



REPÚBLICA DE MOÇAMBIQUE
MINISTÉRIO DE EDUCAÇÃO
DIREÇÃO NACIONAL DO ENSINO TÉCNICO PROFISSIONAL E VOCACIONAL

INSTITUTO INDUSTRIAL E COMERCIAL DA BEIRA
DEPARTAMENTO DE ELECTRICIDADE
INDÚSTRIA ELECTRÓNICA

PROJECTO DO FIM DE CURSO PARA OBTENÇÃO DO GRAU TÉCNICO MÉDIO

INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉCTRICA NA BÓIA

Autor: Pedro Amone Júnior

Supervisor: Inocêncio Lote

Beira, Maio de 2010

PROJECTO Nº 1007
Lote 164 AB
Data de entrega 7 / 6 / 10
Assinatura de [illegible]

PROJECTO
DE
INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉCTRICA NA BÓIA

Autor: Pedro Amone júnior

Supervisor: Inocêncio Lote



REPUBLICA DE MOCAMBIQUE

INAHINA

INSTITUTO NACIONAL DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO

Av. Karl Marx 153-5./12.-C. Postal n. 2089, Tel:43 01 86/8- Fax:(258)-(1)- 43 01 85- 42 86 70- Telex:6-619- Maputo - Mocambique
E-MAIL: HIDRO@INAHINA.UEM.MZ

DE:
DELEGAÇÃO DA BEIRA

AO
INSTITUTO INDUSTRIAL E
COMERCIAL DA BEIRA (I.I.C.B)

MAPUTO

V/ref:

N/Ref.

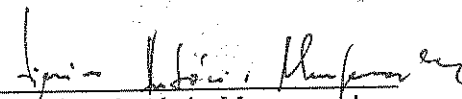
Beira, 16 de Junho de 2010

33 / IHN/ 2010

Simião António Munguambe, delegado do Inahina – Delegação da Beira certifica que **Pedro Amone Junior** estudante finalista do Instituto Industrial e Comercial da Beira , da especialidade de Indústria Electrónica, concluiu nesta entidade, um estágio profissional em contexto real de trabalho que decorreu de 08 de Fevereiro de 2010 á 08 de Maio de 2010, com a duração de 3 meses, tendo realizado um treinamento técnico profissional em actividades de manutenção e reparação de lanternas das bóias e faróis , usando energias renováveis e montagem de uma estação base pertencentes a empresa onde obteve um bom desempenho.

Cientes de que o assunto merecerá da vossa especial atenção , endereçamos os nossos melhores cumprimentos

O delegado


Simião António Munguambe

DELEGAÇÕES:

BEIRA
TEL./ FAX: (03) - 32 50 85
QUELIMANE
TEL./ FAX: (04) -21 43 79

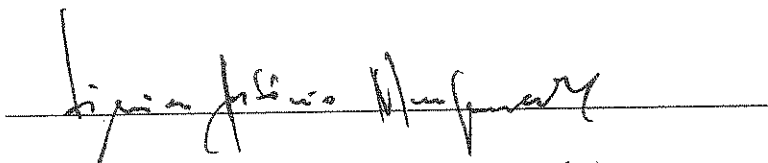
NACALA
TEL./ FAX: (06) - 52 67 61
PEMBA
TEL./ FAX: (72) -2 720

1

Observação do tutor

✓ Trabalho escrito de acordo com o plano de aula de prova de prova de tecnologia de percepção por vídeo.

Tutor:

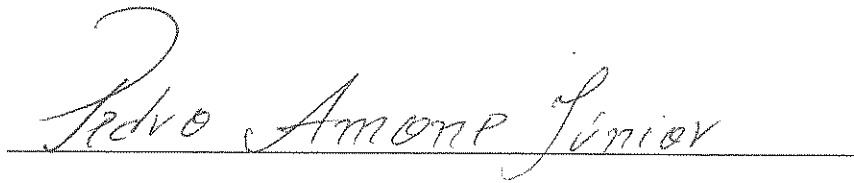


(d.r Simião António Mungambe).

Declaração

Eu Pedro Amone Júnior, venho por este meio, declarar a V.Excia, em minha honra, que o presente projecto do final do curso é da minha autoria e que todos os direitos são reservados a mim.

Autor:

A handwritten signature in cursive script, reading "Pedro Amone Júnior", is written over a horizontal line.

(Pedro Amone Júnior)

Dedicatória

Pedro Amone Júnior, dedica este trabalho do final do curso:

- 1º A minha família, que em todos os momentos foi quem a mim motivou, para fazer o curso de Electrónica Industrial e na elaboração deste projecto do final do curso.
- 2º A senhora Paulina Amone, pela educação e acompanhamento que proporcionou-me durante a minha formação.
- 3º Ao dr.Ozório Bacar.
- 4º Aos professores, colegas, amigos e ao fórum do club do hardware.

Agradecimentos

Agradeço com muita honra o nosso Senhor Celestial (Deus), pela saúde, força e coragem que me dá, para enfrentar todas as dificuldades por mim encontradas, e energia para continuar investigando na área técnica profissional.

Agradeço a minha família, que mesmo com muitas dificuldades na vida, em nenhum momento deixou de custear financeiramente a minha formação.

Agradeço o dr.Ozório Bacar, pois esteve sempre presente para me ajudar em casos de dificuldades, quer na vida social bem como na área académica.

Agradeço as direcções do Instituto Industrial e Comercial de Beira (IICB) e do Instituto Nacional de Hidrografia e Navegação (INAHINA), pelo estágio que a mim proporcionaram.

Relatório de estágio

De:

Pedro Amone Júnior.

Nº 29, 3º AIEL

Contacto: 826078408

Para:

Exma Senhora Directora do IICB

Assunto: Relatório de estágio

Tem a honra de se dirigir a V.Excia, para apresentar o relatório das actividades pré-profissionais, realizadas no Instituto Nacional de Hidrografia e Navegação (INAHINA) delegação da Beira, em cumprimento do regulamento da Instituição, por um período de três meses, compreendido entre o dia 8 de Fevereiro à 8 de Maio do ano 2010.

Fará constar neste relatório de forma resumida, aspectos ligados à:

- Organização da Instituição;
- Funcionamento do estágio;
- Período de adaptação;
- Dificuldades e sugestões.

Organização da Instituição

O Instituto Nacional de Hidrografia e Navegação, na delegação da Beira, é responsável pelo levantamento hidrográfico, sondagem, balizagem das bóias no mar, reparação e manutenção dos equipamentos de sinalização marítima. Na hierarquia da instituição, tem um delegado e um adjunto delegado, respectivamente o dr.Simião António Munguambe e o senhor Manuel Jeque.

Funcionamento do estágio

O horário de estágio compreendia um período, das 07:30h às 15:30h de segunda à sexta feira. Esteve afecto no seguinte sector:

Oficina de electrónica

Onde realizava as seguintes actividades: reparação e manutenção dos equipamentos de sinalização marítima, simulação dos sistemas e implementação dos mesmos, teste dos equipamentos, estudo e ensaio dos equipamentos a utilizar, instalação do sistema de alimentação eléctrica na bóia oceanográfica e manutenção do mesmo.

A bóia oceanográfica é um equipamento flutuante de grande tamanho e peso.

Período de adaptação

A recepção foi boa, todos os funcionários se mostraram dispostos para ajudar, isso contribuiu para fácil adaptação.

O factor de ter sido uma nova experiência, também contribuiu bastante, pois estava cheio de força e vontade para conciliar a teoria com a prática. Os funcionários da oficina de electrónica em especial, ofereceram um ambiente saudável e profissional.

Dificuldades e sugestões

Durante o estágio, teve algumas dificuldades para escalar as bóias e realizar o trabalho, isto porque, por se encontrarem em ambiente marítimo, estão sujeitas ao movimento constante causado pelo efeito das ondas do mar, este fenómeno se tornou constrangedor porque não tinham equipamentos de segurança para realizar o trabalho.

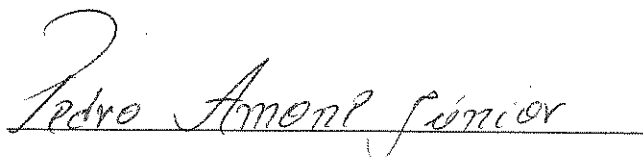
Sugeri que a Instituição (INAHINA), crie condições para o investimento de equipamentos de segurança para a equipe de trabalho, e que o uso destes equipamentos de segurança fosse de carácter obrigatório.

Para terminar, agradecer as direcções do IICB e do INAHINA-delegação da Beira, pela oportunidade dispensada para que podesse conciliar a teoria com a prática.

Por agora, nada mais tem a acrescentar, subscreve com elevada estima e consideração.

Atenciosamente

(Pedro Amone Júnior)



Beira, Maio de 2010

Resumo

O projecto, consiste na instalação do sistema de alimentação eléctrica na bóia. A instalação do sistema na bóia, será realizada de forma dinâmica, partindo do uso de menor número de equipamentos a ser instalado, relativamente ao sistema em uso actualmente, o sistema será alimentado por uma fonte de energia fotovoltaica, partindo de um painel solar, seguido de um controlador de carga conectado a um relé, que por sua vez conectado à duas baterias (sendo uma de reserva ou backup), irá comutar as mesmas, com o fim de alimentar a carga que é uma lanterna de sinalização marítima.

No projecto, estão inclusos todos os requisitos necessários para a instalação do sistema, bem como as regras de segurança para a instalação. Está também orçamentado o valor necessário para a execução do projecto.

A instalação do sistema patente no projecto será realizada num período de 8 horas, envolverá um técnico electrónico médio, um técnico electrónico básico, um piloto de barcos e um marinheiro.

LISTA DE ABREVIATURAS

IICB:	Instituto Indústrial e Comercial da Beira.
INAHINA:	Instituto Nacional de Hidrografia e Navegação.
SX-10U:	Tipo de módulo solar.
I_{max} :	Corrente máxima.
P:	Potência.
I:	Corrente de consumo da lanterna.
I_{sc} :	Corrente em curto-circuito.
I_q :	Corrente quiescente.
IMP:	Corrente máxima da potência.
cc:	Corrente contínua.
Voc:	Tensão em circuito aberto.
VMP:	Tensão máxima de potência.
Vac:	Tensão de corrente alternada.
Vdc:	Tensão de corrente contínua.
Hfd:	Horas de funcionamento por dia.
Hd:	Horas do dia.
Hp:	Horas de pico.
LON:	Luz acesa.
Cc:	Ciclo completo.
Ceq:	Consumo equivalente.
Ctc:	Consumo total da carga.
Ccp:	Capacidade de carga do painel
Cbs:	Capacidade das baterias do sistema.

Cb:	Capacidade da bateria.
Ccl:	Corrente de consumo da lanterna.
Npp:	Número de painéis em paralelo.
Nb:	Número de baterias.
S:	Secção do cabo.
LDR:	Resistência dependente da luz.
$\delta V / ^\circ C$:	Coefficiente de temperatura em voltes por graus Celsius.
$\delta I / ^\circ C$:	Coefficiente de temperatura em corrente por graus Celsius.
C,L,h:	Comprimento,largura,altura, respectivamente
m:	metro.
ref:	Referência.

ÍNDICE

PÁGINAS

1 Introdução	10
1.2 Contextualização	10
1.3 Problema	10
2 Objectivos	11
2.1 Geral	11
2.2 Específicos	11
3. Parte geral	13
3.1 Painéis solares	13
3.1.1 Principais tipos de células solares	13
3.2 Baterias recarregáveis	14
3.3 Controlador de carga.....	14
3.4 Chave de comutação	15
3.5 Lanterna MLED-120.....	15
3.6 Bóia oceanográfica	16
4. Memória descritiva e justificativa.....	18
4.1 Generalidades	18
4.1.1 Selecção do painel solar	18
4.1.2 Constituição do módulo.....	18
4.2 Díodos de bloqueio	20
4.3 Baterias de NiMH (Níquel- Hidretos Metálicos).....	21
4.3.3 Baterias de backup	22
4.3.4 Bateria Optima RedTop.....	22
4.4 Selecção do controlador	23
4.5 Chave de comutação	24

4.5.1 Relé	24
4.6 Lanterna do tipo MLED-120	24
4.7 Barra de junção e ligadores	26
4.9 Tubo de borracha	26
5 Instalação do sistema	27
5.1 Desembalagem dos módulos fotovoltaicos	27
5.1.2 Segurança do módulo geral	27
5.2 Orientação do módulo solar.....	28
5.4 Cabos a utilizar no sistema	29
5.5 Instalação do controlador de carga	29
5.6 Instalação de baterias	30
5.7 Instalação do circuito cumutador.....	31
* 5.8 Instalação da lanterna do tipo MLED-120	31
6 Cálculos	33
6.1 Calcular o consumo da lanterna.....	33
6.1.1 Calcular o consumo equivalente da lanterna	33
6.1.2 Cálculo do consumo total da carga	34
6.2 Cálculo dos painéis:	34
6.3 Cálculo das baterias:	35
6.3.1 Autómia para a bateria de Backup	36
6.4 Cálculo da secção dos condutores	36
7. Manutenção do sistema.....	39
7.1 Generalidades	39
7.1.2 Inspecção visual.....	39
7.1.3 Medições do sistema	40

7.2 Detecção de avarias	40
7.2.1 Painel solar	41
7.2.2 Cabos.....	41
7.2.3 Carga	41
7.2.4 Baterias.....	41
7.2.5 Lanterna.....	42
7.3 Constantes avarias.	42
8. Especificação do Material.....	43
9. Medições e finalidade	44
11. Conclusão.....	47
12. Recomendações	48
13. Bibliografia	49
ANEXOS	50

TABELAS E FIGURAS

Tabela 1. Comparação dos diferentes tipos de células solares.....	51
Tabela 2. Tabela de referência de ângos relativamente ao número de painéis.....	51
Tabela 3. Tabela de Resistividade a 20°C.....	51
Tabela 4. Tabela de característica das baterias.....	52
Tabela 5. Tabela de Características da bateria de NiMH. (fonte: Revista SE Modeler Vol.4 no.3).....	52
Tabela 6. Tabela prática para cálculo da distância máxima dos cabos.....	53
Tabela 7. Tabela de códigos da IALA.....	54
Figura 1. Curva característica de descarga das baterias de NiCd e NiMH Sanyo.....	55
Figura 2. Gráfico característico do controlador de carga.....	55
Figura 3. Diagrama em bloco do sistema de alimentação eléctrica na bóia.....	56
Figura 4. circuito de instalação do sistema.....	56
Figura 5. Painel Solar SX-10U.....	57
Figura 6. Díodo de Silício.....	57
Figura 7. Controlador de carga.....	57
Figura 8. Barra de junção.....	57
Figura 9. Símbolo do Relé duplo.....	57
Figura 10. Bateria Optima RedTop.....	57
Figura 11. Cabo eléctrico PCN.....	58
Figura 12. Lanterna MLED-120.....	58
Figura 13. Imagem do relé duplo.....	58
Figura 14. Imagem da Bóia.....	58

INTRODUÇÃO

1 Introdução

Este projecto, consiste na instalação de um sistema de fornecimento de energia eléctrica à uma bóia oceanográfica. Este sistema, terá como componentes um painel solar, que será utilizado para converter a energia solar em corrente eléctrica e fornecer essa corrente para o resto dos componentes que compõem o sistema de alimentação eléctrica a ser instalado na bóia, localizada no canal da Beira, na província de Sofala.

Os equipamentos que irão compor o sistema são: um painel solar, um díodo de silício, uma barra de junção, um controlador de carga, um relé, duas baterias recarregáveis, dois ligadores, uma lanterna de sinalização marítima, cabo eléctrico PCN, dois pares de terminais para baterias, um tubo de borracha para protecção.

O projecto tem como enovação, a presença de um sistema de backup, que é assegurado por uma bateria recarregável de reserva acoplada a um relé, que irá permitir um funcionamento eficiente do sistema.

Utilize este projecto como guião, quando precisar instalar o sistema de sinalização marítima nas bóias, revendo sempre que estiver com dúvidas, para que o sistema não tenha problemas.

1.2 Contextualização

Bóia é um corpo flutuante cilíndrico, esférico, ovóide, etc, que serve para sinalização, amarração de navios e outros fins e que está fundeada ou amarrada para se manter no mesmo lugar, especificamente tem o fim de direccionar os navegadores do canal, está situada no canal da Beira na província de Sofala.

1.3 Problema

A infiltração da água salgada no compartimento das baterias que compõem a bóia, tem causado sérios problemas para os navegadores, pois esta água danifica o sistema todo, dificultando a navegação nos períodos nocturnos, o melhoramento do sistema é algo de extrema importância, isto porque o nosso país, tem como uma base de sustento as receitas da navegação marítima e para evitar problemas que podem causar danos para os barcos e navios.

2 Objectivos

2.1 Geral

O objectivo da realização do presente projecto, é de instalar um sistema de alimentação eléctrica na bóia de sinalização marítima.

2.2 Específicos

- Instalar um sistema com equipamentos modernos de fácil manuseamento;
- Proporcionar um funcionamento eficiente para o sistema;
- Reduzir os custos de instalação e manutenção do sistema.

PARTE GERAL

3. Parte geral

O projecto consiste na instalação do sistema de alimentação eléctrica na bóia. Para tal, a necessidade de se utilizar equipamentos modernizados, de fácil manuseamento, menos agressivos para o ambiente e de consumo reduzido de corrente eléctrica é o factor fundamental, o qual foi obedecido na elaboração do projecto, de modo a ter um funcionamento eficiente à custos reduzidos.

O sistema é composto pelos seguintes equipamentos principais:

- Painel solar
- Baterias recarregáveis
- Controlador de carga
- Chave de comutação (Relé)
- Lanterna MLED-120

3.1 Painéis solares

Estes são módulos constituídos por células solares fotovoltaicas, que consistem em converter directamente a energia solar em electricidade. A forma mais comum de as células solares o fazerem, é através do efeito fotovoltaico, segundo Edmond Becquerel em 1839. Ver a figura 5 página 57.

3.1.1 Principais tipos de células solares

- As células mono-cristalinas representam a primeira geração. O seu rendimento eléctrico é reactivamente elevado (aproximadamente 16%, podendo subir até cerca de 23% em laboratório), mas as técnicas utilizadas na sua produção são complexas e caras.

- As células poli-cristalinas tem um custo de produção inferior por necessitarem de menos energia no seu fabrico, mas apresentam um rendimento eléctrico inferior (entre 11% e 13%, obtendo-se até 18% em laboratório).
- As células de Silício Amorfo (a-Si) são usados na maioria dos produtos de consumo como relógios e calculadoras, a tecnologia a-Si é a que representa o custo mais reduzido, mas em contrapartida o seu rendimento eléctrico é também o mais reduzido (aproximadamente 8% a 10%, ou 13% em laboratório).

3.2 Baterias recarregáveis

Estes são dispositivos electroquímicos, com a função de conservar energia eléctrica para o uso posterior em diversas aplicações. As baterias são fundamentais para o sistema de fornecimento de energia eléctrica à bóia, pois são estas que irão “aguentar” todo o sistema no caso de falha de energia solar, nomeadamente nos períodos nocturnos. Apesar de existirem vários tipos de baterias (como por exemplo, as baterias de chumbo, gel, de Níquel Cádmio), o estudo do projecto centraliza-se nas baterias de maior densidade de energia, pois são estas que dão maior garantia para o sistema. Deste modo foram seleccionadas baterias baseadas nas tecnologias de Níquel-Hidretos metálicos (NiMH) e Optima RedTop.

3.3 Controlador de carga

Este dispositivo, é destinado para controlar os processos de carga e descarga das baterias.

Quando um equipamento é ligado à bateria, a quantidade de energia eléctrica armazenada nela, vai diminuindo a medida que o tempo vai se passando. Para evitar que a bateria se descarregue por completo, nos períodos longos sem isolação e de grande consumo, ou seja tenha uma descarga profunda, é conveniente instalar um controlador de carga. Este dispositivo monitora a carga da bateria e impede que a mesma se descarregue completamente, aumentando a sua vida útil. Ver a figura 7 na página 57.

Já em períodos de grande isolação e pequeno consumo de energia, a bateria tende a se carregar em excesso, aumentando a sua tensão e reduzindo a sua vida útil. O controlador de carga evita este excesso desconectando o módulo.

Tem como princípio de funcionamento, a execução das seguintes funções básicas:

- Controlar a tensão do fim da descarga da bateria, evitando que esta descarregue abaixo do valor de referência ajustável (11 voltes), para evitar isto, logo que a tensão de referência da bateria descarregada é atingida, um relé desligará a bateria do circuito de utilização. O circuito de utilização só voltará a ser ligado automaticamente quando a bateria tiver recuperado praticamente (13 voltes).
- Controlar a tensão do fim da carga da bateria. Quando a tensão (ajustavel) é atingida (14,5 voltes), o controlador desliga automaticamente a ligação do painel solar à bateria.

Para uma melhor ilustração, no que concerne as tensões de operação do controlador é necessário observar a figura 2 na página 55.

3.4 Chave de comutação

O dispositivo que irá fazer a comutação entre a alimentação eléctrica proveniente da bateria recarregável de NiMH e a bateria de backup, é um relé para funcionar como uma chave de comutação eléctrica, pois irá comutar para o lado da bateria de backup no caso de falha da bateria principal, caso esta volte ao estado normal de funcionamento, o dispositivo comute para o lado da mesma. Ver a figura 13 (imagem do relé) na página 58.

3.5 Lanterna MLED-120

Este dispositivo é constituído por uma associação de 30 díodos emissores de luz (LED), tem a função de emitir um sinal luminoso, podendo ser de várias cores dependendo da dopagem, neste caso específico é usada como um instrumento de ajuda de navegação marítima. Ver a figura 12 (Lanterna MLED-120) na página 58.

3.6 Bóia oceanográfica

Equipamento flutuante de grande tamanho, é usada como instrumento de navegação marítima, estando localizada no mar, especificamente no canal da Beira na província de Sofala, sob responsabilidade do Instituto Nacional de Hidrografia e Navegação. Ver a figura 14 (imagem da bóia oceanográfica) na página 58.

O projecto é constituído pelas partes seguintes :

- Introdução;
- Parte geral;
- Memória descritiva e justificativa;
- Instalação do sistema;
- Cálculos;
- Manutenção do sistema;
- Especificação do material;
- Medição e finalidade;
- Orçamento;
- Conclusão e recomendações;
- Bibliografia;
- Anexos.

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

4. Memória descritiva e justificativa

4.1 Generalidades

A descrição e justificação do projecto, é sustentada pelos conhecimentos transmitidos por escrito, nas páginas que se seguem referentes a instalação do sistema electrónico de alimentação eléctrica na bóia oceanográfica.

4.1.1 Selecção do painel solar

Por rasão a eficiência, pela padronização e facilidade de manutenção, foi seleccionado o módulo solar do tipo SX-10U, fabricado pela BP Solar, construído na base de células de Silício poli-cristalino em série, pois apresenta um rendimento típico óptimo para satisfazer as necessidades da carga a que estará submetido.

BP SX-10U é um módulo de 10Watts que usa o padrão de células poli-cristalinas e carrega baterias de forma eficiente em qualquer clima. Este foi especialmente projectado para uso em aplicações fora da grade, como telecomunicações, telemetria de instrumentação e sinais.

4.1.2 Constituição do módulo

São em vidro ou de construção em vidro, oferecendo a capacidade única de suportar envelhecimento, corrosão e descoloração prematuro.

As células são comprimidas entre os painéis de vidro e encerradas em poliuretano translúcido alifático de boa qualidade, que permite o exame visual das células solares e das ligações para detectar quaisquer sinais de corrosão e deslaminação nas células, podem suportar tempestades de area e de granizo sem degradar a sua eficiência eléctrica. São também resistentes à aves e outras espécies predatórias da vida marítima.

Devido as capacidades que este painel possui, considera-se ideal para ser aplicado em sistemas de sinalização marítima.

4.1.3 Características do painel solar BP SX 10 U Si-policristalino pela BP Solar

Fabricante: BP Solar

Eficiência nominal: 8,8%

Potência nominal: 10 Watts

Características eléctricas durante Condições de ensaio

Voc: 21 V Isc: 0.65 A

VMP: 16.8 V IMP: 0.59 A

$\delta V / ^\circ C$: -80mV / $^\circ C$. $\delta I / ^\circ C$: 0,384 mA / $^\circ C$

+ Tolerância: 10% Tolerância: 10%

Características do material

Coefficiente de incidência (θ): 90% Capacidade de calor específico: 920 J/k $^\circ C$

Coefficiente de absorção (α): 70% Coeficiente de emissão (ϵ) : 85%

Características mecânicas

Comprimento: 424 milímetros Largura: 273 milímetros

Espessura: 39 milímetros Peso: 1,9 kg

4.1.4 Ângulo de inclinação do painel solar na bóia

A instalação de sistemas fotovoltaicos nas bóias, apresenta algumas particularidades em relação aos sistemas fixos, devido as baixas potências em jogo e muito especialmente devido a grande instabilidade do sistema, tornando impossível qualquer tentativa de orientação prévia dos painéis. Por este motivo, as soluções adoptadas apesar de diversas são todas elas diferentes das encontradas para os sistemas fixos.

Poucas são as instalações em que se utiliza um único painel, e quando essa é a solução adoptada, o painel é instalado na posição horizontal no topo da bóia. Neste caso conforme a tabela 2, o ângulo escolhido é de 0 $^\circ$, pois varia em conformidade com o

número de módulos que serão instalados. A inclinação dos módulos, refere-se a uma linha imaginária normal ao eixo vertical da bóia. Ver tabela 2 na página 51.

4.1.5 Vantagens dos painéis solares

- Gera energia mesmo em dias nublados;
- Gera energias de 12, 24, 36 e 48 volts (corrente contínua);
- Compacto e potente (alto rendimento);
- Sistema Modular: levíssimo;
- Funcionamento silencioso;
- Maior potência por unidade de área;
- Simples instalação;
- Funcionamento simples e confiável;
- Facilidade para ampliar os sistemas;
- Manutenção quase inexistente;
- Não possui partes móveis que podem se desgastar;
- Não produzem contaminação ambiental;
- Garantia de 25 anos;
- Grande vida útil;
- Compatível com qualquer bateria.

4.1.6 Desvantagens dos painéis solares

- Custos elevados na produção;
- Tecnologia de produção bastante cara;
- Maior espaço necessário na instalação para grandes valores de tensão.

4.2 Díodos de bloqueio

Quando os módulos fotovoltaicos, são usados para fornecer potência a sistemas que podem retornar a energia elétrica ao módulo, é usado um diodo de estado sólido no

circuito para impedir o fluxo de retorno que pode danificar o módulo. Estes díodos de bloqueio, são geralmente díodos de silício normal com alta capacidade de manuseamento de potência. Ver a figura 6 (Díodo de Silício) na página 57.

4.3 Baterias de NiMH (Níquel- Hidretos Metálicos)

O grande sucesso destas baterias, se deve a alta densidade e ao uso de metais amigos do ambiente. As baterias modernas de NiMH oferecem 40% mais de densidade de energia que as de NiCd, a figura 1 mostra a curva característica de descarga de uma bateria de NiMH e de NiCd. Ver a figura 1 na página 55.

As baterias de NiMH tem substituído as baterias de NiCd nos mercados tais como: comunicações móveis, na sinalização marítima e computadores portáteis, a substituição não se deve apenas pela maior capacidade das baterias de NiMH, mas também devido a interesses ambientais, dado as baterias de NiMH não terem cádmio na sua constituição. Ver a tabela 4 (característica das baterias) na página 52.

4.3.1 Vantagens das baterias de NiMH

As grandes vantagens destas baterias são:

- 30 a 40% mais capacidade que as de NiCd, e tendo potencial para densidades ainda maiores;
- Menos tendência a efeitos de memória que as de NiCd;
- Armazenamento e transporte simples;
- Menos agressiva para o ambiente. Capacidade de reciclagem.

4.3.2 Desvantagens das baterias de NiMH.

- Corrente de descarga limitada;
- Descargas repetitivas com uma carga elevada reduz o tempo de vida da bateria;

- Efeito de auto-descarga, ainda que inferior que as de NiCd;
- Custo mais elevado que as baterias de NiCd.

4.3.3 Baterias de backup

Para este projecto, foi estudado que devem constar baterias de backup que irão suportar o sistema durante o período pelo qual existir uma avaria, quer por parte dos painéis solares bem como na bateria principal do sistema.

Feitos os estudos, conclui-se que será adicionada uma bateria do tipo Optima RedTop de tamanho reduzido de 12 Vdc. A bateria foi escolhida pelo facto de ser de tamanho reduzido, permitir fácil manuseamento, oferecer ciclos de carga e descarga maiores, suportar ambientes de vibração e poder ser instalada em qualquer posição. Estas características são necessárias pelo facto que a bateria será instalada na zona do topo da bóia, sujeita a movimentos causados pelo efeito das ondas do mar.

4.3.4 Bateria Optima RedTop

A Optima RedTop, é uma bateria de grande resistência preparada para as mais duras condições de utilização, é um tipo de bateria de ciclo profundo com grande reserva de energia, estando especialmente vocacionada para aplicações onde é necessário uma entrega constante de energia. Beneficia das tecnologias spiralcell e V-Tech (protecção anti-vibrática reforçada). Fruto da incorporação do disco V-Tech, a bateria Optima RedTop é aproximadamente 70% mais resistente que as baterias convencionais de placa de chumbo, é uma bateria 100% livre de manutenção, tem uma grande ciclicidade (3500 ciclos para descargas de 30%, 700 ciclos para descargas de 60%, 350 ciclos para descargas de 100%) e proporciona uma tensão constante e estável ao longo do processo de descarga, pode ser instalada em qualquer posição. Suporta recargas rápidas (admite intensidades até 50 Amperes, recarregando-se totalmente em aproximadamente uma hora), ao contrário das baterias de gel não requerem um equipamento de carga especial.

A sua baixa auto-descarga de somente 10 a 25% ao fim do ano, torna ideal para instalações estacionais. Além disso, suporta até três vezes mais ciclos que as baterias convencionais, não emite gases e conta com uma válvula de segurança para os casos de sobrecarga e mal utilização. Em caso de uma hipotécnica ruptura de carcassa, não derrama electrólito e continua a funcionar. Ver a figura 10 na página 57.

4.3.5 Especificações técnicas

- Voltagem: 12 voltes;
- Capacidade: 50 A.h.;
- Dimensões aproximadas: 10.8x7x10.4cm(C,L,h);
- Peso aproximado: 17,6 Kg;
- Garantia do fornecedor: 36 meses;
- Fornecedor: Enertec, ref:34/78.

4.4 Seleção do controlador

O dispositivo seleccionado é o regulador SHUNT SOLAR, fabricado pela **BR/12/6 Beco**. Ver Figura 7 (Controlador de carga.) na página 57.

4.4.1 Descrição

- Controlador de carga SHUNT SOLAR 39052;
- Aparência: Rectangular;
- N ° de Pinos: 3;
- Temperatura de operação: -20°C a 50°C;
- Fabricante: BR/12/6 Beco;
- Comprimento externo: 42mm de largura/ 65mm de altura;

- Corrente máxima: 6 Amperes;
- Tensão máxima: 21 voltes.

4.5 Chave de comutação

O dispositivo principal que compõe esta chave, é um relé do tipo D8/SL /12Vac/12Vdc.

4.5.1 Relé

São dispositivos comutadores electromecânicos. Ver a figura 9 (Símbolo de Relé duplo) na página 57.

4.5.2 Funcionamento

Uma bobina ao ser percorrida por uma corrente, gera um campo magnético no seu núcleo, que atrai um ou vários contactos eléctricos permitindo ligar, desligar ou comutar um circuito eléctrico externo.

4.5.3 Características Técnicas do Relé

D8/SL – 12Vac – 12Vdc

4.6 Lanterna do tipo MLED-120

Para este projecto, foi seleccionado a lanterna do tipo MLED-120/DA-65, estas lanternas são compostas por díodos emissores de luz associados. Nestas lanternas estão associados 30 díodos por cada esteira. Esta escolha se deve ao facto de ser de menor potência e boa eficiência. As lanternas MLED-120 substituem as lanternas do tipo DUOFLASH porque estas consomem maior corrente tendo maior valor de potência.

A estrutura bem como a resistência à corrosão, tornam estas lanternas ideais para a instalação em ambientes marítimos. As lanternas do tipo MLED-120, tornam a instalação do sistema menos caro em relação a instalação utilizando outros tipos de lanternas, pois o valor de venda é inferior relativamente à lanternas do tipo DUOFLASH.

4.6.1 Especificações

Tipo de cores disponíveis: Verde, branco, vermelho e amarelo.

Tensão de entrada.

DC.....10 a 36 Vdc.

Potência (cor da luz)

Verde e branco.....2.5 Watts por esteira.

Vermelho e amarelo.....3.0 Watts por esteira.

Esteiras.....1 a 4 esteiras circulares de 30 Ledes cada.

Corrente quiescente.....7.7mA.

Temperatura (ambiente)..... -40°C a +55°C.

Humidade relativa.....100% de condensação.

Altura.....312mm

Diâmetro.....237.2mm

Peso.....2Kg.

4.6.2 Sunswitch

Este dispositivo, é uma foto célula que controla o ligar e desligar da lanterna, durante as horas do dia para conservar a carga da bateria. O sunswitch é constituído por uma resistência dependente da luz (LDR), este dispositivo funciona aumentando a

resistência quando a intensidade da luz aumenta e diminuindo a resistência a medida que a intensidade da luz diminui. Este comportamento é o ideal para o funcionamento do sistema, pois quando a luz natural existir (dia) não é necessário que a lanterna acenda, mas quando a luz se for (noite) a lanterna acenda.

4.7 Barra de junção e ligadores

Este material tem como fim estabelecer o contacto eléctrico entre condutores que os intercala. Ver a figura 8 (Barra de junção) na página 57.

4.8 Cabo Eléctrico

Material eléctrico utilizado para conduzir a corrente eléctrica para vários terminais, dependendo da necessidade.

4.9 Tubo de borracha.

Este material é construído de borracha, de modo a garantir melhor resistência ao meio ambiente (normalmente é utilizado quando se pretende isolar condutores eléctricos da água).

5 Instalação do sistema

5.1 Desembalagem dos módulos fotovoltaicos

São tomadas todas as precauções na embalagem do sistema, para garantir a sua chegada em boas condições. Imediatamente, logo após a entrega pela companhia transportadora, verifique o material de embalagem para certificar com evidência de estragos em trânsito. A embalagem deve estar intacto e sem sinais de violação. Caixas partidas ou danificadas são evidências de mau manuseamento. Se observar algumas das condições acima, faça uma nota no conhecimento. Verifique se os módulos estão danificados.

5.1.2 Segurança do módulo geral

Correctamente concebido o tamanho calculado e instalado, o sistema fotovoltaico fornecerá um custo relativamente baixo e manutenção reduzida, uma fonte de energia eléctrica para aplicações a distância e para as instalações onde é impraticável o uso de potências do sector. Há umas poucas medidas simples e precauções de segurança a serem tomadas durante a instalação, para garantir o funcionamento do sistema com confiança e segurança do pessoal técnico.

Todas as instruções contidas nos parágrafos seguintes, devem ser lidas e compreendidas pelo pessoal técnico da instalação antes de tentar fazer a instalação, ligação, pôr em funcionamento e fazer a manutenção dos sistemas de geração fotovoltaico.

Um módulo fotovoltaico gera electricidade contínua (cc), sempre que estiver exposto a luz do sol ou outras fontes de luz brilhante.

Cubra a face do módulo completamente com fazenda opaca ou panos de algodão, para reduzir ou impedir a produção de electricidade ao instalar e ao trabalhar no módulo, ou nos fios eléctricos.

Quando os módulos forem ligados em série as voltagens são aditivas. Quando são ligados em paralelo, as correntes são aditivas. Por isso, pode ser visto que um sistema

montado de um número de módulos fotovoltaicos pode produzir altas voltagens, e correntes que podem representar grande perigo.

Evite inadvertidamente tocar nos terminais do módulo, quando o módulo estiver exposto a luz. Como uma precaução extra, só use ferramentas correctamente isoladas.

A instalação e operação do módulo só pode ser feita por pessoal especializado.

Não use objectos de joalheria, ao trabalhar num sistema eléctrico devido ao perigo de atracção de curtos-circuitos eléctricos e agravação de perigo eléctrico.

Certifique que a carga é verificada e está correcta. O sistema fotovoltaico está especificado para fornecer uma dada quantidade de energia à carga. Se a carga for aumentada sem aumento na capacidade do sistema gerador fotovoltaico, pode haver problemas no funcionamento do sistema.

Siga todas as precauções de segurança recomendadas para o sistema.

5.2 Orientação do módulo solar

Instalar o módulo na posição horizontal, na superfície da bóia num ângulo de 0°.

5.2.1 Ligações:

- Ligar o condutor positivo partindo do contacto positivo(+) do painel solar, para o ânodo do díodo de silício 1N4148 75Voltes 150mA e do cátodo do mesmo para o ligador que se encontra no canto superior direito da barra de junção.
- Ligar o condutor negativo partindo do contacto negativo(-) do painel solar para o segundo ligador, começando do canto superior direito da barra de junção.

Nota : Ao efectuar as ligações, o módulo solar SX-10U deve estar coberto, de modo que os raios solares não cheguem até a superfície do mesmo, para não produzir corrente eléctrica. O técnico deve alimentar a carga somente depois de certificar que todas ligações foram efectuadas sem erro e com sucesso.

5.3 Sombreamento

Instalar o módulo fotovoltaico num local insente de sombras, isto porque, necessita da luz para que possa produzir corrente eléctrica. Recomenda-se que os módulos sejam instalados na superfície mais alta da bóia.

5.4 Cabos a utilizar no sistema

Utilizar cabo PCN multifilar 2x1.5mm, para fazer as ligações a partir do módulo para o resto dos componentes do sistema, deve ser limitado para coincidir com os valores usados nos cálculos do dimensionamento do sistema. Também é importante, que os bornes de ligação estejam limpos e que seja feito bom contacto eléctrico. Humidade no revestimento do cabo causa cursos de curto-circuito. Ver a figura 11(cabo) na página 58.

5.5 Instalação do controlador de carga

- Cobrir o painel solar durante a instalação, para que não gere electricidade.
- Proceder as ligações do controlador à barra de junção, de acordo com a figura 4 (circuito de instalação do sistema) na página 56.
- Atenção à polaridades nas ligações.
- A unidade deverá ficar abrigada da chuva e dos raios solares, em local com ventilação natural (não instalar no interior de armários, caixas fechadas, etc).
- Apertar muito bem os parafusos dos ligadores, evitando mau contacto, pois isto acarreta mau funcionamento e danos a barra de junção.

5.5.1 Ligações:

- Ligar o condutor positivo, partindo do S+ do controlador de carga para o ligador que se encontra no canto inferior direito da barra de junção.
- Ligar um condutor, partindo do B+ do controlador de carga para o ligador que se encontra no canto inferior esquerdo da barra de junção.

- Ligar o condutor negativo, partindo do C- do controlador de carga para o segundo ligador, começando do canto inferior esquerdo da barra de junção, de seguida interligar o mesmo ligador e o ligador seguinte com um condutor idêntico.

5.6 Instalação de baterias

Instale a bateria no local limpo, fresco e seco, para que todas as células sejam afectadas pela mesma fonte de calor irradiante. A bateria é um dispositivo electroquímico e as diferenças de temperatura entre as células podem causar diferenças de comportamento das células no sistema. Isto põe em perigo o desempenho do sistema ao longo prazo.

Nas instalações em climas tropicais, as baterias devem ser protegidas do calor directo do sol e devem ser alojadas num alojamento apropriadamente ventilado. É vantajoso revestir o compartimento da bateria ou pintalo de prateado ou branco, para reflectir os raios directos do sol.

5.6.1 Interligação eléctrica das baterias de NiMH Sanyo e Optima RedTop.

Uma vez as baterias tenham sido correctamente arranjadas, podem ser electricamente interligadas.

- Ligar o condutor positivo, partindo do borne positivo da bateria de NiMH para o ligador que se encontra no canto superior esquerdo da barra de junção.
- Ligar o condutor negativo, partindo do borne negativo da bateria de NiMH para o segundo ligador, começando do canto superior esquerdo da barra de junção.
- Ligar o condutor negativo da bateria Optima RedTop para o ligador número 1.
- Ligar o condutor positivo da bateria Optima RedTop, para o contacto número 6 do relé.
- Aperte muito bem o conector de porca, nos níveis de torque recomendados. Retire qualquer massa excessiva do posto de ligação ou das superfícies dos bornes.

5.7 Instalação do circuito cumutador

O relé do tipo D8/SL/12Vac/12Vdc deve estar abrigado da chuva e dos raios solares, em local com ventilação natural (não instalar no interior de armários, caixas fechadas, etc). Para proceder com as ligações, deve obedecer as seguintes orientações:

- Ligar o condutor positivo, que sai do primeiro ligador no canto superior esquerdo da barra de junção para o terminal número 7 do relé.
- Ligar um dos condutores negativos que sai do ligador número 1 para o terminal número 8 do relé.
- Ligar do terminal número 5 do relé, um condutor positivo que vai até a entrada do ligador número 2.
- Ligar do contacto número 2 do relé, um condutor positivo até o ligador número 2.

Para o caso em que o cabo se encontre em contacto directo com o meio ambiente, isto é, ao longo da estrutura externa da bóia, deve estar inserido no tubo de borracha para que possa estar protegido da água salgada.

5.8 Instalação da lanterna do tipo MLED-120

Para proceder a ligação dos cabos de alimentação eléctrica para lanterna, precisa antes verificar com atenção se os componentes principais que constituem a lanterna estão presentes.

Após a desembalagem, o técnico precisa verificar se as esteiras dos díodos estão presentes, se o dispositivo sunswitch encontra-se conectado devidamente ao circuito da lanterna.

Ler a chapa característica do equipamento para confirmar a potência, corrente e tensão de acordo com os dados referenciados no projecto da instalação da sistema.

Procedida a avaliação completa e correcta, localize os contactos de ligação denominados pelas siglas PWR + e PWR -.

Faça a correcta ligação obedecendo a relação PWR+ para o ligador número 2 representado no esquema e PWR- para o ligador número 1 representado no esquema. Ver a figura 4 na página 56.

5.8.1 Configuração do flash da lanterna

A configuração das lanternas é feita de acordo com a localização da bóia no mar. Para configurar estas lanternas, o técnico precisa ler e compreender os códigos que estão listados na tabela de códigos de configuração da IALA, ver tabela 7 na página 54.

Na lanterna existem dois cursores utilizados para configuração da mesma, onde o primeiro cursor é utilizado para inserir o primeiro dígito ou número de configuração da lanterna, e o segundo cursor é utilizado para inserir o segundo dígito de configuração.

O código inserido refere-se ao ciclo completo a que estará submedido o flash da lanterna.

As designações S1 e S2 patentes na tabela (S1 cursor para inserir o primeiro dígito do código e S2 para inserir o segundo dígito), IALA (esta parte representa o ciclo ou flash completo referente ao código inserido), ON (período pelo qual a luz acende), OFF (período pelo qual a luz está apagada).

NOTA: Por razões de segurança, é necessário que as fontes de alimentação de energia (baterias e painel solar) do sistema, sejam instalados por último, depois de uma revisão e certeza na instalação.

Durante a instalação do sistema, utilize como referência a figura 4 (circuito de instalação do sistema), na página 56.

6 Cálculos

6.1 Calcular o consumo da lanterna

Como exemplo, para os cálculos foi usada a potência das lanternas de cor verde que é de 2.5 Watts. Para o caso de lanternas de luz vermelha ou amarela a potência a ser utilizada é de 3 Watts, ver as especificações da lanterna na página 25.

Dados:

$$P = 2.5 \text{ Watts.}$$

$$U = 12\text{Vdc.}$$

$$\text{Fórmula: } I = \frac{P}{U}$$

$$\text{Resolução: } I = \frac{2.5}{12} = 0.208A$$

6.1.1 Calcular o consumo equivalente da lanterna

Se o código escolhido para lanterna for 17, quer dizer que a lanterna terá um ciclo de 2s, isto é, 0.30s ON e 1.70s OFF. Ver a tabela 7 na página 54 (codigos da IALA).

Então será: $0.30/2$, isto porque, dividi-se o tempo de luz ON pelo ciclo completo que é de 2s, multiplicado pelas horas de funcionamento a que a lanterna estará submetida. Considera-se que no inverno o número de horas de funcionamento é de 14 horas por noite, como este é o período mais longo deve ser usado para tornar o sistema confiável.

Dados

$$H_{fd} = 14 \text{ horas}$$

$$LON = 0.30s$$

$$C_c = 2s$$

$$C_{cl} = 0.208 \text{ A}$$

$$\text{Fórmula: } Ceq = \left(\frac{Hfd \times LON}{Cc} \right) \times Ccl$$

Resolução

$$14 \times \frac{0.30}{2} = 2.1 \text{ Horas}$$

$$2.1 \times 0.208 = 0.4368 \text{ A.H}$$

6.1.2 Cálculo do consumo total da carga

Dados

$$Ceq = 0.4368 \text{ A.H}$$

$$Hd = 24 \text{ horas}$$

$$Iq = 0.0077 \text{ A}$$

$$\text{Fórmula: } Ctc = Ceq + (Iq \times Hd)$$

Resolução:

$$Ctc = 0.4368 + (0.0077 \times 24) = 0.6216 \text{ A.H}$$

NOTA: o valor 0.0077 A = 7.7 mA - representa a corrente quiescente da lanterna.
Observar as especificações da lanterna na página 25.

6.2 Cálculo dos painéis:

Número de horas/pico (canal de sofala) = 4.77 horas.

Considerando a utilização do painel SX-10U, cuja corrente no ponto de máxima potência é de $I_{max} = 0.59$ Amperes, teremos:

Capacidade de carga do painel:

Dados

$$I_{max} = 0.59 \text{ A}$$

$$H_p = 4.77 \text{ horas}$$

$$\text{Fórmula: } C_{cp} = I_{max} \times H_p$$

Resolução:

$$C_{cp} = 0.59 \text{ A} \times 4.77 \text{ Horas} = 2.8143 \text{ A.H.}$$

Número de painéis em paralelo:

Dados

$$C_{tc} = 0.6216 \text{ A.H}$$

$$C_{cp} = 2.8143 \text{ A.H}$$

$$\text{Fórmula: } N_{pp} = \frac{C_{tc}}{C_{cp}}$$

Resolução:

$$0.6216 \div 2.8143 = 0.2208 \text{ Por arredondamento 1 painel SX-10U.}$$

$$N_{pp} = 1.$$

6.3 Cálculo das baterias:

Considerando a autonomia para o nosso caso que é de 30 dias teremos:

Dados

$$C_{tc} = 0.6216 \text{ A.H}$$

$$\text{Autonomia} = 30 \text{ dias}$$

$$\text{Fórmula: } C_{bs} = C_{tc} \times \text{autonomia}$$

Resolução:

$$C_{bs} = 0.6216 \times 30 = 18.648 \text{ A.H}$$

Tendo em conta que a bateria não deve descer abaixo de 50% da sua capacidade de descarga temos: $\frac{C_{bs}}{\frac{1}{2}} = C_{bs} \times 2 = 18.648 \times 2 = 37.296 \text{ A.H}$. Utilizando as baterias de

Níquel Hidretos Metálicos 12V / 50 A.H temos :

Dados

$$C_{bs} = 18.648 \text{ A.H}$$

$$C_b = 50 \text{ A.H}$$

$$\text{Fórmula: } Nb = \frac{C_{bs}}{C_b}$$

Resolução:

$$37.296 \div 50 = 0.746 \approx 1 \text{ bateria.}$$

$$Nb = 1$$

6.3.1 Automia para a bateria de Backup

Utilizando as baterias Optima RedTop 12V / 50 A.H, teremos os mesmos resultados com os da bateria acima calculado, porque tem a mesma capacidade e tensão.

$$Nb = 1 \text{ bateria}$$

NOTA: A redução da capacidade da bateria, ou a substituição da mesma por outras não dimensionadas, implica uma diminuição da autonomia do sistema.

6.4 Cálculo da secção dos condutores

Cáculo da secção do cabo condutor que será instalado no sistema.

Dados:

$$I_{\max} = 0.59 \text{ A.}$$

$$V_{\max} = 16.8 \text{ Vdc.}$$

$$\rho = 0.017 \text{ (Ohms.mm}^2\text{/m).}$$

$$l = 3 \text{ m.}$$

$$S = ?$$

Onde:

V_{\max} – corresponde a tensão máxima do painel, (V);

I_{\max} – corrente máxima do painel (A)

l – é o comprimento (m)

ρ – é a resistividade do material do condutor; (Ohms.mm²/m);

S – é a secção do condutor (mm²).

$$\text{Fórmula: } S = \frac{\rho \times l \times I}{V}$$

$$\text{Resolução: } S = \frac{0.017 \times 3 \times 0.59}{16.8} = 0.00179 \text{ mm}^2$$

Para o caso, a secção mínima a utilizar é de 1.5 mm². Observar a tabela 6 (Tabela prática) na página 53.

MANUTENÇÃO DO SISTEMA

7. Manutenção do sistema

7.1 Generalidades

Na primeira instalação, recomenda-se uma manutenção periódica de rotina dos sistemas geradores fotovoltaicos de 30 a 120 dias para fiscalizar o desempenho, para prever e impedir problemas que poderão conduzir a uma avaria catastrófica e para actualizar a condição física da especificação do desenho. Embora alguns sistemas sejam concebidos para precisarem de uma manutenção mínima, um programa de serviço regular, conduzirá a uma confiabilidade aumentada e a mais baixos custos totais do sistema. Uma vez que tenha sido estabelecida confiança no desenho do sistema, depois o período de manutenção de rotina poderá ser prolongado para anual.

Uma parte importante do programa de manutenção, é a conservação de registos de manutenção do sistema que oferecem documentação legal, informação do cliente e dados históricos das comparações operacionais. É simplificada a correcção dos problemas e há uma melhor confiança nas reparações se existirem dados históricos.

7.1.2 Inspeção visual

Inspeccione o sistema visualmente antes de alterar qualquer parte. No caso de serem encontrados problemas, é muito importante conhecer a configuração inicial do sistema.

- Orientação do módulo. Verifique para certificar que o painel solar está dentro do ângulo referenciado no projecto.
- verifique para certificar que o painel solar está sem sombras para todas as possíveis localizações do sol.
- Comprimento do cabo entre o painel solar e o resto dos componentes: confirme se o tamanho e o tipo de cabo, está em conformidade com o diagrama esquemático da instalação eléctrica para o local.
- Corrosão: inspeccione para verificar se o sistema tem corrosão e faça a limpeza.

Após terem sido feitas as inspeções visuais acima e os problemas terem sido anotados, retifique todas as deficiências e limpe a superfície do painel, usando um pano macio e água com sabão. Pode ser usado um detergente não abrasivo suave sobre os contaminantes mais resistentes.

7.1.3 Medições do sistema

Após a inspeção visual do sistema, devem ser feitas várias medições para verificar se o sistema está a funcionar correctamente.

Primeiro desligue o cabo do painel solar no controlador de carga, na extremidade do cabo meça a corrente em curto-circuito e voltagem do circuito aberto. Evite o curto-circuito nos condutores nas extremidades dos cabos soltos.

Desligue os cabos de abastecimento, positivo e negativo nos bornes de ligação das baterias. Meça a voltagem e registre a leitura.

Limpe a corrosão dos bornes da bateria. Isto envolve a retirada das interligações e a limpeza de todas as áreas de contacto até ao metal base. Substitua as ligações duvidosas e cubra com cobertura protectora de massa de silício ou vaselina.

Se forem positivas todas as verificações do sistema, verifique para certificar se todo o sistema foi remontado correctamente e que os registos estão em boa ordem.

7.2 Detecção de avarias

O gerador fotovoltaico, foi concebido e o seu tamanho delineado para funcionar ao longo prazo só com a manutenção de rotina. A substituição das baterias não faz parte da manutenção de rotina.

O estado de bom funcionamento do sistema gerador fotovoltaico reflecte-se no estado de carga das baterias. Se o estado de carga for inferior a especificação, há problemas no sistema, as baterias se forem bem cuidadas durarão longos anos de vida. Avaria prematura nas baterias é sinal de problema ou problemas no sistema. A

substituição das baterias sem rectificar o problema é um caso de tratar o sintoma e não tratar o problema. De certeza, que o sistema falhará novamente.

7.2.1 Painel solar

Se o rendimento do painel for inferior ao da especificação, os cabos da instalação eléctrica poderão precisar de ser substituídos. Faça um diagrama de instalação eléctrica existente antes de retirar as interligações velhas. Compare com o diagrama esquemático da instalação eléctrica do local e note as diferenças. Retire as interligações, limpe a corrosão dos bornes do módulo, mas não tente tira-los com força por estarem soldados dentro do módulo as interligações das células solares.

Manutenção de rotina. Não se esqueça de verificar o resultado contra os números das especificações.

7.2.2 Cabos

Certifique que o cabo dentro do revestimento exterior está seco. Caso contrário substitua o cabo. Verifique o tamanho do cabo. Certifique que as terminações das extremidades estão limpas e seguras.

7.2.3 Carga

Verifique se a carga real está dentro da especificação. Se não for o caso, realize as medições de tensão e corrente do controlador de carga. A mudança do dispositivo só será solicitada no caso de danificação do mesmo ou mau funcionamento.

7.2.4 Baterias

Registe o valor da tensão da bateria, afim de se avaliar o estado de funcionamento do controlador de carga. Limpe e reaperte os terminais, passe vaselina ou massa anti-oxidante.

7.2.5 Lanterna.

Verifique se a lanterna funciona de acordo com a previsão, incluído o sunswitch. Se não se comportar como o previsto, proceda a troca do sunswitch.

Só poderá trocar a lanterna, no caso de não acender, mas com a tensão de entrada necessária existente e o sunswitch em boas condições de funcionamento.

7.3 Constantes avarias.

- Interopção dos condutores.
- Corrosão nos terminais dos condutores.
- Disconecção dos bornes das baterias, devido a entrada das águas salgadas nos compartimentos das baterias.
- Corrosão nos bornes das baterias.
- Descarregamento total das baterias, pela falta de carregamento causado pela interopção dos condutores.
- Curto-circuito nas placas das lanternas, causado pela infiltração das águas nas mesmas.

8. Especificação do Material

Módulo solar do tipo SX-10U, fabricado pela BP Solar, construído na base de células de Silício poli-cristalino em série.

Díodo de silício normal 1N4148 75Voltes 150mA, este dispositivo pode ser adquirido na loja Gafar, situada na cidade da Beira.

Controlador de carga SHUNT SOLAR BR/12/6, fabricado pela BR/12/6 Beco, usado para baterias de 12 voltes.

Bateria de NiMH (Níquel- Hidretos Metálicos), fabricado pela Sanyo com capacidade de carga de 50 A.h, tensão de 12 Vdc.

Bateria Optima RedTop, tensão de 12 Vdc, 50 A.h fornecido pela Enertec.

Relé duplo D8/SL/12Vac/12Vdc. Este dispositivo pode ser adquirido na loja Electrotécnica, na cidade da Beira.

Lanterna do tipo MLED-120. Tensão de entrada de 10 a 36 Vdc, potência de entrada 2.5 Watts por esteira, condições de funcionamento -40°C a +55°C, corrente quiescente 7.7mA. Produzido pela TIDELAND.

Barra de junção de 4mm com 8 ligadores de contacto eléctrico, este dispositivo pode ser adquirido na loja Sena Centro na cidade da Beira.

Ligador de 6mm com revestimento plástico, este material pode ser adquirido na loja Sena Centro na cidade da Beira.

Terminais para baterias, este material pode ser adquirido na loja Sena Centro na cidade da Beira.

Cabo eléctrico PCN 2x1.5mm, pode ser adquirido na loja Sena Centro na cidade da Beira.

Tubo de borracha para protecção de 4cm de diâmetro, este material pode ser adquirido na loja Sena Centro na cidade da Beira.

9. Medições e finalidade

Material	Quantidade	Finalidade
Painel Solar BP SX-10U	1	Converter a energia solar em e energia eléctrica e fornecer ao sistema.
Díodo de silício1N4148 75Voltes 150mA	1	Bloquear a corrente de retorno
Controlador de carga.	1	Monitorar o processo de carga e descarga da bateria.
Bateria de NiMH Sanyo.	1	Armazenar a carga fornecida pelo painel e alimentar a lanterna.
Bateria Optima RedTop Sanyo	1	Alimentar a lanterna quando o sistema principal falhar
Relé.	1	Realizar a comutação da corrente das baterias.
Lanterna MLED 120.	1	Sinalizar o canal, servindo como guia dos navegadores.
Barra de junção de 4mm	1	Estabelecer o contacto eléctrico entre os diversos condutores que os intercala.
Ligador de 6mm.	2	Estabelecer o contacto eléctrico entre os diversos condutores que os intercala.
Terminais para baterias.	4	Permitir bom contacto entre o condutor e o borne da bateria
Cabo eléctrico PCN 2x 1.5mm de secção.	1	Transportar a corrente eléctrica para os respectivos equipamentos
Tubo de borracha ¾	1	Proteger o cabo eléctrico

10 Orçamento do projecto.

10.1 Orçamento material

Descrição do material	Quantidade	Preço unitário em Meticais	Total parcial com 17% de IVA em meticais
Painel solar BP SX-10U	1	13476.8	15767.8
Díodo de Silício 1N4148 75V, 150mA	1	10	10
Bateria de NiMH Sanyo	1	11140	11140
Bateria Optima RedTop	1	11807.6	13814.9
Controlador de carga SHUNT SOLAR	1	11863.1	13879.9
Relé D8/ SL/ 12Vac / 12 Vdc	1	6200	6200
Lanterna MLED-120	1	9186.6	10748.3
Barra de junção de 4mm	1	21	21
Ligador	2	12	12
Terminais para baterias	2 pares	300	300
Cabo eléctrico PCN 2x1.5mm	1 3 metros	126	126
Tubo de borracha ¾	1 3 metros	498	498
Barco	1 para 8 horas de funcionamento	9600	9600
Total líquido			82117.90
Plano de contingência 6%			4927.07
Custo total do material			87044.97

Nota: para o caso da painel solar, lanterna MLED-120, controlador de carga e a bateria Optima RedTop, os fornecedores não são nacionais, por este motivo o valor foi cambiado em metical correspondente ao câmbio do dia 22 de Maio de 2010.

10.2 Orçamento de mão de obra

Número de funcionários	Categoria	Salário por hora em Meticais (MT)	Horas de trabalho	Valor de cada funcionário (MT)	Dias de trabalho	Valor total em Meticais (MT)
1	Técnico médio	587.5	8	4700	1	4700
1	Técnico básico	350	8	2800	1	2800
1	Piloto	293.75	8	2350	1	2350
1	marinheiro	281.25	8	2250	1	2250
Total						12100

10.3 Orçamento global

Designação	Valor em Meticais (MT)
Orçamento do material	87044.97
Orçamento de mão de obra	12100
Total global	99144.97

11. Conclusão

Conclui-se que com o presente projecto, é possível implementar a instalação do sistema com sucessos, pois os objectivos traçados foram todos eles alcançados com êxito. O sistema foi dimensionado na base de cálculos de engenharia, para torna-lo eficiente e confiável, o mesmo projecto após a finalização, foi ensaiado na oficina de electrónica do Instituto Nacional de Hidrografia e Navegação (INAHINA), localizado na cidade da Beira, província de Sofala.

12. Recomendações

Para que o funcionamento deste sistema após a sua instalação seja eficiente e eficaz, é importante e necessário que se obedçam os seguintes critérios :

- Efectuar as manutenções periódicas do sistema, para este caso deve ser de 30 em 30 dias, isto num período inicial para certificar a eficiência e confiabilidade do funcionamento do sistema e depois pode ser alongado para uma vez por ano .
- Verificar se o sistema está a funcionar dentro dos parâmetros recomendados.
- Em caso de avarias de um equipamento, deverá ser substituído por outro com mesma capacidade e referência. Mas antes deve-se investigar os motivos ou razões que originaram a avaria e resolver para que não se repita.
- A substituição deverá ser feita de forma a facilitar o manuseamento e tendo em conta as intervenções técnicas, isto é, boa disposição dos equipamentos.

Técnico responsável

(Pedro Amone Júnior)

13. Bibliografia

LIMA,Luís.(2010).Direcção de faróis,Electricidade e electrónica: Porto, pág 116.

SANTOS,Arlndo.(2008).Energia solar foto voltaica: Porto, pág 71.

TRANCAS,Fernando.(1999).Direcção de faróis,Ajudas à navegação: Porto, Vol 1, pág 117.

TRANCAS,Fernando.(2000).Direcção de faróis,Sistemas de energia alternativa:Porto,pág 40.

Tidelande.Marine led lantern:Huston,Texas, pág 44.

INTERNET:

- www.bpsolar.com
- www.pelco.com
- www.tidelandsiganal.com
- www.wikipedia.com

ANEXO

Tabela 1. Comparação dos diferentes tipos de células solares

Tipo de célula	Rendimento típico		Custo
	Comercial	Em laboratório	
Mono-cristalinas	16%	23%	Elevado
Poli-cristalinas	11-16%	18%	Médio
Silício-Amorfo	8-10%	13%	Baixo

Tabela 2. Tabela de referência de ângos relativamente ao número de painéis

Nº de módulos	Inclinação
1	0
2	45
3	60
4	90

Tabela 3. Tabela de Resistividade a 20°C

Material	ρ (Ohms.m)	ρ (Ohms.mm ² /m)
Alumínio	$2,8 \times 10^{-8}$	$2,8 \times 10^{-2}$
Cobre	$1,7 \times 10^{-8}$	$1,7 \times 10^{-2}$
Prata	$1,6 \times 10^{-8}$	$1,6 \times 10^{-2}$

Tabela 4. Tabela de característica das baterias.

Tipo	NiCd	NiMH
Densidade de energia (Wh/kg)	50	75
Nº máximo de ciclos (mínimo)	1.500	500
Carga rápida	1,5 H	2/3 H
Auto descarga	Média	Alta
Corrente de descarga	Muito alta	Média
Efeito memória	Maior	Menor
Custo	Menor	Maior

Tabela 5. Tabela de Características da bateria de NiMH.

(fonte: Revista SE Modeler Vol.4 no.3)

Tipo	NiMH
Fabricante	Sanyo
Modelo	HR-AA
Voltagem da célula	12 Voltes
Capacidade em A/h	50
Peso em Quilogramas	27
Densidade de potência em relação a NiCd	1,8x
Custo em relação a NiCd	20%
Voltagem da célula com carga completa	13.8 Voltes
Taxa máxima de carga em relação a capacidade	1 X
Taxa máxima de descarga em relação a capacidade	10 X
Numero de ciclos de carga (Vida útil)	500
Percentual mensal de auto descarga	20%

Tabela 6. Tabela prática para cálculo da distância máxima dos cabos, em metros, para uma queda de tensão inferior a 5% em sistemas de 12 volts.

Secção (mm ²)	35	25	16	10	6	4	2.5	1.5
Corrente (A)								
1	540	389	246	156	93	62	39	22
2	270	192	123	78	46	31	19	11
3	180	130	81	52	31	20	13	7
4	135	97	62	39	23	15	10	5
5	108	78	49	31	18	12	8	4
6	90	65	41	26	15	10	6	3
7	77	55	35	22	13	9	5	2.8
8	67	49	31	19	12	8	4.5	2.5
9	60	43	27	17	10	7	4	2
10	54	39	25	16	9	6	3.5	1.8
12	45	32	20	13	8	5	3	1.5
15	36	26	16	10	6	4	2	1
18	30	22	14	9	5	3	1.8	0.8
21	26	18	12	7	4	3	1.6	0.7
24	22	16	10	6.5	3.5	2.5	1.5	0.5
27	20	14	9	5.5	3	2	1	-
30	18	13	8	5	2.5	1.5	0.8	-

Tabela

Tabela 7. Tabela de códigos da IALA

S1	S2	IALA	ON	OFF
0	0	FIXED		
0	6	FL 1.5s	0.2	1.3
1	F	FL 1.5 s	0.3	1.2
D	8	FL 1.5s	0.4	1.1
3	4	FL 1.5s	0.5	1
1	6	FL 2s	0.2	1.8
1	7	FL 2s	0.3	1.7
1	8	FL 2s	0.4	1.6
0	1	FL 2s	0.5	1.5
0	2	FL 2s	0.7	1.3
2	O	FL 2s	0.8	1.2
1	C	FL 2.5s	0.3	2.2
0	3	FL 2.5s	1	1.5
3	2	FL 3s	0.2	2.8
0	4	FL 3s	0.3	2.7
3	E	FL 3s	0.4	2.6
0	5	FL 3s	0.5	2.5
4	5	FL 3s	0.6	2.4
0	8	FL 3s	0.7	2.3
0	7	FL 3s	1	2

Figura 1. Curva característica de descarga das baterias de NiCd e NiMH Sanyo.

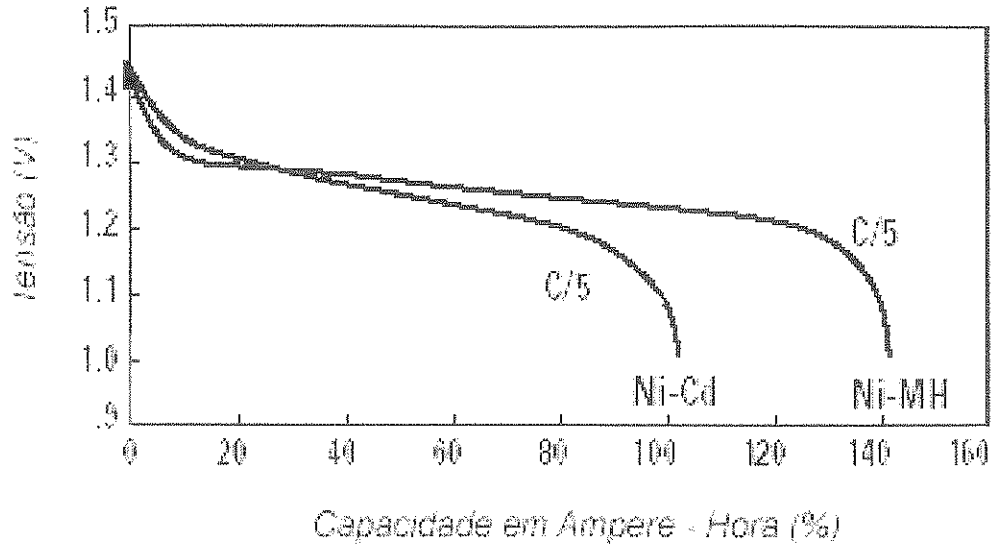


Figura 2. Gráfico característico do controlador de carga.

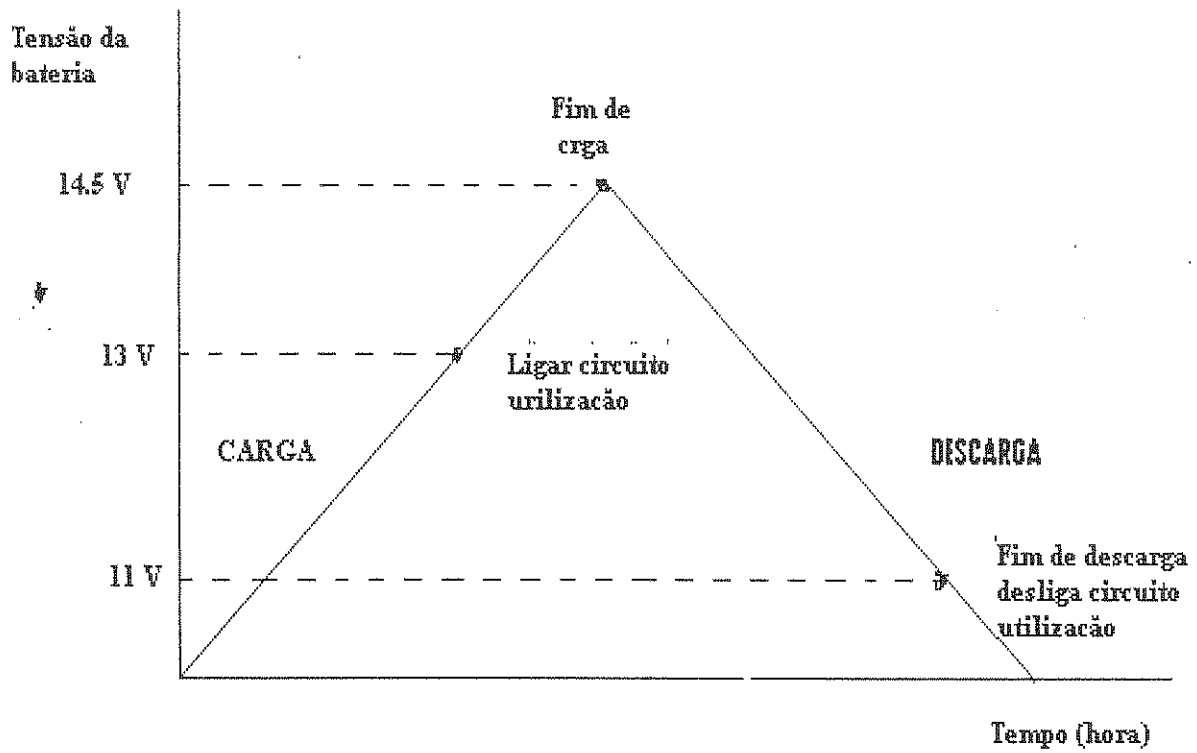


Figura 5. Painel Solar SX-10U

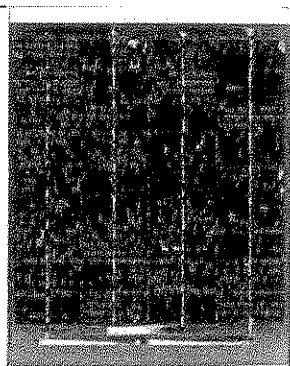


Figura 6. Díodo de Silício

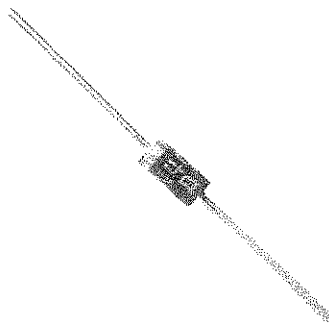


Figura 7. Controlador de carga

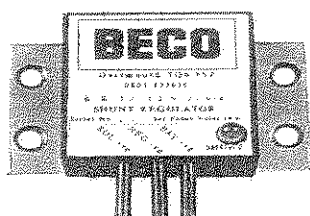


Figura 8. Barra de junção



Figura 9. Símbolo do Relé duplo

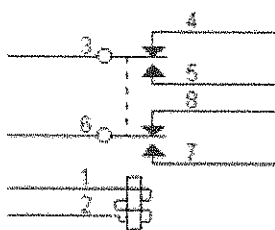


Figura 10. Bateria Optima RedTop

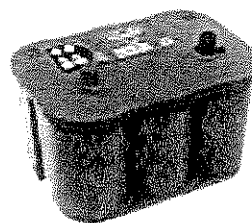


Figura 11. Cabo eléctrico PCN

2 Condutores

Seção (mm ²)	2x1,0	2x2,5
	2x1,5	2x4,0

Cores

- Veias
- Cobertura




Figura 12. Lanterna MLED-120

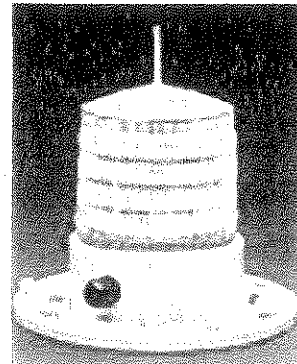


Figura 13. Imagem do relé duplo

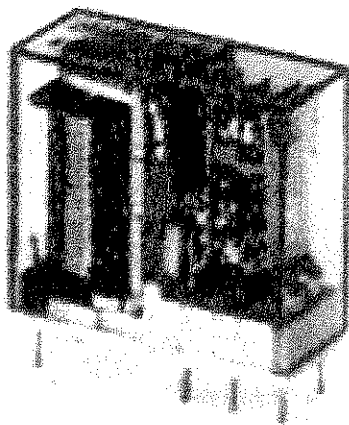
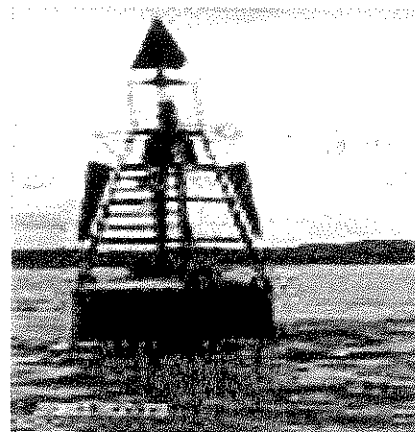
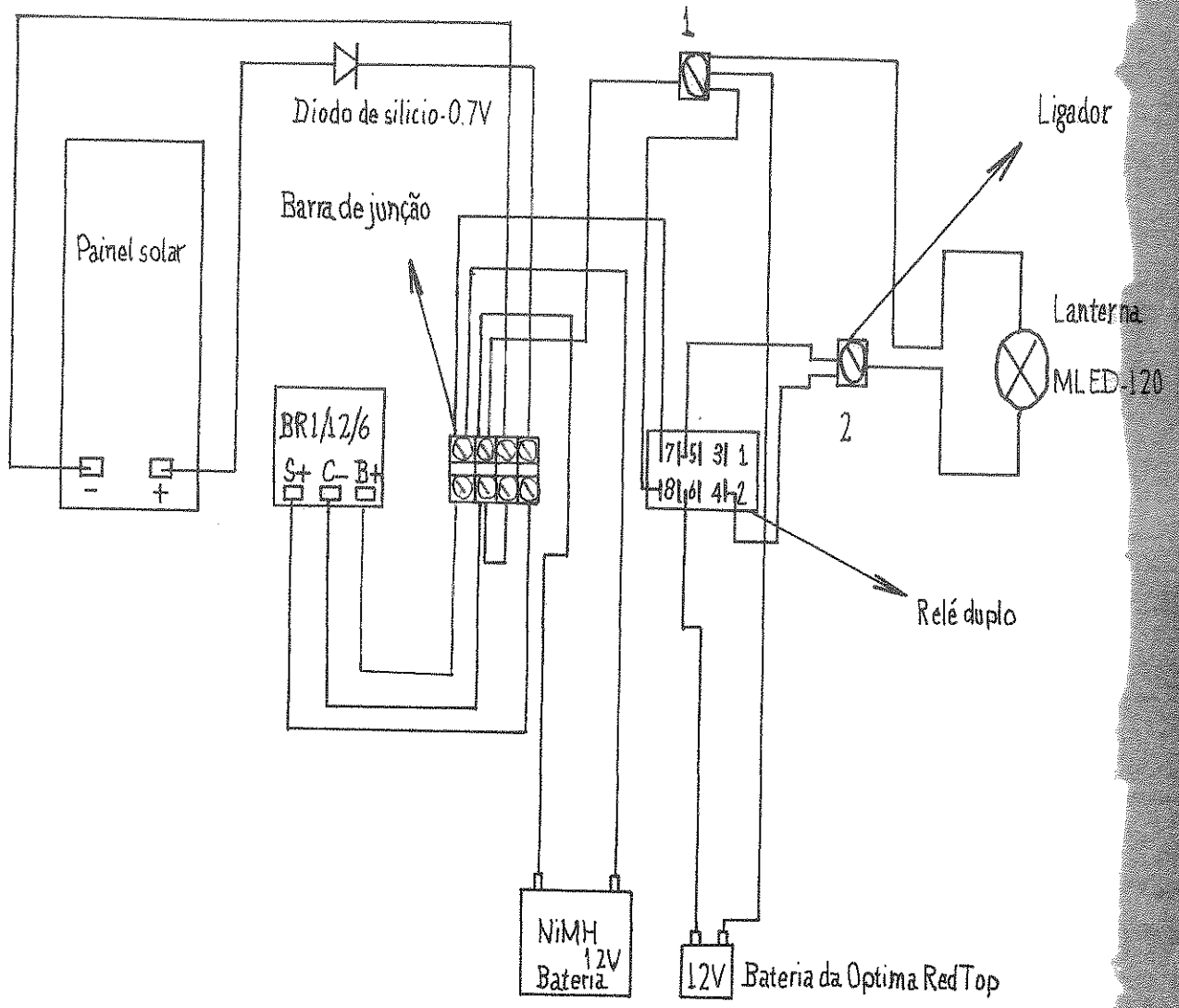


Figura 14. Imagem da Bóia





2010	Data	Nome
Desenhou	28.05	Pedro A. Júnior
Verificou		
1/escala		
3 meses		

I I C B

Circuito de Instalação de Sistema

Desenho nº: 04
AIEL