica, así como la alarma de eliminación de la carga electrónica.
- Luego para la configuración AD/DC, MODO (CC, CR, CP, CV, RLC, IRRUPCIÓN, DC recto) y CF PF Prioridad de carga electrónica.





- Luego ingresamos a la pantalla de configuración de carga, en el parámetro de carga Iset, PF, Ip, en AC, en nivel de las mediciones del factor de potencia (0.25, 0.50, 0.75, 0.99).



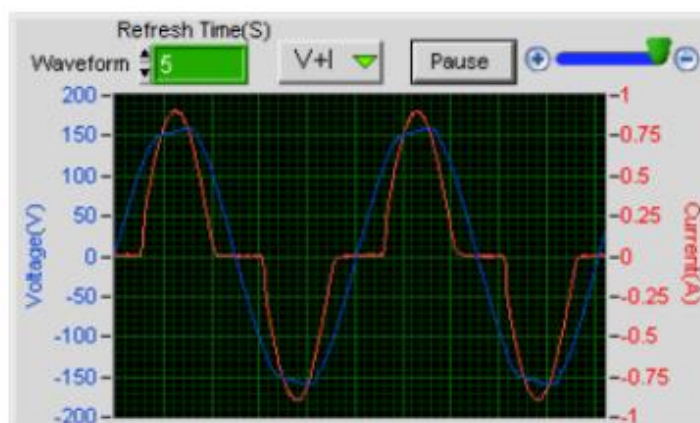
- El panel muestra la medición de la carga electrónica

Measurement			
V(V)	= 118.40	PF	= 0.898
I(A)	= 0.50	CF	= 1.803
P(W)	= 53.23	Ip+(A)	= 0.90
Q(VAR)	= 26.15	Ip-(A)	= 0.89
S(VA)	= 59.31	THDv(%)	= 5.24
F(Hz)	= 60.00	R(Ohm)	= N/A
Time	= 00:02:37:561mS	Vdc(V)	= -0.09

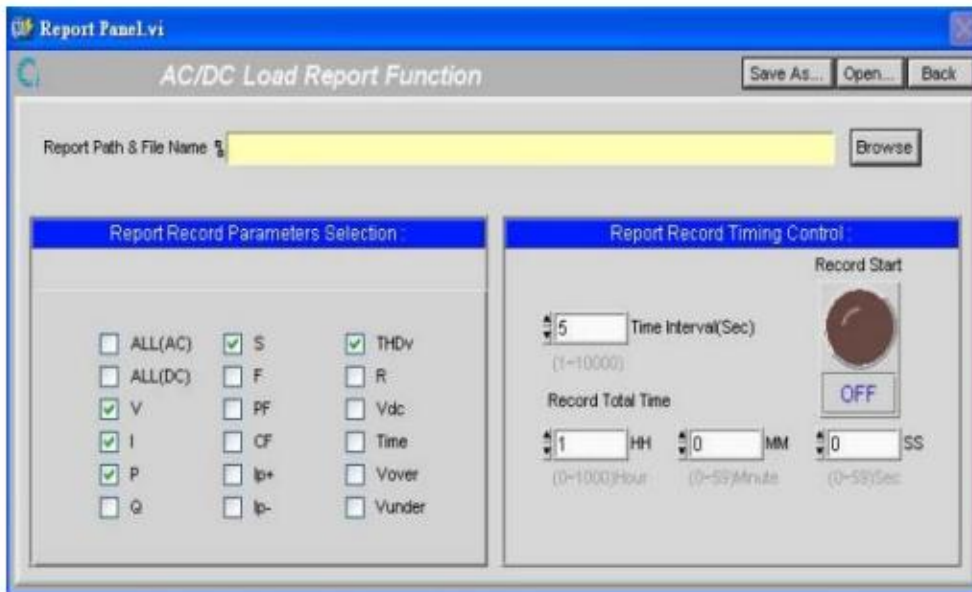
- Existe cuatro conjuntos de gráficos que pueden mostrar la curva de valores de medición. De acuerdo con el modo de operación para seleccionar diferentes parámetros de medición.
- Haga clic en el botón actualizar la curva del gráfico desde el inicio. La hora del gráfico puede establecer todo el tiempo del gráfico, es decir, para observar el voltaje, la corriente y la curva de variante de potencia dentro de 1 hora.
- El tiempo de muestreo del gráfico más rápido es de 1 segundo, el tiempo de muestreo aumentará seguido del incremento del tiempo del gráfico. Es juzgado automáticamente por el programa.



- Muestra la carga electrónica capturada de la forma de onda de voltaje, corriente, puede seleccionar mostrar V o I o V + I.
- Use el tiempo de actualización para establecer segundos de intervalo para capturar una forma de onda, también puede pausar la captura y acercar, alejar la visualización de la forma de onda.



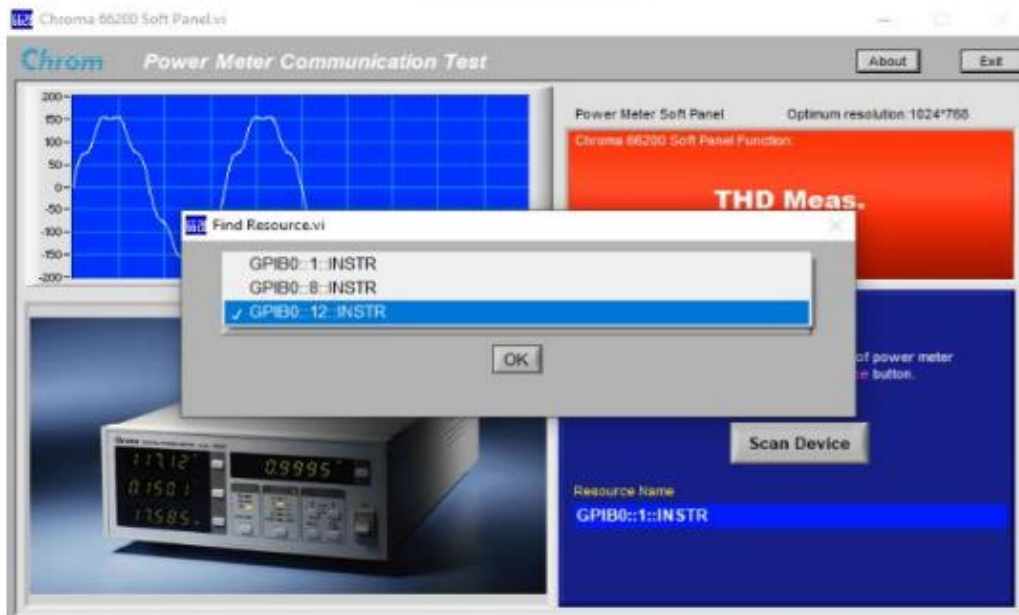
- Para guardar los valores de medición y guardar el calor en un archivo datos medidos, haga clic en informe en el panel principal al panel. **Report**



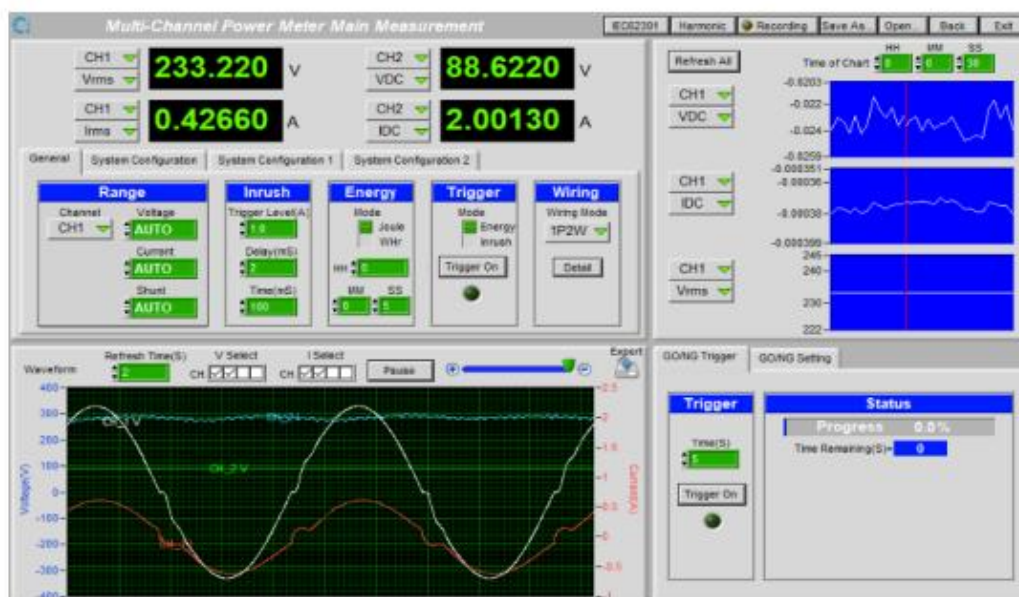
- haga clic en Examinar para seleccionar el directorio y el nombre del archivo que desea grabar, seleccione el parámetro que desea registrar en el lado izquierdo del Panel de informes.
- luego establezca Registrar tiempo total e intervalo de tiempo en el lado derecho del panel, con un tiempo de medición de 3 minutos, haga clic en Iniciar registro para iniciar el registro finalmente.

Moda	CF/PF	Puat(W)	CF	PF	Ip(max)(A)	F(Hz)	PF	CF	Ip+(A)
AC/CP	PF ONLY	25.00	1.414	1.000	1.5				
	V(V)	I(A)	P(W)	Q(WVR)	S(VA)				
8/2/2024 11:43:59	226.72	0.11	25.02	4.13	25.36	49.86	0.994	1.558	0.17
8/2/2024 11:44:04	226.75	0.11	24.97	4.09	25.30	49.79	0.994	1.517	0.17
8/2/2024 11:44:09	226.69	0.11	25.02	4.10	25.35	49.87	0.993	1.522	0.17
8/2/2024 11:44:14	226.08	0.11	25.02	3.66	25.28	49.90	0.991	1.540	0.17
8/2/2024 11:44:19	226.72	0.11	25.02	4.12	25.35	49.86	0.994	1.540	0.17
8/2/2024 11:44:24	226.37	0.11	25.03	3.88	25.31	49.87	0.992	1.522	0.17
8/2/2024 11:44:29	226.30	0.11	25.01	3.88	25.31	49.85	0.992	1.531	0.17
8/2/2024 11:44:34	226.99	0.11	24.96	4.25	25.31	49.81	0.995	1.522	0.17
8/2/2024 11:44:39	226.61	0.11	25.02	4.01	25.33	49.93	0.993	1.531	0.17
8/2/2024 11:44:44	226.37	0.11	24.95	3.87	25.24	49.87	0.992	1.522	0.17
8/2/2024 11:44:49	226.75	0.11	25.00	4.19	25.34	49.92	0.994	1.549	0.17
8/2/2024 11:44:54	227.10	0.11	24.96	4.35	25.33	49.88	0.995	1.531	0.17
8/2/2024 11:44:59	227.05	0.11	25.02	4.28	25.30	49.80	0.994	1.531	0.17
8/2/2024 11:45:04	226.79	0.11	25.01	4.16	25.35	49.80	0.993	1.540	0.17
8/2/2024 11:45:09	226.60	0.11	25.00	4.06	25.32	49.86	0.992	1.522	0.17
8/2/2024 11:45:14	226.62	0.11	25.00	4.09	25.33	49.86	0.994	1.522	0.17
8/2/2024 11:45:19	226.64	0.11	24.94	4.10	25.27	49.88	0.994	1.531	0.17
8/2/2024 11:45:24	226.78	0.11	25.00	4.15	25.34	49.87	0.993	1.540	0.17
8/2/2024 11:45:29	226.73	0.11	24.99	4.18	25.33	49.85	0.994	1.549	0.17
8/2/2024 11:45:34	226.81	0.11	24.99	4.30	25.35	49.89	0.995	1.531	0.17
8/2/2024 11:45:39	226.34	0.11	25.01	3.82	25.30	49.87	0.991	1.558	0.17
8/2/2024 11:45:44	226.62	0.11	25.01	4.02	25.33	49.81	0.993	1.531	0.17
8/2/2024 11:45:49	226.67	0.11	25.01	4.05	25.33	49.91	0.992	1.522	0.17
8/2/2024 11:45:54	226.35	0.11	25.01	3.86	25.30	49.90	0.992	1.522	0.17

- Se muestra la pantalla principal del panel de software, se observa el botón **About** haga clic, Luego seleccionamos el puerto **GPIB 12 INSTR** y presionar **OK** en esta pestaña encontrara la configuración de su puerto de comunicación.
- Seleccionamos USB y haga clic **Scan Device** para entrar al panel de software.

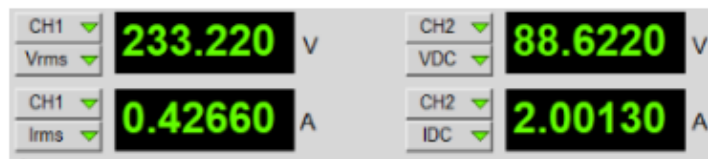


- Se mostrará el panel de medición.

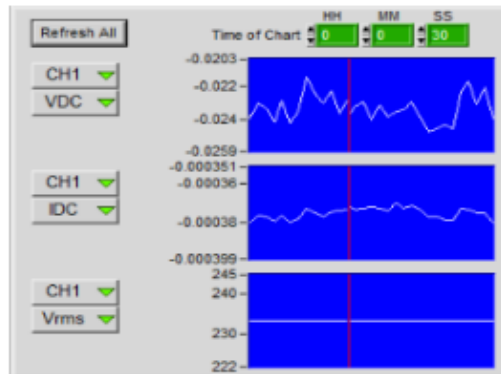


Una vez que tenemos la comunicación configurada podemos ver la página principal de medición tenemos la configuración para cuatro pantallas diferentes podemos ver el voltaje corriente potencia y factor de potencia de un canal o cambiar nuestra configuración para que podamos ver los diferentes canales y al mismo tiempo.

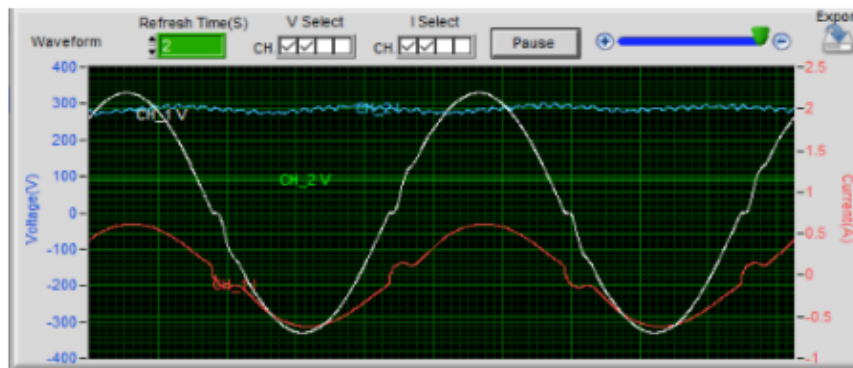
- Antes de las mediciones seleccionará los canales de medición, el canal CH2 es la medición de entrada DC y el CH1 medición de salida AC.



- A la derecha tenemos una pantalla gráfica para el canal y la medida seleccionada de forma que podemos cambiar al canal 2 y las diferentes medidas que queramos observar gráficamente en esta pantalla.



- El SoftPanel también permite ver la forma de onda de voltaje y corriente medida real.





- haga clic en Examinar para seleccionar el directorio y el nombre del archivo que se desea grabar.
- luego establezca registrar tiempo total en el lado derecho del panel, con un tiempo de medición de 3 a 5 minutos, haga clic en Iniciar registro.

42W VST CH0: lista de datos

pk+(V)	Time	CH1_Vrms(V)	CH1_Vpk+(V)	CH1_Vpk-(V)	CH1_Irms(A)	CH1_Ipk+(A)	CH1_Ipk-(A)	CH1_Vg
0.00000	3/14/2024 09:05:14	238.4000	308.9000	-310.940	1.558700	2.105000	-2.12040	357.9900
0.00000	3/14/2024 09:05:15	238.4100	308.9700	-310.920	1.558900	2.105100	-2.12040	358.0300
0.00000	3/14/2024 09:05:16	238.4100	308.9000	-310.920	1.558000	2.104000	-2.12030	358.0400
0.00000	3/14/2024 09:05:17	238.4000	308.9500	-310.910	1.559000	2.105000	-2.12030	358.0400
0.00000	3/14/2024 09:05:18	238.3900	308.9500	-310.900	1.559000	2.105000	-2.12020	358.0200
0.00000	3/14/2024 09:05:19	238.3700	308.9400	-310.890	1.558900	2.105000	-2.12010	357.9800
0.00000	3/14/2024 09:05:20	238.3700	308.9300	-310.890	1.558900	2.105000	-2.12020	357.9700
0.00000	3/14/2024 09:05:21	238.3600	308.9300	-310.880	1.558800	2.104000	-2.12010	357.9500
0.00000	3/14/2024 09:05:22	238.3600	308.9200	-310.880	1.558800	2.104000	-2.12010	357.9500
0.00000	3/14/2024 09:05:23	238.3700	308.9200	-310.870	1.558800	2.104000	-2.12000	357.9500
0.00000	3/14/2024 09:05:24	238.3700	308.9200	-310.870	1.558700	2.104700	-2.12000	357.9400
0.00000	3/14/2024 09:05:25	238.3800	308.9200	-310.880	1.558700	2.104000	-2.11990	357.9400
0.00000	3/14/2024 09:05:26	238.3900	308.9200	-310.870	1.558600	2.104500	-2.11990	357.9500
0.00000	3/14/2024 09:05:27	238.4000	308.9200	-310.870	1.558700	2.104600	-2.11990	357.9700
0.00000	3/14/2024 09:05:28	238.3900	308.9000	-310.850	1.558700	2.104000	-2.11990	357.9800
0.00000								

UNW

UWU