

MONTAGEM DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS: ROTEIROS DE PRÁTICAS

JOSÉ SOARES BATISTA LOPES



2022

MONTAGEM DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS: ROTEIROS DE PRÁTICAS

JOSÉ SOARES BATISTA LOPES



2022

DIAGRAMAÇÃO
José Soares Batista Lopes
CAPA
José Soares Batista Lopes
ILUSTRAÇÕES
canva.com
ÍCONES DA CAPA
canva.com

FICHA CATALOGRÁFICA

Catálogo da publicação na fonte elaborada pelo Bibliotecário
Cícero Filho Tavares – CRB: 15/511

Lopes, José Soares Batista
L864m Montagem de sistemas fotovoltaicos: roteiros de práticas /José
Soares Batista Lopes. – Parnamirim, 2022.
45 p. : il. Collor ;

ISBN: 978-65-00-48859-3

1. Sistemas Fotovoltaicos. 2. Placa Fotovoltaicas. 3. Roteiros
Práticos. 4. Programação I Lopes, José Soares Batista. II. Título.

CDU 621.472

CONTATO

Edição eletrônica: E-books
Linha Editorial: Tecnologias
(Ciências aplicadas)
Disponível para download em:
<http://memoria.ifrn.edu.br>

• Prof. Dr. José Soares Batista Lopes
• IFRN - Campus Parnamirim
• Rua Antônia de Lima Paiva, 155 -
• Bairro Nova Esperança, Parnamirim
• CEP: 59143-455
• jose.soares@ifrn.edu.br





SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| INTRODUÇÃO..... | 05 |
| DICAS DE BOAS PRÁTICAS..... | 07 |
| ATIVIDADE PRÁTICA 1 - LIGAÇÃO ELÉTRICA DAS PLACAS FOTOVOLTAICAS | 19 |
| ATIVIDADE PRÁTICA 2 - MONTAGEM DO STRINGBOX DC | 24 |
| ATIVIDADE PRÁTICA 3 - CRIMPAGEM DOS CONECTORES MC4 | 31 |
| PROPOSTA DE CHEKLIST PARA O INSTALADOR DO SISTEMA FOTOVOLTAICO | 35 |
| DICAS DE MONTAGEM DOS MÓDULOS..... | 38 |
| FOTOVOLTAICOS NO TELHADO COLONIAL | |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 44 |



INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

O e-book "Montagem de sistemas fotovoltaicos: roteiros de práticas" foi idealizado com o objetivo de facilitar os roteiros para os alunos do curso de Montagem de Sistemas Fotovoltaicos.

Agradeço ao Programa para Desenvolvimento em Energias Renováveis e Eficiência Energética na Rede Federal - Energif pelas ações de eficiência energética e a geração de energia por meio de fontes renováveis através de pesquisa e da formação de profissionais para esses setores.



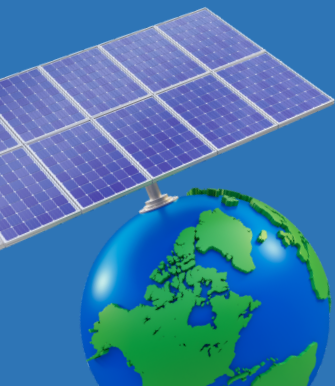
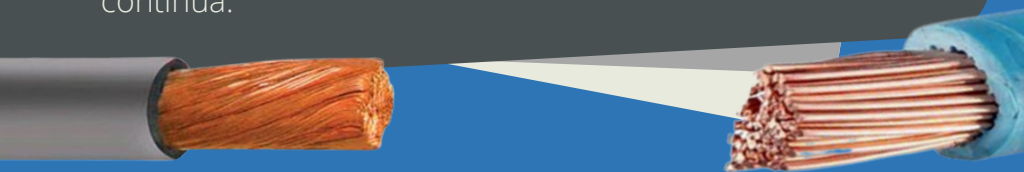
DICAS DE BOAS PRÁTICAS





Os cabos flexíveis unipolares sem cobertura não podem ser utilizados em sistemas fotovoltaicos no lado corrente contínua

De acordo com a norma **NBR NM-274** os cabos flexíveis isolados com borracha de silicone unipolares sem cobertura e multipolares com cobertura, resistentes ao calor para tensões nominais até 450/750V não são adequados em sistemas fotovoltaicos para corrente contínua.





Cuidado com os conectores MC4

Ao fazer a crimpagem com o conector MC4 o instalador deve garantir a vedação do conector utilizando ferramentas adequadas para garantir a isolação.

- **Não** permita a entrada de água ou umidade enquanto o conector estiver aberto.
- **Não** introduza partes metálicas no interior do conector.
- **Não** desconecte os conectores sob carga! Pode ocorrer arco voltaico.





Transporte dos módulos

Não transporte os módulos carregando sobre a cabeça, pois pode danificar as células fotovoltaicas.

Não transporte sozinho os módulos, pois tem o risco de entortar as bordas ou de cair.

Sempre transporte com auxílio de um colega de trabalho.





Não solde os conectores MC4

De acordo com a norma ABNT NBR 5410:2004, 6.2.8.10 É **vedada a aplicação de solda a estanho** na terminação de condutores, para conectá-los a bornes ou terminais de dispositivos ou equipamentos elétricos.





Amarração dos cabos na estrutura

Não utilize abraçadeiras metálicas para prender os cabos solares na estrutura.

Use abraçadeiras de nylon com proteção UV.





NR-35

Siga a norma NR-35 em atividades executadas acima de 2 metros do nível inferior, onde haja risco de queda. No link abaixo você pode encontrar a norma comentada.





Futuras manutenções

As figuras abaixo mostram dois exemplos de telhados com os módulos fotovoltaicos instalados. Um 100% de ocupação e o outro com espaços para o deslocamento sobre o telhado. O telhado com 100% de ocupação por módulos inviabiliza ou dificulta as futuras manutenções e a sua limpeza.





Não faça isso!

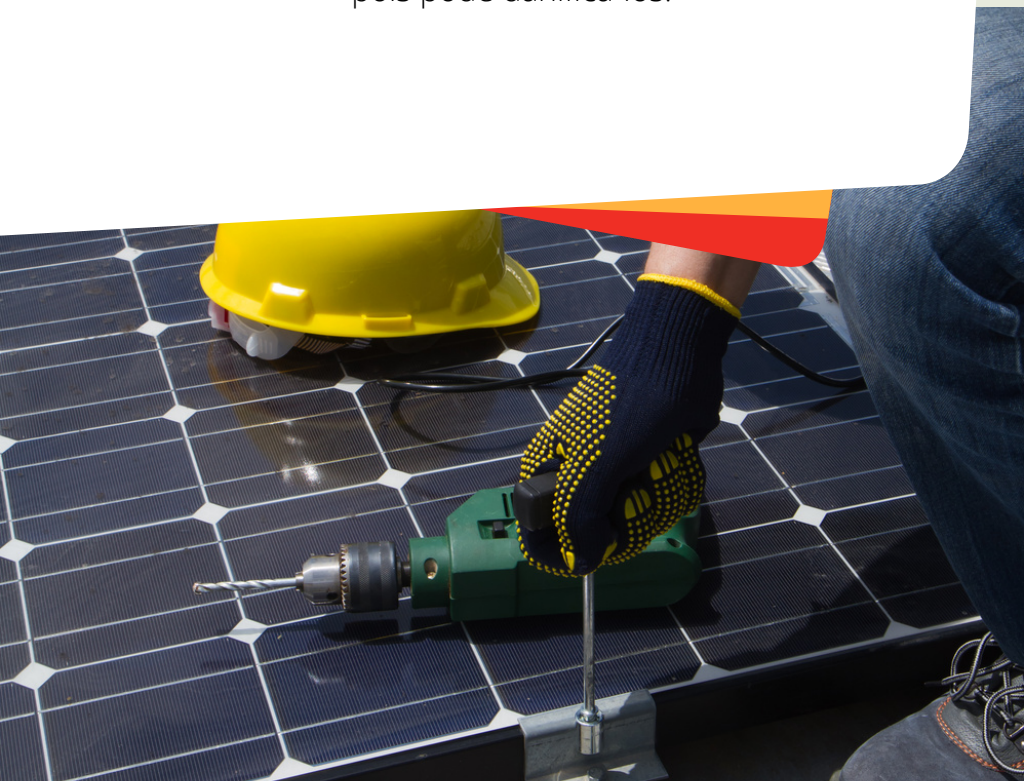
Nunca pise ou fique parado nos módulos fotovoltaicos, pois pode causar microfissuras nas células e comprometer a confiabilidade do módulo.





Não faça isso!

Não deixe ferramentas sobre os módulos fotovoltaicos, pois pode danificá-los.

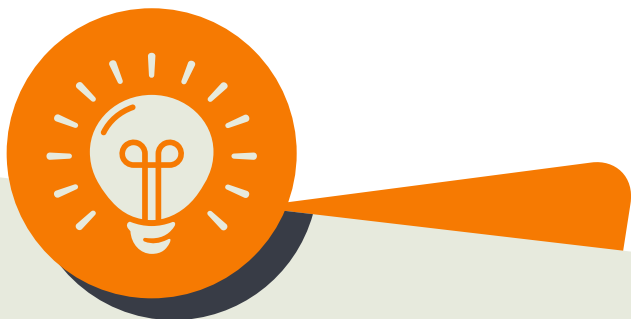




Limpeza dos módulos

Programa a limpeza nos módulos para garantir a eficiência na geração de energia elétrica.





Equipamentos de Proteção Individual básico para as instalações Fotovoltaicas

De acordo com a NR-6 (Norma para Equipamentos de Proteção Individual - EPI), NR-10 (Norma para Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade) e NR-35 (Norma para Trabalho em Altura)

- Bota de segurança de borracha [NR-10]
- Luvas poliamida [NR-10]
- Óculos de segurança com lentes escuras para o serviço no sol [NR -10]
- Capacete com alça jugular [NR-10]
- Cinto de segurança tipo paraquedista [NR-35]
- Talabarte [NR-35]
- Protetor solar



A photograph of a red-tiled roof with several blue solar panels mounted on it. The panels are arranged in rows and are secured with metal brackets. The sky is visible in the background, showing some light clouds. A blue arrow-shaped graphic points to the right, containing the text.

ATIVIDADE PRÁTICA 1 - LIGAÇÃO ELÉTRICA DAS PLACAS FOTOVOLTAICAS

ATIVIDADE PRÁTICA 1 - LIGAÇÃO ELÉTRICA DAS PLACAS FOTOVOLTAICAS

ALUNO1: _____ DATA: _____

ALUNO2: _____ DATA: _____

ALUNO3: _____ DATA: _____

ALUNO4: _____ DATA: _____

1. ORIENTAÇÕES

O aluno deve realizar as ligações de acordo com o layout proposto.

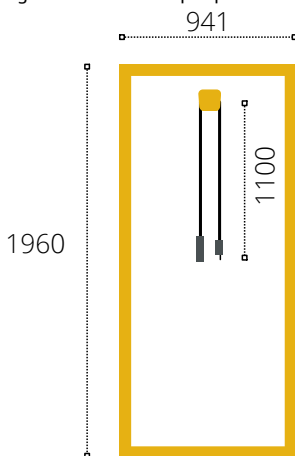
2. OBJETIVO

Encontrar a solução da ligação elétrica de acordo com o Layout elétrico para obter economia de cabos solares.

3. MODOS DE CONFIGURAÇÃO DA PLACA PARA OBTER ECONOMIA DE CONDUTORES

O tamanho do módulo padrão para a prática seguirá as dimensões do exemplo, fig 1.

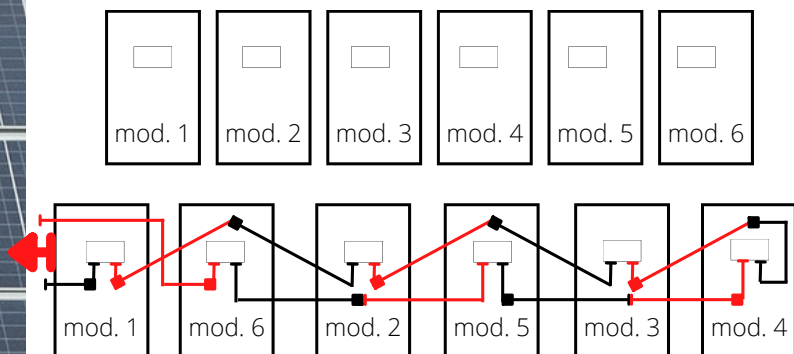
Fig 1 - Dimensão proposta do módulo.



ATIVIDADE PRÁTICA 1 - LIGAÇÃO ELÉTRICA DAS PLACAS FOTOVOLTAICAS

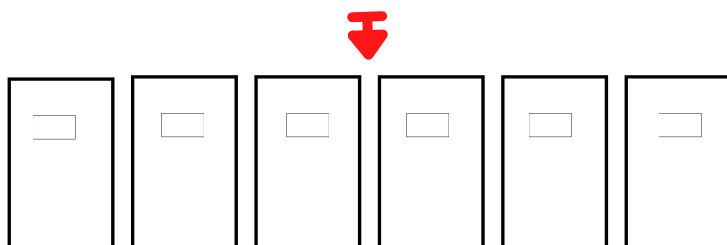
Exemplo de ligação leap frog, figura 2.

Fig 2 - Arranjo de ligação elétrica.



3.1 (Configuração 1) Considere um inversor com 1 entrada. A seta indica o ponto de acesso para a stringbox CC. Enumere as placas e efetue a ligação entre as placas fotovoltaicas. De acordo com a orientação proposta para as placas. Realize a ligação elétrica (polaridade positiva e negativa das placas).

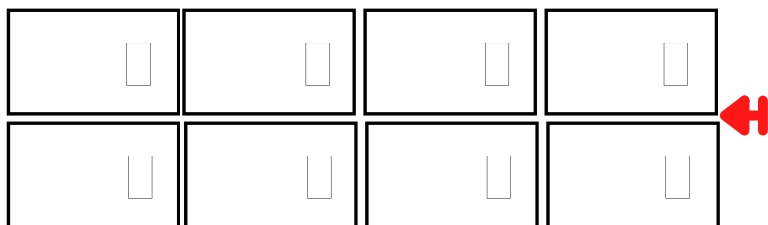
Fig 3 - Layout dos módulos para ligação em série para a configuração 1.



ATIVIDADE PRÁTICA 1 - LIGAÇÃO ELÉTRICA DAS PLACAS FOTOVOLTAICAS

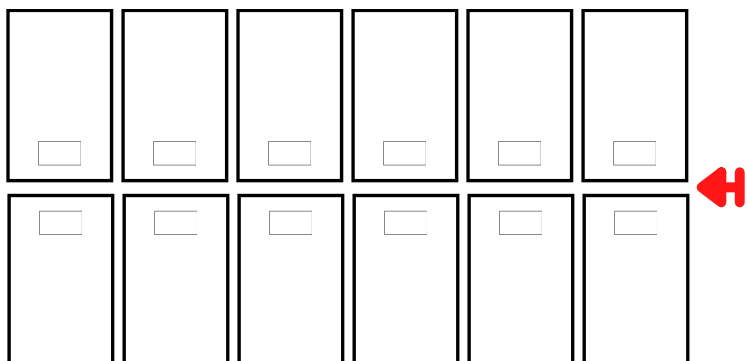
3.2 (Configuração 2) Considere um inversor com 1 entrada. A seta indica o ponto de acesso para o stringbox DC. Enumere as placas e efetue a ligação entre as placas fotovoltaicas. Realize a ligação elétrica (polaridade positiva e negativa das placas).

Fig 4 - Layout dos módulos para ligação em série para a configuração 2.



3.3 (Configuração 3) Considere um inversor com 1 entrada. A seta indica o ponto de acesso para o stringbox DC. Enumere as placas e efetue a ligação entre as placas fotovoltaicas. Realize a ligação elétrica (polaridade positiva e negativa das placas).

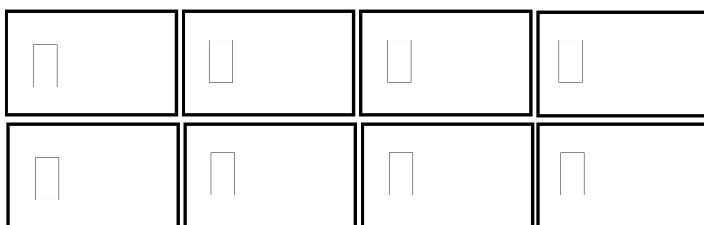
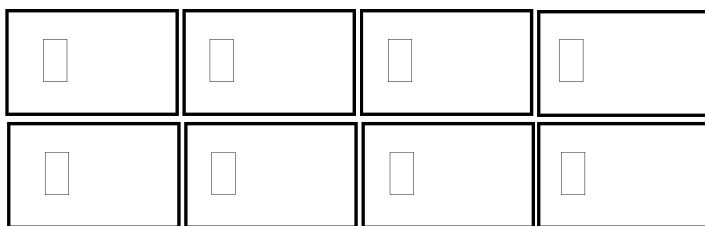
Fig 5 - Layout dos módulos para ligação em série para a configuração 3.




ATIVIDADE PRÁTICA 1 - LIGAÇÃO ELÉTRICA DAS PLACAS FOTOVOLTAICAS

3.4 (Configuração 4) Considere um inversor com 2 entradas. A seta indica o ponto de acesso para o stringbox DC. Enumere as placas e efetue a ligação entre as placas fotovoltaicas. Realize a ligação elétrica (polaridade positiva e negativa das placas).

Fig 6 - Layout dos módulos para ligação em série para a configuração 4.





**ATIVIDADE PRÁTICA 2 -
MONTAGEM DO STRINGBOX
DC**

ATIVIDADE PRÁTICA 2 - MONTAGEM DO STRINGBOX DC

ALUNO1: _____ DATA: _____

ALUNO2: _____ DATA: _____

ALUNO3: _____ DATA: _____

ALUNO4: _____ DATA: _____

1. ORIENTAÇÕES

O aluno deve seguir as orientações de acordo com o roteiro. Se possível, realizar a montagem prática dos layouts sugeridos pelo professor com as ferramentas adequadas.

2. OBJETIVO

Entender as diversas possibilidades de montagens do StringBox DC e as proteções.

3. FERRAMENTAS NECESSÁRIAS

3.1 Chave de fenda

3.2 Chave philips

3.3 Alicate desencapador

3.4 Alicate Multi uso para eletricitas ou prensa terminais

3.5 Alicate cortador

3.6 Terminal pré-isolado tipo garfo

ATIVIDADE PRÁTICA 2 - MONTAGEM DO STRINGBOX DC

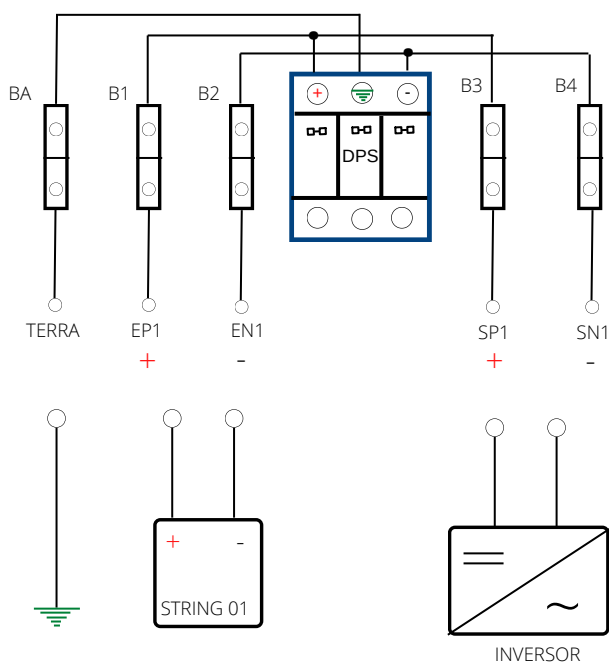
4. CONFIGURAÇÕES DE MONTAGENS

[4.1A] Situação 1 (Montagem) Uma string e uma entrada no inversor. Siga o diagrama elétrico abaixo para a montagem das conexões dos componentes da string.

EP1 – Entrada Positiva 1
SP1 – Saída Positiva 1

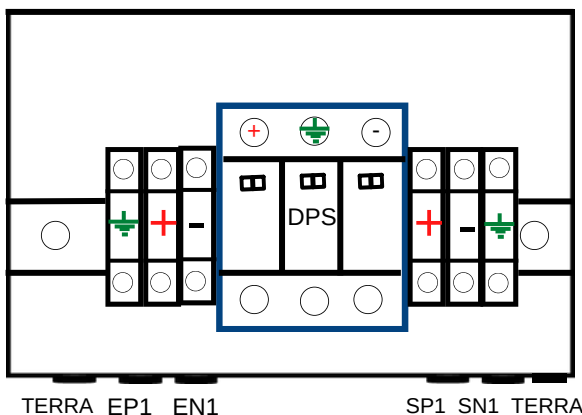
EN1 – Entrada Negativa 1
SN1 – Saída Negativa 1

BA = Borne de Aterramento B1 - B4 = Bornes de conexão
DPS = Dispositivos de Proteção Contra surto

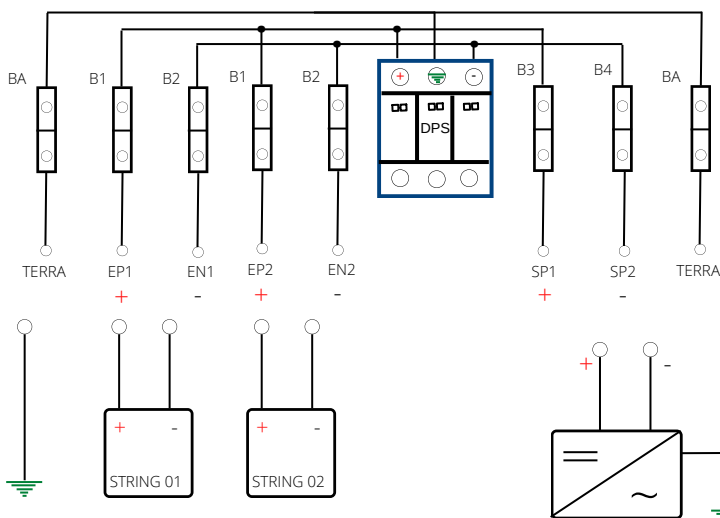


ATIVIDADE PRÁTICA 2 - MONTAGEM DO STRINGBOX DC

[4.1B] Com o auxílio de três canetas com cores diferentes. Realizar a ligação de acordo com o diagrama elétrico 4.1A.

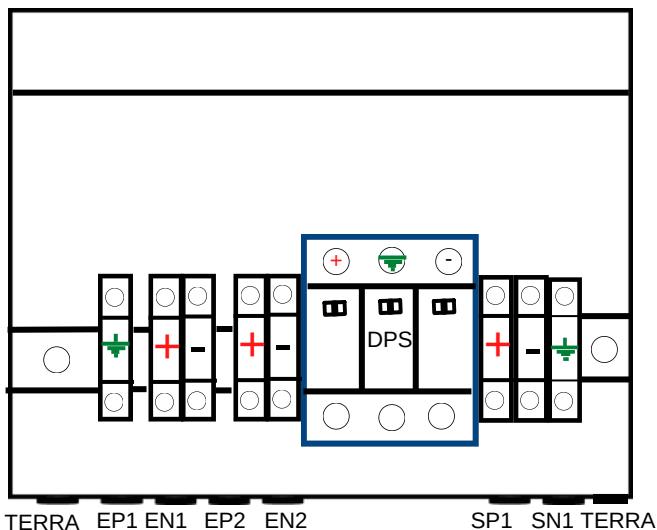


[4.2A] Situação 2 (Montagem) Duas strings e uma entrada no inversor. Siga o diagrama elétrico abaixo para a montagem das conexões dos componentes da string.

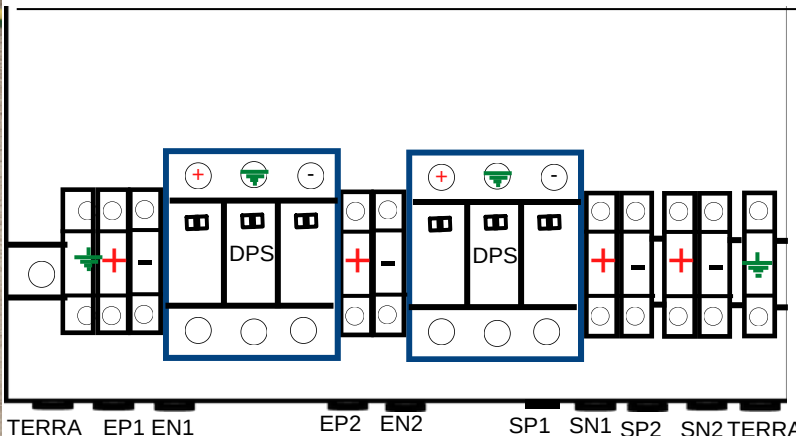


ATIVIDADE PRÁTICA 2 - MONTAGEM DO STRINGBOX DC

[4.2B] Com o auxílio de três canetas com cores diferentes se possível. Realizar a ligação de acordo com o diagrama elétrico 4.2A.

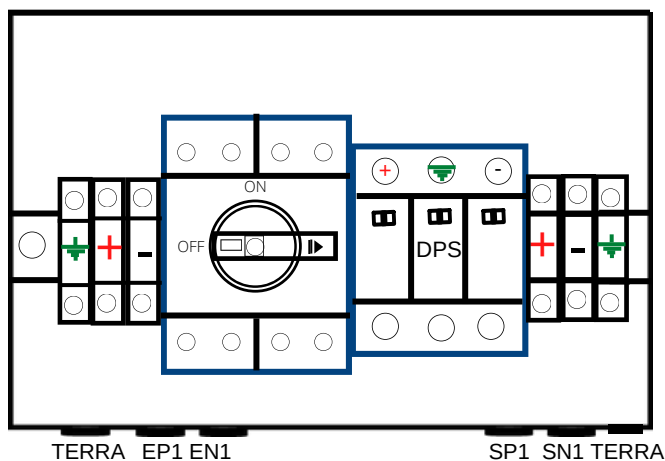
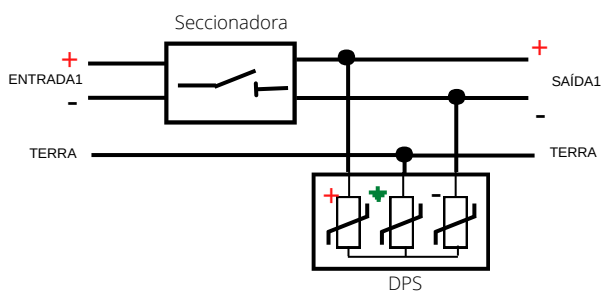


4.3 Situação 3 (Montagem) Duas strings e duas entradas no inversor.



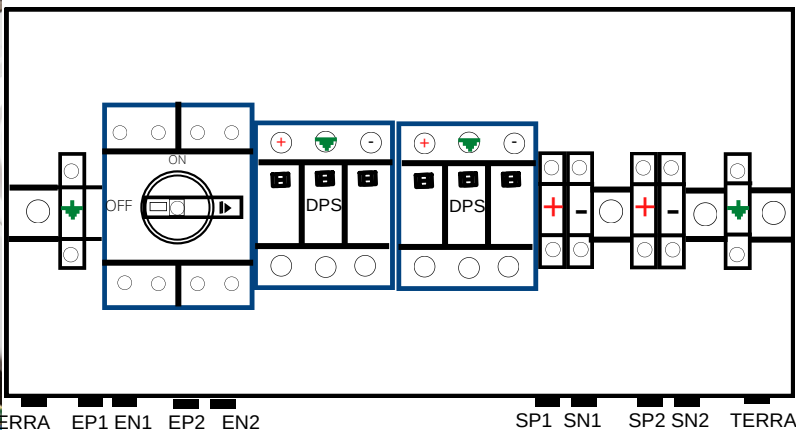
ATIVIDADE PRÁTICA 2 - MONTAGEM DO STRINGBOX DC


4.4 Situação 4 (Montagem) Duas strings e uma entradas no inversor. Siga o diagrama elétrico abaixo para a montagem das conexões dos componentes da string.



ATIVIDADE PRÁTICA 2 - MONTAGEM DO STRINGBOX DC

4.5 Situação 5 (Montagem) Duas strings e duas entradas no inversor. Proponha a ligação elétrica de acordo com as lições da sala de aula e realize as ligações no stringbox dc.





**ATIVIDADE PRÁTICA 3 -
CRIMPAGEM DO CONECTOR
MC4**

ATIVIDADE PRÁTICA 3 - CRIMPAGEM DO CONECTOR MC4

ALUNO1: _____ DATA: _____

ALUNO2: _____ DATA: _____

ALUNO3: _____ DATA: _____

ALUNO4: _____ DATA: _____

1. ORIENTAÇÕES

O aluno deve preparar o cabo para o conector MC4 e grimpar com o auxílio da ferramenta adequada seguindo as recomendações do professor.

2. OBJETIVO

Crimpar o cabo com os conectores MC4 utilizando as ferramentas adequadas.

3. FERRAMENTAS NECESSÁRIAS

3.1 Par de conectores MC4 de 4mm

3.2 Alicate catraca MC4 para Crimpar terminais

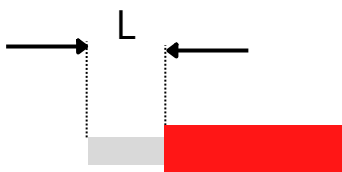
3.3 Alicate desencapador

3.4 Alicate cortador

3.5 2 kit de Chaves para aperto MC4

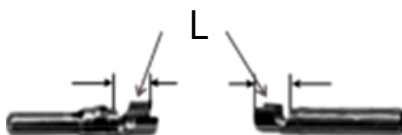
4. ETAPAS PARA A CRIMPAGEM

4.1 Cortar ou decapar o cabo com dimensão “L” para que encaixe no pino macho ou fêmea do conector MC4.



ATIVIDADE PRÁTICA 3 - CRIMPAGEM DO CONECTOR MC4

4.2 Verificar o tamanho da parte decapada: Deve ser suficiente para preencher apenas a parte do terminal que será prensada.



4.3 Posicionar o terminal metálico na abertura adequada da ferramenta de prensar. Fazer ligeira pressão na ferramenta para fixar o terminal



4.4 Inserir o cabo até que o isolamento encoste na aresta do pino metálico.



4.5 Manter o cabo firme na posição e fechar a ferramenta até o final do curso.

Obs: A ferramenta normalmente só abre após ter chegado ao final do curso. Caso seja necessário abrir antes de chegar ao final do curso, existe um parafuso "emergency opening".



ATIVIDADE PRÁTICA 3 - CRIMPAGEM DO CONECTOR MC4

4.6 A seqüência de montagem do conector mc4 fêmea e macho.



4.7 Verifique visualmente a cravação.



4.8 Introduzir o contato cravado no isolamento macho ou do acoplamento fêmea até ficar encaixado no lugar até ouvir um "click".

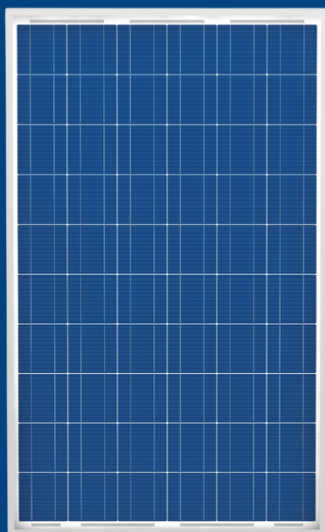


4.9 Fechar a vedação, com as ferramentas adequadas até atingir o torque adequado.






PROPOSTA DE CHEKLIST PARA O INSTALADOR DO SISTEMAS FOTOVOLTAICOS




PROPOSTA DE CHEKLIST PARA O INSTALADOR DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS



| Item | Verificação e execução | Correto? | Ações corretivas |
|------|--|----------|------------------|
| 1 | Os módulos estão alinhados. | | |
| 2 | Os grampos de fixação e os intermediários foram fixados. | | |
| 3 | Os cliques de aterramento foram instalados. | | |
| 4 | O cabo de aterramento foi fixado. | | |
| 5 | Os módulos fotovoltaicos estão limpos. | | |
| 6 | A polaridade positiva e negativa dos módulos estão corretos. | | |

PROPOSTA DE CHEKLIST PARA O INSTALADOR DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS



| Item | Verificação e execução | Correto? | Ações corretivas |
|------|---|----------|------------------|
| 7 | Registrar o nível de tensão dos módulos por String _____ V | | |
| 8 | Registrar a tensão da concessionária _____ V | | |
| 9 | Registrar a tensão de entrada do inversor _____ V | | |
| 10 | Registrar a tensão de saída do inversor _____ V | | |
| 11 | Registrar a corrente de entrada do inversor _____ V | | |
| 12 | Registrar as mensagem de erros na conexão do inversor (se houver) | | |



**DICAS DE MONTAGEM DOS
MÓDULOS FOTOVOLTAICOS NO
TELHADO COLONIAL**

DICAS DE MONTAGEM DOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS NO TELHADO COLONIAL

Para a instalação dos módulos no telhado deve-se antes fazer uma vistoria para a segurança do instalador fotovoltaico.

Verificar o tipo de telhado e a sua estrutura, assim como, se a estrutura vai suportar o peso adicional dos trilhos, suportes e dos parafusos com os módulos fotovoltaicos.

Recomenda-se um responsável técnico em edificações para a avaliação e aprovação da instalação dos módulos no telhado observando as especificações e os requisitos de carga no telhado.

O instalador deve conferir a lista de materiais e as ferramentas a serem utilizadas como chaves, trena, furadeira/parafusadeira e nível por exemplo antes de iniciar o serviço.

Com posse dos layouts elétricos e mecânicos. Fazer uma prévia da montagem do kit de instalação antes de subir no telhado.

Além de verificar, por exemplo, se o projeto mecânico reservou um espaço para o deslocamento entre os módulos para futuras manutenções e/ou limpeza.



DICAS DE MONTAGEM DOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS NO TELHADO COLONIAL

Importante na instalação dos kits fotovoltaicos no telhado são as normas de segurança de altura NR-35.

A fixação da linha de vida representa um momento arriscado na ancoragem dos pontos de fixação da corda. Pois, este procedimento deve-se ser acompanhado por um responsável técnico de segurança de trabalho para a autorização e o acompanhamento do serviço em altura.

Reforçando a utilização dos equipamentos de segurança individual - EPI e os equipamentos de segurança coletivo - EPC dependendo das situações de instalação e local.

O uso do cinto paraquedista é indispensável no trabalho no telhado, assim como, os demais equipamentos EPI e EPC.



DICAS DE MONTAGEM DOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS NO TELHADO COLONIAL

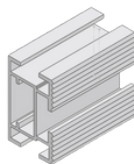
Sempre sigam as recomendações do fabricante do kit de instalação em relação a distância entre os trilhos e o torque necessário de ajuste dos ganchos e dos parafusos por exemplo. As dicas nesse ebook são complementos e tem o intuito de ajudar na orientação na atividade de instalação é indispensável os treinamentos presenciais.

Os materiais utilizados para a instalação do telhado cerâmico são:

1. Gancho de fixação (Material: alumínio e/ou aço inox 304) é utilizado para a maioria dos modelos de telhas (Telha francesa, Telha romana, Telha colonial capa, Telha italiana e Telha tégula, por exemplo).

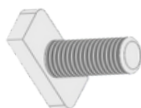


2. Perfil suporte (Material: alumínio com dimensão por exemplo 2,4 m)



DICAS DE MONTAGEM DOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS NO TELHADO COLONIAL

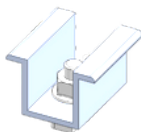
3. Parafuso cabeça-martelo (Material: aço inox 304 com dimensões M10x25mm)



4. Porca (Material: aço inox 304 com dimensões M10 podendo ser flangeada ou serrilhada).



5. Grampo intermediário (Material: alumínio com o clip para aterramento dos módulos em aço inox 304)



6. Grampo final (Material: alumínio)



Temos ainda a possibilidade de um alongador para ser utilizado quando as telhas são altas.

Obs: Cada fabricante do kit de instalação para o telhado vai atender diferentes modelos e tamanhos dos módulos. Então, podemos ter por exemplo: grampos intermediários para módulos de 30mm, 35mm e/ou 40 mm.

DICAS DE MONTAGEM DOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS NO TELHADO COLONIAL

Verificado a questão da segurança NR-35 para o trabalho em altura no telhado e pronto para a instalação. De posse das ferramentas adequadas de acordo com o manual do fabricante do kit de instalação dos módulos fotovoltaicos sugere-se o seguinte checklist de montagem.

1

Localizar os caibros/vigas.

2

Posicionar o gancho e fixá-lo.

3

Alinhar os gancho e verificar os distanciamentos.

4

Fixar os perfis nos ganchos com os parafusos cabeça-martelo.

5

Inçar os módulos e colocar na posição para a fixação do grampo terminal ou final.

DICAS DE MONTAGEM DOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS NO TELHADO COLONIAL

Continuando com as etapas de instalação do kit de montagem dos módulos fotovoltaicos.

6

Fixar os grampos intermediários e verificar o torque especificado no manual do kit.

7

Verificar se os grampos de aterramento foram fixados.

8

Realizar as conexões elétricas de acordo com o layout elétrico do projetista.

Sugiro pesquisarem os fabricantes de kits de instalação de módulos fotovoltaicos e observarem as recomendações para a montagem.

Este ebook tem o intuito de auxiliar os alunos na etapa inicial das práticas e no seu aprendizagem do curso de montagem de sistemas fotovoltaicos com os roteiros das práticas da sala de aula e dicas. O autor e professor da disciplina recomenda os treinamentos presenciais para a prática e as demais orientações de acordo com o curso.

Agradeço a todos que puderem e desejarem contribuir para acrescentar no próximo ebook algo que devo corrigir.

Atenciosamente,



@prof_jose_soares

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

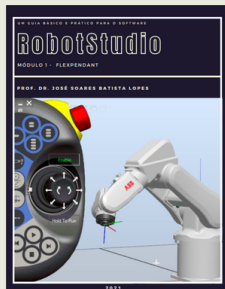
BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 06 – Equipamento de Proteção Individual – EPI¹. Brasília: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-06.pdf>
Acesso em: 18 jun. 2022.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 35 – Trabalho em Altura. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-35.pdf>.
Acesso em: 15 jun. 2022.

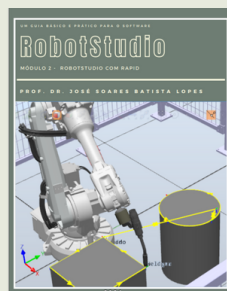
PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. – Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. Grupo de Trabalho de Energia Solar – GTES. CEPEL. DTE. CRESESB. Edição Revisada e Atualizada. Rio de Janeiro, Mar. 2014.

VILLALVA, M. G.; GAZOLI, J. R. Energia Solar Fotovoltaica. Conceitos e Aplicações. São Paulo: Érica, 2012.

OUTROS EBOOKS DESENVOLVIDOS PELO AUTOR



Um Guia Básico e Prático para o Software RobotStudio
Módulo 1 - Flexpendant



Um Guia Básico e Prático para o Software RobotStudio
Módulo 2 - RobotStudio com RAPID



Robótica Industrial - Conhecendo o HRSS



Contribuições para o Desenvolvimento de Picossatélites
didáticos: Com projetos inovadores desenvolvidos no curso
técnico integrado de mecatrônica do IFRN - Campus
Panamirim