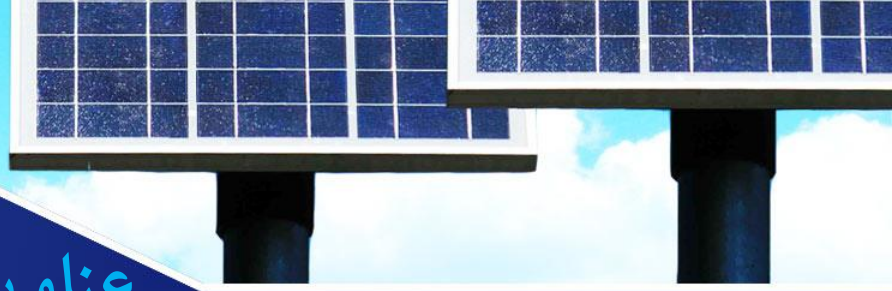
نصب وراه اندازی نیروگاه های خورشیدی

محمد پرهام فر
کارشناس ارشد انرژی های تجدیدپذیر-مشاور درصنعت برق و نیروگاه های خورشیدی
دکتری حرفه ای مدیریت کسب وکار
www.parhamfar.com
سال تهیه فایل : ۱۳۹۹

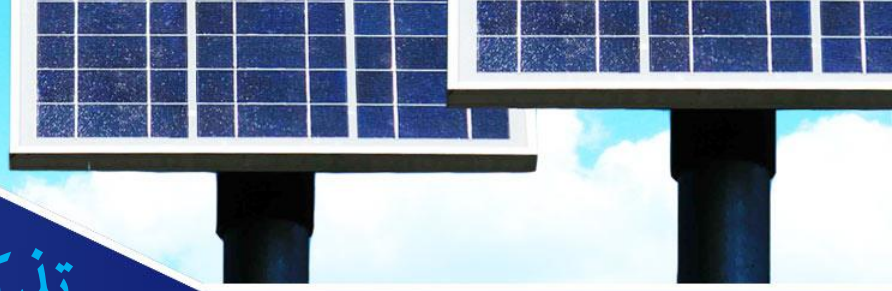
fppt.com



عناوین دوره

- نکات مورد نظر برای نظارت برمراحل طراحی
- بررسی استانداردهای موجود
- نحوه نظارت برمراحل نصب وراه اندازی
- نظارت برتجهیزات الکتریکی
- نظارت بر پنل های خورشیدی و نحوه سیم کشی
- ایمنی درکارگاه
- سیستم زمین و همبندی
- سیستم حفاظت دربرابرصاعقه
- نظارت برراه اندازی
- بررسی انواع بیمه درنیروگاه های خورشیدی

fppt.com



تذکرات

- این فایل فقط مخصوص سایت آقای محمد پرهام فرمی باشد وانتشارآن درفضای مجازی غیرمجازمی باشد.
- www.parhamfar.com
- En.parhamfar@gmail.com

fppt.com

انواع مختلف نیروگاه های خورشیدی

Different forms of solar PV

Rooftop solar PV

You can see solar panels across the country on rooftops especially on new homes.

Carports

To our knowledge, there are no solar carports installed in Ireland. The UK's largest solar carport was installed in Bentley Motors, Cheshire in 2018.

Floating solar farms

There are no floating solar farms in Ireland but there is one in the UK on the Queen Elizabeth II reservoir, south of the River Thames.

Ground mount solar farms

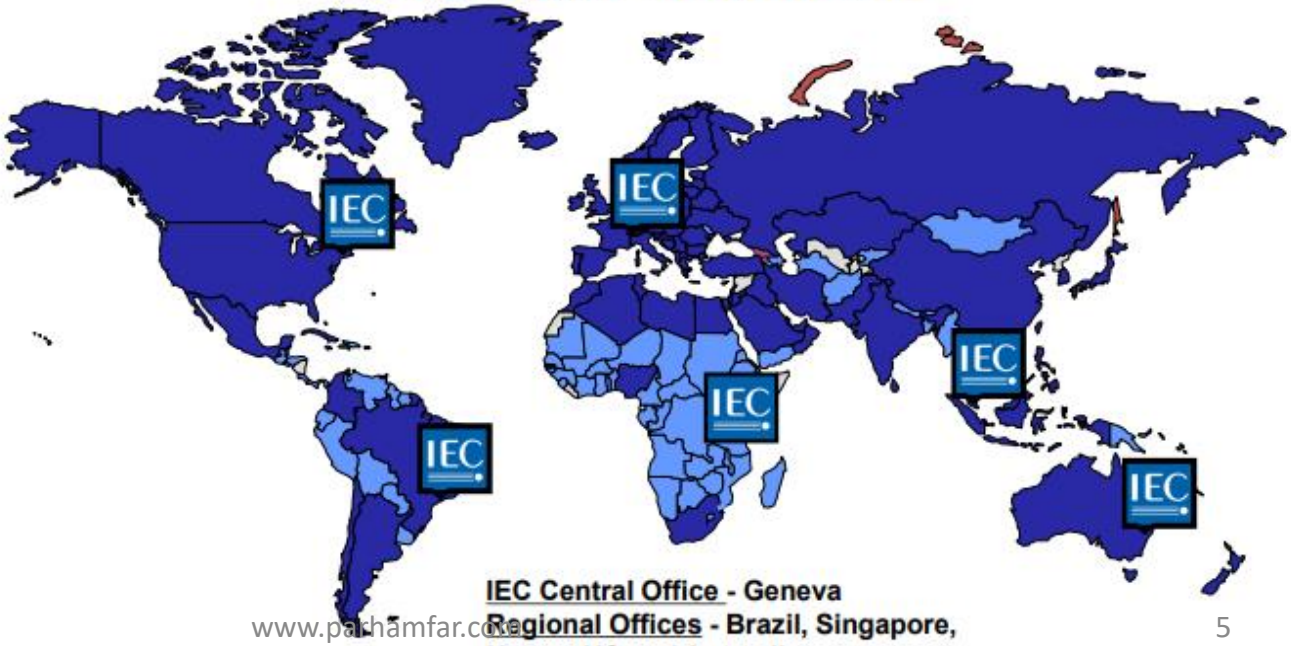
Bann Road, 46MW is the largest solar farm in Ireland. It is located in Co. Antrim, NI and was energised in 2017.

استانداردها

SOLAR ENERGY

IEC Global Reach

83 Members 87 Affiliates



IEC Central Office - Geneva
Regional Offices - Brazil, Singapore, Kenya, US and Australia

fppt.com

استانداردها

IEC Standards Process

- 170 countries represented
  - 83 “member” and 87 “affiliate” countries
  - One vote per country (national committee)
- 203 Technical Committees / Subcommittees
  - Scope and Work Programme for each TC approved by vote of participating national committees
  - National committees appoint experts to participate in each project
  - Minimum 5 participating countries for a new project
- Rules defined under ISO/IEC Directives

SOLAR ENERGY

www.parsamfal.com

fppt.com

استانداردها

Solar photovoltaic energy systems

SOLAR ENERGY

TC 82 Structure

- Established 1981
- 51 countries represented
  - 40 “participating” and 11 “observing” member countries with 350+ experts
  - 10 active working groups
- TC82 has the **LARGEST** work programme of all IEC committees
  - 68 projects underway (46 new, 22 revisions)
  - This is good – if they get finished !!

www.pgbandar.com

fppt.com

استانداردها

TC 82 Scope

- To prepare international standards for systems of photovoltaic conversion of solar energy into electrical energy and for all the elements in the entire photovoltaic energy system.

- In this context, the "photovoltaic energy system" includes the entire field from light input to a photovoltaic cell to and including the interface with the electrical system(s) to which energy is supplied.

SOLAR ENERGY

fppt.com

استانداردها

TC 82 Working Groups

WG 1: Glossary
WG 2: Modules, non-concentrating
WG 3: Systems
WG 6: BOS components
WG 7: Concentrator modules
WG 8: Cells

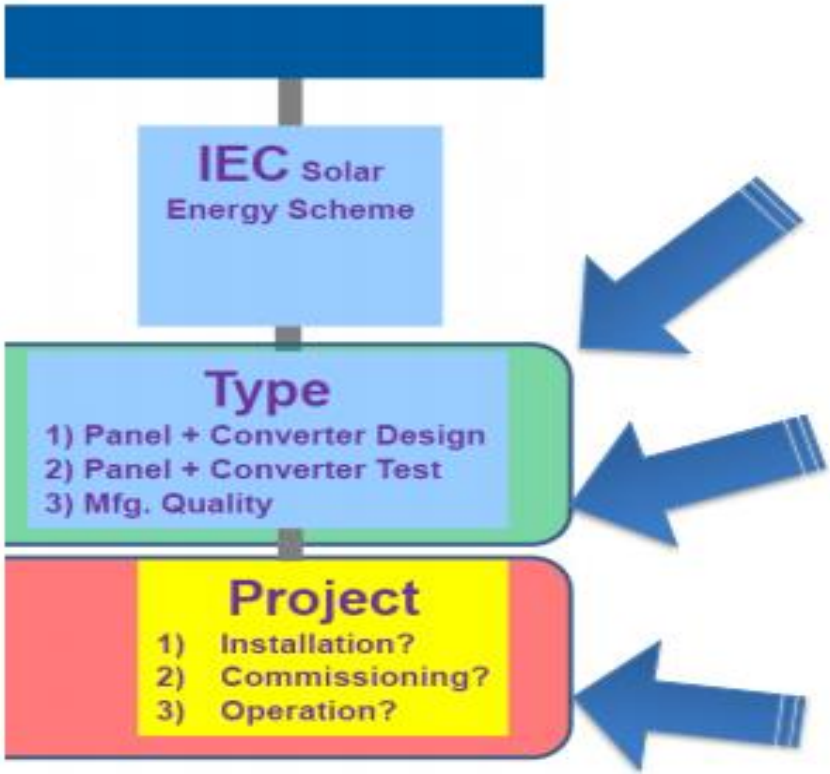
JWG 1: Off-grid PV systems
JWG 4: Grid Code Compliance (SC 8A)
JWG 32: Electrical safety of PV system installations (TC 64)
JWG 82: Secondary cells and batteries for renewable energy storage (TC 21)

SOLAR ENERGY

fppt.com

استانداردها

Closing the Gaps



Module - 61215 / 61730
Inverter - 62109 / 62891
Tracker - 62817
BOS - 62093 + others

Module Manufacturing Quality – 62941
BOS Manufacturing Quality – NWIP

System Design - 62548 / 62738
Installation Quality – 63049
Commissioning – 62446-1
Maintenance – 62446-2
Performance – 61724 series

SOLAR ENERGY

استانداردها

- Design
  - 62548 Array Design (or 62738 Power Plant)
  - 61724-1 Performance Monitoring
- Commissioning
  - 62446-1 Documentation, Test & Inspection
  - 61724-2 Capacity Evaluation
- Operation
  - 62446-2 System Maintenance
  - 61724-3 Energy Evaluation
- Quality Management
  - 62941 PV Module Manufacturing
  - 63049 PV System Installation

fppt.com

استانداردها

System Design

- IEC 62548 PV Array Design Requirements
  - PV system architectures
  - Mechanical design
  - Selection and erection of electrical equipment
  - Safety issues
  - Marking and documentation
  - Coordination with 61724 series (Performance Monitoring)
- IEC/TS 62738 PV Power Plant Design
  - Specific to utility-scale plants; special techniques allowed
  - CD2 in process; publication in 2017

SOLAR ENERGY

fppt.com

استانداردها

Installation Quality

- IEC/TS 63049 Guideline for increased confidence in PV system installation
  - Fast track project in TC82 WG3
  - Describing known best practices for managing quality and avoiding problems
  - Includes many basic requirements of ISO 9001
- Focus on PV-specific construction processes and procedures to ensure consistency of installation
  - Key metrics and capabilities needed for PV
  - Systems constructed this way will be more likely to perform according to warranty (25+ years)

SOLAR ENERGY

fppt.com

استانداردها

Commissioning & Operations

- IEC 62446-1 Ed. 2
  - Minimum commissioning tests and inspection criteria
  - Minimum documentation to verify safe installation and correct operation
  - Additions to address different categories of systems
  - Test regimes differentiated as appropriate for the system type, scale, and complexity
  - Coordination with 61829 On-site I-V measurement
  - Grid connected systems only
  - Can also be used for periodic re-testing, re-inspection, maintenance, or modifications
- System Maintenance 62446-2
  - At CD stage; publication in 2017
  - Includes preventative and corrective maintenance
  - Both safety-related and performance-related
  - Troubleshooting and documentation of results

SOLAR ENERGY

fppt.com

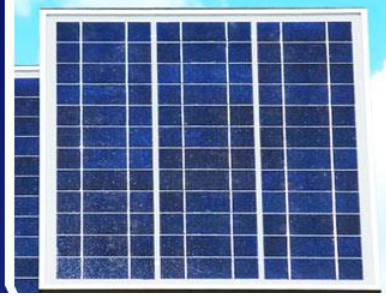
SOLAR ENERGY

استانداردها

Performance Monitoring

- Expanded series of standards
  - 61724-1 System performance monitoring
  - 61724-2 Capacity evaluation method
  - 62724-3 Energy evaluation method
- Future - standardized reporting of performance
  - Information model for system availability (63019)
    - Based on wind turbine document 61400-26
    - Ongoing work in Sandia O&M subteam
  - SunSpec Alliance data protocols
    - Common basis to allow aggregation of data
    - Enables benchmarking and trend identification

fppt.com



استانداردها

Table 2: PV Module Standards

Test	Description	Comment
IEC 61215	Crystalline silicon (c-Si) terrestrial PV modules - Design qualification and type approval	Includes tests for thermal cycling, humidity and freezing, mechanical stress and twist and hail resistance. The standard certification uses a 2,400Pa pressure. Modules in heavy snow locations may be tested under more stringent 5,400Pa conditions.
IEC 61646	Thin-film terrestrial PV modules - Design qualification and type approval	Very similar to the IEC 61215 certification, but an additional test specifically considers the additional degradation of thin-film modules.
EN/IEC 61730	PV module safety qualification	Part 2 of the certification defines three different Application Classes: 1) Safety Class O - Restricted access applications. 2) Safety Class II - General applications. 3) Safety Class III - Low voltage (LV) applications.
IEC 60364-4-41	Protection against electric shock	Module safety assessed based on: 1) Durability. 2) High dielectric strength. 3) Mechanical stability. 4) Insulation thickness and distances.

استانداردها

IEC 61701	Resistance to salt mist and corrosion	Required for modules being installed near the coast or for maritime applications.
IEC 61853-1	Photovoltaic Module Performance Testing and Energy Rating	Describes the requirements for evaluating PV module performance in terms of power rating over a range of irradiances and temperatures.
IEC 62804 (pending issue)	System voltage durability test for c-Si modules	Describes the test procedure and conditions for conducting a PID test. The PV module will be deemed to be PID resistant if power loss is less than 5% following testing.
Conformité Européenne (EC)	The certified product conforms to the European Union (EU) health, safety and environmental requirements.	Mandatory in the European Economic Area.
UL 1703	Comply with the National Electric Code, Occupational Safety and Health Administration and the National Fire Prevention Association. The modules perform to at least 90% of the manufacturer's nominal power.	Underwriters Laboratories Inc. (UL) is an independent U.S. based product safety testing certification company which is a Nationally Recognised Testing Laboratory (NRTL). Certification by an NRTL is mandatory in the U.S.

استانداردها

Table 3: Indicative List of Inverter-related Standards	
EN 61000-6-1: 2007	Electromagnetic compatibility (EMC). Generic standards. Immunity for residential, commercial and light-industrial environments.
EN 61000-6-2: 2005	EMC. Generic standards. Immunity for industrial environments.
EN 61000-6-3: 2007	EMC. Generic standards. Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments.
EN 61000-6-4: 2007	EMC. Generic standards. Emission standard for industrial environments.
EN 55022: 2006	Information technology equipment. Radio disturbance characteristics. Limits and methods of measurement.
EN 50178: 1997	Electronic equipment for use in power installations.
IEC 61683: 1999	Photovoltaic systems—Power conditioners—Procedure for measuring efficiency.
IEC 61721: 2004	Characteristics of the utility interface.
IEC 62109-1&2: 2011-2012	Safety of power converters for use in photovoltaic power systems.
IEC 62116 : 2008	Islanding prevention measures for utility-interconnected photovoltaic inverters.

بخش دوم

مراحل توسعه و ایجاد یک

پروژه نیروگاه خورشیدی

SOLAR ENERGY

fppt.com

Project Development Stages

SOLAR ENERGY

BANK PERSPECTIVE	MAIN ACTIVITIES (DEVELOPER)
STAGE 1	SITE IDENTIFICATION/CONCEPT
	• Identification of potential site(s) • Funding of project development • Development of rough technical concept
STAGE 2	PRE-FEASIBILITY STUDY
	• Assessment of different technical options • Approximate cost/benefits • Permitting needs • Market assessment
STAGE 3	FEASIBILITY STUDY
• First contact with project development	• Technical and financial evaluation of preferred option • Assessment of financing options • Initiation of permitting process • Development of rough technical concept
STATE 4	FINANCING/CONTRACTS
• Due diligence • Financing concept	• Permitting • Contracting strategy • Supplier selection and contract negotiation • Financing of project

fppt.com

Project Development Stages

SOLAR ENERGY

STATE 5	DETAILED DESIGN
• Loan agreement	• Preparation of detailed design for all relevant lots • Preparation of project implementation schedule • Finalization of permitting process
STATE 6	CONSTRUCTION
• Independent review of construction	• Construction supervision
STATE 7	COMMISSIONING
• Independent review of commissioning	• Performance testing • Preparation of as build design (if required)

fppt.com

SOLAR ENERGY

بخش سوم

مراحل مختلف طراحی

fppt.com

SOLAR ENERGY

مراحل طراحی

-DC SYSTEM

-PV Array Design

-Inverter Sizing

-Cable Selection and Sizing

-Module and String Cables

-Main DC Cable

-Combiner Boxes

fppt.com

SOLAR ENERGY

مراحل طراحی

String Fuses/Miniature Circuit Breakers(MCBs)

-DC Switching

-AC Cabling

-AC Switchgear

-Sizing and Selecting Transformers

-Earthing and Surge Protection

-GRID CONNECTION

fppt.com

DC SYSTEM

درسیستم DCباید اجزا بصورتی باشد که حداقل شرایط حرارتی و محدودیت ولتاژ را داشته باشد . بنابراین برای پنلهای مونو کریستال و پلی کریستال خواهیم داشت :

- Minimum Voltage Rating: *VOC(STC) × 1.15*
- Minimum Current Rating: SC*(STC) × 1.25*

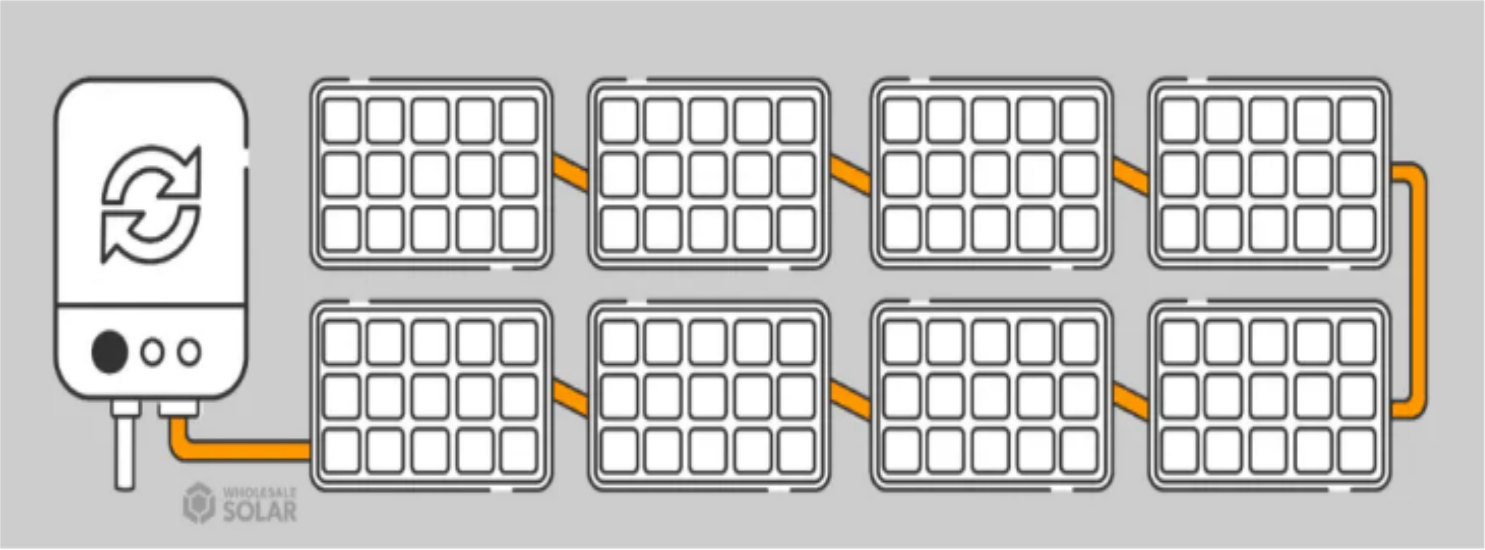
SOLAR ENERGY

fppt.com

What is string Sizing

What Is String Sizing?

A **panel string** is a group of panels that are wired into a single input on your power inverter. **String sizing** describes the calculations we make to determine how many panels we should plug into one input for optimal efficiency.



A panel string is a group of panels wired into a single input on your inverter.

fppt.com

سایزینگ هراسترینگ برای چه علت اهمیت دارد؟

اینورترها دررنج ولتاژ خاصی عمل می کنند که به آن **operating range.** می گویند. بنابراین باید خروجی هراسترینگ دراین رنج قرارگیرد وبرای این که بیشترین بازده را داشته باشد بایدrang **maximum power point (MPP)** کارکند.

درصورتی که ولتاژ استرینگ کمترازحدمعمول باشد اینورتر کارنمی کند ودرصورتی که بیش از حد مجاز باشد ازشرایط گارانتی خارج می گردد.

SOLAR ENERGY

fppt.com

SOLAR ENERGY

fppt.com

Inverter Sizing

- **ماکزیمم ولتاژ مداربازVOC درسردترین دمای روز بایدکمتراز ماکزیمم ولتاژ ورودی دی سی اینورتر باشد**(VINV, DC MAX).)

- اینورتر باید تحمل ماکزیمم جریان آرایه را داشته باشد.

- حداقل ولتاژ مداربار درگرمترین دمای روز باید بیشترازولتاژخاموش شدن اینورتر باشد.

- رنج MPP اینورترباید شامل MPPآرایه اینورتر درتمام نقاط دردماهای مختلف باشد.

SOLAR ENERGY
fppt.com

مشخصات پنل

SOLAR ENERGY

Mission Solar 360W panels have a Vmp of 39.28 and a Voc of 48.08, as listed on the spec sheet:

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Electrical parameters at Standard Test Condition (STC)

Module Type			MSE355SQ6S	MSE360SQ6S	MSE365SQ6S
Power Output	Pmax	Wp	355	360	365
Module Efficiency		%	18.05	18.36	18.46
Tolerance				0~+3%	
Short-Circuit Current	Isc	A	9.76	9.79	9.81
Open Circuit Voltage	Voc	V	47.68	48.08	48.12
Rated Current	Imp	A	9.19	9.28	9.32
Rated Voltage	Vmp	V	38.98	39.28	39.32

STC: Irradiance 1000 W/m2, Cell temperature of 25°C, AM 1.5

Open circuit voltage and max power voltage for Mission Solar 360W panels.

fppt.com

مشخصات اینورتر

SOLAR ENERGY

Technical data	Sunny Boy 6.0-US		Sunny Boy 7.0-US		Sunny Boy 7.7-US	
	208 V	240 V	208 V	240 V	208 V	240 V
Input (DC)						
Max usable DC power	5400 W	6200 W	6900 W	7200 W	6900 W	7950 W
Max. DC Voltage	600 V					
Rated MPP Voltage range	220 - 480 V		245 - 480 V		270 - 480 V	
MPPT operating voltage range	100 - 550 V					
Min. DC voltage / start voltage	100 V / 125 V					
Max. operating input current per MPPT	10 A					
Max. short circuit current per MPPT	18 A					
Number of MPPT tracker / string per MPPT tracker	3 / 1					

Operating range and maximum power point values for the Sunny Boy 7.7 kW string inverter.

fppt.com

حداقل اندازه استرینگ

SOLAR ENERGY

Step 1: Find your minimum string size

First we want to calculate the minimum number of panels we should put in a string.

For that, take the low end of the MPP range (in this case 270V) and divide by the Vmp of the panel (39.28).

$$270V \div 39.28V = 6.87$$

The result is 6.87, which needs to be rounded up to the next whole number (since you can't put a fraction of a panel on a string). So your minimum string size is **7 panels** before temperature compensation.

fppt.com

حداکثر اندازه استرینگ

Step 2: Find maximum string size that doesn't exceed operating voltage

For maximum string size, we want to calculate against the max DC input voltage to make sure we don't overload the inverter.

For this calculation, take the max DC input (600V) and divide by the Voc of the panel (48.08).

600V ÷ 48.08V = 12.48

This time we need to round the result down, since we're trying to stay below a maximum threshold. So we come to **12 panels**.

fppt.com

MPP range چک کردن

Step 3: Check that max string size falls within MPP range

In step 2 we calculated that maximum string size to keep the inverter operational. We want to double check that this falls within our peak efficiency range as well.

For that, take the max string size calculated in step 2 (12 panels) and multiply by the Vmp of the panel (39.28).

$$12 * 39.28 = 471.36V$$

We are checking that this falls under the top end of the MPP range (in this example, 480V). Since 471V is below our target 480V, everything checks out here.

fppt.com

مشخصات آب وهوایی و شرایط NOCT

سردترین زمان سال ۳۳.۳ سلسیوس بوده است(weather.com)

Now we need to go back to the solar panel spec sheet and look for the **temperature coefficient of Voc**, which measures the change in voltage per degree Celsius away from the Normal Operating Cell Temperature (NOCT).

TEMPERATURE COEFFICIENTS	
Normal Operating Cell Temperature (NOCT)	44°C (±2°C)
Temperature Coefficient of Pmax	-0.377%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.280%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.046%/°C

These coefficients show how the voltage coming from our Mission Solar 360W panels

بررسی افزایش ولتاژدرسردترین روزسال

با توجه به سردترین زمان سال که منفی۳۳.۳ بوده است و اختلاف دمایی باشرایط NOCTکه ۴۴ درجه سانتی گراد می باشد درزیر برای هردرجه و برای درکل ۷۷.۳ درجه اختلاف دمایی ماکزیمم افزایش ولتاژ محاسبه شده است.

(.28%). Since the temperature coefficient is a percentage, move the decimal 2 places to the left to account for this in the equation:

$$48.08 * 0.0028 = 0.134624$$

This gives the voltage change per degree Celsius, so we need to multiply by the temperature difference we found above (77.3°C):

$$0.134624 * 77.3 = 10.406V$$

fppt.com

محاسبات بهینه استرینگ باتوجه به سردترین دمای سال

طبق محاسبات ۵۸.۴۸۶ ولت برای هرخروجی هرپنل درسردترین نقطه سال می باشد وبرای بیشترین تعداد پنل یعنی ۱۲ این مقداراز۶۰۰ ولت که رنج مجاز می باشد بیشتراست بنابراین باید تعداد پنلها را کمترکنیم تا ولتاژ کاهش یابد.

On a record-cold day in Boise, each panel will produce about 10.406 volts above its rated Voc of 48.08. We need to add those values together to get the true panel voltage on a record cold day:

$$48.08V + 10.406V = 58.486V$$

From here, multiply the true panel voltage by the max number of panels in the string (12) we calculated in step 2:

$$58.486 * 12 = 701.83V$$

fppt.com

ولتاژنهایی درسردترین روز

مقدار ۲ پنل که کاهش یابد وبه ۱۰ عدد برسد ولتاژشرایط ایده آل را تجربه خواهد نمود ودررنج استاندارد می باشد.

701.83V – 58.486V = 643.346V

Not good enough: it's still above the 600V limit. We need to subtract one more panel:

643.346V – 58.486V = 584.86V

Perfect. We're under the 600V max input threshold after accounting for the temperature extremes the array could reasonably be exposed to. Since we've removed 2 panels from our starting point, **we arrive at a final max string size of 10 panels**.

www.parhamfarad.com

fppt.com

گرمترین روز سال ومحاسبات

ازسایت مربوطه گرمترین روز سال ۵۶.۷ درجه سانتی گراد می باشد که ۱۲.۷ درجه بالاتراز شرایط استاندارد می باشد وبااین حساب که توان ماکزیمم ۰.۳۷۷ تغییرات خواهد داشت برای این تفاوت دمایی حدود ۱.۸۷ ولت کاهش ولتاژ تجربه خواهیم نمود.

For example, the record high in Death Valley, CA is 56.7°C, which is 12.7°C above the NOCT. The Vmp is 39.28V and the Pmax temperature coefficient is -0.377. Here's how the math would look in this scenario:

Vmp * temp coefficient of Pmax = voltage change per ° Celsius

$$39.28 * 0.00377 = 0.148$$

Total voltage difference for 12.7° C above NOCT

$$0.148 * 12.7 = 1.8796V$$

fppt.com

گرمترین روز سال ومحاسبات

با توجه به محاسبات صورت گرفته درقبل ولتاژ به حدود ۳۷.۴ ولت کاهش می یابد. بنابراین باضرب این مقداردرتعداد حداقل پنل های خورشیدی یعنی ۷ عدد مقدارولتاژاسترینگ از حداقل آن یعنی ۲۷۰ ولت کاهش می یابد وبنابراین باید یک عدد به آن اضافه کنیم یا حداقل تعداد پنلهای خورشیدی حدود ۸ می باشد.

بنابراین بهترین رنج برای این طراحی بین ۸ تا ۱۰ عدد می باشد.

Subtract from Vmp to arrive at true panel voltage on record-hot day

$$39.28 - 1.8796 = 37.4004$$

Multiply by minimum string size for total input voltage

$$37.4004 * 7 = 261.8028$$

Way back in Step 1, we cited the low end of the MPP range as 270V and you can see 261.8V falls slightly below that range. The ideal would be to bump the minimum string size up to 8 panels.

fppt.com

شبیه سازی با نرم افزار PVsyst

- برای تعیین دقیق ولتاژعملکرد و هماهنگی بین اینورتر وپنل می توان ازنرم افزار Pvsyst استفاده نمود. برای این منظور ابتدا نوع پنل و اینورتر مشخص می گردد و پس ازآن شبیه سازی انجام می گردد.

به عنوان نمونه یک پروژه ۱۰۰ کیلوواتی شبیه سازی شده است:

Sub-array name and Orientation

Name: PV Array

Orient. **Fixed Tilted Plane** Tilt **32°** Azimuth **0°**

Presizing Help

No sizing — Enter planned power 100.0 kWp

Resize ... or available area(modules) 605 m²

Select the PV module

All modules — Filter: All PV modules — Approx. needed modules **312**

JA Solar — 320 Wp 32V — Si-mono — JAP6-72-320/MP — Until 2012 — Manufacturer 2012 — Open

Sizing voltages : Vmpp (60°C) **31.9** V

Use Optimizer — Voc (-10°C) **51.8** V

Select the inverter

Available Now — Output voltage 400 V Tri 50Hz — 50 Hz — 60 Hz

Kaco new energy — 50 kW — 580 - 900 V — TL — 50/60 Hz — Blueplanet 50.0 TL3-INT XL — Since 2016 — Open

Nb. of inverters 2 — Operating Voltage: **580-900** V — Global Inverter's power **100** kWac

Input maximum voltage: **1100** V

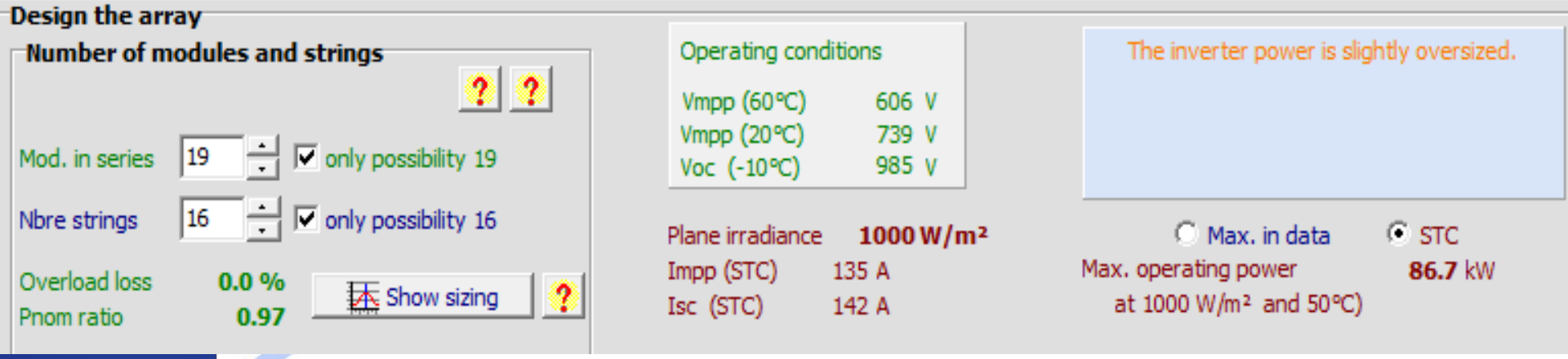
www.parhamfar.com

fppt.com

شبیه سازی با نرم افزار PVsyst

برای این پروژه طبق شبیه سازی انجام شده باید ۱۶ تا استرینگ که هرکدام ۱۹ تا باشد داشته باشیم. البته این نوع اینورتر دارای ۲ MMPT می باشد.

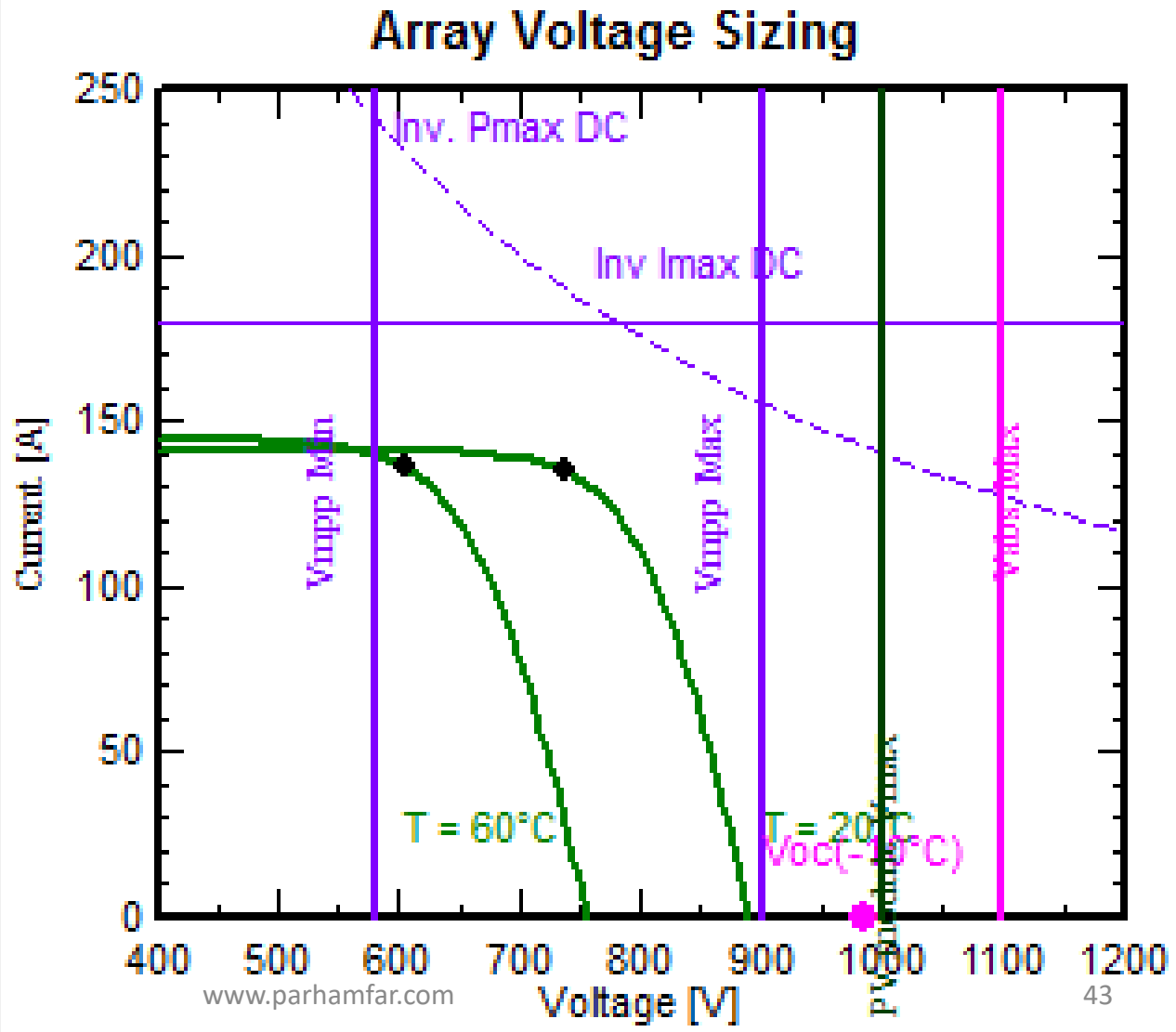
کمترین ولتاژ آن در۶۰ درجه سانتی گراد ۶۰۶ ولت و درسردترین حالت ممکن وبیشترین ولتاژ ۹۸۵ ولت می باشد.



fppt.com

شبیه سازی با نرم افزار PVsyst

SOLAR ENERGY



fppt.com

اقدامات اولیه

درابتدا باید با بازدید اولیه ازمحل برآوردهای موردنیاز، فضای مناسب جهت نصب ، حفاظت وایمنی ساختگاه نصب وساختمان جهت احداث مورد بررسی قرارگیرد.

SOLAR ENERGY

fppt.com

عملیات طراحی

پس ازبررسی مقدماتی وبازدید از محل ، طراحی نیروگاه وتهیه مشخصات فنی و نقشه های اجرایی، انتخاب تجهیزات مانند مدول های خورشیدی، اینورتر، طراحی سازه و پایه های نگهدارنده ، کابلها ، تابلوها ومتعلقات و طراحی لازم جهت اتصال به شبکه باید مورد ارزیابی و نظارت قرارگیرند.

www.parhamfar.com

fppt.com

SOLAR ENERGY

نکات مورد نظر برای نظارت برمراحل طراحی

- بررسی شبیه سازی نیروگاه در نرم افزارهایی مانند Pvsyst
- بررسی برند تجهیزات درنرم افزارهای معرفی شده و سازگاری تجهیزات بایکدیگر- تعداد استرینگ ها، آرایه ها- محدوده ولتاژ کاری اینورتر و پنلها و..
- بررسی زاویه مناسب و جنوب مطلق
- بررسی طرح شبیه سازی شده با توجه به سایه های دور ونزدیک

fppt.com

نکات مورد نظر برای نظارت برمراحل طراحی

- بررسی SLD , Layout
- حفاظت ها
- تابلو برق ها
- ترانسفورماتورها
- سیستم زمین و همبندی
- حفاظت دربرابرصاعقه
- محاسبات سازه
- محاسبات استقامت ساختمان

SOLAR ENERGY

fppt.com

مزیت های نیروگاه های Rooftop

- نزدیک به مصرف کننده نهایی هستند وتلفات شبکه و خط را کاهش می دهد.
- نیازمند هزینه های اضافی جهت احداث خط نمی باشد
- باعث می شود درجاهایی که مشکل کمبود زمین می باشد ازبام ها استفاده گردد.
- کسب درآمدزایی جهت سیستم های متصل به شبکه
- عدم نیاز به شبکه جهت سیستم های مستقل ازشبکه
- امکان استفاده ازدوحالت فوق وقتی Net metering باشد

مزیت های نیروگاه های Rooftop

- کاهش هزینه های قبوض برق (کشورهای توسعه یافته– جایی که تعرفه های برق و انرژی واقعی است)
- ارزش افزوده ای برروی ملک شما ایجاد می کند که درآینده جهت فروش آن نیزمی توانید تبلیغات بیشتری نمایید.
- دربرخی ازکشورها افرادی که این سیستم ها رانصب کرده اند دارای معافیت های مالیاتی می باشند که این یکی ازراه کارهایی هست که ما نیزمی توانیم برای توسعه تجدیدپذیرها استفاده نماییم.

SOLAR ENERGY

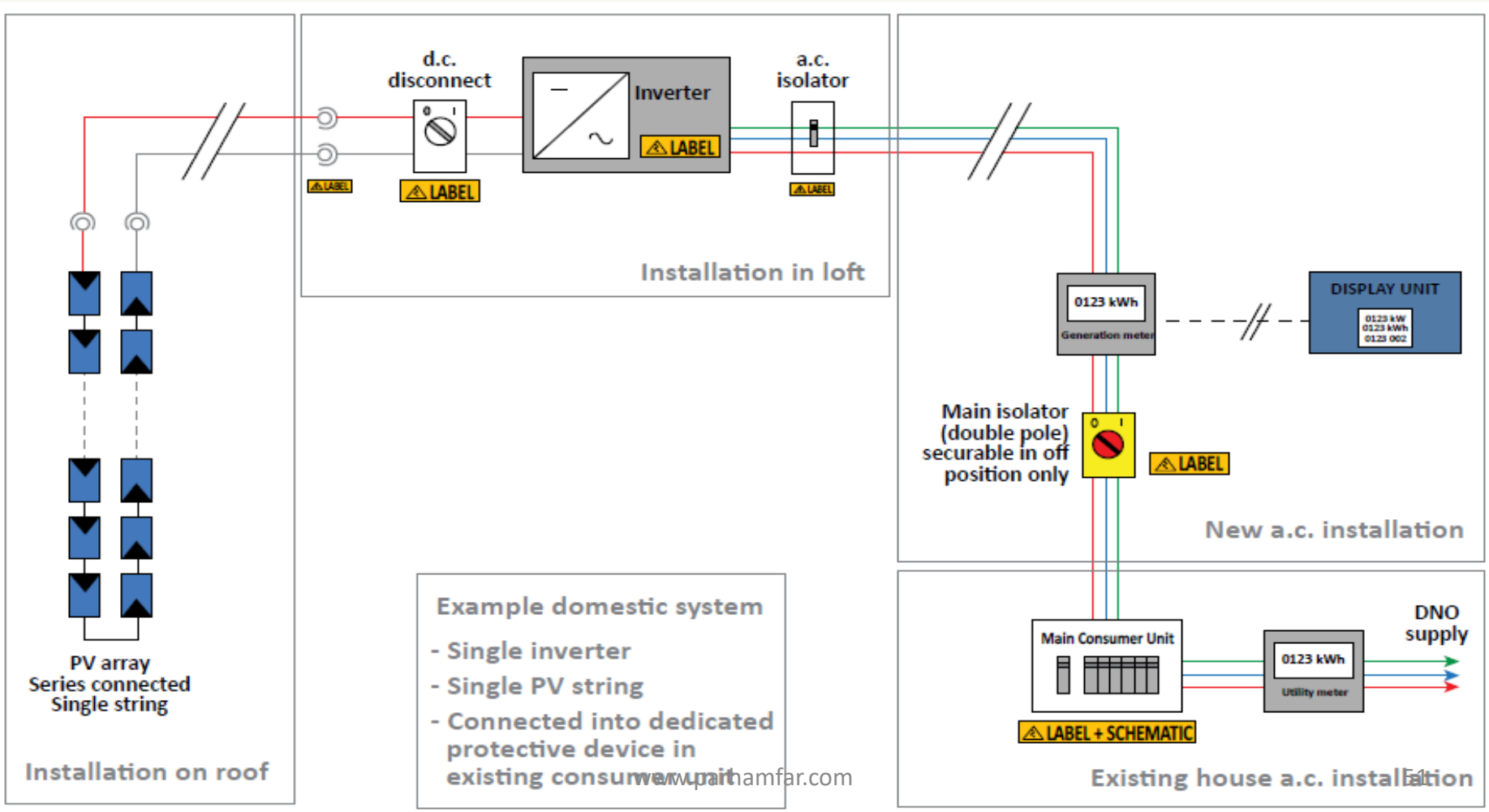
fppt.com

مزیت های نیروگاه های Rooftop

- لذت ازیک انرژی با قابلیت اطمینان بالا و تعمیرو نگهداری پایین

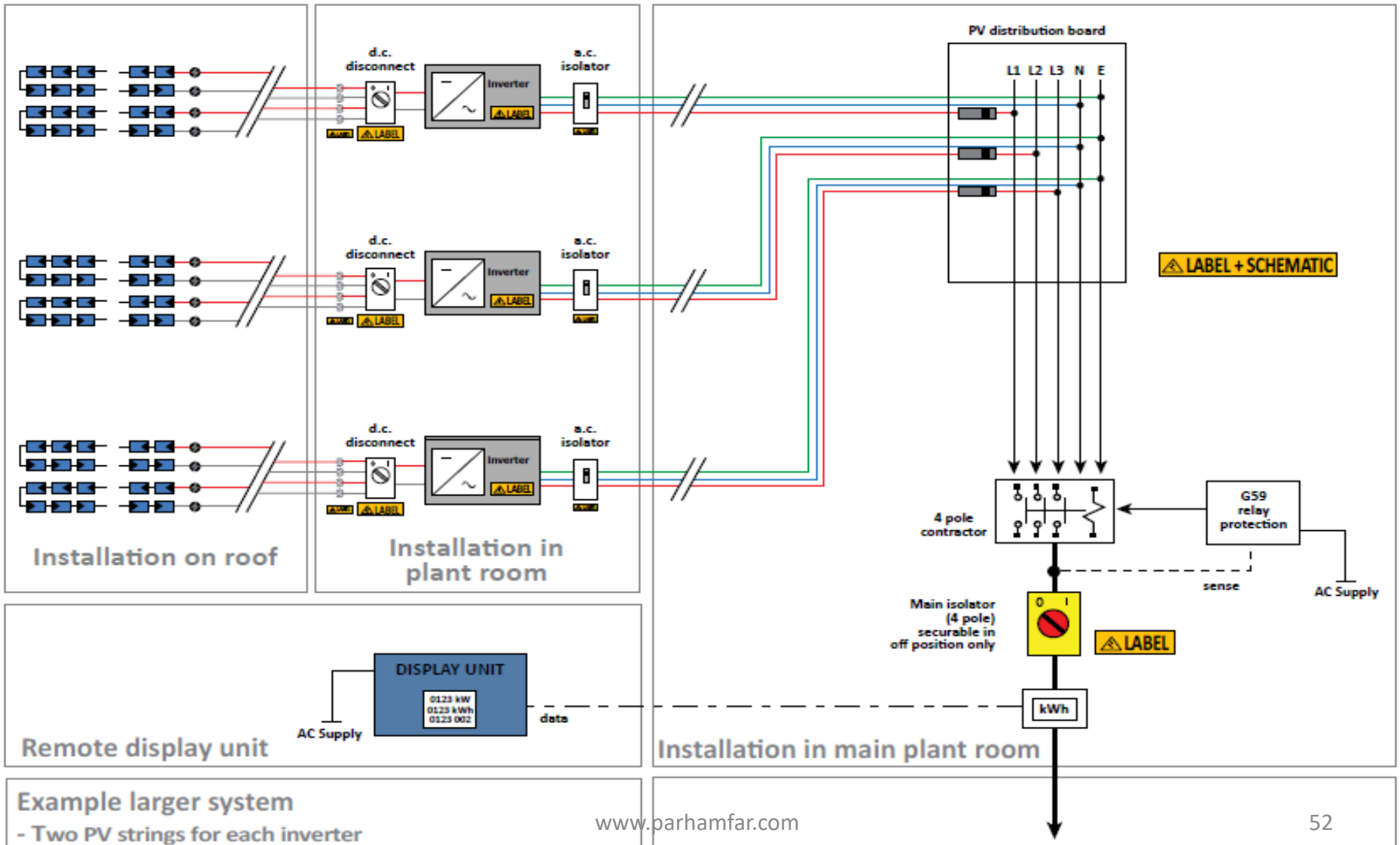
- هزینه های نصب وراه اندازی مناسب (درکشورهای توسعه یافته- واتی ۰.۷ تا ۱ سنت دلار)
- حمایت دولت ها
- کمک به محیط زیست و کاهش کربن

شماتیک نیروگاه خانگی



www.parhamfar.com

شماتیک نیروگاه غیرخانگی (Non-domestic PV Rooftop Schematic)



BAPV and BIPV

سیستم های خانگی به دودسته تقسیم می گردند که تفاوت هردو آنها را می توانید درشکل مشاهده نمایید.

Building Applied PV (BAPV)

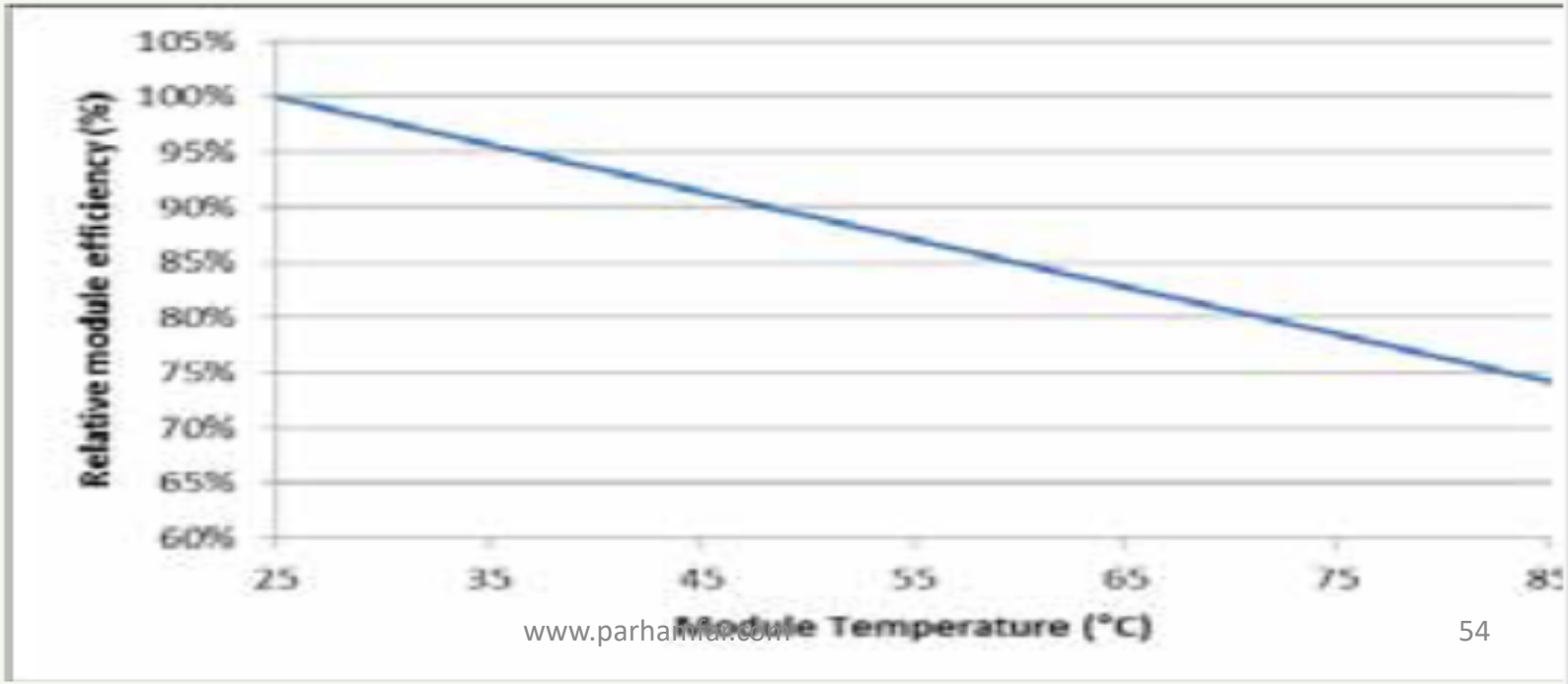
Building Integrated PV (BIPV)

BAPV (Left) and BIPV (Right) Systems

تلفات حرارتی مدول ها درrooftop

به دلیل این که مدول های برروی بام درمعرض حرارت بیشتری نسبت به سطح زمین قراردارند. تلفات درآنها بیشترمی باشدو حتی تا ١٤ درصد می تواند نسبت به شرایط استاندارد کاهش راندمان داشته باشند.بنابراین باید بنحوی سیستم هانصب شوند که امکان تهویه مناسب تری باشد.

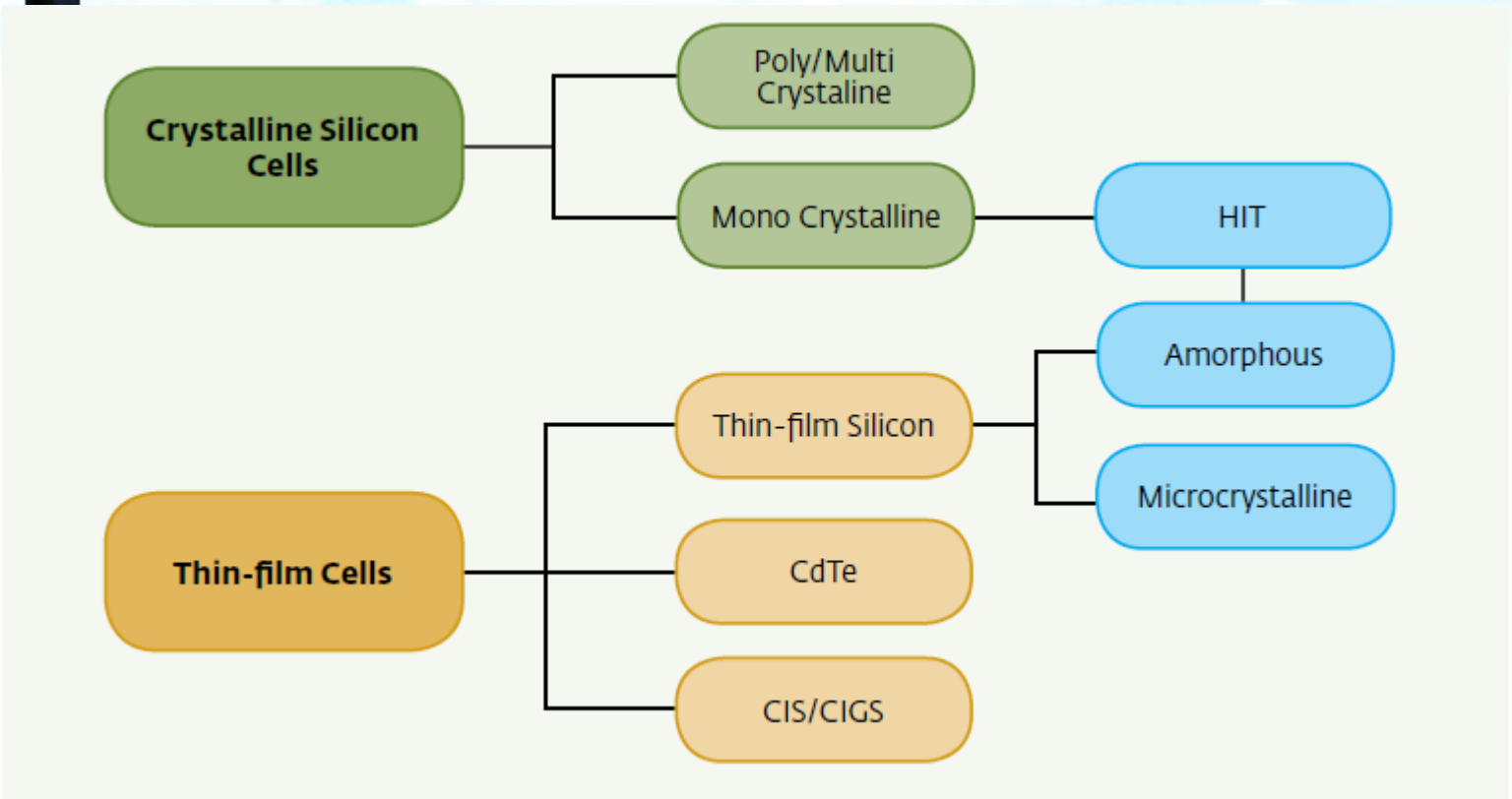
Figure 36: Reduction in Module Efficiency with Average Temperature Coefficient



fppt.com

بررسی انواع مدول های تجاری و غیرتجاری

- درشکل زیر مدول های رایج را مشاهده می نمایید:



fppt.com

بخش سوم

بررسی انواع مدول ها

SOLAR ENERGY

fppt.com

بررسی انواع مدول های تجاری و غیرتجاری

- **Heterojunction with intrinsic thin-film layer (HIT):**Modules are composed of a mono-thin c-Si wafer surrounded by ultra-thin a-Si layers.

- **Crystalline Silicon (c-Si)**

- **Thin-film:**class includes semiconductors made from:

Amorphous Silicon (a-Si).

Cadmium Telluride (CdTe).

Copper Indium Selenide (CIS).

Copper Indium (Gallium) Di-Selenide (CIGS/CIS).

SOLAR ENERGY

fppt.com

مقایسه راندمان های مختلف تا سال ۲۰۱۵

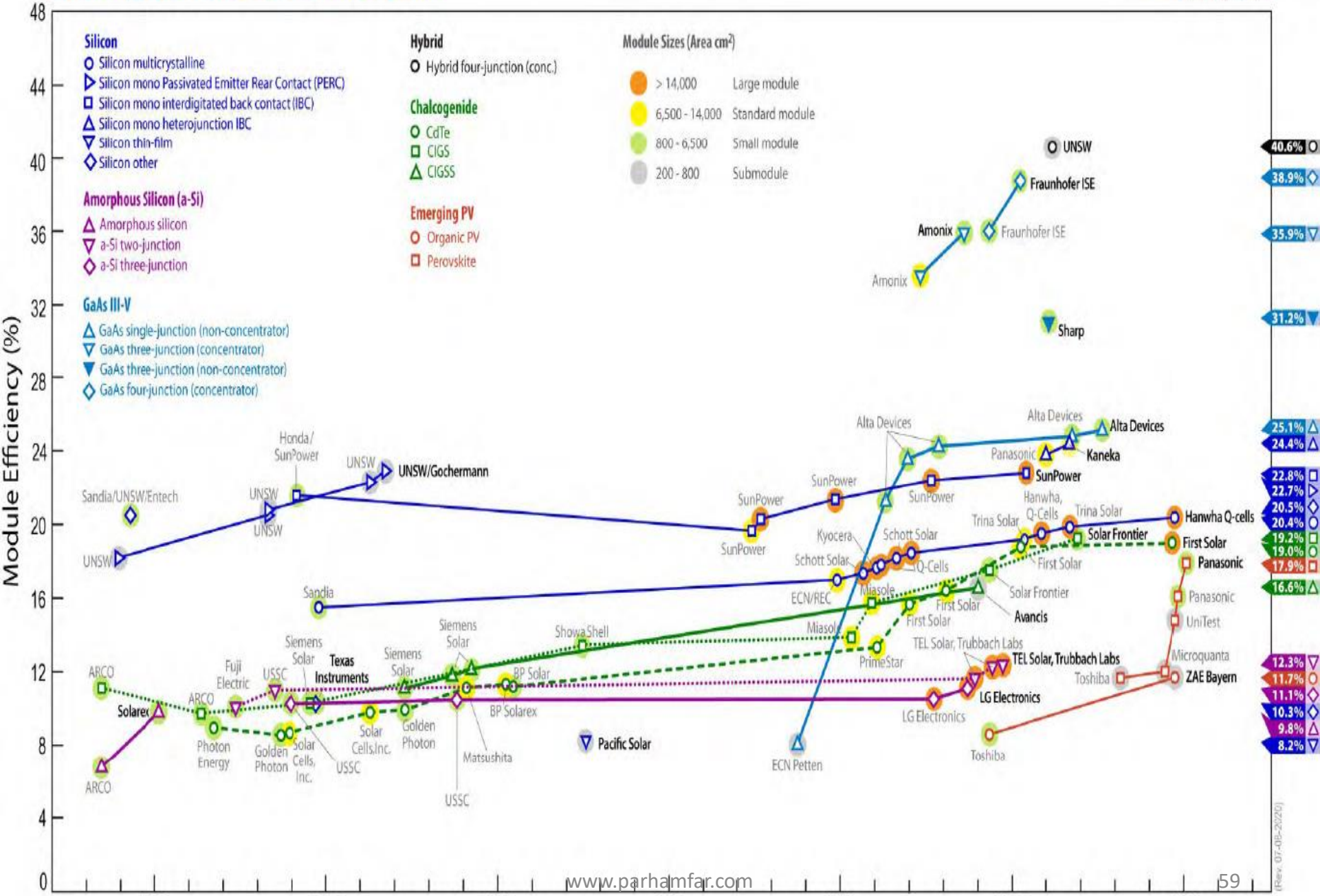
Table 1: Characteristics of some PV Technology Classes

Technology	Crystalline Silicon	Heterojunction with intrinsic Thin-film Layer	Amorphous Silicon	Cadmium Telluride	Copper Indium Gallium Di-Selenide
Category	c-Si	HIT	a-Si	CdTe	CIGS or CIS
Current commercial efficiency (Approx.)	13%-21%	18%-20%	6%-9%	8%-16%	8%-14%
Temperature co-efficient for power[a] (Typical)	-0.45%/°C	0.29%/°C	-0.21%/°C	-0.25%/°C	-0.35%/°C

a The temperature co-efficient for power describes the dependence on power output with increasing temperature. Module power generally decreases as the module temperature increases..

fppt.com

Champion Module Efficiencies



بررسی مدول فتوولتاییک با تکنولوژ ی کریستالی

- راندمان مدول حداقل ١٦ درصد باشد.
- تحمل باراستاتیکی مطابق استاندارد (معادل ٥٤٠٠ پاسکال) باشد.
- بازه دمای کارکرد از ٤٠- الی ٨٥ درجه سلسیوس باشد.
- مدول ها مجهزبه دیود بایپس باشد.
- شیشه روی آن ازجنس Tempered glass باشد.

SOLAR ENERGY

fppt.com

بررسی مدول فتوولتاییک با تکنولوژ ی کریستالی

- تحمل شرایط محیطی و اقلیمی ، گردو غبار ، رطوبت ویخ زدگی را داشته باشد
- داشتن گواهی های استاندارد ساخت و کیفیت معتبر طبق استاندارد ملی شماره۱۱۸۸۱ (IEC61215) وشماره ملی ۱-۱۱۲۷٤۱ (IEC61730) را داشته باشد.
- دارابودن دیگرگواهی های استاندارد بین المللی IEC,VDE,TUV,UL مرتبط درانتخاب مدول ها پیشنهاد می گردد.

SOLAR ENERGY

fppt.com

بررسی مدول فتوولتاییک با تکنولوژ ی کریستالی

- طول عمر وراندمان کارکرد وعملکرد می باید بررسی گردد. راندمان درزمان ۱۰ سال اول نباید کمتراز۹۰ درصد گردد ودربیست و پنج سال نباید کمتراز ۸۰ درصد باشد.

- کابل ها و سیم های مورد استفاده برای اتصالات داخلی مدول های فتوولتاییک می بایست مجهز به سرکابل ها ، رابط های دی سی استاندارد واتصالات مناسب باشد

SOLAR ENERGY

fppt.com

بررسی مدول فتوولتاییک با تکنولوژ ی کریستالی

- تعداد وتوان مدول ها به گونه ای باید انتخاب شود که پس ازسری و موازی کردن آنها، ولتاژ وجریان هررشته با مشخصات ولتاژ وجریان ورودی اینورتر انتخابی سازگارسی داشته باشد.

SOLAR ENERGY

fppt.com

بررسی مدول فتوولتاییک با تکنولوژ ی کریستالی

- کاتالوگ و مشخصات فنی مدول باید شامل موارد زیرباشد :

-نام ونشان سازنده ، توان مدول ،راندمان ، ابعاد مدول ، وزن، نوع محافظ جلویی و پشت مدول، جریان اتصال کوتاه، جریان دربیشترین نقطه کاری ، ولتاژ مدارباز، ولتاژ دربیشترین نقطه کاری ، فرسایش ویا افت توان درطول عمر، استانداردهای رعایت شده

SOLAR ENERGY

fppt.com

بررسی مدول فتوولتاییک با تکنولوژ ی کریستالی

مشخصات فیزیکی مدول:

ردیف	نوع	توضیحات
۱	سازنده	نام کارخانه سازنده مدول (شماره سریال آن ها باید پیوست مدارک باشد)
۲	راندمان	راندمان می‌بایست مساوی و یا بزرگتر از ۱۶درصد باشد.
۳	گارانتی (فرسایش یا افت توان)	ظرفیت توان خروجی مدول (Wp) می‌بایست در طول زمان عملکرد مدول از ۱ تا ۱۰ سال (برابر یا بیشتر از ۹۰٪ توان طراحی مدول) باشد، و از سال ۱۰ تا ۲۵ نیز این افت توان به گونه‌ای باشد تا توان خروجی مدول برابر یا بیشتر از ۸۰٪ توان طراحی مدول باشد.
۴	قاب مدول	مواد استفاده شده در قاب پنل می بایست آلومینیومی باشد.
۵	جعبه ترمینال(junction box)	این جعبه می‌بایست از جنس ترمو پلاستیک با حداقل IP65 استاندارد جهت تجهیزات قابل نصب در محیط بیرونی و مقاوم در برابر اشعه UV خورشید باشد. مطابق با استاندارد EN 50548 و یا DIN V VDE 0126-5 باشد.
۶	برچسب شناسایی RF برای هر مدول	باید قادر به تحمل شرایط محیطی تا پایان طول عمر مفید مدول باشد.

fppt.com

بررسی کاتالوگ برند JA SOLAR

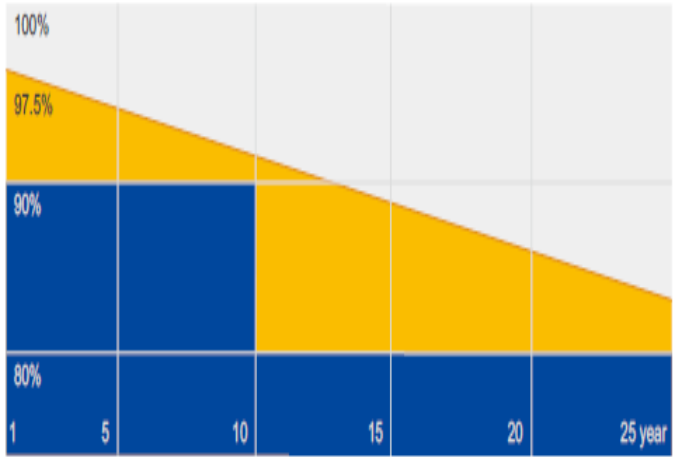
SOLAR ENERGY

بررسی کاتالوگ برند JA SOLAR

SOLAR ENERGY

Superior Warranty

- 12-year product warranty
- 25-year linear power output warranty



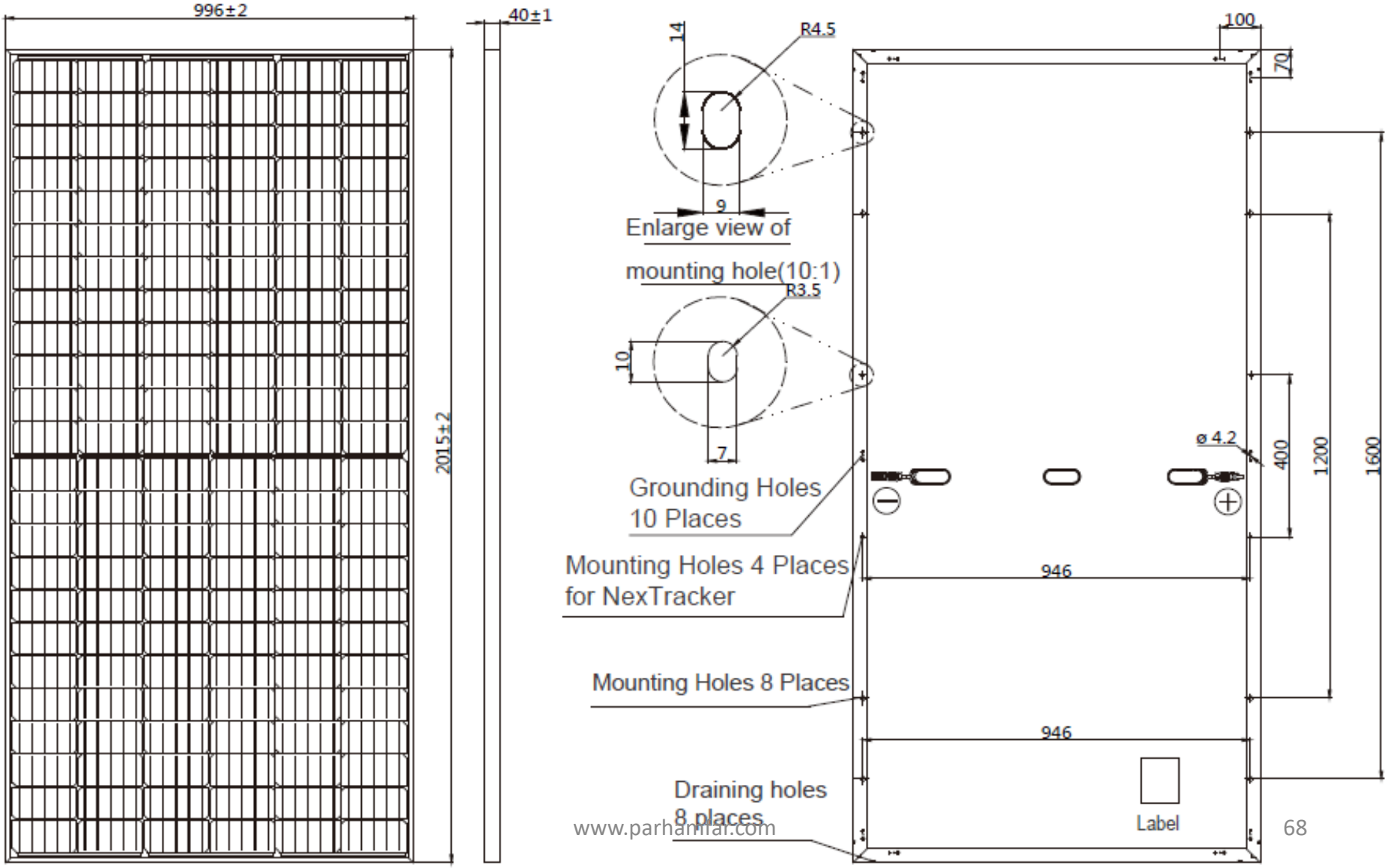
Comprehensive Certificates

- IEC 61215, IEC 61730
- ISO 9001: 2015 Quality management systems
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems
- OHSAS 18001: 2007 Occupational health and safety management systems
- IEC TS 62941: 2016 Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Guidelines for increased confidence in PV module design qualification and type approval

www.parhamfar.com

fppt.com

بررسی کاتالوگ برند JA SOLAR



بررسی کاتالوگ برند JA SOLAR

SOLAR ENERGY

SPECIFICATIONS

Cell	Mono
Weight	22.7kg±3%
Dimensions	2015±2mm×996±2mm×40±1mm
Cable Cross Section Size	4mm²
No. of cells	144 (6×24)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	QC 4.10-35
Cable Length (Including Connector)	Portrait:300mm(+)/400mm(-); Landscape:1200mm(+)/1200mm(-)
Packaging Configuration	27 Per Pallet

fppt.com

بررسی کاتالوگ برند JA SOLAR

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

TYPE	JAM72S10 -390/PR	JAM72S10 -395/PR	JAM72S10 -400/PR	JAM72S10 -405/PR	JAM72S10 -410/PR
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	390	395	400	405	410
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	48.91	49.21	49.50	49.81	50.12
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	40.55	40.85	41.17	41.46	41.76
Short Circuit Current(Isc) [A]	10.16	10.21	10.26	10.32	10.37
Maximum Power Current(Imp) [A]	9.62	9.67	9.72	9.77	9.82
Module Efficiency [%]	19.4	19.7	19.9	20.2	20.4
Power Tolerance	0~+5W				
Temperature Coefficient of Isc(α_Isc)	+0.051%/°C				
Temperature Coefficient of Voc(β_Voc)	-0.289%/°C				
Temperature Coefficient of Pmax(γ_Pmp)	-0.350%/°C				
STC	Irradiance 1000W/m², cell temperature 25°C, AM1.5G				

Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer. They only serve for comparison among different module types.
*For NexTracker installations static loading performance: front load measures 2400Pa, while back load measures 2400Pa.

بررسی کاتالوگ برند JA SOLAR

ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT

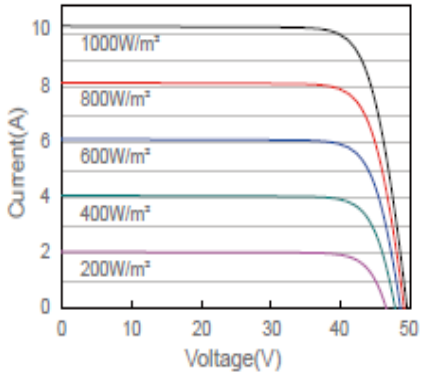
TYPE	JAM72S10 -390/PR	JAM72S10 -395/PR	JAM72S10 -400/PR	JAM72S10 -405/PR	JAM72S10 -410/PR
Rated Max Power(Pmax) [W]	289	292	296	300	303
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	45.04	45.30	45.56	45.81	46.06
Max Power Voltage(Vmp) [V]	37.29	37.52	37.76	38.03	38.28
Short Circuit Current(Isc) [A]	8.18	8.23	8.28	8.33	8.38
Max Power Current(Imp) [A]	7.74	7.79	7.84	7.88	7.93
NOCT	Irradiance 800W/m², ambient temperature 20°C, wind speed 1m/s, AM1.5G				

OPERATING CONDITIONS

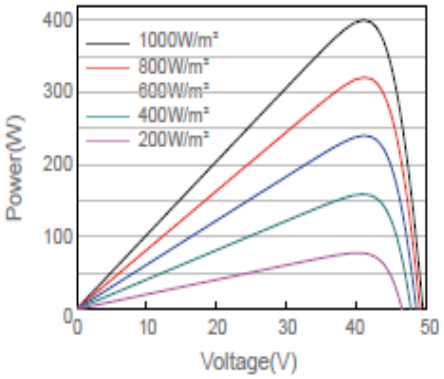
Maximum System Voltage	1000V/1500V DC(IEC)
Operating Temperature	-40°C~+85°C
Maximum Series Fuse	20A
Maximum Static Load,Front*	5400Pa
Maximum Static Load,Back*	2400Pa
NOCT	45±2°C
Application Class	Class A

CHARACTERISTICS

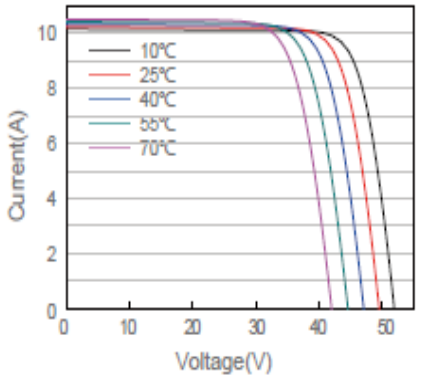
Current-Voltage Curve JAM72S10-400/PR



Power-Voltage Curve JAM72S10-400/PR



Current-Voltage Curve JAM72S10-400/PR

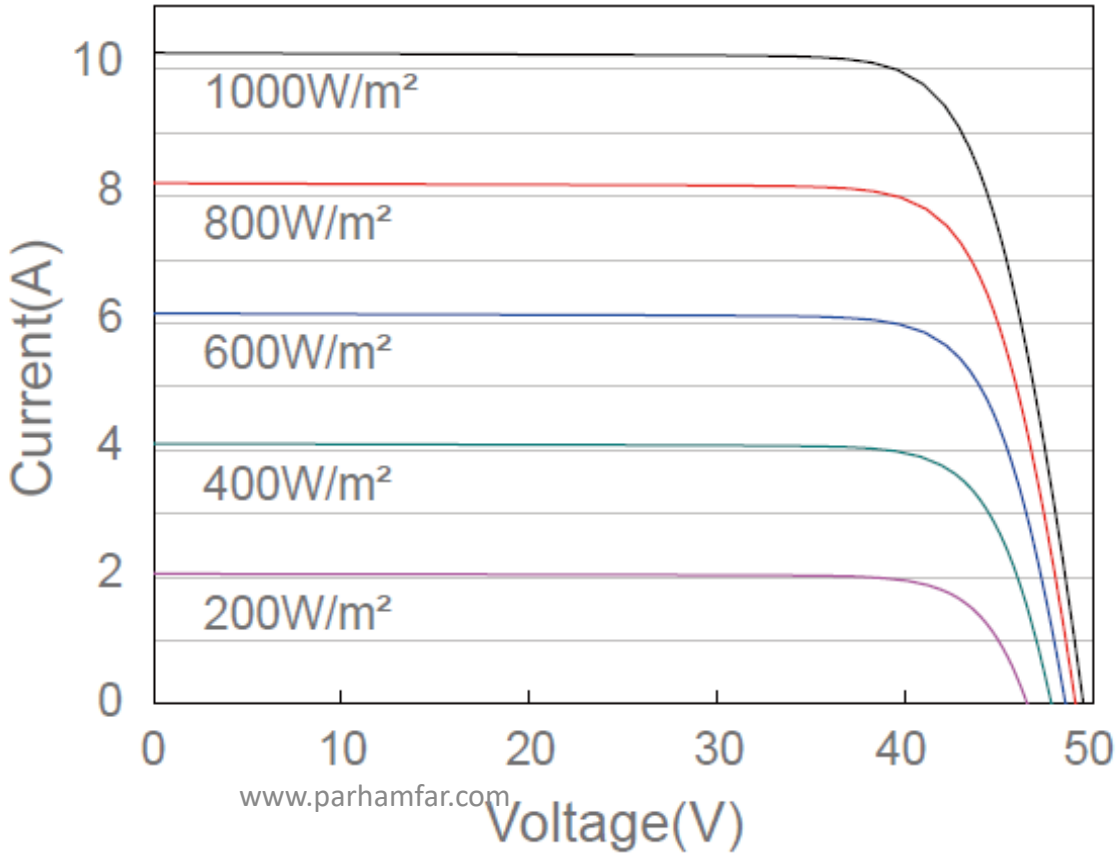


www.parhamfar.com

بررسی کاتالوگ برند JA SOLAR

SOLAR ENERGY

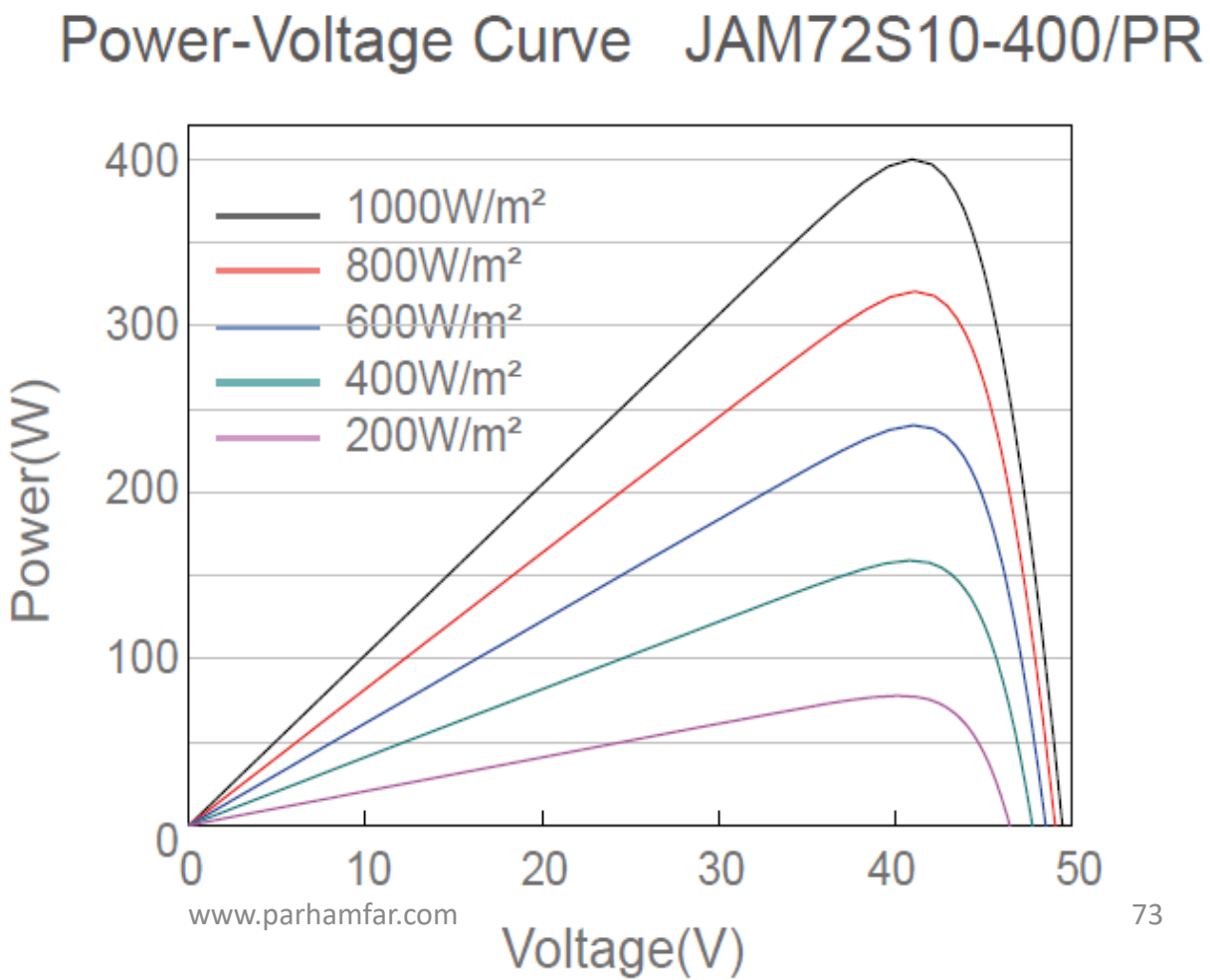
Current-Voltage Curve JAM72S10-400/PR



fppt.com

بررسی کاتالوگ برند JA SOLAR

SOLAR ENERGY



fppt.com

SOLAR ENERGY

بخش چهارم

بخش چهارم : سازه نگهدارنده

fppt.com

زاویه نصب بهینه

زاویه نصب بهینه مدول ها برسازه توسط پیمانکار محاسبه و اجراشود.

www.softbargh.ir

SOLAR ENERGY
fppt.com

سازه نگهدارنده-استانداردهای نصب

تمامی مدول های فتوولتاییک باید به گونه ای نصب گردند که تمیز نمودن قسمت های بالا و پایین مدول وهمچنین دسترسی به جعبه اتصالات مدول ها امکان پذیرباشد.

-انجام سوراخکاری درمحل(بعد ازگالوانیزه) به دلیل آسیب پذیرشدن سازه درمحل سوراخ به لحاظ زنگ زدگی و خوردگی امکان پذیرنمی باشد.

SOLAR ENERGY

fppt.com

سازه نگهدارنده-استانداردهای نصب

-رعایت ضوابط طراحی و اجرای شالوده برای سیستم ساختمان فولادی باید مطابق مباحث نهم وهفتم مقررات ملی ساختمان باشد.

SOLAR ENERGY
fppt.com

سازه نگهدارنده-استانداردهای نصب

-دراتصالات توسط پیچ و مهره با توجه به ماهیت دینامیکی بارباد الزاما می بایست برای تمامی پیچ ها ازواشرفنری وواشرتخت استفاده نمود.

SOLAR ENERGY
fppt.com

سازه نگهدارنده-استانداردهای نصب

-درصورتی که پیچ درسوراخ لوبیایی ویاسوراخ بزرگ شده نصب می شود لازم است که ازواشرمناسب زیرپیچ ومهره استفاده شود.

-بستن ومحکم کردن پیچ ها با عملکرد اصطکاکی و اتکایی باید مطابق با ضوابط مبحث دهم مقررات ملی ساختمان باشد.

SOLAR ENERGY

fppt.com

سازه نگهدارنده-استانداردهای نصب

-درصورت نصب سازه برروی بام اعم ازمسطح ، پوشیده ، شیبدار ، حفظ مقاومت بام دربرابررطوبت الزامی است.

-سوراخکاری روی عایق رطوبتی بام مجازنمی باشد ودرصورت انجام میبایست ترمیم شود.

-ضروری است اقدامات لازم برای جلوگیری ازواژگونی ،حرکت وغیره به منظور جلوگیری ازآسیب ناشی ازواژگونی یا جابه جایی سازه انجام شود.

SOLAR ENERGY

fppt.com

سازه نگهدارنده-استانداردهای نصب

-سازندگان باید استاندارد زیررا پوشش دهند:

ISO 9001:2000

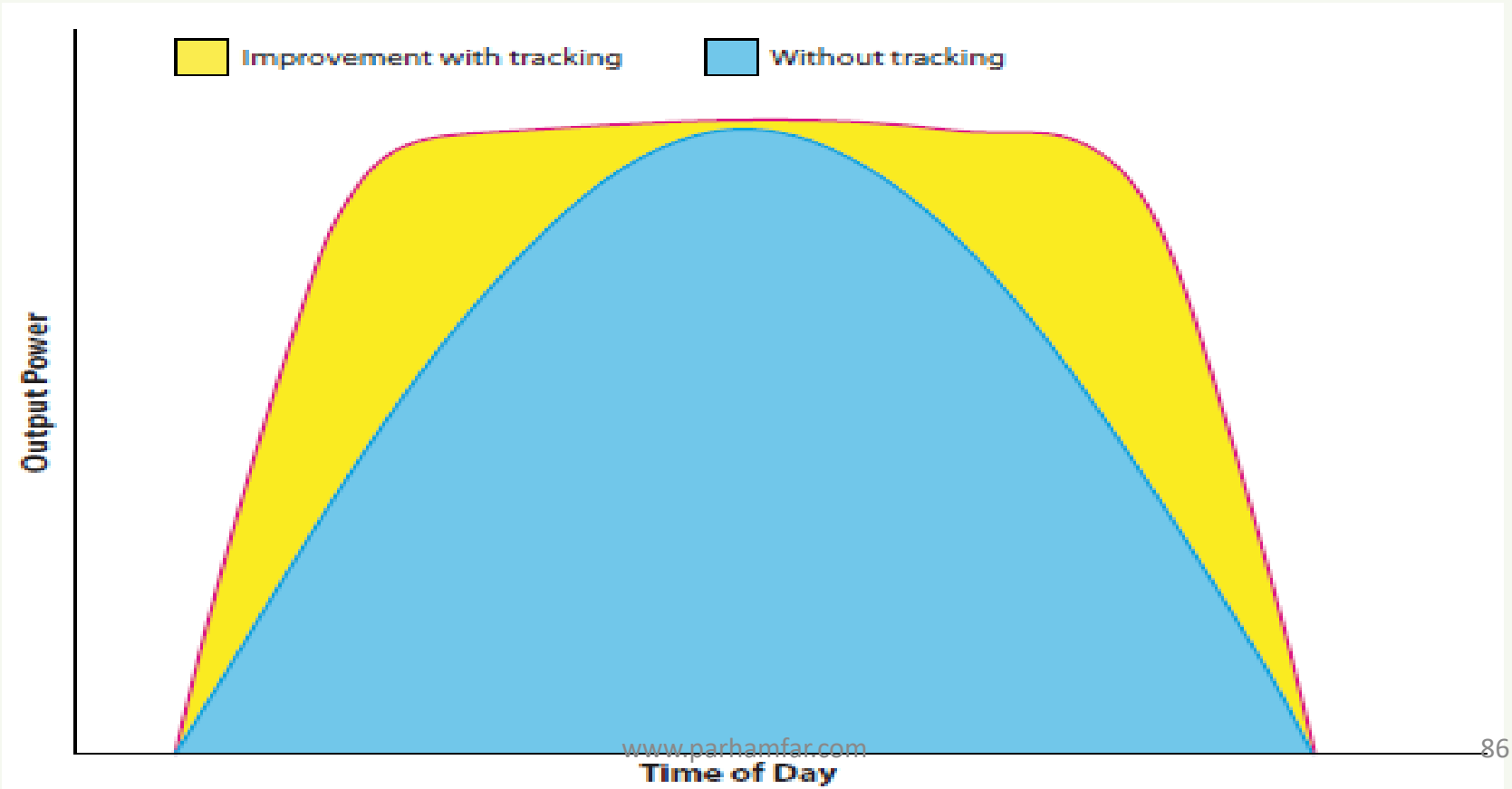
همچنین توانایی خود را برای فعالیت مداوم جهت پشتیبانی محصولات ارایه دهند.

SOLAR ENERGY

fppt.com

سازه های باتراکر

Figure 6: Benefit of Dual Axis Tracking System



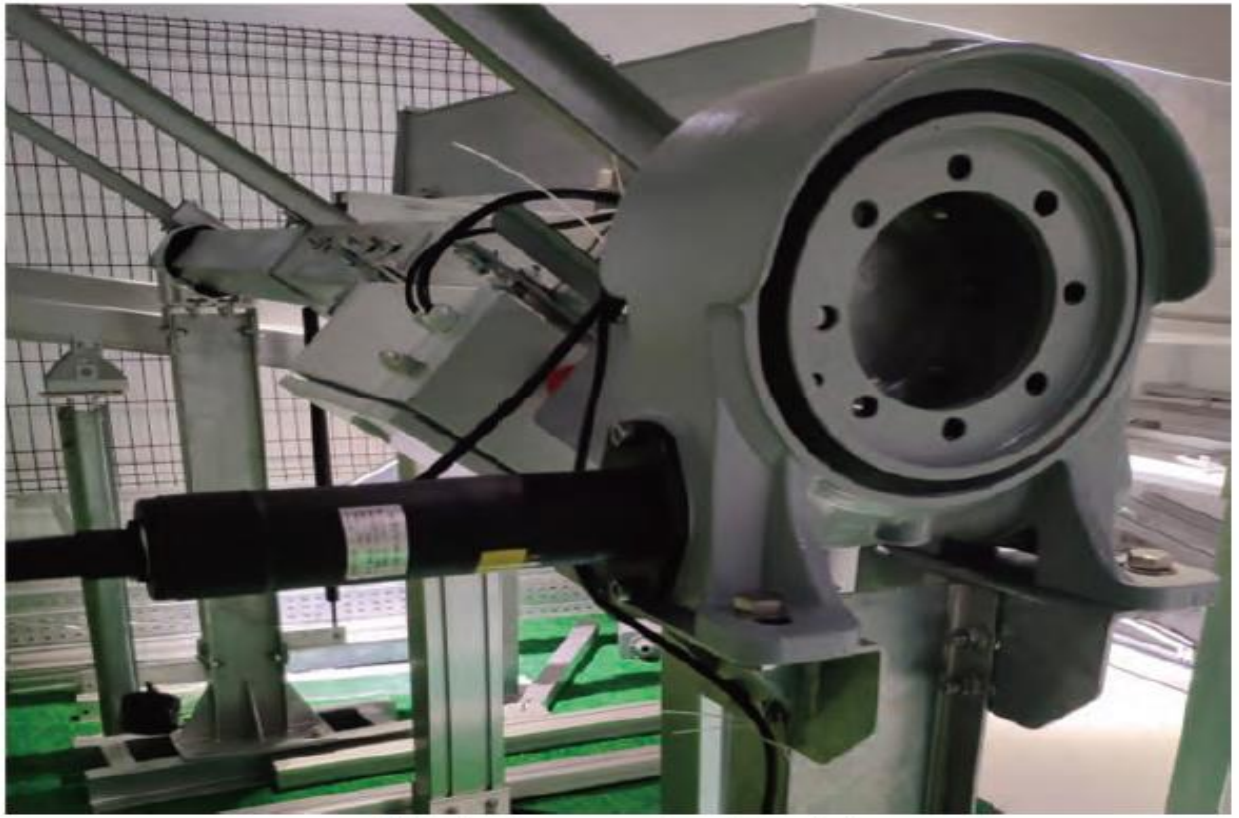
www.parhamfar.com

سازه های باتراکر

⑤ High-performance rotary reducer device

Grace Solar use high-performance rotary reducer, which has the characteristics of fully enclosed, maintenance-free self-lubricating and reverse self-locking, which greatly improves the stability of the tracking system.

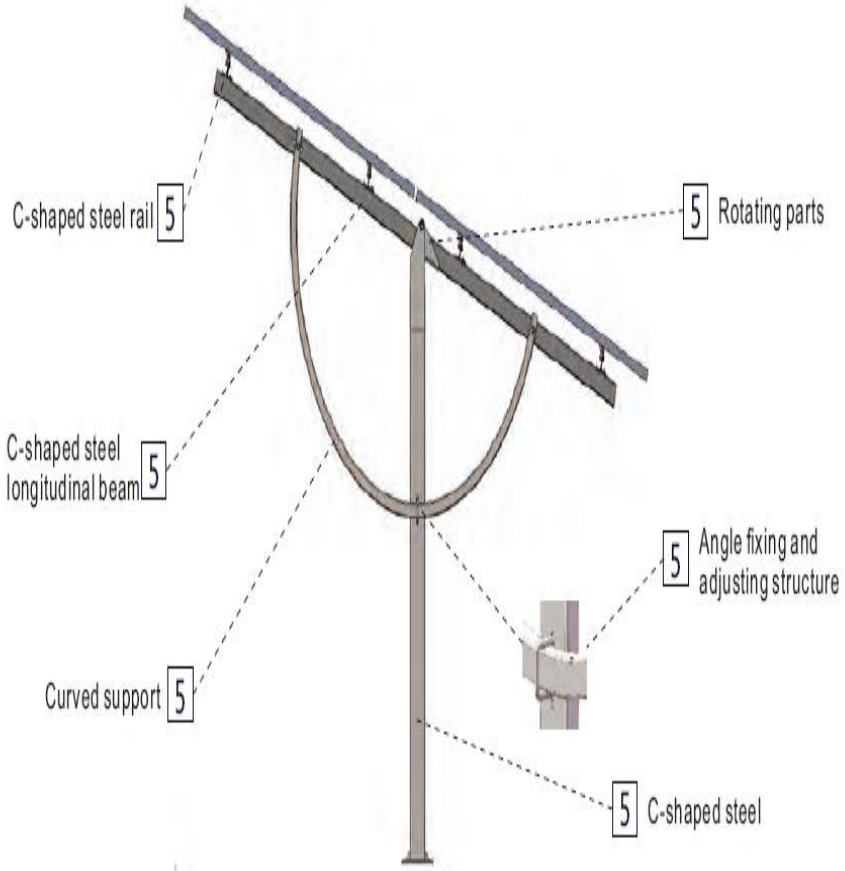
④ Torsion resistance and anti-vibration double insurance mode



⑤ High-performance rotary reducer device

www.parhamfar.com

سازه های باتراکر



سازه های نصب ثابت

fppt.com

مشخصات سازه های نصب ثابت

بیشترتولید کنندگان درایران چنین مشخصاتی درکاتالوگ هاشون ندارند وبنابراین یک ناظرباید تمام این موارد را ازسازنده و مجری دریافت نماید.

Technical Information

Install Site	Open Field
Tilt Angle	0~45 deg
Building Height	Up to 4m
Max Wind Speed	up to 60m/s
Max Snow Load	1.4KN/m²
Standards	AS/NZ 1170, JIS C8955

Material	Zinc Aluminum-Magnesium Coated Steel
Color	Natural
Anti-corrosive	Anodized
Warranty	10 years warranty
Duration	More than 20 years

مشخصات سازه های نصب ثابت

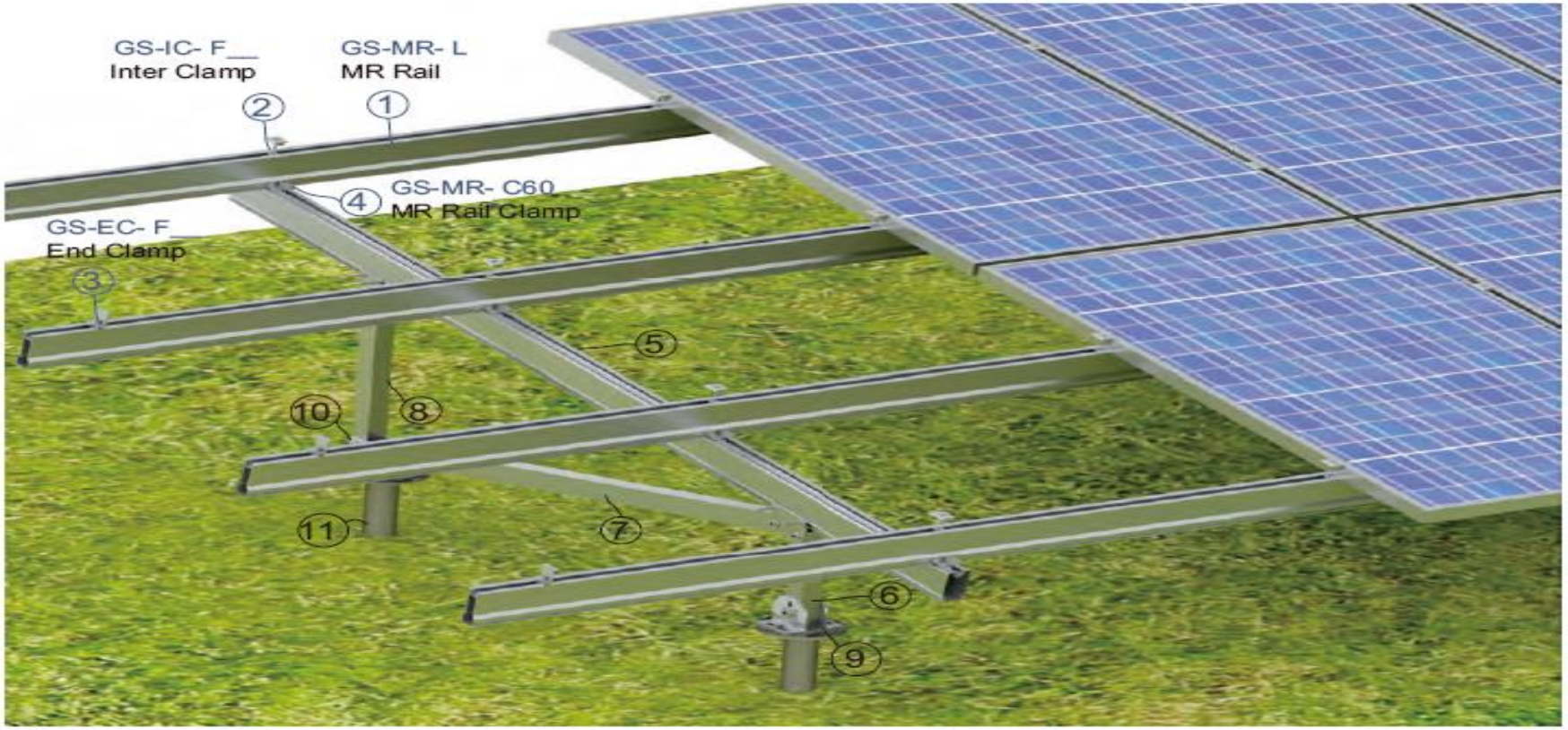
تولید کنندگان باید چنین لیست تجهیزاتی برای سازه ها داشته باشند تاناظربتواند آنهارا بررسی نماید.

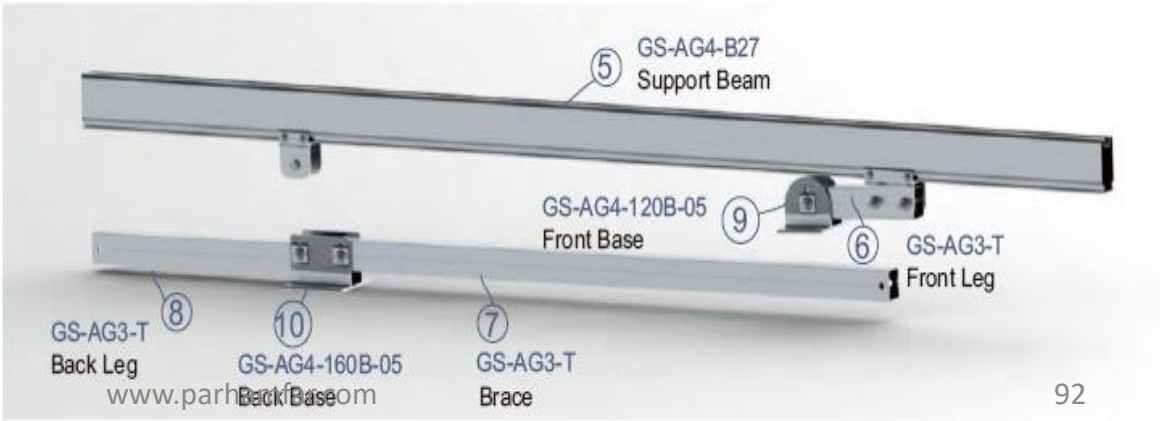
Step 3: Components List

Item	Description	Spec.	Qty	Package
GS-MR-5100	GS MR Rail 5100	5100mm	8 pcs	148pcs/pallet
GS-MR-SP	GS MR Rail Splice	400mm	4 pcs	9pcs/Box,2Boxes/CTN
GS-MR-C60	GS MR Rail Clamp	60mm	24 pcs	100pcs/Box,4Boxes/CTN
GS-IC-F40	GS Inter Clamp	40mm	36 pcs	100pcs/Box,4Boxes/CTN
GS-EC-F40	GS End Clamp	40mm	8 pcs	100pcs/Box,4Boxes/CTN
GS-AG4-B27A	AG4 Support Beam,2740mm	2740mm	3 pcs	Pre-assembly
GS-AG3-T-1150	AG 3 Leg、1150mm	1150mm	3 pcs	
GS-AG3-T-950	AG 3 Leg、950mm	950mm	3 pcs	
GS-AG4-160B-05	AG4Back Base-05	160mm	3 pcs	
GS-AG4-120B-05	AG 4Front Base-05	120mm	3 pcs	
GS-F76C-1600-T3	Ground Screw	76x1600mm	6 pcs	160pcs/pallet

APPLICATION

Portrait Placement





www.parhamfars.com

fppt.com

مشخصات سازه

درکاتالوگ یک تولید کننده باید تمام قطعات وتوضیحات آن همانند شکل روبرو مشخص باشد.

1. GS-PG-OP2500

2. GS-PG4-NB27

3. GS-PG-TC02

4. GS-MR-Length

5. GS-MR-SP

6. GS-MR-C60

Item No.	Description
GS-PG-OP2500	Open Post 2500mm

Material: Q235 Steel

GS-PG-TC02	Assembly of Top Cap
GS-PG4-NB27	Assembly of PG Beam, 30deg, 2740 - For module length 1400~1700mm - High pre-assembly
GS-MR-Length	GS MR Rail
GS-MR-SP	GS MR Rail Splice
GS-MR-C60	GS MR Rail Clamp

Material: Aluminum Alloy 6005-T5

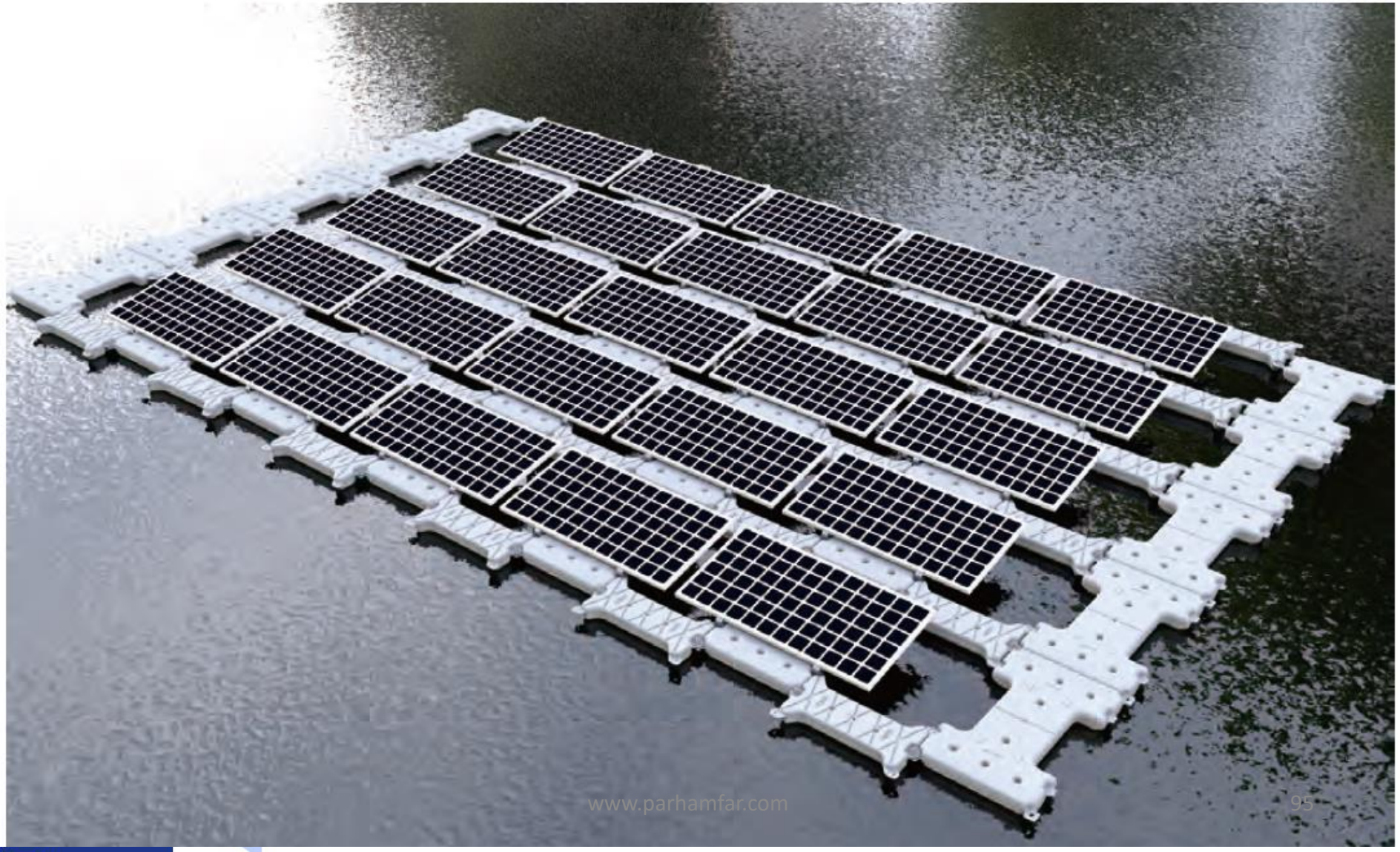
سازه های قابل تنظیم

Key Benefits

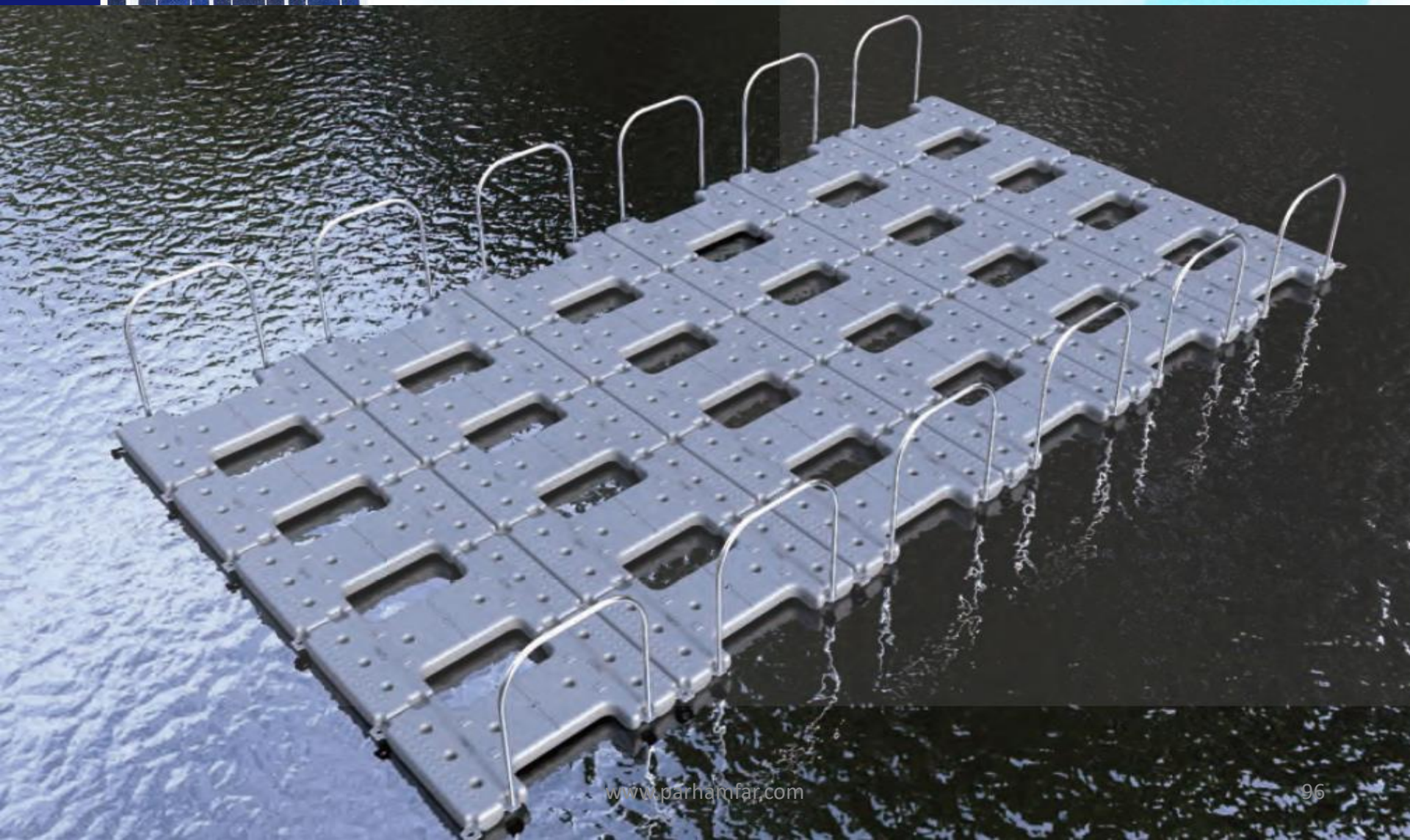
- **Site Optimized Designs**
  Reduces overall material costs
- **Pre-drilled C-Channel Vertical Posts**
  Eliminates on-site fabrication and potential corrosion
- **Racking Adjustment Slots**
  Easier to square the structure
- **Lightweight Components**
  Eliminates heavy-duty lifting equipment and promotes
- **Adjusts to Rolling Terrain**
  Reduces labor and improves array appearance

Adjustable base for heigth and angle

سازه های شناور

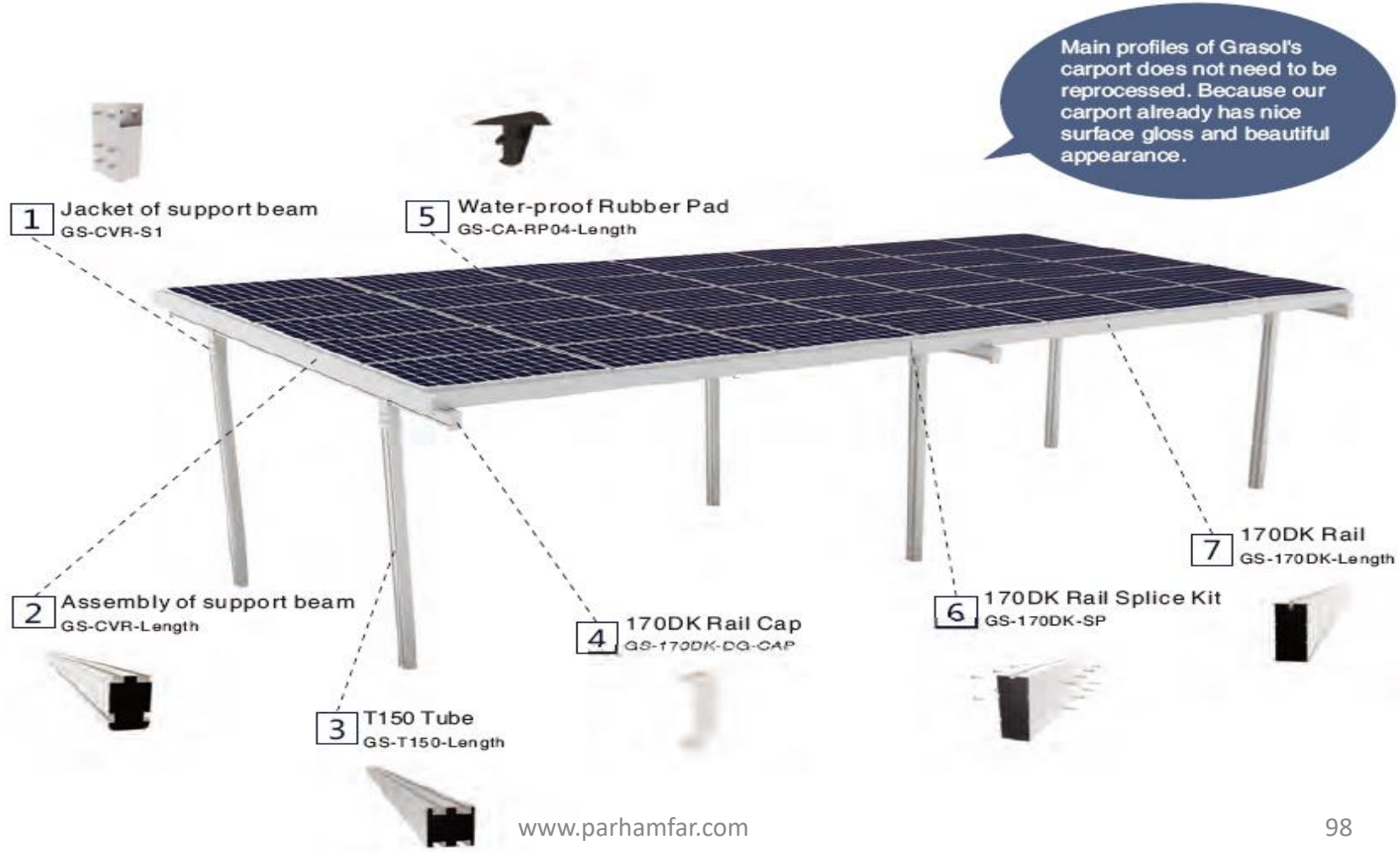


سازه های شناور



سازه های پارکینگ

سازه های پارکینگ



سازه های پارکینگ-مراحل نصب

Installation Steps

Step 1:

Install the jacket and base

Step 2:

Install the beam structure

Step 3:

Fasten the foundation

Step 4:

Install the rail

Step 5:

Install the panels

Step 6:

Install the water-proof rubber pad

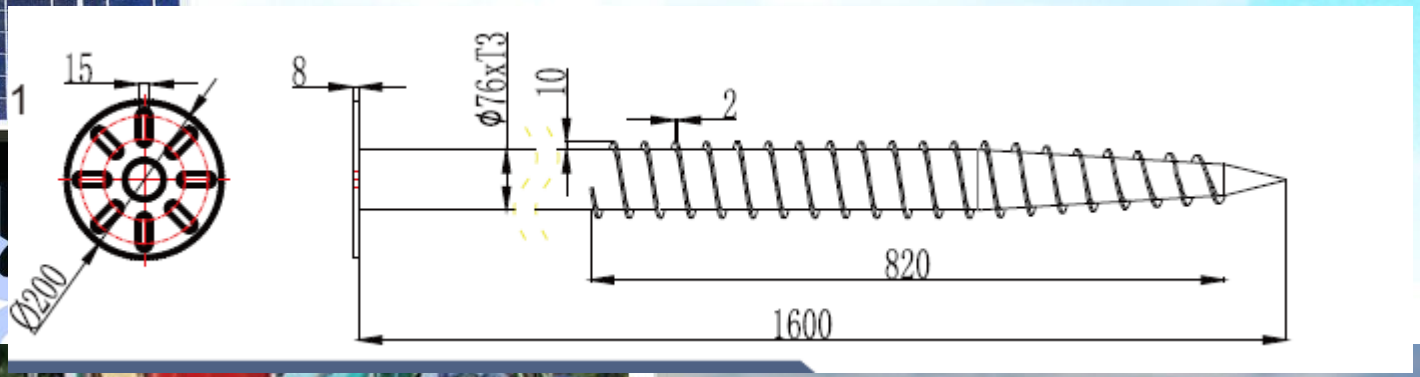
Step 7:

Install the rail cap

Step 8:

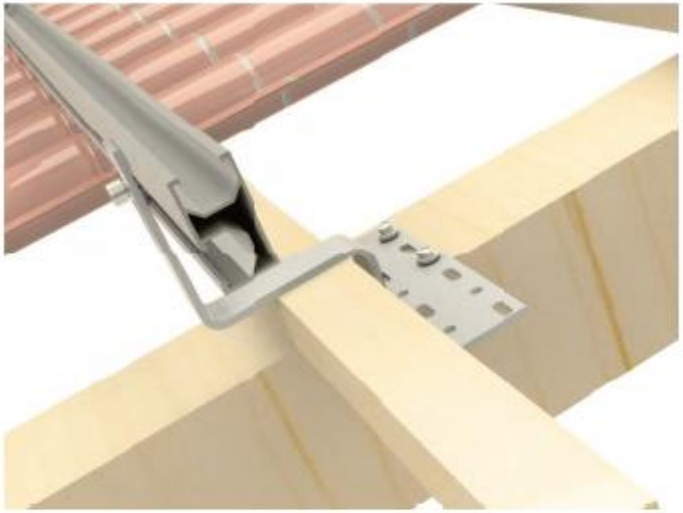
Finished

روش های نصب جدید



Quick & Steady

سازه های مربوط به سقف شیب دار



GS-IK-01

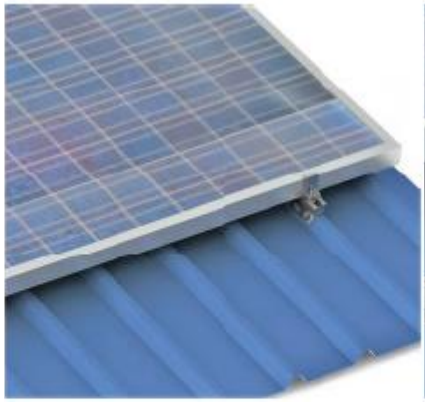
GS-IK-06

GS-IK-14

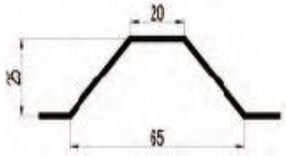
Feature

·Main Material: Stainless Steel 304

Item No.	Description	Dimension (mm) a	b	c	Package
GS-IK-01	Stainless Steel Hook 1# Kit	101	46	5	10pcs/box, 4 boxes/CTN
GS-IK-06	Stainless Steel Hook 6# Kit	101	46	5	
GS-IK-14	Stainless Steel Hook 14# Kit	101	——	5	



Roof Type	Roof Hook

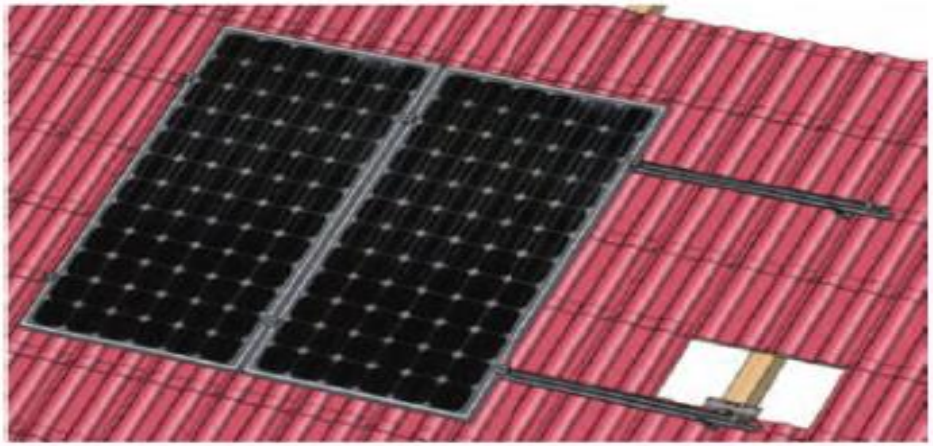


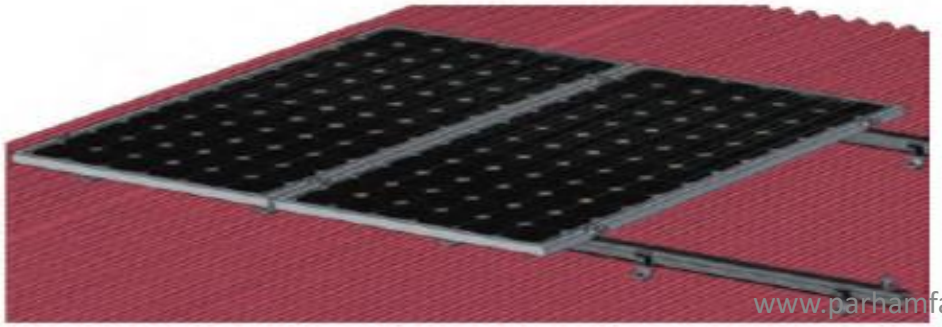
GS-IK-A07

fppt.com

سازه های مربوط به سقف شیب دار

Framed Module Project



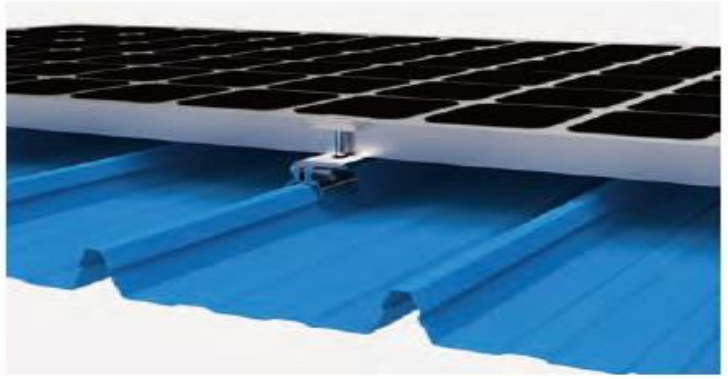


Solar Panels Size 1650x992x40mm	
Tile Roof 4 Panels	Tin Roof 4 Panels
Rail GS-DR-	
4200mm 2pcs	4200mm 2pcs
Roof Hook	
GS-IK-01 (Tile)	GS-IK-LD05
6	10
Inter Clamp GS-IC-F40	
6	6
End Clamp GS-EC-F40	
4	4
Rail Splice GS-DR-SP/GS-DR-SP-GW	
2	2

سازه های مربوط به سقف شیب دار

Klip-Lok Application

Klip-Lok hook with end clamp



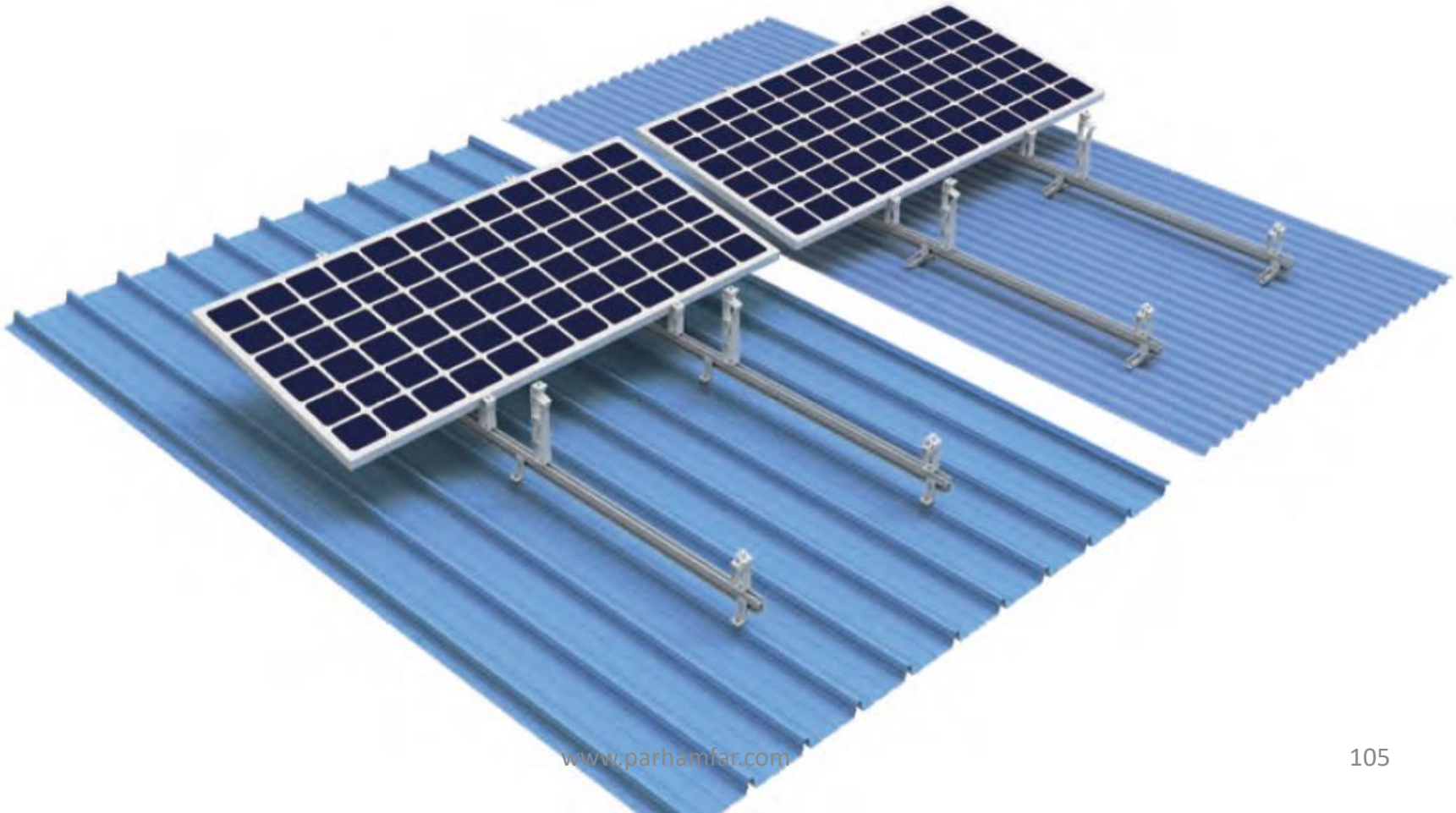
Klip-Lok hook with middle clamp

Klip-Lok hook with rail

Klip-Lok with adjustable tilt system

سازه های مربوط به سقف شیب دار

سازه های بازاویه برروی سقف شیب دار



نکته مهم

از هرشرکتی سازه را تامین می نمایید دستورالعمل فونداسیون ونحوه نصب آن را همراه با دفترمحاسبات بخواهید.

شایدقانون گذار بتواند باقراردادن بندی دردستورالعمل شرکت سازنده را ملزم به تایید روش نصب وپس ازآن ارایه گارانتی های لازم بکند.

SOLAR ENERGY

fppt.com

SOLAR ENERGY

بخش پنجم

اینورتر

fppt.com

اینورتر

-باید مجهز به سیستم حفاظت دربرابراتصال کوتاه باشد.

- مجهزبه سیستم حفاظت خطای زمین باشد.
- عملکرد اتوماتیک درشرایط مختلف (شناسایی بار، حالت standby–اضافه بار–اضافه ولتاژ– اتصال مجدد) باشد
- مجهزبه سیستم جلوگیری ازدمای بالا ویااضافه بارباشد (Overload-Over temp)

SOLAR ENERGY

fppt.com

اینورتر

-امکان ثبت ، انتقال و ارسال اطلاعات کارکردی را حداقل ازطریق درگاه کامپیوتری داشته باشد.

fppt.com

اینورتر

-استفاده ازکلید قطع بارDC الزامی است.

-ارایه گواهی ضمانت تعویض تا ۵ سال وخدمات فروش تا ۱۵ سال راداشته باشد.

-داشتن گواهی های استاندارد معتبر طبق استاندارد ملی شماره ۱۱۸۵۹ (IEC61727) ویا استانداردهای بین المللی ۶۱۰۰۰—IEC62109-IEEE1547-ul1741

SOLAR ENERGY
fppt.com

اینورتر

۱	نرخ ولتاژ DC ورودی	متناسب با ولتاژ خروجی DC حاصل از مدول‌ها نصب شده باشد.
۲	ولتاژ عملکرد AC	تک فاز ۲۳۰ V و سه فاز ۴۰۰ V (۵٪ + و ۱۵٪ -)
۳	فرکانس نامی	۵۰ Hz (۱ -/+ هرتز)
۴	ضریب قدرت اینورتر	بیش از ۰/۹ در ۵۰ درصد توان نامی
۵	مجموع اعوجاج هارمونیکی(THD)	کمتر از ۵٪ ضریب اعوجاج هارمونیکی کلی جریان در بار نامی طبق استاندارد شبکه فشار ضعیف
۶	حفاظت Built-in	AC high / low voltage; AC high /low frequency مطابق آخرین ویرایش دستورالعمل اتصال به شبکه
۷	حفاظت Anti-islanding	VDE 0126-1-1یا معادل استاندارد ملی یا استانداردهای منضم به قرارداد خرید تضمینی برق، اعلام شده در وب‌سایت ساتبا
۸	محدوده دمای محیط عملکرد	مطابق با استاندارد و ۵+/- درجه سانتیگراد نسبت به حداکثر و حداقل دمای محیط

اینورتر

۹	رطوبت	0 – 95% Rh حداقل این بازه را پوشش دهد.
۱۰	راندمان اینورتر	95% =< (برابر یا بیش از ۹۵ درصد برای اینورتر استرینگ و برای میکرواینورترها حداقل ۹۱ درصد)
۱۱	درجه حفاظت	جهت نصب در محیط رو باز IP65 و برای نصب در محیط های سر پوشیده IP55
۱۲	رابط های ارتباطی (Communication interface)	RS 485 / RS 232 و یا درگاه شبکه (Ethernet) سایر تکنولوژی های جدید انتقال داده
۱۳	سیستم خنک کننده	حد اقل از نوع همرفتی (Convection)
۱۴	نوع صفحه نمایش	صفحه نمایش اطلاعات LCD یا چراغ LED جهت نمایش وضعیت
۱۵	استانداردها	داشتن گواهی تائید استانداردهای مندرج در استانداردهای منضم به قراردادهای خرید تضمینی برق در بخش اینورتر الزامی است. ارائه گواهی تائید استانداردهای ساخت الزامی است.

اینورتر

/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging

Fronius

FRONIUS SYMO

Maximum flexibility for the applications of tomorrow

SnapINverter technology

Integrated data communication

Dynamic Peak Manager

Smart Grid Ready

SuperFlex Design

Zero feed-in

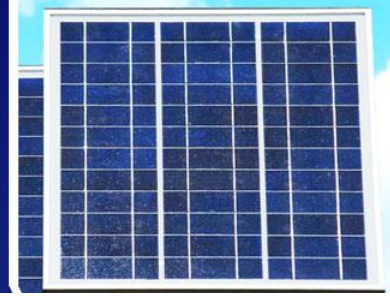
With power categories ranging from 3.0 to 20.0 kW, the transformerless Fronius Symo is the three-phase inverter for systems of every size. Owing to the SuperFlex Design, the Fronius Symo is the perfect answer to irregularly shaped or multi-oriented roofs.

www.parnamfar.com

اینورتر

INPUT DATA	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	
Number MPP trackers		2	
Max. input current ($I_{dc\ max\ 1}$ / $I_{dc\ max\ 2}$)		16.0 A / 16.0 A	
Max. array short circuit current (MPP_1/MPP_2)		24.0 A / 24.0 A	
DC input voltage range ($U_{dc\ min}$ - $U_{dc\ max}$)		150 - 1000 V	
Feed-in start voltage ($U_{dc\ start}$)		200 V	
Usable MPP voltage range		150 - 800 V	
Number of DC connections		2+2	
Max. PV generator output ($P_{dc\ max}$)	10.0 kW_{peak}	12.0 kW_{peak}	

fppt.com



اینورتر

OUTPUT DATA	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M
AC nominal output ($P_{ac,r}$)	5,000 W	6,000 W	7,000 W
Max. output power	5,000 VA	6,000 VA	7,000 VA
AC output current ($I_{ac\ nom}$)	7.2 A	8.7 A	10.1 A
Grid connection (voltage range)	3-NPE 400 V / 230 V or 3~NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %)		
Frequency (Frequency range)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)		
Total harmonic distortion	< 3 %		
Power factor ($\cos \phi_{ac,r}$)	0.8 - 1 ind. / cap.		

fppt.com

اینورتر

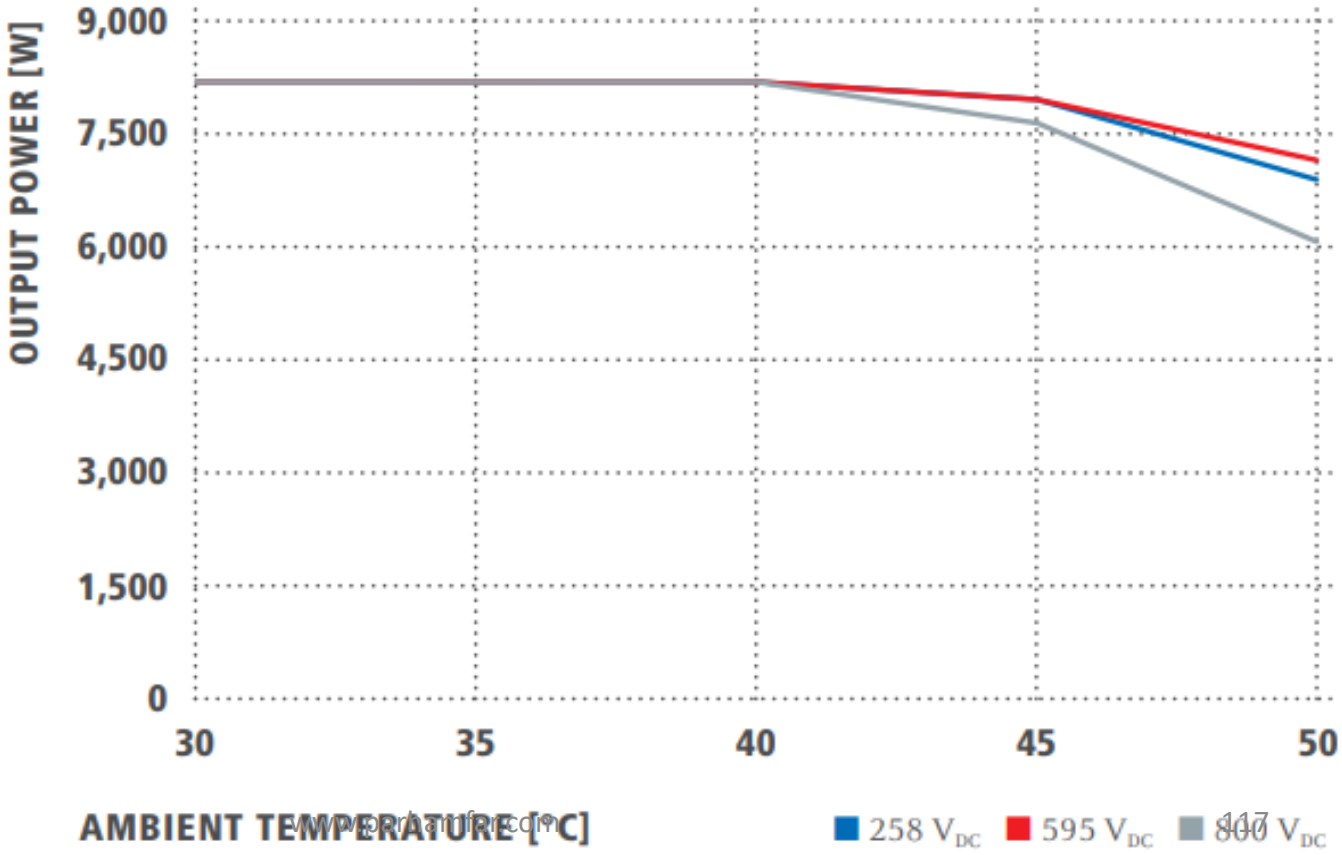
GENERAL DATA	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	S
Dimensions (height x width x depth)	645 x 431 x 204 mm			
Weight	19.9 kg		21.9 kg	
Degree of protection	IP 65			
Protection class	1			
Overvoltage category (DC / AC) [1]	2 / 3			
Night time consumption	< 1 W			
Inverter design	Transformerless			
Cooling	Regulated air cooling			
Installation	Indoor and outdoor installation			
Ambient temperature range	-25 - +60 °C			
Permitted humidity	0 - 100 %			
Max. altitude	2,000 m / 3,400 m (unrestricted / restricted voltage range)			
DC connection technology	4x DC+ and 4x DC- Screw terminals 2.5 - 16mm² [2]			
AC connection technology	5-pole AC Screw terminals 2.5 - 16mm² [2]			
Certificates and compliance with standards	ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727 AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, G83/2, UNE 206007-1, SI 4777, CEI 0-21, NRS 097			

fppt.com

اینورتر

SOLAR ENERGY

FRONIUS SYMO 8.2-3-M TEMPERATURE DERATING



fppt.com

SOLAR ENERGY

بخش ششم

سیم کشی و اتصالات

fppt.com

سیم کشی و اتصالات

-کلیه کابل ها باید مطابق با دستورالعمل ساتبا باشد وولتاژ سمت AC برابربا ۱۰۰۰/۶۰۰ و سمت DCبرابربا ۱۸۰۰/۱۵۰۰ می باشد.

SOLAR ENERGY
fppt.com

سیم کشی و اتصالات

SOLAR ENERGY

Model: PV1-F
Current Rating: 55A
Number of cores: NO 1.
Certification: TUV
Conductor: copper wire structure NO./mm 56 / 0.30
Conductor Stranding outer diameter: 2.60mm
The minimum insulation wall thickness: 0.5mm
Sheath minimum wall thickness: 0.5mm
finished wire outside diameter: 6.1 ± 0.1mm
conductor resistance (20 ℃): ≤5.09Ω / km
Test voltage kV / min: 6.5 / 5 No breakdown
Rated temperature: -40 ~ + 90 ℃
maximum conductor temperature: + 120 ℃
Reference allows short-circuit temperature: 200 ℃ 5S
life:> 25 years (-40 ~ + 90 ℃)
Rated voltage: DC: 1.8kv AC U. / U: 0.6 / 1kv
Working temperature ℃: -40 ~ + 90
Operating voltage AC / DC (KV): 0.6 ~ 1.0 / 1.8
Weather resistance: UV
flame: a single vertical combustion (IEC60332-1)
sunlight resistant test: HD605 / A1
finished cable Ozone Test: EN50396
smoke density: IEC61034, EN50268-2
halogen acid release: IEC670754-1 EN50267-2-1

www.parhamfan.com

fppt.com

سیم کشی و اتصالات

برای جریان های DC ازکابلها باعایق XLPE ویا xlpeo استفاده گردد. این کابلها می بایست دربرابراشعه UV مقاوم باشند.

Halogen free باشد. هادی کابل ها باید ازجنس مس قلع اندود شده ، تک هادی و ازنوع افشان و انعطاف پذیرباشد. ازکابلهای چندرشته نباید استفاده نمود.

www.parhamfar.com

fppt.com

سیم کشی و اتصالات

- سایزکابل مورد استفاده درسمت DC باید حداقل برابر باسایز کابل خروجی مدول باشد. حداقل ٤میلیمترمربع

-برای سمت AC باید ازکابلهای باعایق PVCویا XLPE یک یا چندرشته ، قابل انعطاف استفاده نمود.

-روکش کابلهای مورداستفاده درفضای آزاد همگی باید مقاوم دربرابراشعه UV باشد.

SOLAR ENERGY

fppt.com

سیم کشی و اتصالات

- استفاده از کابلهای آلومینیوم نیز درسمت AC بااستفاده ازکابلشوها و تجهیزات مناسب مشکلی ندارد.

- افت ولتاژ کل مربوط به بخش کابل خروجی ازماژول فتوولتاییک تاورودی اینورتر متصل به شبکه نباید بیش از۳ درصد باشد. (IEC60363-7-712)

SOLAR ENERGY

fppt.com

سیم کشی و اتصالات

- افت ولتاژ کل مربوط به خروجی اینورتر متصل به شبکه تاورودی تابلو توزیع اصلی ونقطه اتصال نباید بیش از۲ درصد باشد.

- کلیه کابلها و کاندویت ها باید توسط بست های مناسب به دیوارهای بام متصل ومحکم شوند ویا مسیرمناسبی داشته باشند که به ساختگاه محل نصب آسیبی نرسد. فاصله این بست ها درمسیرافقی نباید بیشتراز۱۰۰ سانتی متراشد

SOLAR ENERGY

fppt.com

سیم کشی و اتصالات

- نوک هادی کابلهای DC وسیم ها باید قلع اندود شده واز سرسیم ووایرشو/کابلشو مناسب استفاده شود. تاازایجاد آشفتگی وشکستن رشته های موجود درسیم ها وکابلها جلوگیری شود.

SOLAR ENERGY

fppt.com

بخش هفتم

سیستم اتصال به زمین وحفاظت دربرابرصاعقه

SOLAR ENERGY

fppt.com

سیستم اتصال زمین

- این سیستم باید به گونه ای طراحی شود که ازبروزاضافه ولتاژهای خطرناک درسامانه فتوولتاییک جلوگیری نماید وهمچنین به سازگاری الکترومغناطیسی (EMC) کمک نماید.
- ازهمان سیستم اتصال به زمین مشترک می توان برای سامانه های خورشیدی نیز استفاده نمود. این سیستم باید شرایط بند پ ۱-۱۰-٤ مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمان (الکترود اساسی) را داشته باشد.

SOLAR ENERGY

fppt.com

سیستم اتصال زمین

الکترود ساده واساسی

برای انشعابات برق مختلف دونوع الکترود تعریف می شود: الکترود زمین ساده (فقط برای وصل به هادی خنثی فشارضعیف) والکترود اساسی (برای هردونوع زمین: حفاظت سیستم وایمنی)

روش متداول برای اجرای الکترود ساده استفاده از میله های استاندارد با طول بیش از دومتر وبرای الکترود اساسی استفاده ازالکترود صفحه ای درچاه عمیق بوده است. به جای چاه نیزمی توان ازسیم چند مفتولی استفاده نمود .این کارهم ازنظراقتصادی بودن الکترودهای زمین تا ترمینال اصلی زمین نسبت به الکترود صفحه ای که ایجاد نقاط اتصال سیم به صفحه با جوش یا بست و پیچ و مهره درآن اجتناب ناپذیراست برتری محسوسی دارد.

SOLAR ENERGY

fppt.com

انواع دیگرالکترود اساسی

۲-۶-۱ الکترود اساسی به صورت الکترودهای قائم موازی

در مورد الکترود اساسی غیر از آنچه که ذکر شد، می‌توان با نصب الکترودهای میله‌ای متعدد با اشکال مختلف و ارتباط آنها به همدیگر به مقاومت مورد نظر برای الکترود اساسی دست پیدا کرد. الکترودهای میله‌ای می‌توانند در پیرامون یک دایره، یا در طول اضلاع مستطیل و یا در طول یک خط مستقیم، توزیع شده و به همدیگر متصل شوند. رعایت فاصله الکترودها از همدیگر به اندازه حداقل دو برابر عمق الکترود باید مورد توجه قرار گیرد.

۲-۶-۲ الکترود اساسی با استفاده از الکترود افقی

در جاهایی که فضای افقی لازم وجود دارد و به‌علت سنگلاخی بودن زمین، دستیابی به عمق دشوار است و یا مقاومت ویژه خاک در لایه‌های پایینی خاک زیاد است، می‌توان از الکترود افقی که به صورت اشکال کمربندی، مستقیم، مستطیل و یا شبکه‌ای[5] و در عمق حداقل ۰/۷ متری سطح زمین قرارداده می‌شود، استفاده نمود. در صورت نیاز، برای دست‌یابی به مقاومت کمتر می‌توان خاک اطراف الکترود را با مواد کاهنده مقاومت تعویض نمود.

www.parhamfar.com

سیستم اتصال زمین

- سیستم اتصال زمین و عدم تصمیم گیری مناسب درتهیه دستورالعمل

باوجود تعیین دو اهم به عنوان حداکثر مجاز مقاومت نقطه خنثی نسبت به جرم کلی زمین، در صورتی‌که دریک منطقه مقاومت اتصال اتفاقی بین هادی فاز و جرم کلی زمین (از راه تماس مستقیم هادی با زمین یا هادی‌های بیگانه که به هادی خنثی یا حفاظتی وصل نیستند) از ۵ اهم بیشتر باشد، باید به جای دو اهم کل مقاومت مجاز نسبت به جرم کلی زمین در آن منطقه، مقدار جدیدی را که از رابطه زیر بدست می‌آید (درصورتی‌که مقدار جدید بیش از ۲ اهم نباشد) مجاز است:

$$R_T \leq R_E \frac{50}{U_0 - 50}$$

R_T: مقاومت کل معادل مجاز جدید (به جای دو اهم) برحسب اهم

R_E: مقاومت اتصال اتفاقی فاز به زمین (مقدار تجربی آماری)، برحسب اهم

U_0: ولتاژ بین فاز و خنثای سیستم (۲۲۰ ولت در موارد عادی)، برحسب ولت (ولتاژ نامی شبکه ۲۳۰ ولت می باشد).

۵۰: ولتاژ مجاز تماس، بر حسب ولت

fppt.com

سیستم اتصال زمین

- الکترود مورد نظراگربرطبق استاندارد IEC62305شرایط الکترود مناسب برای صاعقه گیررانیزداشته باشدبدین منظورنیاز به اجرای الکترود مستقل نخواهد بود. درصورتی که الکترود مجزانصب شود طبق شکل زیر باید هبمند گردند.

شکل۱: کاربرد دو الکترود زمین مستقل

www.parhamfan.com

fppt.com

سیستم اتصال زمین

- تمام بدنه های هادی ازجمله فریم مدول ها، استراکچر، تابلو وسینی کابلها وبدنه اینورتر که ممکن است برقدارشود باید ازطریق هادی حفاظتی (PE)زمین شوند.

هادی زمین درسمت مدول ها ودرسمت مدارخروجی ،ضمن تحمل جریان دایمی باید تحمل جریان اتصال کوتاه را نیزداشته باشند.

$$S > \frac{Isc * \sqrt{t}}{K}$$

در این رابطه Isc جریان اتصال کوتاه بر حسب (KA)، S حداقل سطح مقطع هادی بر حسب میلیمتر مربع، t زمان قطع فیوز بر حسب ثانیه، K ثابتی است مرتبط با جنس هادی زمین که برای مس ۰.۱۱۵ و برای آلومینیوم ۰.۰۷۶ است.

fppt.com

سیستم اتصال زمین

- اجزا موجود دراستراکچر باید ازلحاظ الکتریکی همبند بوده ودرنهایت استراکچر باید به سیستم اتصال زمین متصل گردد.

- هادی همبندی مدول ها وسازه باید حداقل با سایز ٦ میلیمترمربع برای جنس هادی و حداقل ١٠ میلیمترمربع برای آلومینیوم باشد. (IEC62548)

- استراکچرمی بایست حداقل از٢ نقطه متفاوت وبافاصله ازیکدیگر به شینه سیستم زمین متصل باشد.

- الکترود سیستم اتصال به زمین باید به گونه ای باشد تاامکان بازرسی وبازدید ازشرایط موجود آن فراهم باشد.

SOLAR ENERGY

fppt.com

صاعقه گیرخارجی و تناقضات دستورالعمل ساتبا

- با مطالعه متن دستورالعمل متوجه تناقضاتی می گردیم که باهم بررسی می نماییم.

صاعقه گیر خارجی

هرگاه ساختگاه سامانه فتوولتائیک بر اساس ضوابط ساخت و ساز شهرداری مربوطه، سازمان نظام مهندسی نیاز به نصب صاعقه گیر خارجی داشته باشد بایستی قبل از اجرای پروژه فتوولتائیک صاعقه گیر در این ساختگاه توسط کارفرما نصب شود.

تبصره: درخصوص صاعقه گیر خارجی، پیمانکار مسئولیتی در قبال ارزیابی و محاسبه ریسک و نیز درصورت لزوم نصب صاعقه گیر خارجی ندارد.

براساس محاسبات ریسک طبق استاندارد IEC62305-1 و مقررات ملی ساختمان (درصورت تطابق شرایط)، هرگاه این محاسبات ضرورت نصب صاعقه‌گیر را نشان دهد، باید سیستم حفاظت از صاعقه خارجی به همراه سیستم اتصال زمین مناسب برای آن توسط پیمانکار طراحی و اجرا شود.

fppt.com

بررسی سیستم صاعقه گیر

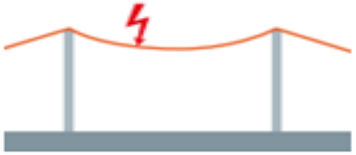
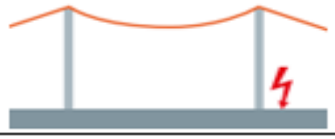
- برای سیستم صاعقه گیر باید یک ارزیابی ریسک انجام شود تا متوجه شویم این نیروگاه نیازمند صاعقه گیرمی باشد یا خیر ؟
- به همین جهت محاسبات ارزیابی ریسک توسط استانداردهای معتبرمی تواند انجام شود.
- ارزیابی ریسک یک پروژه ازلحاظ محاسباتی پیچیده و سخت می باشد بنابراین نرم افزاری طراحی شده است که تمام این مراحل طراحی می تواند توسط این نرم افزارانجام شود وناظرقادرخواهد بود تا بررسی لازم راتوسط این نرم افزار انجام دهد.

SOLAR ENERGY

fppt.com

بررسی سیستم صاعقه گیر

جدول1: خسارت‌ها و تلفات در سازه‌ها برای منابع مختلف ایجاد خسارت

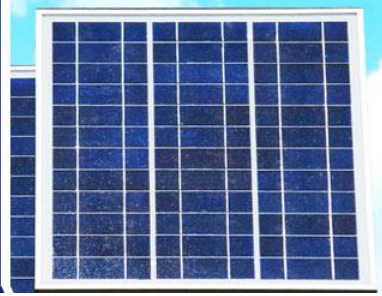
محل برخورد	مثال	نوع خسارت	نوع تلفات
سازه S_1		D_1 D_2 D_3	L_1*, L_4 L_1, L_2, L_3, L_4 L_1, L_2, L_4**
نزدیک سازه S_2		D_3	L_1, L_2, L_4**
خط ورودی (تأسیسات) S_3		D_1 D_2 D_3	L_1*, L_4 L_1, L_2, L_3, L_4 L_1, L_2, L_4**
نزدیک خط ورودی S_4		D_3	L_1, L_2, L_4**

*برای زمین‌های کشاورزی و مناطقی که احتمال صدمه دیدن حیوانات وجود دارد.
**برای سازه‌هایی با خطر انفجار و همچنین برای بیمارستان‌ها و دیگر سازه‌هایی که قطع سیستم‌های داخلی آنها، جان انسان‌ها را به سرعت به خطر می‌اندازد.

خطرات احتمالی

- R_1: تلفات و آسیب‌های جانی
- R_2:آسیب سرویس‌ها و تأسیسات
- R_3:آسیب وتخریب میراث فرهنگی و تاریخی
- R_4:آسیب‌ها و ضررهای اقتصادی ومالی
- R: کل خطر احتمالی محاسبه شده

بررسی سیستم صاعقه گیر



جدول2 : حد قابل پذیرش خطر

انواع تلفات		$(y^{-1})R_T$
L_1	مرگ انسان‌ها وتلفات جانی	10^{-5}
L_2	تخریب تأسیسات مهم داخلی سازه و خدمات سرویس‌های شهری	10^{-3}
L_3	آسیب‌های وارده به میراث فرهنگی	10^{-4}

- اگر $R \leq R_T$ باشد، حفاظت در برابر صاعقه لازم نیست.
- اگر $R > R_T$ باشد، بایستی اقدامات حفاظتی اتخاذ گردد تا برای همه ریسک‌هایی که سازه را تهدید می‌کنند، $R \leq R_T$ گردد.

fppt.com

بررسی سیستم صاعقه گیر

تلفات و آسیب‌های جانی R_1 از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$R_1 = R_A + R_B + R_C^* + R_M^* + R_U + R_V + R_W^* + R_Z^*$$

که در آن:

- R_A: خطر احتمال شوک الکتریکی به موجودات زنده در اثر برخورد صاعقه به سازه
- R_B: آسیب‌های فیزیکی ناشی از برخورد مستقیم صاعقه به سازه
- R_C: خرابی تجهیزات داخل سازه در اثر برخورد مستقیم صاعقه به سازه
- R_M: خرابی تجهیزات داخل سازه دراثر برخورد مستقیم صاعقه به زمین نزدیک سازه
- R_U: خطر شوک الکتریکی ناشی از برخورد صاعقه به تأسیسات شهری (یوتیلیتی)سازه
- R_V: خطر احتمالی آسیب‌های فیزیکی ناشی از برخورد صاعقه به تأسیسات شهری (یوتیلیتی)سازه
- R_W: خطر آسیب دیدن تجهیزات داخل سازه به علت برخورد صاعقه به تأسیسات شهری(یوتیلیتی) سازه
- R_Z: خطر خرابی تجهیزات داخل سازه در اثر برخورد صاعقه به زمین نزدیک تأسیسات شهری (یوتیلیتی)ورودی به سازه

خطرات R_2، R_3 و R_4 به صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$R_2 = R_B + R_C + R_M + R_V + R_W + R_Z$$

$$R_3 = R_B + R_V$$

$$R_4 = R_A^{**} + R_B + R_C + R_M + R_U^{**} + R_V + R_W + R_Z$$

بررسی سیستم صاعقه گیر

Symbol	Denomination	Value according to clause
Average annual number of dangerous events due to flashes		
N_D	– to the structure	A.2
N_M	– near the structure	A.3
N_L	– to a line entering the structure	A.4
N_I	– near a line entering the structure	A.5
N_{DJ}	– to the adjacent structure (see Figure A.5)	A.2
Probability that a flash to the structure will cause		
P_A	– injury to living beings by electric shock	B.2
P_B	– physical damage	B.3
P_C	– failure of internal systems	B.4
Probability that a flash near the structure will cause		
P_M	– failure of internal systems	B.5
Probability that a flash to a line will cause		
P_U	– injury to living beings by electric shock	B.6
P_V	– physical damage	B.7
P_W	– failure of internal systems	B.8
Probability that a flash near a line will cause		
P_Z	– failure of internal systems	B.9
Loss due to		
$L_A = L_U$	– injury to living beings by electric shock	C.3
$L_B = L_V$	– physical damage	C.3, C.4, C.5, C.6
$L_C = L_M = L_W = L_Z$	– failure of internal systems	C.3, C.4, C.6

www.parhamfar.com

fppt.com

بررسی سیستم صاعقه گیر

Damage	Source of damage			
	S1 Lightning flash to a structure	S2 Lightning flash near a structure	S3 Lightning flash to an incoming line	S4 Lightning flash near a line
D1 Injury to living beings by electric shock	$R_A = N_D \times P_A \times L_A$		$R_U = (N_L + N_{DJ}) \times P_U \times L_U$	
D2 Physical damage	$R_B = N_D \times P_B \times L_B$		$R_V = (N_L + N_{DJ}) \times P_V \times L_V$	
D3 Failure of electrical and electronic systems	$R_C = N_D \times P_C \times L_C$	$R_M = N_M \times P_M \times L_M$	$R_W = (N_L + N_{DJ}) \times P_W \times L_W$	$R_Z = N_I \times P_Z \times L_Z$

fppt.com

PVLPS

Lightning Protection System Designer for PV Plants

Number of Dangerous Events | Probability of Damage | Amount of Loss | Risk Assesment | External Lightning Protection System | Surge Protective Device | About Us

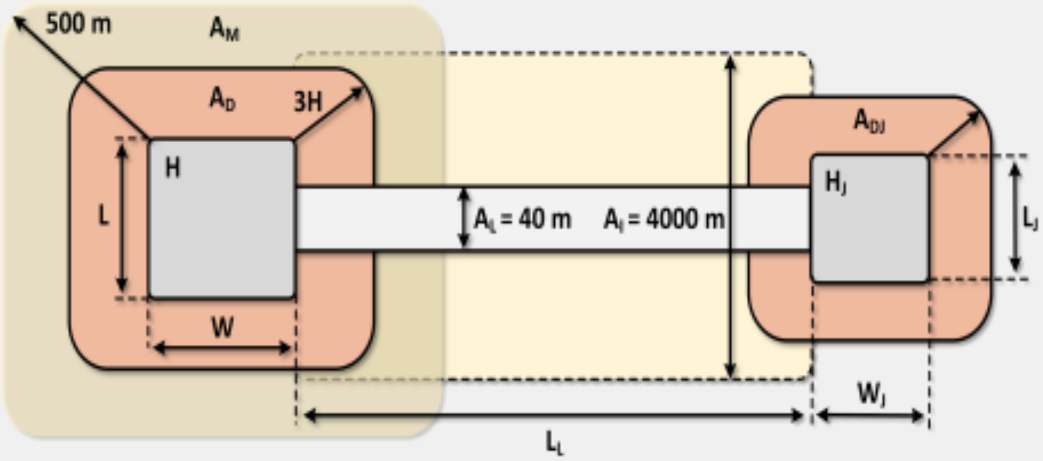
Structure Data

Width (W) [m]

Length (L) [m]

Height (H) [m]

- With Adjacent Structure
- Without Adjacent Structure



Line and Environmental Data

Lengh of Line (LL) [m]: 1000

Thunderstorm Days (TD) [per year]: 5

Structure Location (CD): Structure surrounded by higher objects

Line Type Factor (CT): LV power, telecommunication or data line

Line Installation (CI): Aerial

Line Environmental (CE): Rural

Calculate

Results

NG

AD

ADJ

ND

NDJ

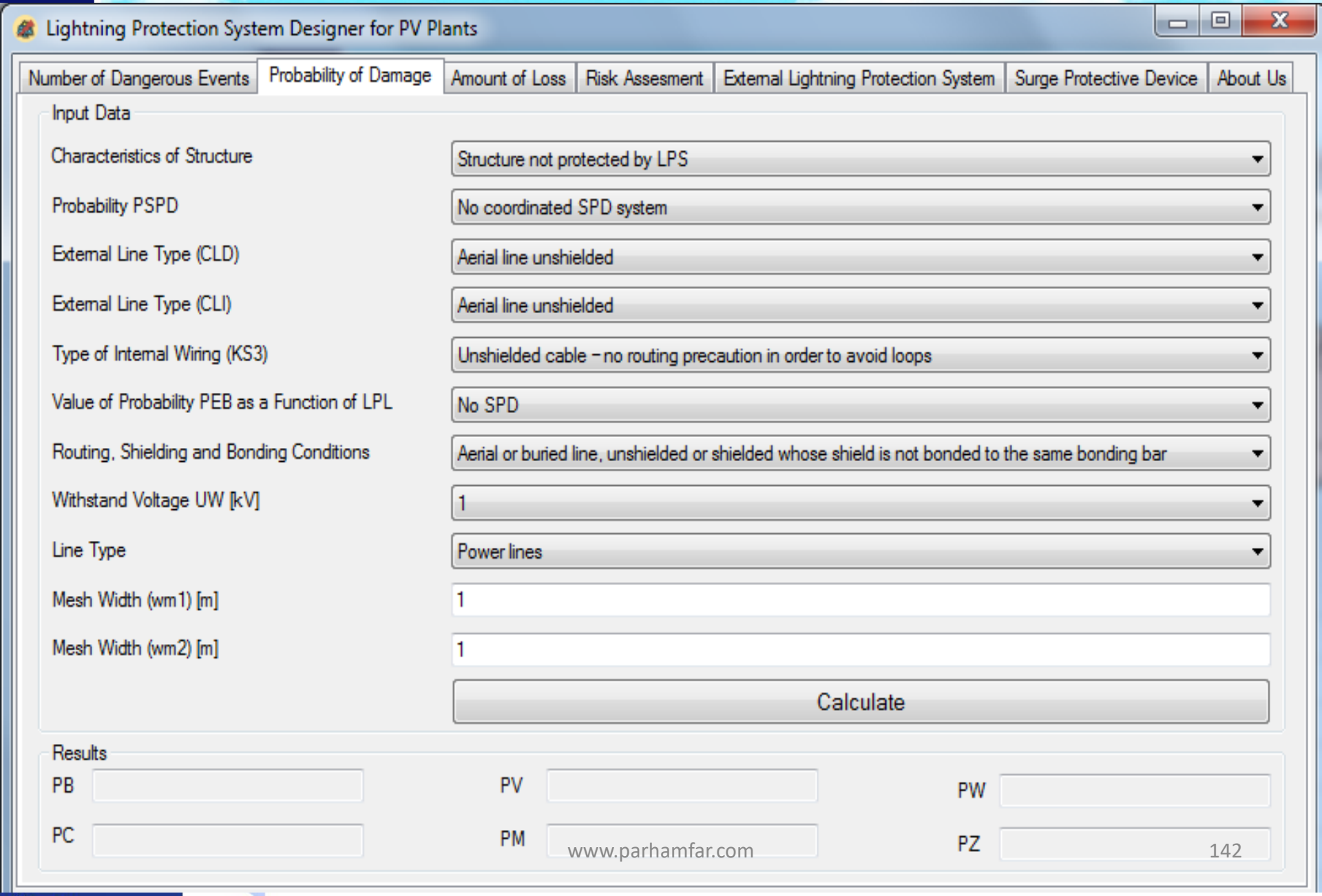
NM

NL

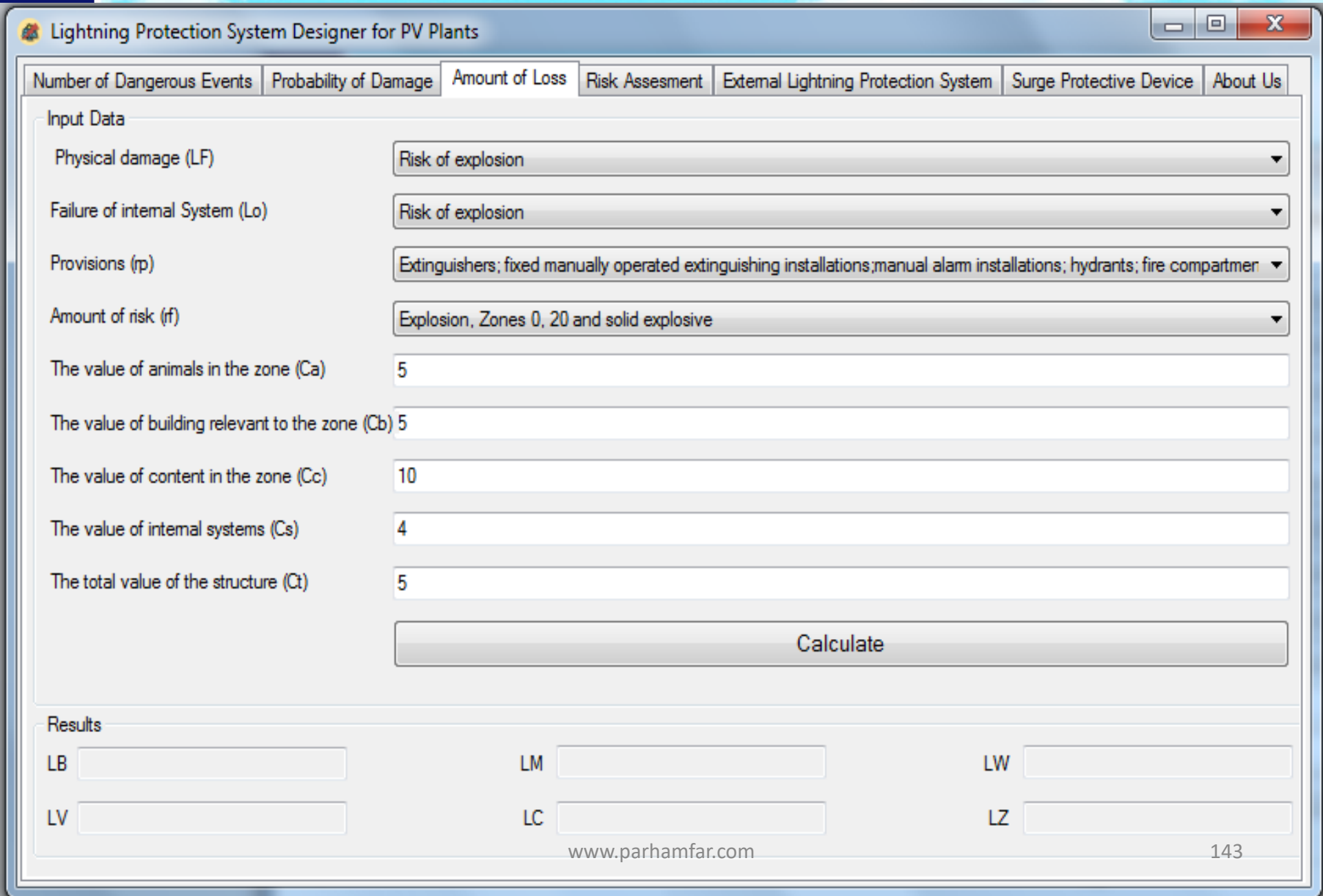
NI

www.parhamfar.com

PVLPS


Lightning Protection System Designer for PV Plants
Number of Dangerous Events
Probability of Damage
Amount of Loss
Risk Assesment
External Lightning Protection System
Surge Protective Device
About Us
Input Data
Characteristics of Structure
Structure not protected by LPS
Probability PSPD
No coordinated SPD system
External Line Type (CLD)
Aerial line unshielded
External Line Type (CLI)
Aerial line unshielded
Type of Internal Wiring (KS3)
Unshielded cable – no routing precaution in order to avoid loops
Value of Probability PEB as a Function of LPL
No SPD
Routing, Shielding and Bonding Conditions
Aerial or buried line, unshielded or shielded whose shield is not bonded to the same bonding bar
Withstand Voltage UW [kV]
1
Line Type
Power lines
Mesh Width (wm1) [m]
1
Mesh Width (wm2) [m]
1
Calculate
Results
PB
PV
PW
PC
PM
PZ

PVLPS


Lightning Protection System Designer for PV Plants
Number of Dangerous Events
Probability of Damage
Amount of Loss
Risk Assesment
External Lightning Protection System
Surge Protective Device
About Us
Input Data
Physical damage (LF)
Risk of explosion
Failure of internal System (Lo)
Risk of explosion
Provisions (rp)
Extinguishers; fixed manually operated extinguishing installations;manual alarm installations; hydrants; fire compartmen
Amount of risk (rf)
Explosion, Zones 0, 20 and solid explosive
The value of animals in the zone (Ca)
5
The value of building relevant to the zone (Cb)
5
The value of content in the zone (Cc)
10
The value of internal systems (Cs)
4
The total value of the structure (Ct)
5
Calculate
Results
LB
LM
LW
LV
LC
LZ

PVLPS

Lightning Protection System Designer for PV Plants

Number of Dangerous Events | Probability of Damage | Amount of Loss | Risk Assesment | External Lightning Protection System | Surge Protective Device | About Us

RB

RV

RC

RW

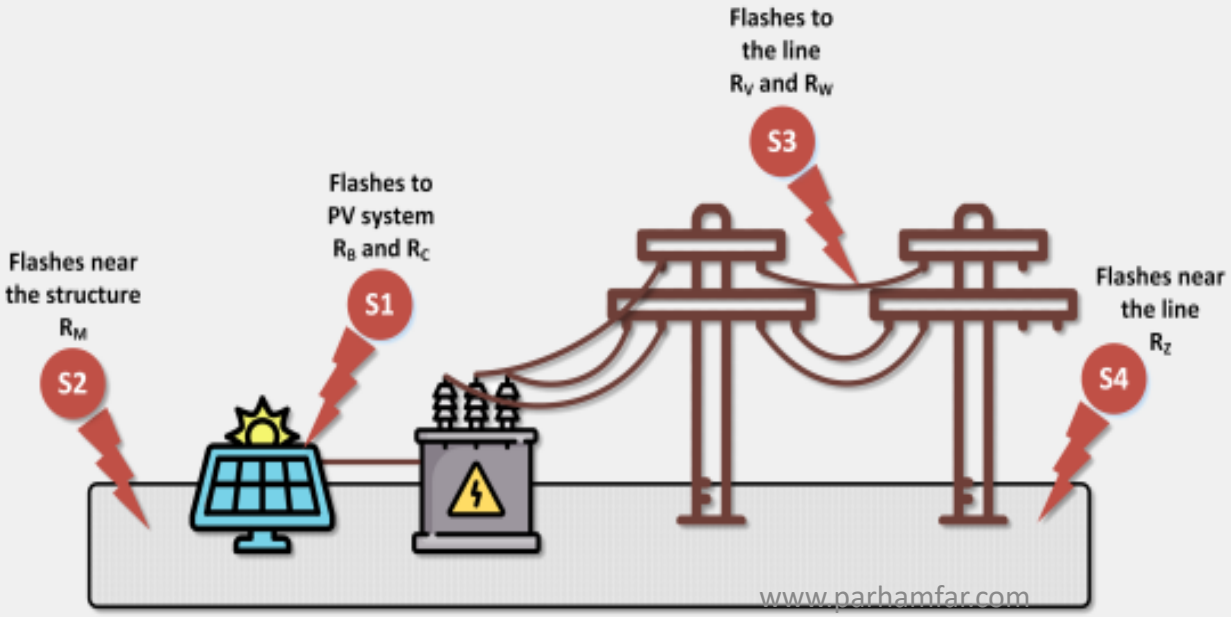
RM

RZ

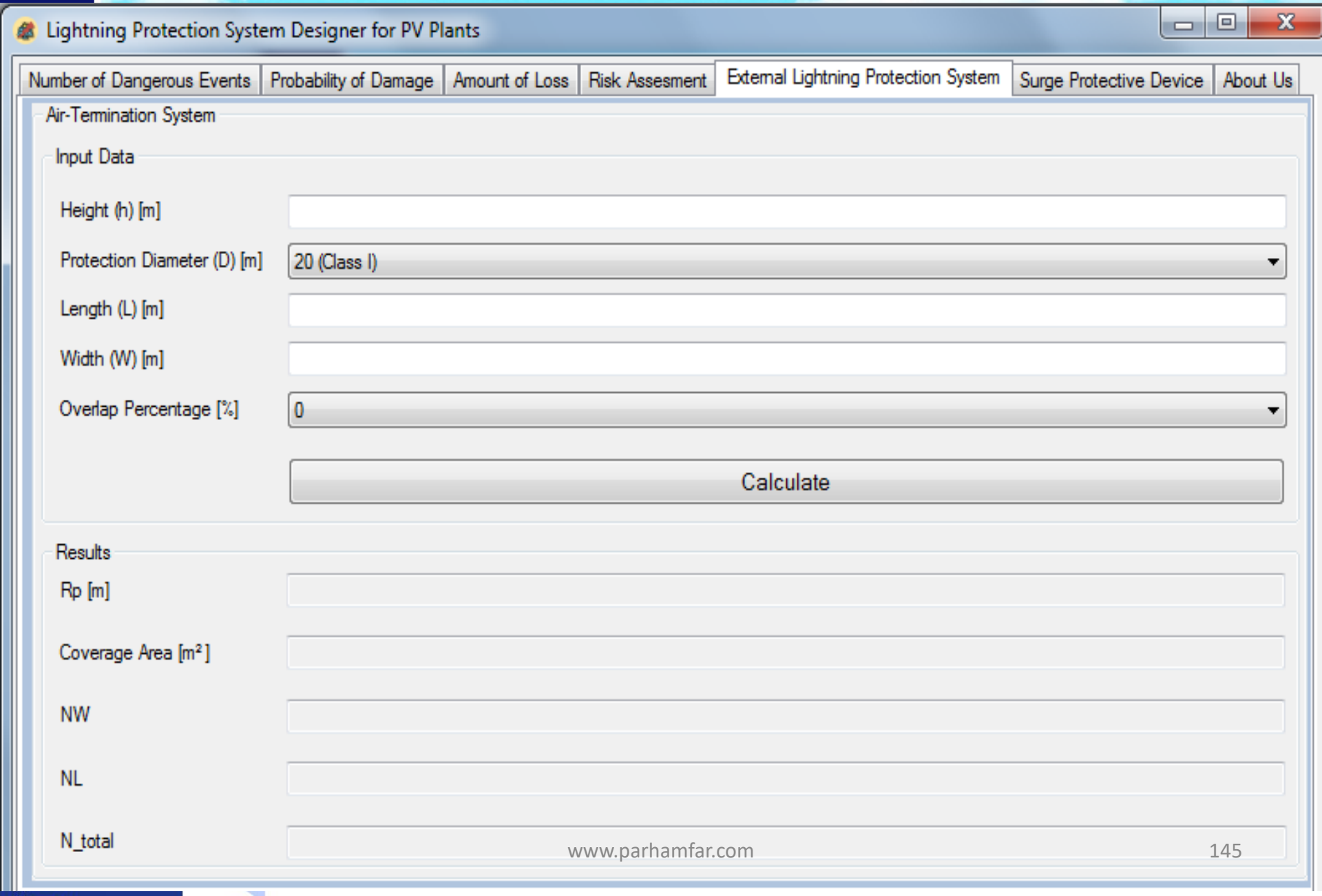
R = R4

Result

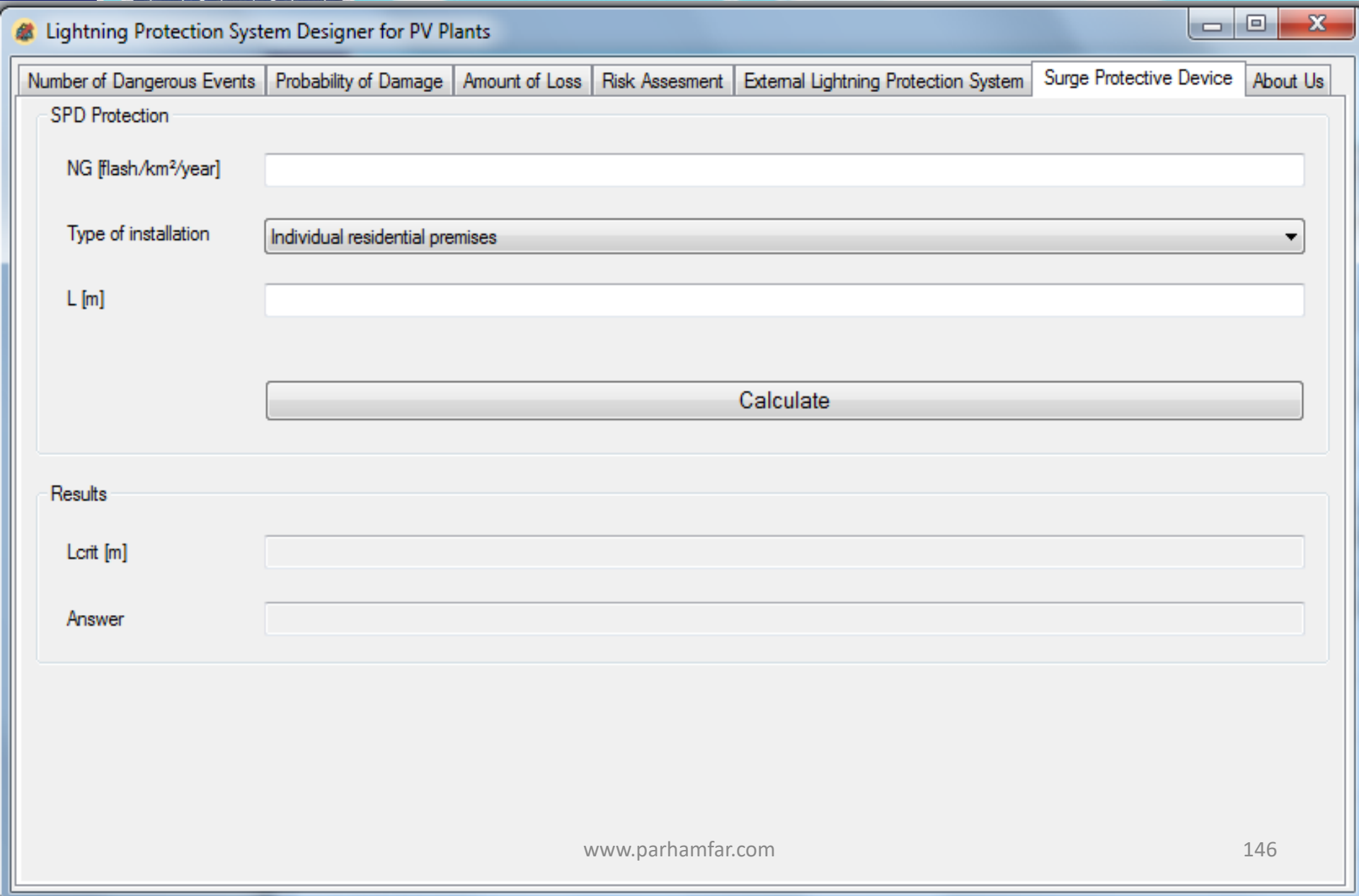
Calculate



PVLPS


Lightning Protection System Designer for PV Plants
Number of Dangerous Events
Probability of Damage
Amount of Loss
Risk Assesment
External Lightning Protection System
Surge Protective Device
About Us
Air-Termination System
Input Data
Height (h) [m]
Protection Diameter (D) [m]
20 (Class I)
Length (L) [m]
Width (W) [m]
Overlap Percentage [%]
0
Calculate
Results
Rp [m]
Coverage Area [m²]
NW
NL
N_total

PVLPS


Lightning Protection System Designer for PV Plants
Number of Dangerous Events
Probability of Damage
Amount of Loss
Risk Assesment
External Lightning Protection System
Surge Protective Device
About Us
SPD Protection
NG [flash/km²/year]
Type of installation
Individual residential premises
L [m]
Calculate
Results
Lcrit [m]
Answer

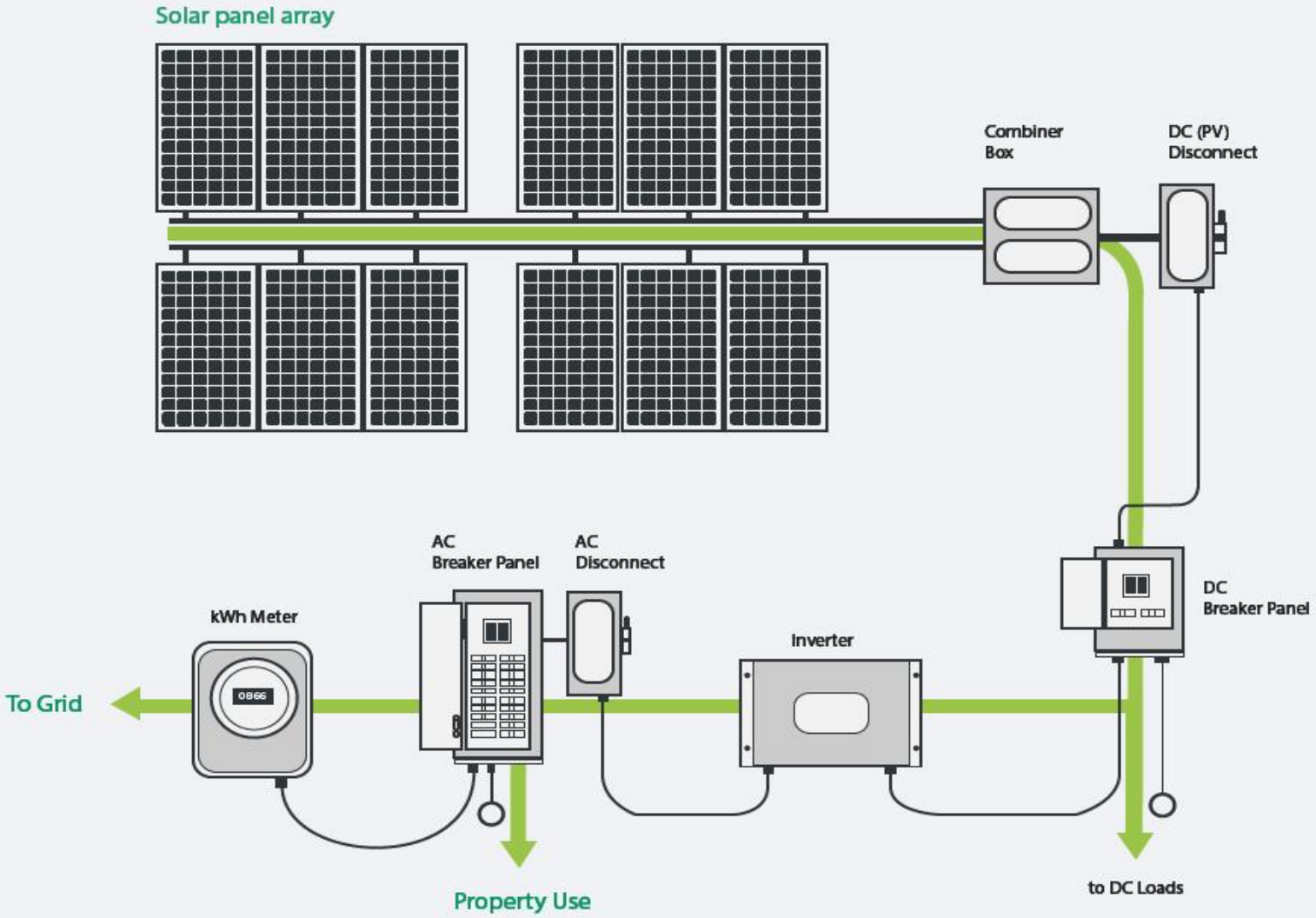
بخش هشتم

- تابلو های dc,ac

SOLAR ENERGY

fppt.com

GRID CONNECTED SOLAR SYSTEM



شرایط حذف تابلو DC

- درسامانه های خورشیدی محدود به ۲ برابرظرفیت انشعاب، چنانچه دراینورترهای بادوورودی وکمتر ، درصورتی که تعداد استرینگ ها باورودی اینورتربرابر بوده واینورترنصب شده مجهز به DCسویچ دروورودی ها و مجهز به سیستم حفاظت دربرابرسرج باحداقل تایپ ۲ برای نیروگاه های بدون صاعقه گیرخارجی وحداقل تایپ ۲+۱ درسمت دی سی برای نیروگاه های دارای صاعقه گیرخارجی خود باشد می توان هراسترینگ را مستقیما وبدون هیچ واسطه به اینورتر متصل نمود و تابلو DC را حذف نمود.

SOLAR ENERGY

fppt.com

تابلو توزیع DC

- توصیه می شود حتی الامکان تابلوهای DC,Ac باید جداباشند ودرصورت عدم امکان جداسازی وموافقت شرکت توزیع می توان هردوقسمت رادریک تابلو اجرا نمود وهربخش باید بصورت کاملا مجزا نام گذاری شود.

- –لازم است علایم ایمنی وهشدار برروی تمام تجهیزات وتابلوها نیزنصب گردد.

- –استفاده ازکلیدهای مینیاتوری DC به خاطرعدم حفاظت دربرابرجریان های برگشتی نامناسب می باشد وباید از فیوزهای gpv استفاده شود.

SOLAR ENERGY

fppt.com

تابلو توزیع DC

- نحوه انتخاب فیوز مناسب برای حفاظت جریان استرینگ بصورت زیرمی باشد :

$$I \geq 1.4 \times (\text{جریان اتصال کوتاه استرینگ})$$

$$I \leq \text{ماکزیمم فیوز مجاز در دیتاشیت مدول ها}$$

درسمت دی سی باید به ازای هر Mppt یک سرج ارسترنصب گردد. درصورتی که طول کابل بین خروجی استرینگ یا آرایه ها تا اینورتر بیشتراز۱۰ متر باشد باید درمحل خروجی استرینگ نیز ، سرج ارستر DC نصب گردد.

–حداقل ولتاژ نامی ارسترهای مورد استفاده باید بیشتراز۲۰ درصد ولتاژمداربازاسترینگ ها (بدون درنظرگرفتن ضریب دمایی) باشد.

SOLAR ENERGY

fppt.com

تابلو توزیع DC

- درصورت وجود میله صاعقه گیر ویا صاعقه گیرهای خارجی درمحیط نیروگاه ، کلاس ارسترهای مورد استفاده باید ۱+۲ یا (B+C) باشد.

- ودرصورت عدم وجود میله و یا صاعقه گیرخارجی استفاده ازارسترکلاس c یا تایپ ۲ درتابلو توزیع DC کافی خواهد بود.

- درصورتی که اینورتر مجهز به کلاس قطع بار DC نباشد. باید ازکلید DCقابل قطع زیر بار باجریان نامی مناسب درتابلو توزیع DC قبل ازاینورتر استفاده گردد.

SOLAR ENERGY

fppt.com

تابلو توزیع DC

- با توجه به بالا بودن ولتاژها درسمت DC درصورت استفاده ازترمینال درتابلو DC می بایست به ولتاژ عایقی ترمینال های مورد استفاده توجه شود .

- با توجه به بالا بودن ولتاژها درسمت DC سیم و کابلهای مورد استفاده درتابلوDC باید دارای عایق و ولتاژ مناسب باشند.

SOLAR ENERGY

fppt.com

تابلو توزیع AC

- تابلو توزیع AC حتی الامکان باید نزدیک به اینورتر نصب گردد.

- این تابلو می باید ازجنس مناسب با درجه حفاظت حداقل IP55 مطابق بااستاندارد ملی ۸۶۲۰ ویا IEC60670-24 ودارای تاییدیه شرکت توزیع و دارای ریل های مخصوص نصب فیوز ، سرج ارستر وترمینال ها وسایر تجهیزات باشند.

- توصیه می شود تابلو کنتورخورشیدی مجزا باشد مگرآنکه شرکت توزیع نسبت به نصب آن درتابلو برق ورودی موافقت نماید.

SOLAR ENERGY
fppt.com

تابلو توزیع AC

- درصورت وجود چند اینورتر درنیروگاه وجود تابلو توزیع که خروجی اینورتر ها درآن تجمیع شود الزامی است.

- درسیستم T-N-C-S درخروجی اینورترهای تکفاز ازکلید مینیاتوری دوپل (1P+N) ودرخروجی اینورترهای سه فاز ازکلید مینیاتوری چهارپل (3p+N) تیپ Bاستفاده می گردد.

- درسیستمTNC درخروجی اینورترهای تکفاز ازکلید مینیاتوری تک پل (1P) تیپ Bو درخروجی اینورترهای سه فاز ازکلید مینیاتوری سه پل (3p) استفاده می شود .

SOLAR ENERGY

fppt.com

تابلو توزیع AC

- جریان کلیدهای مینیاتوری انتخاب شده باید حداقل ۲۵ درصد بیشتراز جریان AC نامی اینورتر باشد.

- درصورت پیش بینی ونصب SPD دراینورتر احتیاج به نصب درتابلو برق نمی باشد.

- درصورت وجود میله صاعقه گیر ویا صاعقه گیرهای خارجی درمحیط نیروگاه کلاس ارسترهای مورد استفاده دربخش AC باید ۱+۲ (B+C)باشد ودرصورت عدم وجود صاعقه گیرخارجی ازارستر نوع ۲ استفاده می شود.

SOLAR ENERGY

fppt.com

تابلو توزیع AC

- باتوجه به هم بندی نول وارت دربخش AC ، استفاده ازارسترهای تک پل درسیستم تکفاز وارسترهای سه پل درسیستم های سه فاز کافی خواهد بود.

- ولتاژکاری ارسترهای مورد استفاده دربخش AC باید حداکثر۲۸۰ ولت AC باشد.

- درصورتی که ازتابلوهای فلزی استفاده شده باشد این تابلوها باید دربرابر خوردگی، زنگ زدگی وشرایط رطوبت محل نصب مقاومت داشته باشد. رنگ تابلوها ازنوع کوره ای ویا الکترواستاتیک باموارد زیرباید باشد:

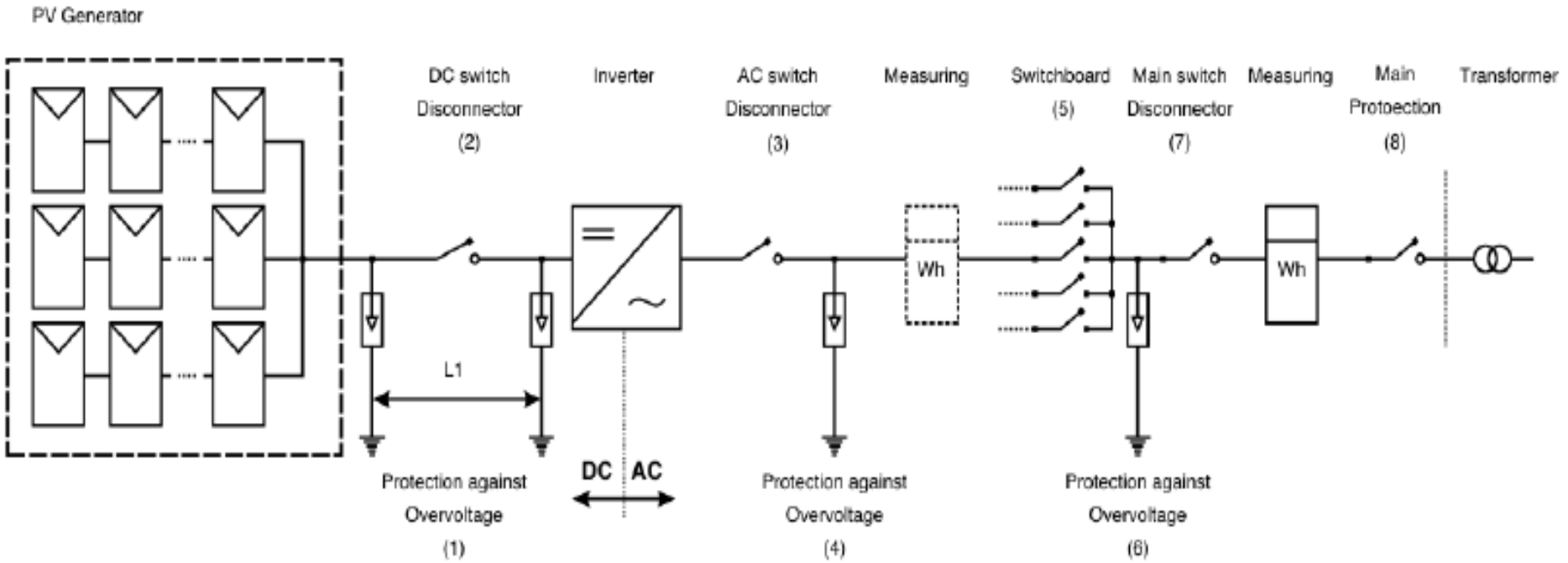
- چربی زدایی (دروان مخصوص)
- اکسید زدایی(دروان مخصوص)
- فسفاته(دروان مخصوص)

SOLAR ENERGY

fppt.com

اتصال به شبکه

- امکان اتصال به شبکه پس ازتایید شرکت توزیع ممکن می باشد



fppt.com

اتصال به شبکه

- درصورتی که انشعاب مشترک متقاضی سه فاز باشد برای سامانه های فتوولتاییک با ظرفیت تجمعی ۵ کیلووات وبالاتر توصیه می گردد سیستم به صورت سه فاز طراحی شود.

- درصورتی که انشعاب تک فاز باشد وظرفیت تجمعی سامانه فتوولتاییک بیش از۵ کیلووات باشد اعلام نظردرمورد تک فازویا سه فازبودن سامانه فتوولتاییک برعهده شرکت توزیع نیروی برق می باشد.

- توصیه می گردد برای اینورترهای ۵ کیلووات نیز از محصولات سه فازاستفاده گردد.

SOLAR ENERGY

fppt.com

SOLAR ENERGY

بخش نهم

نکات کاربردی

fppt.com

Performance Ratio

- معیاری است بر ای تعیین کیفیت یک نیروگاه خورشیدی
- درواقع عبارت است از عملکرد خروجی درسمت AC به توان تیوری که اگر پنلهای واقع درنیروگاه تمام انرژی خورشیدی را به صورت مفیدبه الکتریسته تبدیل کند. دراستاندارد زیراطلاعات جامعترذکرشده است.

- IEC 61724 “Photovoltaic system performance monitoring—Guidelines for measurement data exchange and analysis.”

$$PR = \frac{AC\ Yield\ (kWh) \times 1\ \left(kW/m^2\right)}{DC\ Installed\ Capacity\ (kWp) \times Plane\ of\ Array\ Irradiation(kWh/m^2)} \times 100\%$$

fppt.com

Performance Ratio

- درواقع PR کمیتی است که تلفات کلی را نسبت به ظرفیت نامی نیروگاه مشخص می کند.

این تلفات عبارتند از : تلفات ناشی در پنلها، اینورترها، کابلهاو..

تلفات ناشی از سایه ، گرد وغبار ، برف و...

دریک سیستم نیروگاهی متداول PR از ۷۷ درصد درتابستان تا ۸۶ درصد درزمستان تغییر خواهد کرد.

SOLAR ENERGY

fppt.com

CAPACITY FACTOR

- درواقع این فاکتور ظرفیت عبارت است از :

میزان توان تولیدی واقعی بر توان نامی نصب شده درطول سال

این مقدار در نیروگاه های ثابت عبارت است از : ۱۲ درصدتا ۲٤ درصد

درآلمان عدد ۱۲ متناسب می باشد. درجنوب اسپانیا این مقداربه ۱٦ درصد می رسد و درمناطقی درتایلند و شیلی بین ۱۸ تا ۲۲ درصد نیزگزارش شده است.

$$CF = \frac{Energy\ generated\ per\ annum\ (kWh)}{8760\ (hours/annum) \times Installed\ Capacity\ (kWp)}$$

SOLAR ENERGY

fppt.com

PR and CAPACITY FACTOR

- در واقع PR معیاری است که عوامل محیطی مثل دما، تابش وغیره را درنظرمی گیردولی CF این موارد رانادیده می گیرد.

Performance Ratio (PR) of a plant for a period of time =Energy measured(kWh)/(Irradiance(kWh/m2) on the panel x Active area of PV module(m2) x PV module efficiency)

*Capacity Utilisation Factor(CUF) =Energy measured (kWh) / (365*24*installed capacity of the plant).*

fppt.com

PR and CAPACITY FACTOR

PR can be used as a tool to compare different solar PV systems with each other – even if they are located at different locations since all environmental factors will be taken into account. Therefore only the design and the ability of the system to convert solar energy into electrical energy will be compared with each other.

بنابراین تنها پارامتری که مارا متقاعد می کند تا بتوانیم چندین نیروگاه را با توجه به شرایط محیطی و دیگرپارامترها بسنجیم. PR می باشد.

SOLAR ENERGY

fppt.com

PR and CAPACITY FACTOR

Formula for manual calculation of the performance ratio	
PR =	$\frac{\text{Actual reading of plant output in kWh p.a.}}{\text{Calculated, nominal plant output in kWh p.a.}}$

Formula for calculation of the nominal plant output
Annual incident solar irradiation at the generator surface of the PV plant x relative efficiency of the PV plant modules

تابش سالانه خورشید برسطح نیروگاه ضربدر راندمان نسبی

fppt.com

مثال

SOLAR ENERGY

- Analysis period: 1 year
- Measured average solar irradiation intensity in 1 year: 120 kWh/m^2
- Generator area of the PV plant: 10 m^2
- Efficiency factor of the PV modules: 15 %
- Electrical energy actually exported by plant to grid: 110 kWh

fppt.com

PR and CAPACITY FACTOR

The irradiation values measured on location yields an average solar irradiation for the entire analysis period of 120 kWh/m^2. This irradiation value is extrapolated to the modular area of the PV plant as follows:

Irradiation value in kWh/m^2 x plant area in m^2 = 120 kWh/m^2 x 10 m^2 = 1,200 kWh

In order to subsequently calculate the nominal plant output, the irradiation value for the PV plant is multiplied by the modular efficiency:

1,200 kWh x 15 % = 1,200 kWh x 0.15 = 180 kWh

برای تعیین میزان تابش سالیانه کافی است این مقداررادریک روزبدست آور ید بعد درتعدادروزهای ماه ضرب کنید. برای تمام ماهها انجام دهید .باهم جمع نمایید و بر۱۲ تقسیم کنید تا عدد مناسب بدست آید.

the following result is obtained:

$$PR = \frac{110\ kWh}{180\ kWh} = \text{approx. } 0.61 = \text{approx. } 61\ \%$$

AR ENERGY

fppt.com

EPC Contracts

یک قرارداد محکم برای epc باید شامل موارد زیر باشد:

۱-محدوده همکاری قرارداد کلید دردست

۲-قیمت ثابت تکمیل شده

۳-تاریخ ثابت

٤- محدودیت در توانایی مطالبات پیمانکارتمدید زمان و هزینه های اضافی

٥-گارانتی PR

٦-خسارت و جریمه برای تاخیر و کارایی

۷-امنیت مالی ازطرف پیمانکار و ضمانتامه ها

۸-ضمانت نقض

SOLAR ENERGY

fppt.com

EPC Contracts

The contractor's scope of work should include all supervision, management, labor, plant equipment, temporary works and materials required to complete the works, including:

Plant design.

- PV modules.
- Inverters.
- Mounting structures, including piled or ballasted foundations.
- DC cabling.
- AC cabling.
- Switchgear.
- Transformers.
- Grid connection interface.

SOLAR ENERGY

fppt.com

EPC Contracts

SOLAR ENERGY

- Earthling and lightning protection.
  Substation building.
- Metering equipment.
- Monitoring equipment.
- Permanent security fencing.
- Permanent security system.
- Temporary onsite security during construction.
- Temporary and permanent site works, including provision of water and power.
- Permanent access tracks (both internal and external).
- Site drainage.
- Plant commissioning.
- Handover documentation (including as-built drawings, O&M manual and commissioning certificates).
- Spare parts package.

fppt.com

SOLAR ENERGY

Typical EPC Payment Schedule

Table 17: Typical EPC Payment Schedule

Payment	Payment Due Upon	Percent of Contract Price
1	Advance payment (commencement date)	10-20
2	Civil works completed	10-20
3	Delivery of components to site (usually on a pro-rata basis)	40-60
4	Modules installed	5-15
5	Grid connection achieved (energisation)	5-15
6	Mechanical completion	5-10
7	Provisional acceptance—plant	5-10

www.parkramfan.com

fppt.com

SOLAR ENERGY

بخش یازدهم

اشتباهات رایج

fppt.com

اشتباهات رایج (۱)

درصورتی که پیرانومتر خاکی باشد باعث می گردد PRپروژه اشتباه بدست آید. بنابراین مکان نصب آن باید بنحوی باشد که مانع برای سایه اندازی وجود نداشته باشد و همیشه کالیبره و تمیز باشد.

SOLAR ENERGY
fppt.com

اشتباهات رایج (۲)

خاک برروی پنلها باعث می گردد تا راندمان آن پایین بیاید. حتی باعث رشد گیاهان وسایه اندازی می شود.

SOLAR ENERGY
fppt.com

اشتباهات رایج (۳)

باران های فصلی ازجمله باران های موسمی باعث می شود دسترسی وسایل نقلیه سخت شود و ساخت وسازبه تعویق بیفتد برای همین ازکارکردن دراین مواقع باید پرهیزشود ویا اینکه آبراه هایی احداث شود تا از توقف کارجلوگیری گردد.

SOLAR ENERGY
fppt.com

اشتباهات رایج (۵)

مدیریت بازیافت ضعیف باعث آلودگی و ازبین رفتن محیط و بیماری می شود.

SOLAR ENERGY
fppt.com

اشتباهات رایج (۶)

طراحی نادرست باعث می شود تا سازه ها دارای افتادگی باشند و همه آنها دارای چیدمان نامنظم باشند.

SOLAR ENERGY
fppt.com

اشتباهات رایج (۷)

طراحی نادرست باعث می شود تا اصلاح سازه ها و تجهیزات دارای هزینه دوباره کاری گردد.

SOLAR ENERGY
fppt.com

اشتباهات رایج (۸)

عدم فنس کشی وحصارکشی باعث ورود دام به محوطه نیروگاه وایجاد خسارت گردد.

SOLAR ENERGY
fppt.com

اشتباهات رایج (۹)

طراحی ضعیف درپایه استراکچر وعدم استفاده از پیچ و مهره مناسب باعث ناپایداری آن و عدم استقامت دربرابر بارهای سنگین شود.

SOLAR ENERGY
fppt.com

اشتباهات رایج (۱۰)

ایجاد نیروگاه درمسیرسیلاب که باعث فرسایش زمین نیروگاه شود اشتباه می باشد.

SOLAR ENERGY
fppt.com

اشتباهات رایج (۱۱)

عدم قرارداد تعمیرو نگهداری باعث نشستن خاک برروی پنلها ودرنتیجه کاهش راندمان آن می شود. همچنین عدم نصب مناسب مطابق شکل باعث سایه اندازی می گردد.

SOLAR ENERGY
fppt.com

اشتباهات رایج (۱۲)

عدم قرارداد تعمیرو نگهداری باعث نشستن خاک برروی پنلها ودرنتیجه کاهش راندمان آن می شود. همچنین عدم نصب مناسب مطابق شکل باعث سایه اندازی می گردد.

SOLAR ENERGY
fppt.com

اشتباهات رایج (۱۳)

سیم ها وکابلها باید تمیز نگه داشته شود و با بست کمربندی متصل گردد و شعاع خمش کابل رعایت گردد.

SOLAR ENERGY
fppt.com

اشتباهات رایج (۱۴)

گلندها بایاد کاملا محکم و چسبیده باشند تا ازلغزش جلوگیری شود

SOLAR ENERGY
fppt.com

اشتباهات رایج (۱۵)

مکان های ورودی تمام لوله های پلاستیکی با مواد مناسبی مانند فوم جهت جلوگیری ازورود آب وجوندگان بسته شود.

SOLAR ENERGY
fppt.com

اشتباهات رایج (۱۷)

برای جلوگیری ازسایه اندازی تمامی پوشش های گیاهای حذف گردند.

SOLAR ENERGY
fppt.com

قسمت های مختلف مربوط به نیروگاه های مقیاس بزرگ

www.parhamfar.com

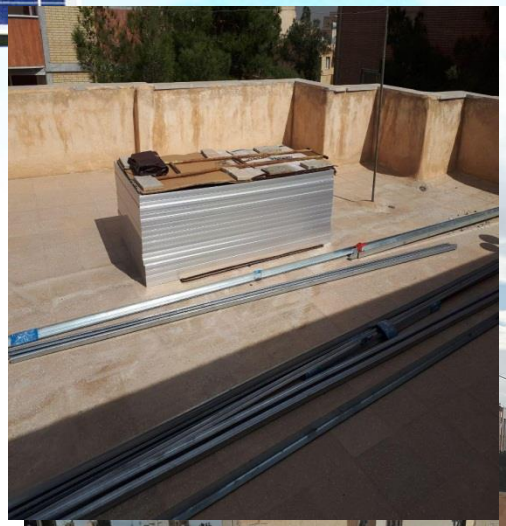
بخش دوازدهم

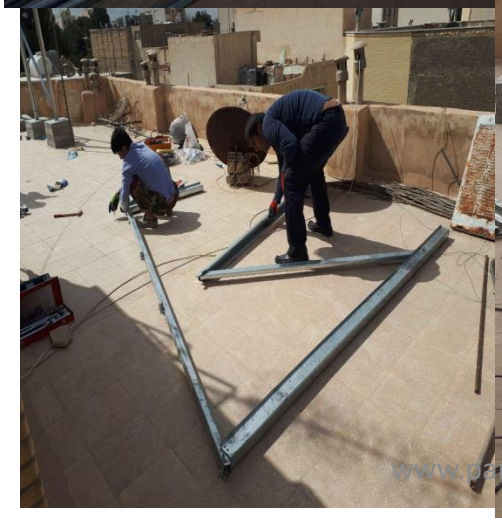
SOLAR ENERGY

عکس های مربوط به پروژه و نکات لازم

fppt.com

پروژه ۵ کیلووات





SOLAR ENERGY

fppt.com

پروژه ۵ کیلووات

fppt.com

پروژه ۵ کیلووات

fppt.com

پروژه ۵ کیلووات

پروژه ۵ کیلووات

SOLAR ENERGY

fppt.com

پروژه ۵ کیلووات

fppt.com

پروژه ۵ کیلووات

SOLAR ENERGY

fppt.com

پروژه ۵ کیلووات

SOLAR ENERGY

www.parhamfar.com

fppt.com

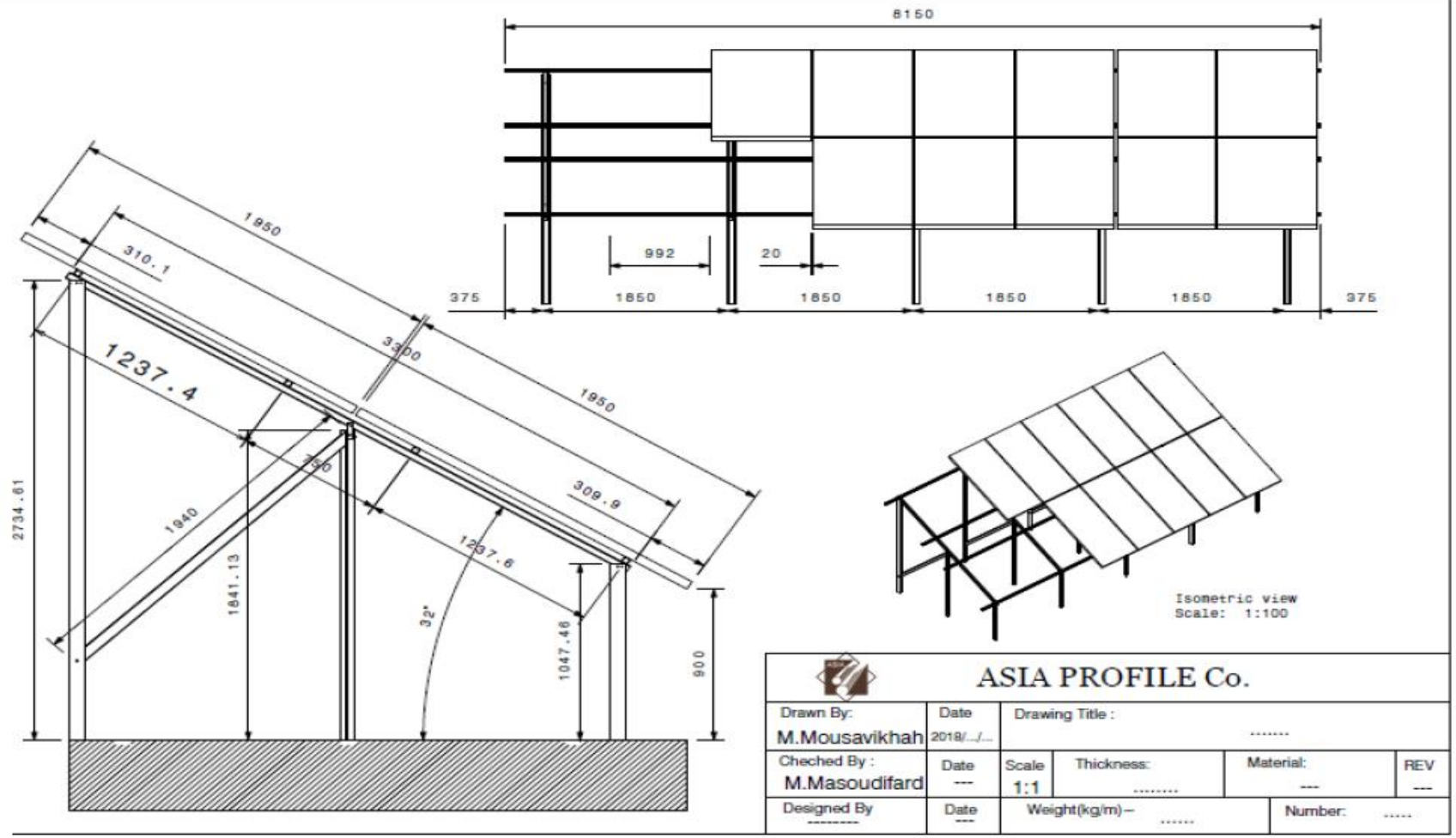
پروژه ۵ کیلووات

SOLAR ENERGY

www.parhamfar.com

fppt.com

پروژه ۵ کیلووات



پروژه ۵ کیلووات

معرفی پروژه

۱. پروژه مربوط به سازه خورشیدی خانگی می باشد.

۲. سرعت باد ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت در نظر گرفته شده است.

۳. منطقه با تراکم ساختمان شهری است.

۴. آنالیز وطراحی سازه با نرم افزار SAP انجام شده است.

۵. آیین نامه بارگذاری طبق مبحث ششم مقررات ملی ساختمان و استاندارد سازمان ملی ۲۱۵۶۸ است.

۶. سازه دارای دو دهانه به طول ۱/۳۵ متر و ۵ قاب با فاصله ۱/۸۵ متر تشکیل شده است.

۷. زاویه پنل ها : ۳۲ درجه

۸. ابعاد پنل 1950×992×35 mm

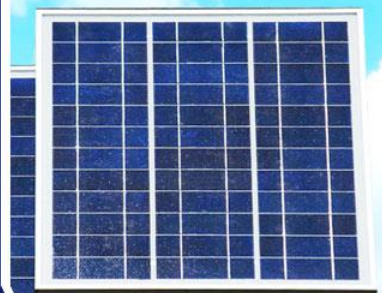
۹. تعداد پنل ها : 8×2

مشخصات مصالح فولادی	
جرم واحد حجم(M)	800 $Kg.S^2/m^4$
وزن واحد حجم	7850 Kg/m^3
مدول الاستیسیته(E_s)	$2.1*10^6$ Kg/cm^2
تنش تسلیم فولاد(F_y)	2400 Kg/cm^2
تنش نهایی فولاد(F_u)	3700 Kg/cm^2

www.parhamfar.com

fppt.com

پروژه ۵ کیلووات

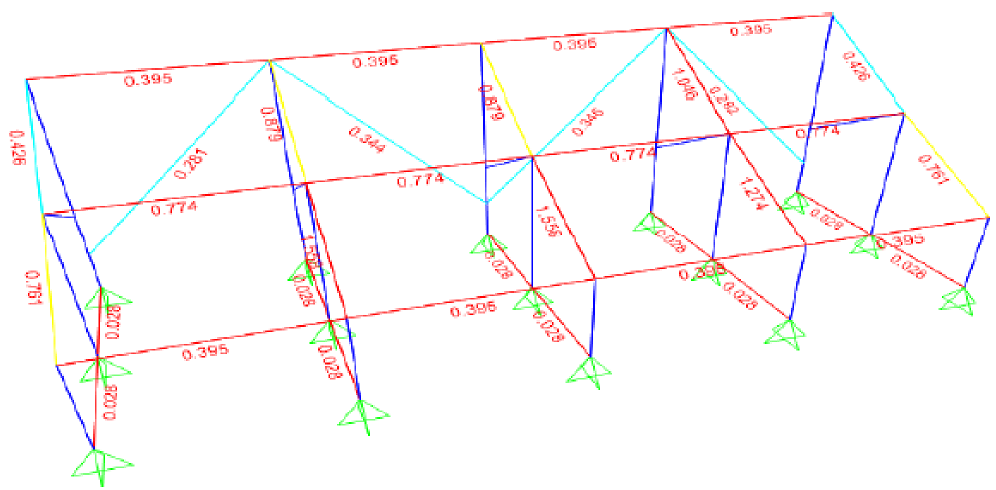


جدول ۱- شرایط بارگذاری و ترکیب بارها

شرایط بارگذاری		دسته بندی	
		منطقه عمومی[1]	منطقه با بارش برف سنگین[1]
بلند مدت	ساکن	G	G
	برف		G + 0.7S
کوتاه مدت	برف	G + S	G + S
	طوفان	G + W	S + W
			G + 0.35S + W
	زمین لرزه	G + K	G + 0.35S + K

fppt.com

پروژه ۵ کیلووات



شکل ۳– Cold -Framed steel P-M Interaction Ratios (AISI-LRFD96)

پروژه ۵ کیلووات

Simulation variant : **New simulation variant**

Simulation date 01/02/18 11h41

Simulation parameters

Collector Plane Orientation	Tilt	32°	Azimuth	0°
Models used	Transposition	Perez	Diffuse	Perez, Meteonorm
Horizon	Free Horizon			
Near Shadings	According to strings		Electrical effect	100 %

PV Array Characteristics

PV module Original PVsyst database	Si-poly	Model	**JAP6-72-320/3BB**	
		Manufacturer	JA Solar	
Number of PV modules		In series	8 modules	In parallel 2 strings
Total number of PV modules		Nb. modules	16	Unit Nom. Power 320 Wp
Array global power		Nominal (STC)	**5.12 kWp**	At operating cond. 4850 Wp (38°C)
Array operating characteristics (50°C)		U mpp	285 V	I mpp 17 A
Total area		Module area	**31.0 m²**	Cell area 28.0 m²

Inverter Original PVsyst database		Model	**blueplanet 5.0 TL1 - US**	
		Manufacturer	Kaco new energy	
Characteristics		Operating Voltage	125-550 V	Unit Nom. Power 5.00 kWac
Inverter pack		Nb. of inverters	2 * MPPT 50 %	Total Power 5.0 kWac

PV Array loss factors

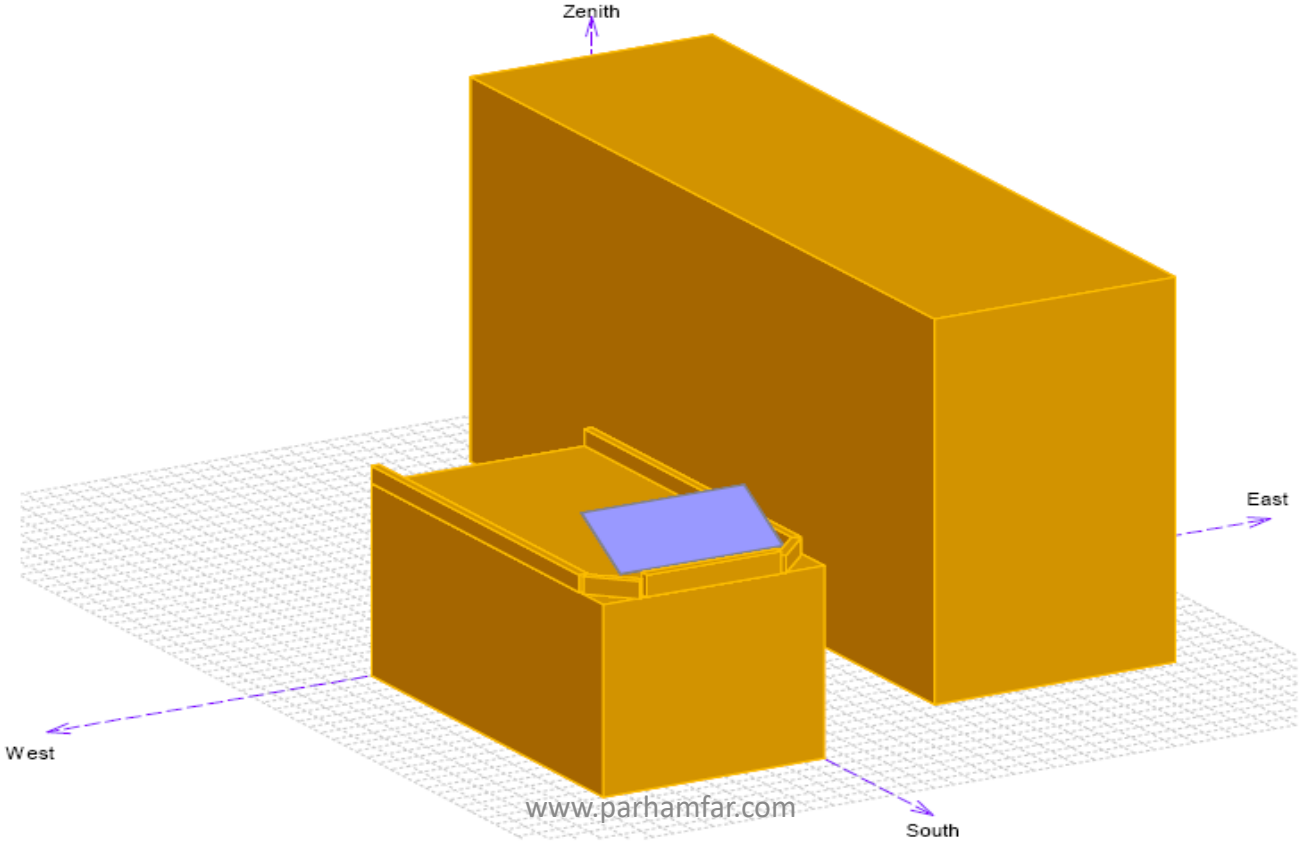
Array Soiling Losses			Loss Fraction	3.0 %
Thermal Loss factor	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s
Wiring Ohmic Loss	Global array res.	266 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
Serie Diode Loss	Voltage Drop	0.7 V	Loss Fraction	0.2 % at STC
LID - Light Induced Degradation			Loss Fraction	2.0 %

www.noorsharif.com

پروژه ۵ کیلووات

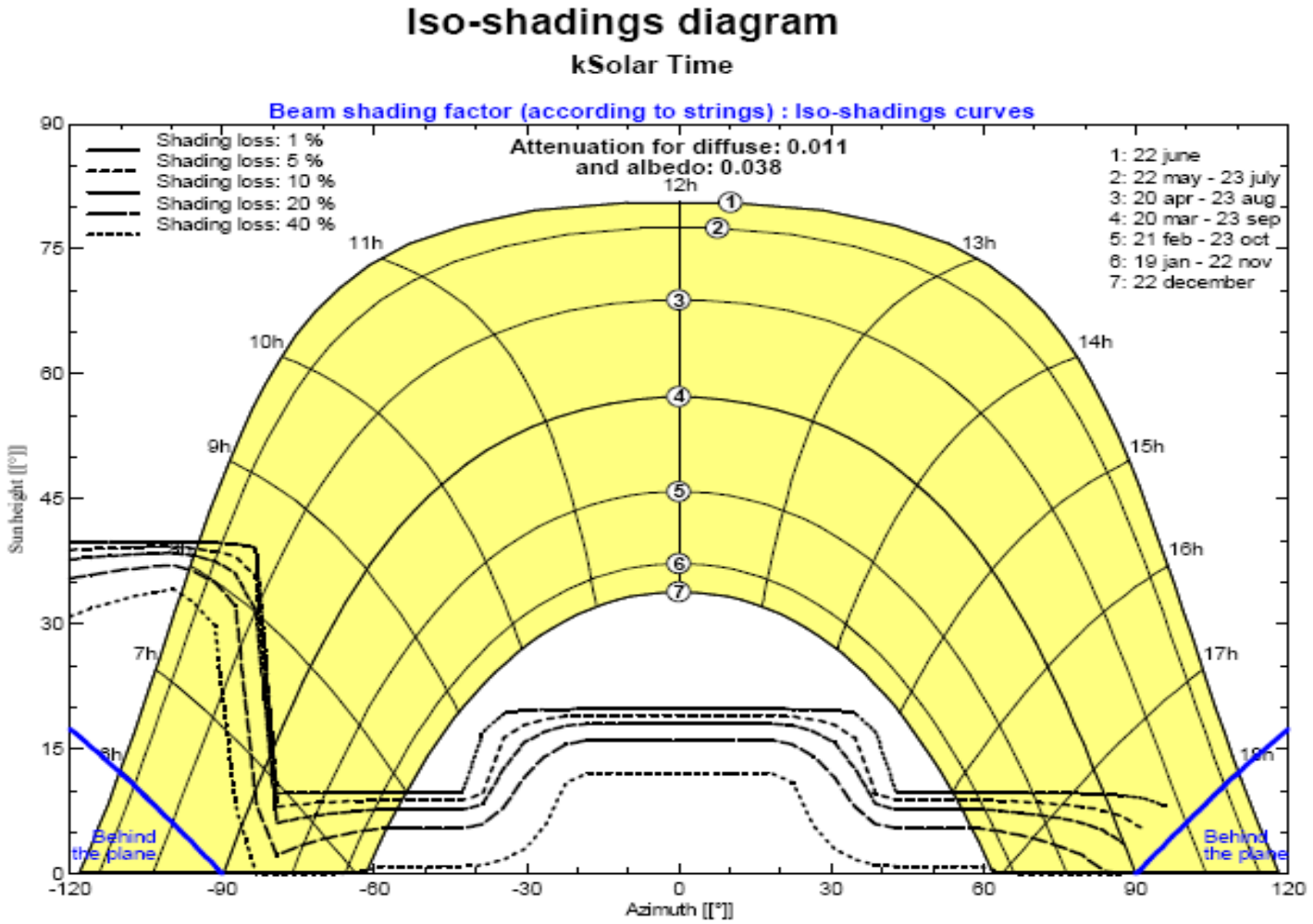
Near Shadings	According to strings		Electrical effect	100 %
PV Field Orientation	tilt	32°	azimuth	0°
PV modules	Model	JAP6-72-320/3BB	Pnom	320 Wp
PV Array	Nb. of modules	16	Pnom total	**5.12 kWp**
Inverter	Model	blueplanet 5.0 TL1 - US	Pnom	5.00 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)			

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



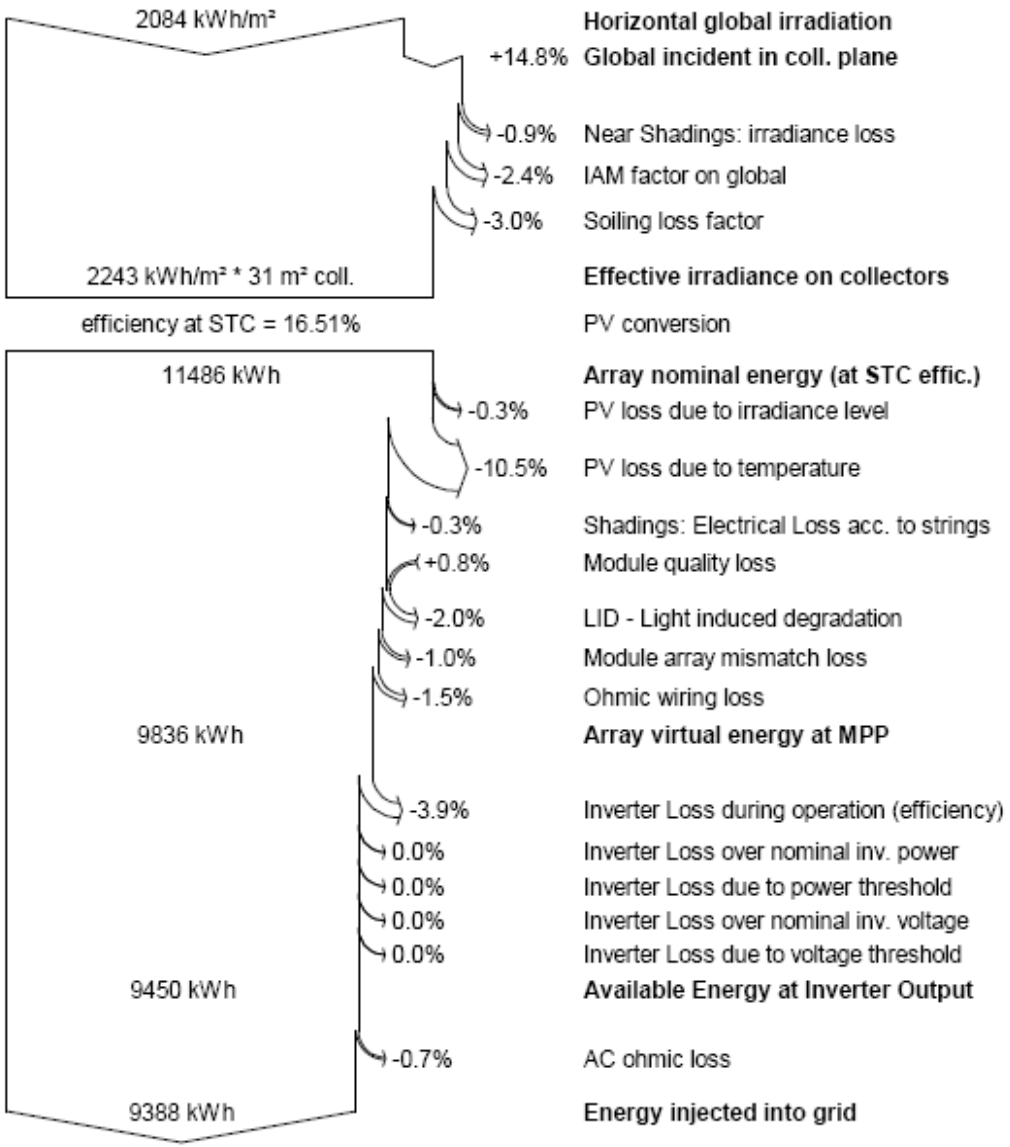
پروژه ۵ کیلووات

South



پروژه ۵ کیلووات

Loss diagram over the whole year



پروژه ۱۵ کیلووات

SOLAR ENERGY

www.parhamjar.com

fppt.com

پروژه ۱۵ کیلووات

SOLAR ENERGY

www.parhamfar.com

fppt.com

پروژه ۱۵ کیلووات

www.parhamfar.com

fppt.com

پروژه ۱۵ کیلووات

SOLAR ENERGY

fppt.com

پروژه ۱۵ کیلووات

SOLAR ENERGY

fppt.com

پروژه ۱۵ کیلووات

SOLAR ENERGY

www.parhamfan.com

fppt.com

SOLAR ENERGY