

# Защита от перенапряжения для фотоэлектрических систем

Защита от перенапряжения для фотоэлектрических систем    Пример применения в фотоэлектрической системе

F.2

F



## Защита от перенапряжения предотвращает ущерб

Из-за открытого расположения и большой площади поверхности фотоэлектронные (PV) установки для использования возобновляемой энергии подвержены высокому риску повреждения от грозовых разрядов.

Грозовые разряды могут повредить отдельные сегменты или вывести из строя всю установку.

Грозовые разряды и перенапряжения часто являются причиной повреждения инверторов и фотоэлектрических модулей. Все это означает увеличение расходов для операторов фотоэлектрических установок. Речь идет не только о высоких затратах на ремонт, но и о существенном снижении рентабельности установки. Следовательно, всегда необходимо интегрировать фотоэлектрическую установку в существующую концепцию защиты от грозовых разрядов и заземления.

Во избежание простоев необходимо применять согласованные концепции защиты от грозовых разрядов и перенапряжения. Мы способны предоставить необходимую поддержку и обеспечить бесперебойную работу вашего оборудования и реализацию планового дохода!

Предохраните фотоэлектрическую установку, используя устройства защиты от грозовых разрядов и перенапряжения от Weidmüller:

- для защиты здания и фотоэлектрической системы,
- для повышения эксплуатационной готовности системы,
- для защиты инвестиций.





### Стандарты и требования

При проектировании и монтаже любой фотоэлектрической системы необходимо учитывать действующие стандарты и директивы по защите от перенапряжения.

В проекте европейского стандарта DIN VDE 0100 часть 72/E DIN IEC 64/1 123/CD (Монтаж низковольтных систем, требования к специальному оборудованию и установкам; фотоэлектрические



Вид крыши после повреждения

энергетические системы) и в международных спецификациях по монтажу фотоэлектрических установок – IEC 60364-7-712 – описывается выбор и монтаж устройств защиты от перенапряжения для фотоэлектрических систем. Также в этих документах содержатся рекомендации по устройствам защиты от перенапряжения для установки между фотоэлектрическими генераторами.

В публикации 2010 г. Немецкого союза страховщиков имущества (VdS) о защите от перенапряжения для зданий с фотоэлектрическими установками приводится требование по обеспечению защиты от грозových разрядов и перенапряжения > 10 кВТ в соответствии с молниезащитой класса III.

Компоненты, предлагаемые компанией Weidmüller, отвечают этим предписаниям гарантируют, что оборудование заказчиков будет соответствовать требованиям завтрашнего дня.

Кроме того, разрабатывается Европейский стандарт по компонентам защиты от перенапряжения. Этот стандарт будет регламентировать степень защиты от перенапряжения на стороне DC фотоэлектрических систем. В настоящее время в этой области руководствуются стандартом prEN 50539-11. Аналогичный стандарт уже действует во Франции – UTE C 61-740-51. Изделия Weidmüller сейчас проходят испытания на соответствие обоим стандартам для обеспечения повышенного уровня безопасности.



# Оптимальная защита от перенапряжения от Weidmüller

Наши модули защиты от перенапряжения классов I и II (разрядники В и С arresters) обеспечивают быстрое ограничение появляющихся напряжений и надежный отвод тока. Благодаря этим устройствам можно избежать большого ущерба и даже выхода из строя фотоэлектрической установки.

Для зданий с системами молниезащиты или без них – у нас найдется подходящее изделие для любого применения! Мы поставим модули по вашему желанию – изготовленные по индивидуальному заказу и установленные в корпуса с готовностью к подключению.

## Применение устройств защиты от перенапряжения в фотоэлектрических системах

Фотоэлектрическая энергия является важным компонентом общего производства энергии из возобновляемых источников. При применении устройств защиты от перенапряжения (УЗИП - SPD) в фотоэлектрических системах необходимо принимать во внимание некоторые особенности. В фотоэлектрических системах используется источник постоянного напряжения (DC) со специфическими характеристиками. В концепции системы необходимо учитывать эти особенные свойства и соответственно согласовывать использование УЗИП. Например, расчет параметров УЗИП для фотоэлектрических систем должен осуществляться с учетом максимального напряжения холостого хода солнечного генератора ( $V_{OC\ STC}$  = напряжение ненагруженной цепи в стандартных условиях испытаний), а также с учетом обеспечения максимальной эксплуатационной готовности и безопасности системы.

## Наружный молниеотвод

Из-за большой площади поверхности и обычно открытого расположения фотоэлектронные системы подвержены особенно высокому риску повреждения от атмосферных разрядов, например, от молнии. При этом следует различать прямое воздействие молнии и так называемые опосредованные воздействия (индуктивное и емкостное). Необходимость использования молниезащиты зависит, с одной стороны, от нормативных требований соответствующих стандартов, а с другой стороны - от самого применения, т.е. идет ли речь об установке в здании или полевой установке. При установке в здании проводится различие между установкой фотоэлектрического генератора на крыше общественного здания – с существующей системой молниеотвода – и установкой на крыше сарая – без молниеотвода. Полевые установки с большим модулями также имеют большие потенциально уязвимые поверхности; в данном случае всегда рекомендуется использование наружного молниеотвода для защиты от прямых разрядов молнии.

Нормативные указания содержатся в стандартах IEC 62305-3 (VDE 0185-305-3), Приложение 2 (проектирование согласно уровню молниезащиты или уровню риска LPL III) [2] и Приложение 5 (защита от грозных разрядов и перенапряжения для фотоэлектрических систем), и в Директиве VdS 2010 [3], (в ФЭ системах > 10 кВ требуется использование молниезащиты). Кроме того, требуются меры по защите от перенапряжения. Например, предпочтительно обеспечить защиту фотоэлектрического генератора с помощью отдельного молниеотвода. Однако, если возможно только прямое подключение фотоэлектрического генератора, т.е. не соблюдается расстояние разделения, то необходимо учитывать влияние частичных токов молнии. В принципе, следует использовать экранированные основные линии генераторов для максимального снижения наведенных перенапряжений. Также, при достаточном поперечном сечении кабельного экрана (мин. 16 мм<sup>2</sup> Cu) его можно использовать для проведения частичных токов молнии. То же самое относится к использованию закрытых металлических корпусов. Заземление должно быть выполнено на обоих концах кабелей и металлических корпусов. Тем самым основные линии генератора относятся к зоне молниезащиты LPZ 1; это означает, что использование УЗИП класса 2 является достаточным. В противном случае потребовалось бы УЗИП класса 1.

## Применение и правильное проектирование устройств защиты от перенапряжения

В общем, применение и расчет параметров УЗИП в низковольтном оборудовании на стороне переменного тока (AC) можно считать стандартной процедурой; однако применение и правильное проектирование фотоэлектрических генераторов постоянного тока (DC) все еще остается проблемой. Поскольку, во-первых, солнечный генератор имеет свои особенности и, во-вторых, УЗИП применяются в цепи постоянного тока. Как правило, традиционные УЗИП разработаны для систем переменного, а не постоянного напряжения. Эта область в течение многих лет регламентируется соответствующими стандартами [4], которые, в принципе, могут быть распространены также и на применения с постоянным напряжением. Однако прежде напряжения фотоэлектронных систем были еще относительно небольшими, а сегодня они уже достигают уровня около 1000 В DC в ненагруженной фотоэлектрической цепи. Задача состоит в том, чтобы при таком высоком постоянном напряжении системы использовать подходящие УЗИП. Оптимальное расположение УЗИП в фотоэлектрической системе, с технической и практической точек зрения, зависит, в первую очередь, от типа, концепции и площади поверхности системы. На рисунках 2 и 3 показана принципиальная разница: во-первых, здание с наружным молниеотводом и с фотоэлектрической системой на крыше (установка в здании); во-вторых, обширная солнечная энергетическая система (полевая установка), так же оснащенная наружным молниеотводом. В первом случае – из-за небольшой длины кабеля – защита реализована только на входе постоянного тока инвертора; во втором случае, УЗИП установлены в соединительной коробке солнечного генератора (для защиты солнечных модулей), а также

на входе постоянного тока инвертора (для защиты инвертора). При длине кабеля между фотоэлектрическим генератором и инвертором более 10 м УЗИП должны устанавливаться рядом с генератором, а также рядом с инвертором (Рис.2). Стандартное решение защиты стороны переменного напряжения, т.е. выход инвертора и сетевое питание, должно обеспечиваться с помощью УЗИП класса 2 на выходе инвертора и – в случае установки в здании с наружным молниеотводом в точке входа сетевого питания – с помощью импульсного разрядника УЗП класса 1.

**Особенности защиты солнечного генератора на стороне DC**

До настоящего времени в концепцию защиты на стороне DC постоянно включалось использование УЗИП для обычного переменного напряжения сети, при этом L+ и L- соответственно выводились на землю для защиты. Это означает, что УЗИП имели номиналы, как минимум, 50 % максимального напряжения холостого хода солнечного генератора. Однако после нескольких лет эксплуатации в фотоэлектрическом генераторе могут возникнуть повреждения изоляции. Вследствие этой неисправности в фотоэлектрической системе, полное напряжение генератора будет приложено к исправному контакту в УЗИП и приведет к перегрузке. Если на УЗИП с варисторами со структурой "металл-оксид" воздействует слишком высокая нагрузка постоянного напряжения, это может привести к разрушению устройств или срабатыванию разъединителя. В частности, в фотоэлектрических системах с высокими системными напряжениями нельзя полностью исключить возможность возгорания под воздействием непрерывающейся коммутационной дуги при активации разъединителя. Вышерасположенные элементы защиты от перегрузки (предохранители) в данном случае ничего не решают, поскольку ток короткого замыкания фотоэлектрического генератора лишь немного выше номинального тока. Сегодня возрастает применение фотоэлектрических систем с системным напряжением около 1000 В DC, чтобы получить как можно более низкие потери мощности.

Чтобы УЗИП могли справляться и с такими высокими системными напряжениями, в качестве квази-стандарта утвердилось и хорошо зарекомендовало себя соединение по схеме звезда из трех варисторов (Рис. 4).

При неисправности изоляции все же остаются два последовательных варистора, благодаря чему эффективно предотвращается перегрузка УЗИП.

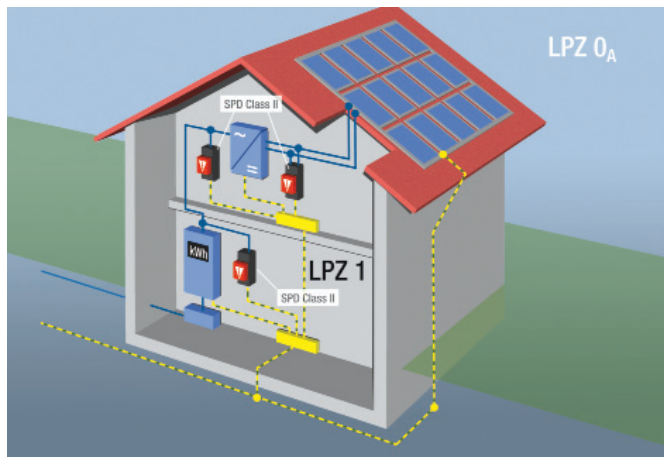


Рис. 1: Принципиальная схема из стандарта IEC 60364-7-712

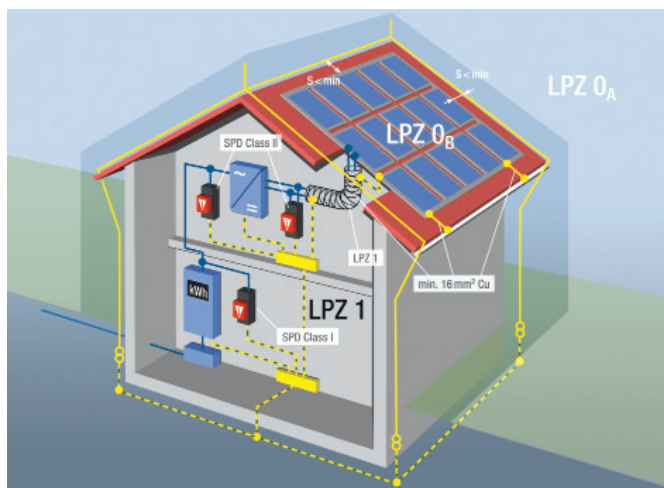


Рис. 2: Установка в здании с наружной системой молниезащиты, с соблюдением разделительных расстояний

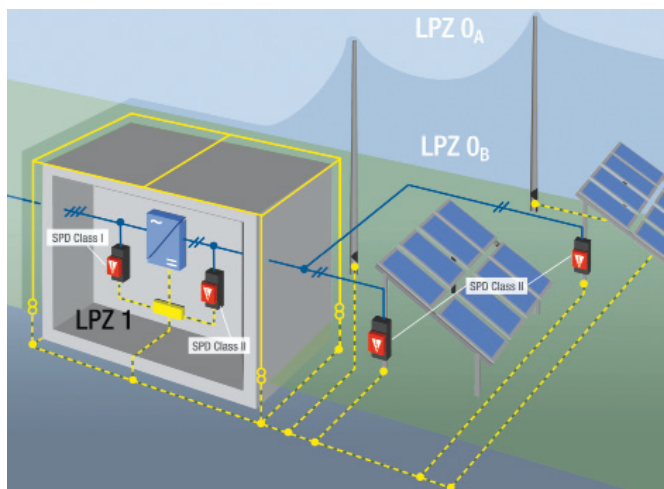


Рис. 3: Полевая установка с наружной системой молниезащиты

## Пример применения в фотоэлектрической системе

Резюме: реализуется защитная схема абсолютно без утечки тока и предотвращается случайное срабатывание разъединителя. В вышеописанном сценарии также эффективно предотвращается возможное развитие возгорания. В то же время не допускается влияние устройства контроля изоляции. Т.е. при нарушении изоляции, всегда остаются два последовательных варистора. Благодаря этому выполняется обязательное требование недопущения замыкания на землю. Разрядник Weidmüller УЗИП класса 2 – VPU II 3 1000 В DC до режима UCPV +/-, -/PE, +/-PE = 1000 В DC – обеспечивает отработанное практичное решение, так как это изделие прошло испытание на соответствие требованиям всех действующих стандартов (UTE C 61-740-51 и prEN 50539-11) (Рис. 4). Тем самым мы предлагаем максимальную безопасность для применения в цепях DC.

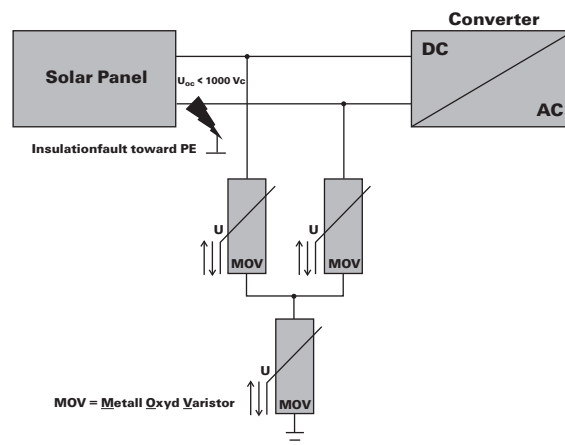


Рис. 4: Y-образная защитная схема с тремя варисторами

## Практические применения

Как уже было сказано, на практике различают установки в зданиях и полевые установки. При наличии наружного молниеотвода, фотоэлектрический генератор должен преимущественно интегрироваться в систему в качестве изолированного молниеотвода. При этом необходимо соблюдение расстояния разделения согласно стандарту IEC 62305-3. Если это невозможно, необходимо учитывать частичные токи молнии.

По этому поводу в стандарте по молниезащите IEC 62305-3 Приложение 2, раздел 17.3 говорится следующее: 'для снижения наведенных перенапряжений следует использовать экранированные кабели в основных линиях генератора'. При достаточном поперечном сечении кабельного экрана (мин. 16 мм<sup>2</sup> Cu) его можно использовать также для проведения частичных токов молнии. Также в Приложении (Рис. 5) – Защита от молнии для фотоэлектрических систем, опубликованном комитетом ABB (Комитет по молниезащите и исследованию молнии в Союзе немецких электротехников VDE) указано, что основные линии генераторов должны быть экранированы. Это означает, что можно обойтись без разрядников тока молнии (УЗИП класс 1), хотя импульсные разрядники (УЗИП класс 2) необходимо использовать на двух сторонах. Как показано на Рис. 5, экранированная основная линия генератора обеспечивает практичное решение, благодаря чему достигается зона молниезащиты LPZ 1. Таким образом реализуется использование импульсных разрядников УЗИП класса 2 в соответствии со стандартами.

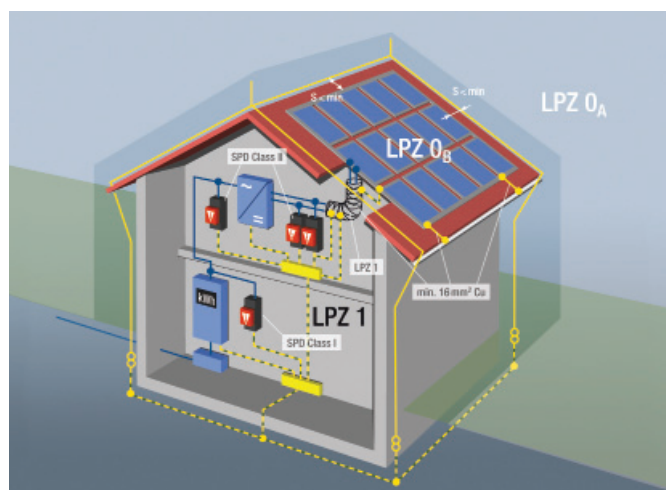


Рис. 5: Установка в здании с наружной системой молниезащиты, без соблюдения разделительных расстояний

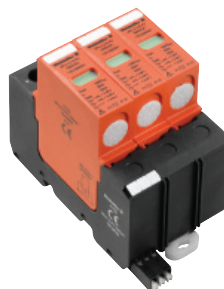
**Готовые решения**

Для упрощения монтажа на практике компания Weidmüller предлагает готовые к монтажу решения для защиты на сторонах DC и AC инверторов. Фотоэлектрические коробки, выполненные по технологии "включай и работай", сокращают время монтажа. По запросу компания Weidmüller выполняет также сборку согласно спецификации заказчика. Дополнительная информация см. по адресу [www.weidmueller.com](http://www.weidmueller.com)

**Примечание: Необходимо соблюдать требования национальных стандартов и норм**

## Литература:

- [1] DIN VDE 0100(VDE 0100) часть 712: 2006-06, Требования к специальным установкам или местам расположения. Солнечные фотоэнергетические системы
- [2] DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3) 2006-10 Молниезащита, Часть 3: Защита оборудования и людей, Приложение 2, Проектирование по классу защиты или уровню риска III LPL, Приложение 5, Молниезащита и защита от перенапряжения для фотоэлектрических систем
- [3] Директива VdS 2010:2005-07 Молниезащита и защита от перенапряжения с учетом рисков; Рекомендации VdS по предотвращению ущерба, VdS Schadenverhütung Verlag
- [4] DIN EN 61643-11 (VDE 675-6-11): Низковольтные устройства защиты от перенапряжения 2007-08 – Часть 11: Устройства защиты от перенапряжения для применения в низковольтных электросетях – Требования и испытания
- [5] IEC 62305-3 Защита от грозовых разрядов – Часть 3: Физические повреждения сооружений и опасность для жизни
- [6] IEC 62305-4 Защита от грозовых разрядов – Часть 4: Электрические и электронные системы в сооружениях
- [7] prEN 50539-11 Низковольтные устройства защиты от перенапряжения – УЗП для специального применения включая d.c. – Часть 11: Требования и испытания для УЗИП в фотоэлектрических системах
- [8] Французский стандарт на изделия для защиты от перенапряжения в зоне DC UTE C 61-740-51

**VPU II 3 1000 V DC PV**

- 1000 В разрядник защиты от перенапряжения для использования на стороне DC

Дополнительная информация в главе С.

**VPU II 4 280 V / 40 kA**

- Разрядник защиты от перенапряжения 230/400 В
- Подходит для энергосети TN-CS
- Высокое энергопоглощение с  $I_{max}$ : 40 kA на элемент

Дополнительная информация в главе С.

**VPU-I-LCF-Serie**

- Комбинированные разрядники защиты от молнии и перенапряжения 230/400 В, без тока утечки
- 1-полюсная версия
- Высокое энергопоглощение
- Опция для V-образного соединения проводников

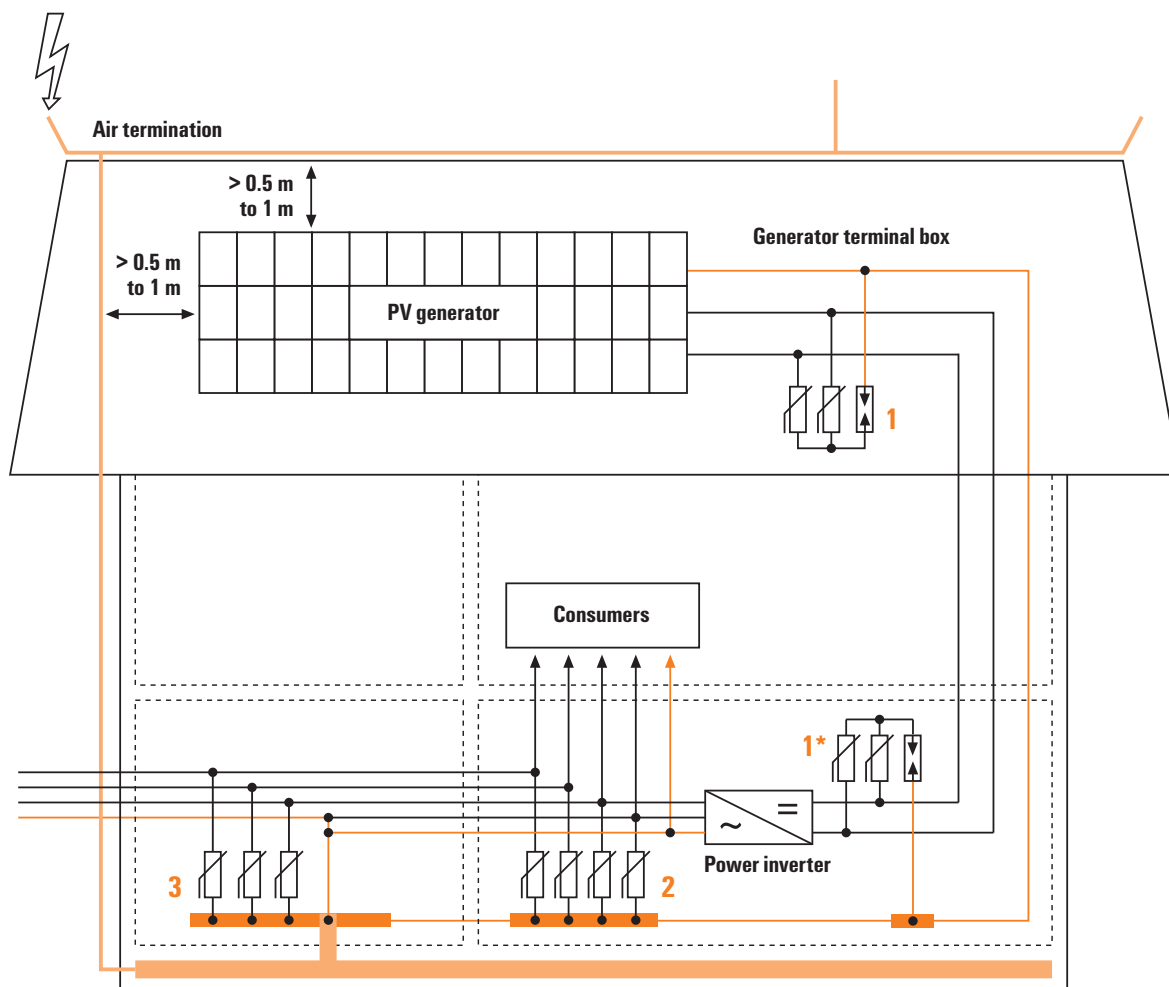
Дополнительная информация в главе С.



**Модульное применение наших компонентов защиты от перенапряжения**

Если молниеотвод уже присутствует в здании, он должен образовывать самую высокую точку общей системы. Все модули и кабели фотоэлектрической установки должны быть установлены под молниеотводом. Разделительные расстояния должны составлять, как минимум, от 0,5 м до 1 м (в зависимости от оценки риска согласно IEC 62305-2).

Наружная система молниезащиты класса I (сторона AC) также требует установки грозового разрядника класса I в сети электропитания здания. Если система молниезащиты отсутствует, достаточно использовать разрядники класса II (сторона AC).



(Рисунок для примера: без гарантии)

**1 VPU II 3 1000 V DC PV**  
Y-образное подключение

**1\* VPU II 3 1000 V DC PV**  
Для больших расстояний > 10 м между ФЭ генератором и инвертором

**2 VPU II 4 280 V / 40 kA**

Для больших расстояний > 10 м между инвертором и подачей энергии в дом

**3 VPU-I-LCF-Serie**

При наличии наружного молниеотвода