



Instituto de Desenvolvimento
Sustentável Mamirauá

PROJETO ENERGIA SOLAR NAS ONDAS DO RÁDIO



**Manual de Instalação de Energia Solar
fotovoltaica em Rádio Comunitária com
Sistema de Alto-falante**



Patrocínio:



Ministério da
Ciência, Tecnologia
e Inovação



GOVERNO DO BRASIL

Presidente da República

Dilma Vana Rousseff

Ministro da Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI

Aldo Rebelo

Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá IDSM/OS/MCTI

Diretoria Geral

Helder Queiroz

Diretoria Administrativa

Selma Santos de Freitas

Diretoria Técnico-Científica

João Valsecchi do Amaral

Diretoria de Manejo e Desenvolvimento

Isabel Soares de Sousa

Coordenação do Programa Qualidade de Vida

Dávila Suelen Souza Corrêa

Manual de Instalação de Energia Solar fotovoltaica em Rádio Comunitária com Sistema de Alto-falante

Felipe Jacob Pires
Josenildo Frazão
Otacílio Soares Brito
Ademil Vilena Reis
Dávila Souza Corrêa

Tefé

IDS M

2016

Capa e Ilustrações

Felipe Jacob Pires

Produção textual

Felipe Jacob Pires

Josenildo Frazão

Otacílio Soares Brito

Ademil Vilena Reis

Dávila Souza Corrêa

Manual de instalação de energia solar fotovoltaica em rádio comunitária com sistema de alto-falante / Felipe Jacob Pires; Josenildo Frazão; Otacílio Soares Brito; Ademil Vilena Reis; Dávila Souza Corrêa. - Tefé, AM: IDSM, 2016.

20p., il., color.

ISBN: 978-85-88758-64-3 (Eletrônico)

1. Energia solar fotovoltaica - Manual. 2. Rádio comunitária. 3. Radiodifusão – Tefé - Amazonas. I. Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá - IDSM.

CDD 621.473

Ficha catalográfica: Graciete Rolim (Bibliotecária CRB-2/1100)

Sobre o Projeto

O Projeto Energia Solar nas Ondas do Rádio é desenvolvido pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, com patrocínio da Petrobras.

O Projeto visa à realização de cursos de produção de conteúdos para radiodifusão comunitária e cursos que alinham as tecnologias de sistema solar fotovoltaico com a radiodifusão comunitária em sistemas de alto-falante.

Cerca de 120 jovens de comunidades rurais e urbanas do município de Tefé-AM, serão qualificados e certificados pelo CETAM – Centro de Educação Tecnológica do Amazonas.

Índice

Qual a importância da energia solar fotovoltaica e a rádio comunitária	5
1. Dimensionamento do Sistema Fotovoltaico para Rádio Comunitária	6
Módulo Fotovoltaico	7
Inversor.....	8
Controlador de Carga	8
Bateria.....	9
Cabos e Conexões	10
2. Instalação do Sistema Solar Fotovoltaico	11
Módulo Fotovoltaico	11
Inversor e Controlador	13
Bateria.....	14
Ligações.....	15
3. Recomendações gerais sobre uso, manutenção e segurança	16
4. Ferramentas.....	17
Referências	18

Qual a importância da energia solar fotovoltaica e a rádio comunitária?

A rádio comunitária é um veículo de comunicação popular a serviço de uma comunidade ou de um bairro e tem importância social, econômica, ambiental, política e estratégica para a divulgação de outras fontes de energia renovável.

Sua importância social está na divulgação de eventos culturais, religiosos, transmissão de mensagens educativas, avisos de utilidade pública, reivindicações coletivas e entretenimento.

A rádio comunitária pode ser uma ferramenta de educação política da comunidade ou do bairro e os jovens podem conduzir a produção e transmissão do conteúdo, sendo estes agentes ativos de sua própria história.

Uma rádio comunitária pode funcionar a partir de um sistema solar fotovoltaico, considerado um modelo viável ambiental e economicamente para as regiões com grande incidência de sol. Nesse modelo não haverá conta de energia elétrica no final do mês, pois todos os dias o sol incide nos módulos, que transforma a luminosidade solar em energia elétrica, que alimenta os equipamentos. É ainda ambientalmente adequada, pois não polui o meio ambiente na geração de energia, não utiliza combustível fóssil e requer baixa manutenção.

O envolvimento dos jovens na busca de conhecimento sobre outras fontes de energia renovável pode ser o início de um processo para o uso de outras fontes de energia disponível e viável na Amazônia.

Nesta cartilha você vai conhecer o passo-a-passo para instalação da energia solar fotovoltaica de uma rádio comunitária com sistema de alto-falante.

Conheça aqui a energia solar nas ondas do rádio!

I. Dimensionamento do sistema fotovoltaico para Rádio Comunitária

A primeira etapa para o dimensionamento de um sistema solar fotovoltaico é o cálculo dos consumos diários de energia elétrica de todos os equipamentos que serão utilizados, neste caso na Rádio Comunitária. Segue abaixo um passo-a-passo para a obtenção e cálculo dessa primeira etapa.

1° Passo: Relacione todos os equipamentos eletrônicos que serão utilizados na Rádio. Com os equipamentos em mãos, procure a potência em Watts (W) de cada um, que pode estar em uma etiqueta colada no equipamento ou em seu manual.

2° Passo: Prepare uma tabela, conforme a tabela abaixo, contendo a descrição do equipamento, sua quantidade, sua potência (W) e as horas de uso por dia de cada equipamento.

3° Passo: Para saber o consumo de energia por dia de cada equipamento, faça a seguinte multiplicação (quantidade x potência x uso diário). Agora, para saber o consumo total de energia diária de todos os equipamentos, basta somar a energia diária de cada equipamento.

4° Passo: Por último, basta dividir o valor total do consumo de energia diária por 0,8 (fator de correção), para termos o consumo total de energia diária corrigido.

Segue abaixo um exemplo de tabela da Rádio Comunitária:

Equipamento	Quantidade	Potência (W)	Uso diário (horas)	Consumo de Energia Diária (Wh/dia)
Driver Fenólico JBL D250–X 8 ohms	01	75	4	300
Amplificador Audio Leader 300S	01	300	4	1200
Caixa de som Waldman 6.72T	01	70	4	280
Mesa de som Xenyx 1202	01	30	4	120
Notebook Dell Latitude 3440	01	90	4	360
Lâmpada PL	03	20	4	240
TOTAL				2500Wh/dia
TOTAL Corrigido		2500Wh/dia ÷ 0,8 = 3125Wh/dia		

No caso deste exemplo da Rádio Comunitária, o consumo de energia diária corrigido é de 3125 Wh/dia. Com esse valor, pode-se agora determinar quais serão os componentes do sistema solar fotovoltaico, que são:

Módulo Fotovoltaico – utilizado para a geração de energia a partir do sol.

Inversor – utilizado para transformar corrente contínua (CC) em corrente alternada (CA), ou seja, transformar a energia gerada pelos módulos em 110V ou 220V.

Controlador de carga – utilizado para evitar que as baterias tenham suas cargas alteradas bruscamente.

Bateria – utilizado para acumular energia/carga para ser utilizada em momentos que não está sendo gerada energia pelos módulos, ou seja, a noite e em dias muito nublados.

1.1 Módulo fotovoltaico

Cálculo da quantidade de módulos

Para sabermos a quantidade de módulos necessários (**Qm**), precisamos de algumas informações, como:

Pm = potência do módulo

H = horas de sol pleno

F = fator de perda na geração

C = consumo de energia total dos equipamentos.

Com esses dados podemos então calcular a quantidade de energia gerada (**Em**), utilizando a seguinte equação:

$$Em = \frac{F \times C}{H}$$

Para saber a quantidade de módulos necessários (**Qm**), basta dividir o valor encontrado na equação acima pela potência do módulo (**Pm**):

$$Qm = \frac{Em}{Pm}$$

No caso desta Rádio Comunitária, será utilizado os seguintes valores:

Pm = 140 Wp; **H** = 5 horas (valor utilizado para a região); **F** = 1,25 (valor fixo);

C = 3125 Wh/dia

Com base nesses valores e utilizando a equação acima, pode-se obter o número de módulos:

$$Em = \frac{1,25 \times 3125}{5} = 781 \text{ Wh/dia}$$

$$Qm = \frac{781}{140} = 5,5 \text{ módulos}$$

Portanto, o número de módulos necessários para a Rádio será de **6** módulos de 140 Wp.

1.2 Inversor

Os parâmetros básicos para a escolha do inversor é a tensão de entrada e saída, a potência nominal, potência máxima, eficiência e a forma de onda.

Para saber a potência do inversor que será utilizado, primeiro é necessário saber a soma de todas as potências dos equipamentos que serão utilizados (P_t). Esses valores são encontrados na tabela que foi feita anteriormente. Utilize a equação abaixo para o cálculo:

$$P_{inversor} = P_t + 20\% \text{ perdas}$$

No caso desta rádio comunitária, somando todas as potências dos equipamentos, temos:

$$P_t = 75 + 300 + 70 + 30 + 90 + 60 = 625 \text{ W}$$

Utilizando a equação, pode-se obter o valor da potência do inversor:

$$P_{inversor} = 625 + (0,2 \times 625) = 750 \text{ W}$$

Portanto, para a Rádio Comunitária, utilizaremos um inversor de **750W**, com tensão de 24V de entrada e 110V de saída.

1.3 Controlador de carga

O dimensionamento do controlador de carga baseia-se, principalmente, na definição dos níveis máximos das correntes elétricas que passam por ele.

A corrente elétrica máxima (de curto circuito) que os módulos fotovoltaicos podem fornecer em condições de sol pleno pode ser extraídas

das informações técnicas fornecidas pelo fabricante. Não esquecer que nas ligações em paralelo as correntes se somam e em série não.

Com base nessas informações, o cálculo da corrente do controlador de carga (C_o) pode ser obtido através da seguinte expressão:

$$C_o = \text{Corrente de curto circuito de cada módulo (A)} \times \text{número de módulos} \times 1,1$$

Está inserido o valor de 1,1 como um fator de segurança para o equipamento.

No caso deste exemplo, a corrente de curto circuito de cada módulo é de 8,61 A, sendo que no arranjo fotovoltaico possuem 3 módulos ligados em paralelo. Portanto, utilizando a expressão acima, temos:

$$C_o = 8,61 \text{ (A)} \times 3 \times 1,1 = 28,41 \text{ A}$$

Será utilizado então um controlador de 30 A de 24V, que é mais encontrado no mercado

1.4 Bateria

Cálculo da quantidade de baterias

Para sabermos a quantidade de baterias necessárias, precisamos de algumas informações, como:

D = dias de autonomia do banco de baterias

P = profundidade de descarga

K = capacidade da bateria

T = tensão da bateria

Para sabermos a energia do banco de baterias (E), utilizaremos a seguinte equação:

$$E = \frac{C \times D}{P}$$

Com o valor de E , obtemos então a capacidade do banco de baterias (N_b) utilizando a seguinte equação:

$$N_b = \frac{E}{T}$$

No caso desta Rádio Comunitária, utilizaremos os seguintes valores:

D = 1,5 dias; **P** = 0,5 (valor fixo); **C** = 3125Wh/dia; **T** = 24V

Com base nesses valores e utilizando as equações acima, para a Rádio Comunitária serão necessárias:

$$E = \frac{3125 \times 1,5}{0,5} = 9375 \text{ Wh/dia}$$

$$N_b = \frac{9375}{24} = 390 \text{ Ah}$$

No caso da rádio comunitária, serão utilizadas baterias de 150Ah, assim, dividindo o valor de **N_b** por 150Ah, teremos o número necessário de baterias:

$$N = \frac{390}{150} \cong 3 \text{ baterias}$$

Como o banco de baterias devem possuir número par de baterias, será utilizado, portanto, **4** baterias de 150Ah.

1.5 Cabos e conexões

Todos os componentes de um Sistema Fotovoltaico devem ser interconectados por meio de condutores elétricos de bitola e tipo adequados. A bitola depende principalmente do circuito onde os componentes são instalados. Já o comprimento dos condutores depende do posicionamento dos vários componentes do sistema, desde que não sejam excedidos os limites permitidos para perda de tensão.

No caso desta Rádio Comunitária iremos utilizar os seguintes cabos:

- Para a ligação dos módulos ao controlador: cabo 6mm
- Para a ligação entre as baterias: cabo 10mm
- Para a ligação da bateria ao controlador: cabo 6mm
- Para a ligação do controlado ao inversor: cabo 6mm
- Para a ligação do inversor para a rádio: cabo 4mm

2. Instalação do Sistema Solar Fotovoltaico

2.1 Módulo Fotovoltaico

Localização do arranjo fotovoltaico

Um ponto muito importante a se observar durante a pré-instalação é a melhor localização do arranjo fotovoltaico. Para minimizar a queda de tensão nos fios, recomenda-se manter o arranjo mais próximo das baterias e das cargas, porém, isso não pode afetar na melhor localização dos módulos para receber a radiação solar.

O arranjo deverá ficar suficientemente distante de objetos que possam encobrir a luz do Sol para que nenhuma sombra ocorra nas horas de melhor insolação, usualmente de 9:00 às 15:00h. Sendo assim, recomenda-se observar ao longo do dia a trajetória do sol e consequentemente o sombreamento dos elementos que estão no entorno, como árvores, prédios, entre outros.

Orientação do arranjo fotovoltaico

Com a finalidade de beneficiar-se da máxima captação de energia ao longo do ano, duas condições devem ser observadas:

1° Orientação dos módulos em direção ao norte verdadeiro. Para isso, pode ser utilizado uma bússola para melhor orientação. Como a bússola indica para o norte magnético, para se obter o norte verdadeiro em Tefé-AM, por exemplo, com o ponteiro alinhado na direção norte-sul, ajusta-se cuidadosamente até que o ângulo de declinação atinja o valor de 12° para o oeste. O valor da declinação mudará de acordo com a localidade que estiver;

2° O Ângulo de inclinação dos módulos (em geral, deve-se usar o valor da latitude do local, porém, nunca menor que 10°). No caso de Tefé, como a latitude é de $3^\circ 21' 15''$, recomenda-se então utilizar uma inclinação de 10° a 15° .

Montagem da estrutura dos módulos

Em sistemas de pequeno porte, como é o caso de uma Rádio Comunitária, usualmente os módulos fotovoltaicos são instalados sobre o telhado. Porém, se o telhado não possui resistência estrutural ou orientação

adequada em relação a trajetória do sol, recomenda-se instalar os módulos na parte superior de um poste.

No caso da instalação no telhado, os módulos são parafusados em cantoneiras U de alumínio de 1.1/2" e estas são parafusadas nas ripas do telhado. A perfuração é feita na parte superior da telha, ou seja, na parte mais alta dela, onde não escorre a água da chuva.

Já no caso da instalação dos módulos em um poste, também são utilizadas cantoneiras U de alumínio de 1.1/2" para construção do painel fotovoltaico. O poste utilizado poderá ser de madeira (acapu, piranheira ou maçaranduba) de 15x15cm, apoiada em uma fundação do tipo bloco de concreto. Fazendo um corte na parte superior do poste, o painel é então fixado utilizando uma barra roscavel, atravessando a cantoneira e o poste e então travado com porcas e arruelas.



Figura 1. Módulos solares sobre o telhado

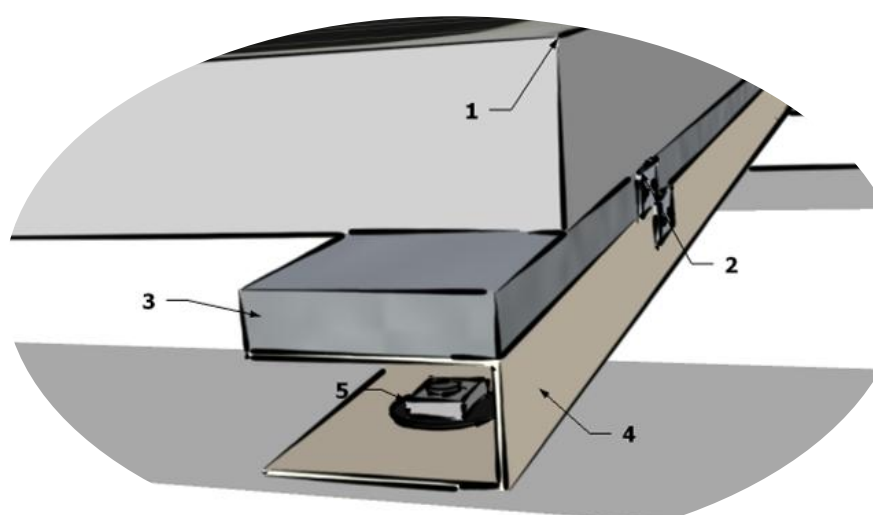


Figura 2. Detalhe da fixação dos módulos sobre o telhado: 1. Módulo solar; 2. Dobradiça; 3. Cantoneira de alumínio; 4. Cantoneira em U de alumínio; 5. Parafuso, porca e arruela de borracha

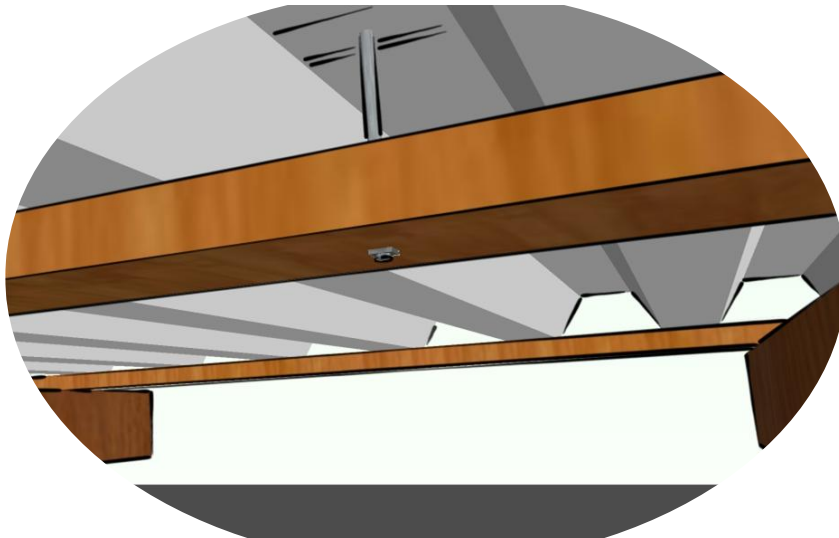


Figura 3. Detalhe do travamento do arranjo dos módulos na estrutura do detalhado

2.2 Inversor e Controlador

É importante que o inversor e o controlador estejam colocados em um compartimento ventilado e seguro. Esse compartimento pode ser construído utilizando madeira para confecção da estrutura da caixa e tela de mosquiteiro para proporcionar ventilação.

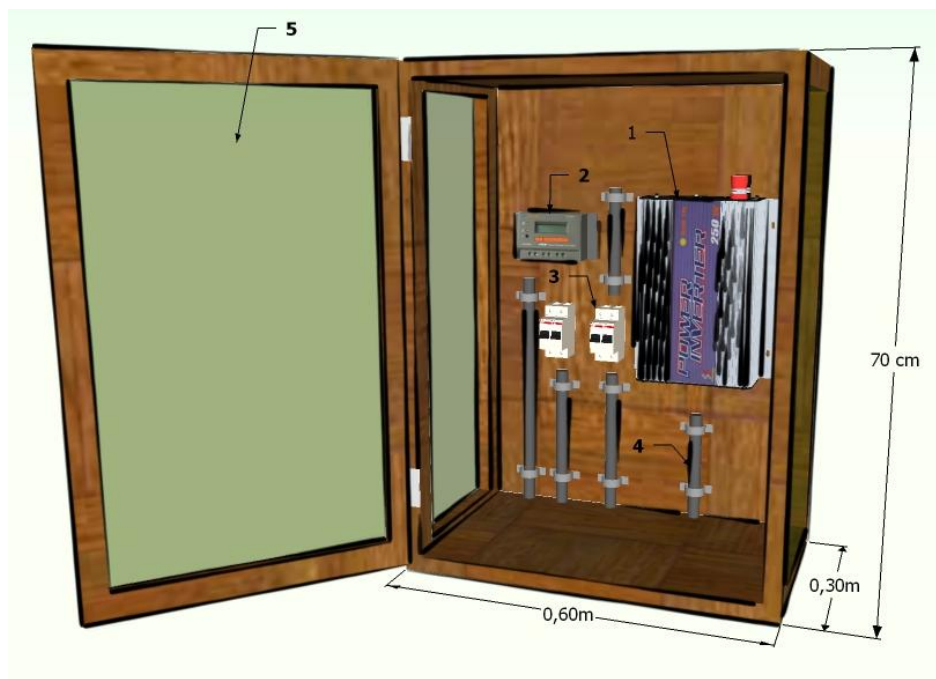


Figura 3. Detalhe do compartimento de madeira: 1. Inversor; 2. Controlador de carga; 3. Disjuntores; 4. Tubulação PVC; 5. Tela de mosquiteiro

2.3 Bateria

Compartimento das baterias

O compartimento das baterias deve possuir as seguintes características:

- Acesso fácil e seguro;
- Bem ventilado;
- Resistente para evitar danos quando sofrer algum impacto.

As baterias não devem ser montadas diretamente sobre o piso, para evitar o aumento da descarga elétrica, causada pela umidade do piso.

Neste caso, será utilizado madeira para a construção da estrutura do compartimento e telas de nylon do tipo mosqueteiro para proporcionar a ventilação.

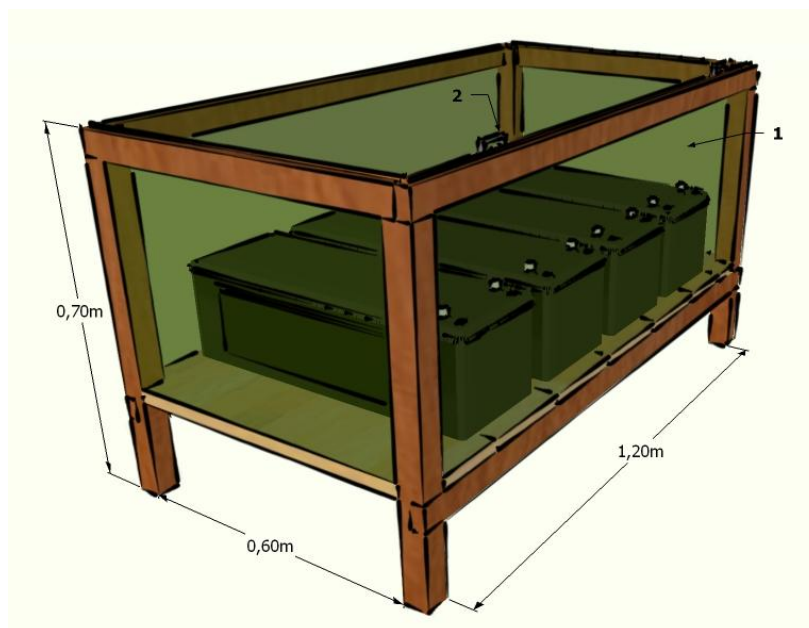
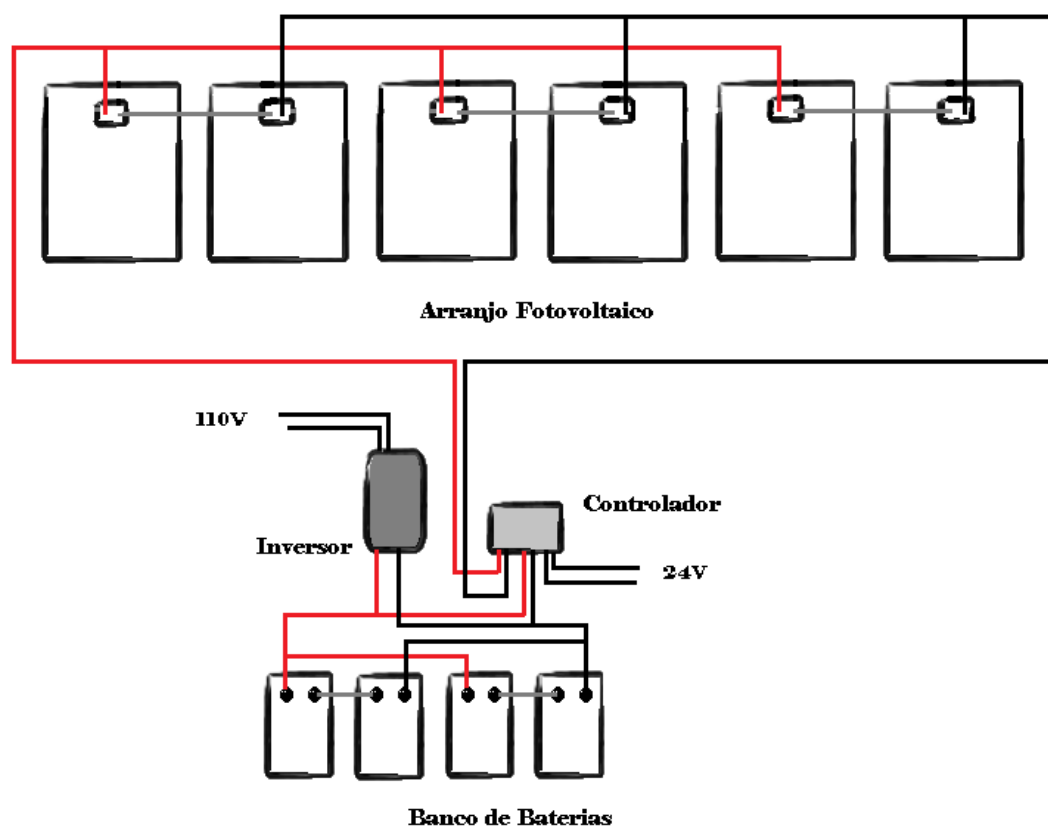


Figura 4. Compartimento de madeira que abriga as baterias: 1. Tela de mosqueteiro;
2. Puxador de alumínio

2.4 ligações

Para melhor visualização das ligações entre os equipamentos, segue um esquema didático do sistema de energia solar fotovoltaico da Rádio Comunitária.



Neste esquema, pode ser observado as ligações entre os módulos, módulos-controlador, inversor-controlador, entre as baterias, bateria-inversor e bateria-controlador.

No controlador, normalmente há uma saída de 12V, onde podem ser ligados equipamentos que funcionem com essa voltagem, ou se o controlador for de 24V, como é o caso desta Rádio Comunitária, podem ser ligados equipamentos de 24V. Já no inversor, a saída nesse caso é de 110V/127V, onde serão ligados todos equipamentos da Rádio Comunitária.

3. Recomendações gerais sobre uso, manutenção e segurança

- Fazer a limpeza dos módulos (pode ser utilizado um pano úmido)
- Fazer a limpeza dos bornes das baterias periodicamente, tomando cuidado para evitar choque
- Verificar o nível de água da bateria a cada 3 meses
- Evitar a presença de crianças próximas aos componentes do sistema solar
- Não deixar equipamentos ligados ao sair do local
- Ligar apenas os equipamentos que foram dimensionados (no caso os equipamentos da Rádio Comunitária)
- Após o uso dos equipamentos da Rádio, mantê-los sempre cobertos para evitar danos com goteiras

4. Ferramentas

As ferramentas desempenham um papel fundamental nas execuções das instalações elétricas. Portanto, suas características técnicas associadas ao emprego correto colaboram para o sucesso de uma boa instalação.

Para conservar uma ferramenta em boas condições é necessário observar alguns cuidados elementares durante o manuseio e após o mesmo.

As ferramentas básicas para a instalação de um sistema pequeno de energia solar fotovoltaica são:

Multímetro

O multímetro ou multiteste é o aparelho usado para medir correntes elétricas em DCV–Tensão contínua e ACV–Tensão alternada dos componentes elétricos determinado sistema de energia.

Chave de fenda

Existe vários tipos de chaves de fendas mais para o sistema que iremos instalar usaremos dois tipos, fenda Simples e fenda cruzada. Essas chaves serão utilizadas para apertar ou soltar os parafusos dos equipamentos.

Alicate Universal

É utilizado para pegar e segurar peças, cortar cabos condutores e para segurar porcas durante o parafusamento de algum equipamento. Pode ser usado para desencapar fio, mais requer pratica (não é o indicado).

Alicate de corte

É utilizado para o corte de fios de metal e cobre, peças plásticas, nylon ou metal de pequenas dimensões. Pode ser usado para desencapar fio, mais requer pratica (não é o indicado).

Alicate descascador de fio

É utilizado para retirar as capas isolantes de fios e cabos sem danificar os condutores.

Clipador

É usado na compressão de terminais e emendas de fios. Pode ainda servir para cortar fio condutores.

Canivete

É de grande importância nas instalações elétricas, para auxiliar descascar fios e cabos elétricos, remover isolantes, raspagens de terminais e remover crostas e oxidações de fios e borne das baterias do sistema que será instalado.

Referências

Energia Fotovoltaica - manual sobre tecnologias, projecto e instalação -
Portal Energia: www.portal-energia.com

Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos - Grupo de trabalho
Energia Solar - GTES; CEPEL-CRESESB; edição especial PRC-PRODEEM 2004,
Rio de Janeiro, agosto, 2004.

IEE - Instituto de Eletrotécnica e Energia - Laboratório de Sistemas
Fotovoltaicos, USP, São Paulo.

Contato

Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá
Estrada do Bexiga, n° 2584 – Bairro Fonte Boa – Cx. Postal 38
CEP 69.553-225 – Tefé (AM)
Tel/fax: +55 (97) 3343-9700 / 9724 / 9737
mamiraua@mamiraua.org.br / www.mamiraua.org.br

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-88758-64-3

