

Серия ИППГ

Программируемые источники питания постоянного и переменного тока с функцией имитации нагрузки



Серия ИППГ представляет собой компактные, модульные интегрированные в единый корпус источники переменного/ постоянного тока и электронные нагрузки.

Она использует топологию коррекции коэффициента мощности на основе карбида кремния с чередованием фаз, обеспечивающую эффективную частоту коммутации 160 кГц.

Устройства оснащены обширными возможностями моделирования для силовой электроники, включая моделирование сети, регенеративные нагрузки AC/DC, двуполярную работу источника постоянного тока, регенеративные нагрузки RLC и усиление мощности для тестирования Hardware-in-the-Loop (HIL).

Один блок ИППГ обеспечивает максимальную номинальную выходную мощность 20 кВт в компактном корпусе формата 4U с глубиной всего 670 мм.

Он поддерживает расширение по мощности через параллельный интерфейс master-slave.

В режиме AC он может выдавать до 450 В (L–N) и 35 А на фаз в диапазоне частот до 1 кГц;
в режиме DC он может выдавать до 636 В и 105 А соответственно.

§ Особенности

- Входное электропитание: однофазный и настраиваемое трехфазное (208 В, 230 В, 380 В, 400 В (L-L))
- Выход переменного тока, постоянного тока и переменного + постоянного тока
- 4-квadrанный режим работы
- Рекуперативный источник и нагрузка переменного/постоянного тока
- Рекуперативная электронная нагрузка RLC/RCD
- Биполярный источник питания постоянного тока
- Однофазный / трёхфазный / разделённофазный / обратнoфазный / многоканальный выход — каждый канал управляется независимо
- Генерация гармонических форм сигналов до 100-й гармоники
- Поддержка низковольтного/высоковольтного прохождения и непрерывной работы при неисправностях
- Программируемый скачок фазового угла
- Ограничение выходного тока для испытаний на короткое замыкание
- Выходной сигнал запуска ТТЛ при изменении напряжения или частоты
- Моделирование линейного ипеданса (RL)
- Быстрый динамический отклик
- Режим повышенного выходного напряжения
- Источник тока с истинной характеристикой (true current source)
- Пользовательские формы сигналов
- Функция плавного запуска (soft-start), подавляющая пусковой ток
- Малый ток утечки (<10 мА)
- компактная конструкция (глубина 67 см), подходящая для настольной установки
- Связь по Modbus/SCPI
- Стандартный интерфейс LAN
- Интерфейс USB на передней панели для передачи файлов
- Функция дистанционного измерения
- Локализация неисправностей
- Интерфейс дистанционной аварийной остановки

Генерация гармонических и интергармонических форм сигналов

Серия ИППГ использует архитектуру управления на базе двух цифровых сигнальных процессоров, обеспечивая исключительные возможности генерации сигналов, которые позволяют точно моделировать гармоники и интергармоники. Пользователи могут независимо настраивать амплитуду и фазу до 100-й гармоники относительно основной частоты 50 Гц или 60 Гц, что позволяет гибко создавать различные периодические искаженные испытательные сигналы. Для повышения эффективности тестирования серия также включает 30 предустановленных сигналов гармонических искажений для быстрого доступа пользователей, что значительно упрощает процесс настройки для сложных программ испытаний.



Создаваемые пользователем формы сигналов

Серия ИППГ предлагает гибкую функцию создания пользовательских сигналов, поддерживающую высокоточный импорт и редактирование сигналов длиной 1024, 2048 и 4096 точек. Эта функция предоставляет четыре режима обработки сигналов: полный, 1/4 симметричный, симметричный и асимметричный, а также позволяет генерировать гармонические и векторные сигналы на основе пользовательских входных данных. Отредактированные данные форм сигналов можно сохранять и экспортировать в любое время, что облегчает их последующий вызов и обмен.



Режим повышенного напряжения

Серия ИППГ имеет режим повышенного напряжения, который удваивает диапазон выходного напряжения по сравнению со стандартным режимом работы. В этом режиме обеспечивается реверсивное подключение выходных фаз устройства, при котором фазовый угол между двумя выходами устанавливается на сдвиг 180 градусов. В режиме переменного тока он обеспечивает до 900 В (L-N) на основе диапазона 450 В L-N; в режиме постоянного тока он обеспечивает выходное напряжение до 1272 В на основе диапазона 636 В, что позволяет удовлетворить требованиям испытаний более высоким напряжением.

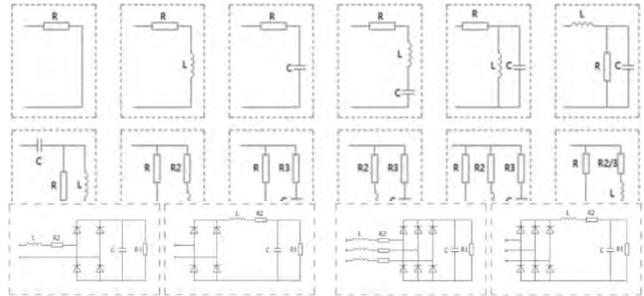
Рекуперативная электронная нагрузка

Источники питания серии ИППГ объединяют в себе функции рекуперативной электронной нагрузки переменного и постоянного тока. В режиме нагрузки переменного тока предусмотрено четыре режима работы: постоянное сопротивление (CR), постоянный ток (CC), постоянная мощность (CP) и выпрямление. Режим постоянного сопротивления (CR) может имитировать трехфазные резистивные нагрузки, позволяя пользователям устанавливать значения сопротивления для каждой фазы индивидуально и поддерживая функцию имитации последовательности. Режимы постоянного тока (CC) и постоянной мощности (CP) могут имитировать синусоидальные токовые нагрузки, позволяя пользователям устанавливать значения тока или мощности и регулировать фазовый угол от -90° до $+90^\circ$ для точной эмуляции опережающей или запаздывающей фазовой связи между напряжением и током в емкостных или индуктивных нагрузках. Режим выпрямления подходит для тестирования нелинейных выпрямительных нагрузок, поддерживает настройку параметров в режиме CC или CP и позволяет пользователям устанавливать параметр WF (коэффициент формы волны) (диапазон: $0 \dots 2,121$, $CF=WF*1,414$). В режиме постоянного тока поддерживаются режимы постоянного тока (CC) и постоянной мощности (CP) с функцией имитации последовательности, а также настраиваемым выходным импедансом и минимальным рабочим напряжением.

§ Нагрузка RLC/RCD

Серия ИППГ предлагает расширенные функции моделирования нагрузки RLC, способные точно моделировать сложные импедансные нагрузки, состоящие из сопротивления (R), индуктивности (L) и емкости (C), тем самым реалистично воспроизводя сложные условия нагрузки. Система поддерживает 12 классических топологических структур RLC и обладает возможностью независимого программирования по фазам, что позволяет настраивать параметры R, L и C индивидуально для каждой фазы. Пользователи могут гибко создавать различные модели нагрузки в соответствии с требованиями тестирования, что делает систему подходящей для широкого спектра сценариев тестирования, включая трехфазные источники питания, инверторы возобновляемой энергии, приводы двигателей и моделирование энергосистемы.

Кроме того, ИППГ предоставляет четыре типа функций моделирования нелинейной нагрузки RCD, специально разработанных для тестирования производительности и оценки надежности таких устройств, как системы ИБП, инверторные источники питания и преобразователи частоты. Это позволяет точно моделировать динамические характеристики нелинейных нагрузок, всесторонне проверяя отклик и стабильность тестируемого оборудования в суровых реальных условиях эксплуатации.



§ Биполярный источник питания постоянного тока

Серия ИППГ поддерживает функцию биполярного выхода постоянного тока, предлагая режимы подключения с двумя и тремя портами для удовлетворения разнообразных требований испытаний

В двухпортовом режиме пользователи могут гибко выбирать любые две фазы из трехфазной системы ABC в качестве выходных клемм и устанавливать их полярность напряжения с помощью программного обеспечения. Например, фаза A может быть настроена как выход положительного напряжения, а фаза B — как выход отрицательного напряжения. Полярность выхода можно легко изменить, перенастроив фазу A как отрицательную, а фазу B — как положительную, что позволяет быстро переключать полярность.

В трехпортовом режиме фаза A служит выводом положительного напряжения, фаза B — выводом отрицательного напряжения, а нейтральные выводы фаз A и B соединены между собой и служат защитным заземлением (PE). Этот режим поддерживает обеспечить независимую установку положительного и отрицательного выходных напряжений, позволяя формировать выходы равной или неравной амплитуды, что значительно повышает гибкость конфигурации напряжения.



Высокоскоростные динамические характеристики выхода

Серия ИППГ обеспечивает отличную динамическую производительность выхода с скоростью нарастания напряжения до 3 В/мкс и скоростью нарастания тока до 0,4 А/мкс, что делает ее подходящей для испытаний, требующих строгого динамического отклика.

В режиме постоянного напряжения без нагрузки время нарастания от 0 В до 636 В и время спада от 636 В до 0 В составляют менее 200 мкс. В режиме тока время нарастания от 0 А до 90 % от полной шкалы и время спада от 90 % от полной шкалы до 0 А составляют менее 120 мкс. Серия ИППГ разработана для удовлетворения требовательных высокочастотных задач.

Низкий ток утечки

Серия источников питания ИППГ отличается низким током утечки. При трехфазном выходе 220В (L-N) ток утечки на землю устройства остается менее 10 мА, что соответствует международным и национальным стандартам безопасности, включая IEC 60364-7—722, UL 2231, GB/T 18487.1-2023 и IEC 62752.

Эта характеристика делает его подходящим для тестирования бортовых зарядных устройств (ОВС) электромобилей, а также для тестирования и валидации различных высокочувствительных электрических устройств. Он эффективно предотвращает непреднамеренное срабатывание цепей защиты УЗО, обеспечивая безопасную и стабильную работу тестирования.

§ Аппаратная реализация Power Hardware-in-the-Loop

Серия ИППГ работает в четырехквadrантном режиме с диапазоном выходной частоты от постоянного тока до 1 кГц и полосой пропускания малых сигналов 10 кГц, обеспечивая быстродействующие динамические характеристики. По дополнительному заказу доступен дополнительный аналоговый программный интерфейс, обеспечивающий время отклика выхода менее 20 мкс. Его характеристики соответствуют техническим требованиям к усилителям мощности при задачах тестирования Power Hardware-in-the-Loop (PHIL), что делает его подходящим для таких сценариев.

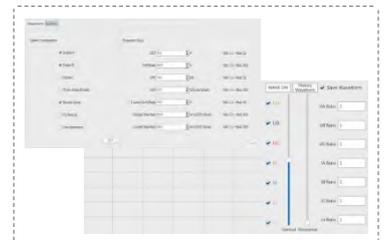
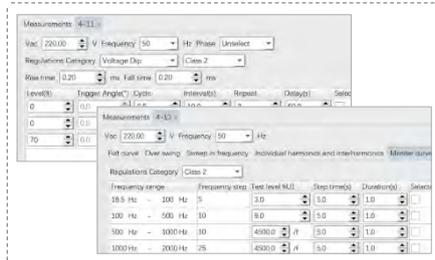
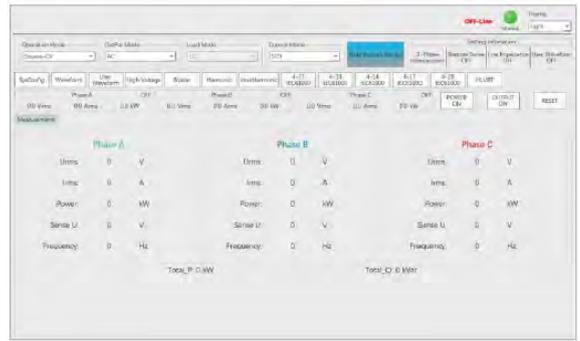
Расширение мощности

Серия ИППГ поддерживает параллельную работу по схеме «ведущий-ведомый» для расширения мощности. Один стандартный блок ИППГ обеспечивает мощность до 20 кВт, а система поддерживает параллельное подключение до 10 блоков одной модели. Для более высоких требований к мощности доступна заводская конфигурация системы высокой мощности. Основанная на одном блоке ИППГ, эта заводская интегрированная система обеспечивает максимальную мощность 200 кВт на единицу. Кроме того, эти системы высокой мощности также поддерживают параллельную работу до 10 единиц для дальнейшего расширения.



Графическое программное обеспечение

Серия ИППГ в стандартной комплектации поставляется с программным обеспечением с графическим интерфейсом пользователя (GUI), которое позволяет обеспечивать дистанционное управление и мониторинг в режиме реального времени. Программное обеспечение предоставляет такие функции, как настройка конфигурации системы, настройка режима вывода и параметров, измерение данных и отображение форм сигналов. Оно также имеет встроенную библиотеку испытательных стандартов МЭК 61000-4-11, МЭК 61000-4-13, МЭК 61000-4-17 и МЭК 61000-4-28, а также поддерживает испытания на устойчивость к перепадам высокого и низкого напряжения (HVRT/LVRT).



Основные технические характеристики

		ИППГ 5	ИППГ 15	ИППГ 20
Диапазон выходной мощности		5 кВт	15 кВт	20 кВт
Диапазон выходного напряжения	Источник и нагрузка переменного тока	0...450 В L-N при 0,01...70 Гц; 0...300 В L-N при 70...1 кГц		
	Источник и нагрузка постоянного тока	0...636 В		
Диапазон выходного тока	Источник и нагрузка переменного тока	Однофазный режим	0...30	0...90
		Трёхфазный режим	-	0...30 А/фаза
	Источник и нагрузка постоянного тока	Одноканальный	-30 А...30 А	
		Три канала параллельно	-90 А...90 А	
Высоковольтный режим - переменный ток (только однофазный режим)	Диапазон выходного напряжения	-	0...900 В L-N при 0,01...70 Гц; 0...600 В L-N при 70 Гц...1 кГц	
	Диапазон выходного тока	-	0...30 А	
Высоковольтный режим- постоянный ток	Диапазон выходного напряжения	-	0...1272 В	
	Диапазон выходного тока	-	-30 А...30 А	-35 А...35 А
Биполярный выход постоянного тока	Диапазон выходного напряжения	Положительное напряжение	-	636 В
		Отрицательное напряжение	-	-636 В
	Диапазон выходного тока	-	-30А...30А	-35А...35А

Примечание: В режиме AC-DC диапазоны выходной мощности, напряжения и тока идентичны диапазонам в режиме DC.

Общие технические характеристики

Вход переменного тока	
Напряжение	1 фаза, 220 В L-N, 230 В L-N; 3 фазы, 3P+GND, 380 В L-L, 400 В L-L
Частота	47...63 Гц
Эффективность	не менее 90%
Коэффициент мощности при номинальной мощности	>0,99
Кэфф-т нелинейных искажений	<1%
Выход	
Выходной режим	Переменный ток, постоянный ток или переменный + постоянный ток
Регулировка нагрузки	0,1% от полной шкалы
Регулировка линии	0,10%
Режим переменного тока	
Диапазон частот	0,01...1000 Гц
Фазовый угол	Фаза В/С относительно фазы А, 0,0 ...360,0°
Кэфф-т нелинейных искажений	<0,5 % при DC...400 Гц; <1 % при 400...1000 Гц (измерено при 250 В L-N, резистивная нагрузка)
Генерация гармоник	100-я при 50/60 Гц; 25-я при 400 Гц
Скорость нарастания напряжения	<3 В/мкс
Скорость нарастания тока	<0,4 А/мкс
Пропускная способность при малых сигналах	10 кГц
Точность мощности	0,2 % от полной шкалы
Точность напряжения	0,1 % от полной шкалы
Точность тока	0,4 % от полной шкалы (*30 Гц); 0,2 % от полной шкалы (30...350 Гц);
	0,3 % от полной шкалы (350,01...500 Гц);
Точность частоты	0,01 %*0,01 Гц
Точность фазы	<1° (@50 Гц)
Разрешение мощности	0,001 кВт
Разрешение напряжения	0,1 В
Разрешение по току	0,01 А
Разрешение по частоте	0,01 Гц (-100 Гц), 0,05 Гц (>100 Гц)
Разрешение фазы	*0,1
Ток утечки	*10 мА при 230 В L-N
Режим постоянного тока	
Рабочий режим	постоянное напряжение (CV), постоянный ток (CC), постоянная мощность (CP), постоянное сопротивление (CR), биполярный выход постоянного тока
Точность напряжения	0,1 % от полной шкалы
Разрешение напряжения	0,1 В
Точность тока	0,1 % от полной шкалы
Разрешение тока	0,01 А
Пульсации напряжения	0,1 % от полной шкалы

Измерения	
Погрешность измерения источника переменного тока	0,2 % от полной шкалы
Погрешность измерения переменного напряжения	0,1 % от полной шкалы
Погрешность измерения переменного тока	0,1 % от полной шкалы (<30 Гц); 0,2 % от полной шкалы (30...350 Гц); 0,1 % + 0,3 % от полной шкалы (350,01...500 Гц);
	0,3 % + (0,7 % × кгц) от полной шкалы (500,01 ~ 1000 Гц)
Погрешность измерения постоянного напряжения	0,1 % от полной шкалы
Погрешность измерения постоянного тока	0,1 % от полной шкалы
Погрешность измерения частоты	0,01%+0,0 Гц
Имитация нагрузки RLC / RCD	
R	Диапазон: 0,1...1000 Ом. Разрешение: 0,1 Ом. Погрешность: +/-0,1 % от полной шкалы
L	Диапазон: 0,01...500 мГн. Разрешение: 0,01 мГн. Погрешность: +/-0,1% от полной шкалы
C	Диапазон: 0,001...50 мФ. Разрешение: 1 мкФ. Погрешность: +/-0,1 % от полной шкалы
Другое	
Стандартные интерфейсы	LAN
Защита	Перенапряжение, превышение по току, превышение по мощности, перегрев
Степень защиты IP	IP21
Охлаждение	Принудительное воздушное охлаждение
Температура	Рабочая: 0...40 °С. Хранение: -20...85 °С
Влажность при эксплуатации	20...90 % относительной влажности (без конденсации)
Габариты (Ш × Г × В, мм)	440 × 670 × 178
Масса (кг)	ИППГ 5: <40 кг; ИППГ 15: около 47 кг; ИППГ 20: около 50 кг

1. При использовании однофазного входа номинальная трехфазная выходная мощность моделей ИППГ 15 и ИППГ 20 снижается до 5,0 кВт и 6,6 кВт соответственно.

2. Опциональный трехфазный вход 208/230 В L-L предлагается исключительно для моделей ИППГ 5 и ИППГ 15.

Опции

-S - "ведомый", доступно только для ИППГ 15 и ИППГ 20

Конфигурация входа переменного тока

/380, Входное напряжение 380 В L-L ±10 %, 3 фазы+PE
 /400, Входное напряжение 400 В L-L ±10 %, 3 фазы+PE
 /208, Входное напряжение 208 В L-L ±10 %, 3 фазы+PE
 /230, Входное напряжение 230 В L-L ±10 %, 3 фазы+PE