



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
CURSO DE ENGENHARIA DE ENERGIAS RENOVÁVEIS**

LUCAS JORDANE SANTOS SOUZA

**ESPECIFICAÇÃO DE UMA BANCADA DE SECAGEM COM LIGAÇÃO À REDE
ELÉTRICA POR SISTEMA FOTOVOLTAICO**

FORTALEZA

2017

LUCAS JORDANE SANTOS SOUZA

ESPECIFICAÇÃO DE UMA BANCADA DE SECAGEM COM LIGAÇÃO À REDE
ELÉTRICA POR SISTEMA FOTOVOLTAICO

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Energias Renováveis do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do Título de Engenheiro em Energias Renováveis.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Nivaldo Aguiar Freire.

Coorientadora: Prof.^a Maria Eugênia Vieira da Silva, Ph.D.

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S239e Souza, Lucas Jordane Santos.
Especificação de uma bancada de secagem com ligação à rede elétrica por sistema fotovoltaico / Lucas Jordane Santos Souza. – 2017.
69 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia de Energias Renováveis, Fortaleza, 2017.
Orientação: Prof. Dr. Francisco Nivaldo Aguiar Freire.
Coorientação: Profa. Dra. Maria Eugênia Vieira da Silva.

1. Secagem. Sistema fotovoltaico. I. Título.

CDD 621.042

LUCAS JORDANE SANTOS SOUZA

ESPECIFICAÇÃO DE UMA BANCADA DE SECAGEM COM LIGAÇÃO À REDE
ELÉTRICA POR SISTEMA FOTOVOLTAICO

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Energias Renováveis do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do Título de Engenheiro em Energias Renováveis.

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Francisco Nivaldo Aguiar Freire (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.^a Maria Eugênia Vieira da Silva, Ph.D.
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.^a Dr.^a Ana Fabíola Leite Almeida
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, José Welton de Sousa e
Helenita Maria Santos Sousa.

Aos colegas e professores universitários que
incentivaram muito o interesse pelas
disciplinas do curso de Engenharia

AGRADECIMENTOS

A Deus por me proporcionar a experiência de aprendizado com os professores e colegas da Universidade.

Ao Prof. Dr. Francisco Nivaldo Aguiar Freire, pela excelente orientação.

A Prof. Maria Eugênia Vieira da Silva, pela excelente orientação.

Aos meus pais, Sra. Helenita Maria Santos Sousa e Sr. José Welton de Sousa que se dedicam muito na minha educação.

Ao meu amigo Rafael Cronemberger pela ajuda no abstract.

Aos meus colegas da turma de graduação pelos valiosos tempos de estudos antes das provas.

“O homem nunca pode parar de sonhar. O sonho é o alimento da alma, como é o alimento do corpo.” (Paulo Coelho)

RESUMO

Os produtos de origem animal e vegetal necessitam de armazenamento adequado para o transporte e comercialização. A secagem desses tipos de produtos facilita o armazenamento e aumenta o tempo de validade para o consumo. O processo de secagem demanda tempo e consumo de energia. Esse trabalho tem como finalidade a especificação de uma bancada de secagem teórica para secagem de produtos, com acionamento por módulos fotovoltaicos ligados à rede elétrica. Nos sistemas com geração de energia fotovoltaica há dois tipos de operação, sendo um sistema autônomo sustentável por um período estabelecido com a utilização de um banco de baterias, e outro sistema conectado à rede elétrica, caso necessite de energia durante o período quando não há radiação solar. Os sistemas autônomos são mais complexos em relação aos sistemas conectados à rede elétrica por apresentarem mais equipamentos elétricos e com isso o custo do sistema se torna mais elevado. Os resultados mostram a seleção dos sensores de medição (temperatura de bulbo seco e de bulbo úmido, velocidade do fluxo de ar e massa), a especificação dos componentes da bancada (ventilador, resistências elétricas) como também o dimensionamento e especificação do sistema fotovoltaico para o acionamento elétrico da bancada. Este sistema é recomendável, apesar do custo elevado.

Palavras-chave: Secagem. Módulos fotovoltaicos. Banco de baterias. Sistemas autônomos. Rede elétrica. Sensores.

ABSTRACT

The animal and vegetal origin products need adequate storage for their transport and selling. The drying of these kind of products facilitates the storage and postpone the expiration date for consumption. The drying process demands time and energy. This paper has as purpose the specification of a theoretical drying apparatus to be powered by solar photovoltaic modules connected to the energy grid. In systems with photovoltaic energy generation there are two types of operation, one is an independent system sustainable by a battery bank for an established period of time, and the other is a system connected to the energy grid in case it demands energy during a period in which there is no solar radiation. The independent systems are more complex than the energy grid connected ones because they have more electrical equipment and, for this reason, the cost of the system becomes higher. The results show a selection of the measuring sensors (dry bulb and wet bulb temperature and mass flow and airflow velocity), a specification of apparatus (fan, electrical resistances) as well as the sizing calculation and specification of the photovoltaic system for the electric drive of the apparatus. This system is recommended, despite the high cost.

Keywords: Drying. Photovoltaic modules. Battery banks. Independent systems. Energy grid. Sensors.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Desenho da bancada experimental (componentes básicos) para o levantamento de curvas de secagem.....	19
Figura 2 – Condição constante de secagem.....	22
Figura 3 – Curva típica da taxa de secagem, condições de secagem constante.....	23
Figura 4 – Vista superior da bancada de secagem com todos os equipamentos.....	26
Figura 5 – Geração de pares elétron-lacuna pela incidência de fótons no material semicondutor, chamado efeito fotocondutivo.....	28
Figura 6 – Estrutura básica de uma célula fotovoltaica de silício.....	29
Figura 7 – Curvas I - V de duas células fotovoltaicas de silício cristalino conectadas em série.....	30
Figura 8 – Curvas I - V de duas células fotovoltaicas de silício cristalino conectadas em paralelo.....	30
Figura 9 – Curvas típicas do efeito da profundidade de descarga e da temperatura na vida útil da bateria.....	31
Figura 10 – Sistema autônomo para a bancada de secagem.....	40
Figura 11 – Sistema geração de energia conectada a rede elétrica para a bancada de secagem.....	43
Figura 12 – Equipamentos e sensores da bancada de secagem	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Condições experimentais para secagem do peixe pargo (<i>Lutjanus purpúreos</i>)	23
Tabela 2 – Relação dos equipamentos elétricos para bancada de secagem.....	34
Tabela 3 – Características elétricas do inversor.....	35
Tabela 4 – Características elétricas da bateria.....	36
Tabela 5 – Média mensal da radiação solar incidente na superfície horizontal.....	37
Tabela 6 – Média mensal de Horas de Sol Pleno (HSP).....	38
Tabela 7 – Características elétricas do módulo solar.....	38
Tabela 8 – Características elétricas do regulador de carga.....	40
Tabela 9 – Características elétricas do inversor.....	41
Tabela 10 – Características elétricas do módulo solar.....	42
Tabela 11 – Relação dos equipamentos que compõem a bancada.....	44
Tabela 12 – Relação dos equipamentos para sistema autônomo fotovoltaico da bancada	45
Tabela 13 – Relação dos equipamentos para sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica para bancada.....	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Ampère
Acc	Corrente contínua
Ah	Ampère-hora
CA	Corrente alternada
CB	Capacidade banco de baterias
CC	Corrente contínua
cm	Centímetros
E	Energia
FAO	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
HSP	Horas de sol pleno
Hz	Hertz
Kg	Quilograma
kW	Quilowatt
kWh	Quilowatt-hora
kWp	Quilowatt-pico
MJ	Megajoule
NBR	Norma Brasileira Regulamentar
m/s	Metros por segundo
P	Potência
T	Tempo
TFVE	Totalmente fechado com ventilação externa
TWh	Tera Watt-hora
Vca	Tensão em corrente alternada
Vcc	Tensão em corrente contínua

LISTA DE SÍMBOLOS

η	Rendimento
%	Porcentagem
$^{\circ}$	Grau

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVOS.....	17
2.1	Geral.....	17
2.2	Específico.....	17
3	METODOLOGIA	18
4	SECADOR DE BANCADA.....	19
4.1	Preparação da amostra.....	20
4.2	Cálculo da taxa.....	20
4.3	Curva de secagem.....	21
4.4	Parâmetros de secagem.....	23
4.5	Sistema de medição e coleta de dados.....	24
5	CONVERSÃO DA ENERGIA SOLAR EM ENERGIA ELÉTRICA.....	27
5.1	Funcionamento fotovoltaico.....	27
5.2	Associação de células e módulos fotovoltaicos em série.....	29
5.3	Associação de células e módulos fotovoltaicos em paralelo.....	30
5.4	Bateria.....	31
5.5	Regulador de carga.....	32
5.6	Inversor.....	32
6	SECADOR DE BANCADA COM FONTE DE ENERGIA ALTERNATIVA.....	34
6.1	Sistema autônomo com energia fotovoltaica.....	34
6.2	Sistema de geração de energia fotovoltaica conectado à rede elétrica.....	40
7	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	44
8	CONCLUSÃO	47
	REFERÊNCIAS	48
	ANEXO A – CATÁLOGO TÉCNICO SENSOR iTHX-SD.....	50
	ANEXO B – CATÁLOGO TÉCNICO BALANÇA SEMIANALÍTICA.....	53
	ANEXO C – CATÁLOGO TÉCNICO DO SENSOR FMA1000.....	54
	ANEXO D – CATÁLOGO TÉCNICO DO SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS.....	56

ANEXO E – CATÁLOGO TÉCNICO RESISTÊNCIA ELÉTRICA.....	60
ANEXO F – CATÁLOGO TÉCNICO TERMOSTATO.....	61
ANEXO G – CATÁLOGO TÉCNICO VENTILADOR	
INDUSTRIAL.....	62
ANEXO H – CATÁLOGO TÉCNICO DO INVERSOR MS4024PAE.....	63
ANEXO I – CATÁLOGO TÉCNICO DA BATERIA FREEDOM.....	64
ANEXO J – CATÁLOGO TÉCNICO MÓDULO SOLAR YGE-140P-17b	65
ANEXO K – CATÁLOGO TÉCNICO REGULADOR DE CARGA	
XANTREX C40.....	66
ANEXO L – CATÁLOGO TÉCNICO INVERSOR TRIO-8.5-TL-OUTD..	67
ANEXO M – CATÁLOGO TÉCNICO MÓDULO SOLAR CANADIAN	
CS6P-265P.....	68

1 INTRODUÇÃO

A produção de alimentos no mundo deverá aumentar em 60% até 2050 para suprir a demanda crescente da população, segundo consta no relatório da FAO (*“Food and Agriculture Organization of the United Nations”* – Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura). O planeta está sofrendo uma grande mudança climática e escassez de recursos naturais. As perdas e desperdícios dos alimentos, por motivos de transporte e/ou armazenamento, estão indo na contra mão do objetivo que se espera alcançar em 2050. A FAO estima que 28% dos alimentos que chegam ao final da cadeia em países latino-americanos são desperdiçados e que um quarto do desperdício agregado dos Estados Unidos e do continente Europeu é suficiente para alimentar 800 milhões de pessoas que ainda passam fome no mundo.

O Brasil está entre os dez países que mais perdem e desperdiçam alimentos. São desperdiçados aproximadamente 41 mil toneladas de alimentos por ano, segundo coordenadora de Mudanças Climáticas do *“World Resources Institute”* (WRI). A perda dos alimentos está relacionada com as etapas de produção, distribuição e comercialização. O desperdício está no final da etapa, ou seja, no varejo, no supermercado e com o hábito do consumidor.

Segundo CELESTINO (2010) a água contida no alimento é um fator primordial para sua conservação, uma das preocupações dos agricultores é como reduzir as perdas de produção após a colheita de frutas e hortaliças. A secagem do alimento é uma das técnicas utilizadas que consiste em retirar parte da água dos alimentos. Os microrganismos presentes no alimento precisam de água para suas funções vitais, a secagem reduz a atividade de água dos alimentos diminuindo a atuação dos microrganismos. Algumas vantagens da secagem são o aumento da vida útil do produto, facilidade no transporte, redução de perdas.

A retirada de água de um alimento envolve fenômenos de transporte de massa e energia (SINGH; HELDMAN, 1987) entre o alimento e a corrente de ar quente. Curvas de secagem mais comuns são encontradas em diversos trabalhos para frutas tropicais. Um dos fatores que está diretamente relacionado ao processo de secagem é o tipo de umidade a ser retirada no processo. A umidade do alimento pode ser encontrada na forma não ligada e ligada (Gava, 1998). A umidade de forma não ligada está contida nos poros do alimento, onde pode ser retirada através dos capilares. A umidade de forma ligada está associada às fibras ou músculos dos alimentos vegetais e animais, sendo mais difícil a remoção, pois há uma queda

na taxa de secagem, demonstrando assim a maior dificuldade de retirada de umidade do alimento.

Nesse contexto, este trabalho apresenta formas de energia solar fotovoltaica para a operação de uma bancada de secagem teórica. A energia proveniente do Sol está sendo aproveitada pelo homem para o suprimento de necessidades para aquecimento, iluminação e alimentação. De toda energia solar que chega à Terra, aproximadamente metade atinge a superfície, totalizando cerca de 885 milhões de TWh/ano (IEA, 2014a), mais de 8.000 vezes o consumo final total de energia mundial em 2013 (IEA, 2015).

A radiação solar é decomposta em planos horizontal e inclinado. No plano horizontal, a radiação consiste na soma das componentes direta, que atinge o solo diretamente sem reflexões e difusa, atenuada por reflexões em nuvens, poeira, vapor d'água e outros elementos em suspensão na atmosfera. No plano inclinado, além das duas componentes citadas, é acrescida de uma parcela refletida na superfície e nos elementos do entorno, conhecida como albedo (TOLMASQUIM, 2016).

O Brasil está situado quase totalmente na região limitada pelos Trópicos de Câncer e de Capricórnio, de incidência mais vertical dos raios solares. Esta condição favorece elevados índices de incidência da radiação solar em quase todo o território nacional, inclusive durante o inverno, o que confere ao país condições vantajosas para o aproveitamento energético do recurso solar. A localização próxima à linha do equador propicia uma baixa variabilidade intra-anual da radiação solar no Brasil (TOLMASQUIM, 2016).

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

- Propor uma bancada de secagem teórica com ligação à rede elétrica por sistema fotovoltaico.

2.1 Específico

- Escolher equipamentos e sensores a serem utilizados no projeto;
- Representar um esquema teórico do funcionamento da bancada;
- Dimensionamento do sistema fotovoltaico.

3 METODOLOGIA

O projeto do secador de bancada experimental apresentado por FREIRE (1999) para o peixe pargo (*Lutjanus purpúreos*) utilizou cinco resistências elétricas de 1.000 Watts cada, porém foram necessárias apenas duas resistências para se obter o controle de temperatura necessário dentro do duto onde havia a passagem do fluxo do ar. A utilização de menos resistências elétricas impacta diretamente no consumo de energia do sistema, mas nesse trabalho foi adotado o critério onde temos a situação mais desfavorável, ou seja, todas as cinco resistências elétricas funcionando durante o período de 9,5 horas.

O peixe pargo é um alimento que apresenta um menor prazo de validade para o consumo quando armazenado ou transportado inadequadamente, pois apresenta elevado teor de umidade e está sujeito a ação de microrganismos. Uma das medidas adotadas para manter a conservação do peixe é a utilização de sal e a refrigeração, porém a técnica de secagem tem por objetivo a retirada de parte da umidade do alimento, aumentando o prazo para o consumo.

Fontes de energias alternativas, como a energia solar, para o acionamento da bancada de secagem, objetiva reduzir o impacto do consumo na matriz energética brasileira. O sistema autônomo com energia fotovoltaica é dimensionado para valores da tensão de operação em 12 V, 24V ou 48V no lado de corrente contínua, pois, no Brasil os controladores de carga, que compõem o sistema, trabalham junto com o banco de baterias, que podem apresentar esses valores de tensão de operação (GTES/CRESESB/CEPEL, 2014). O sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica é regulamentado pela Resolução Normativa N° 687/2015 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que alterou a Resolução Normativa N° 482, de 17 de abril de 2012, e os módulos 1 e 3 do PRODIST (Procedimentos de Distribuição).

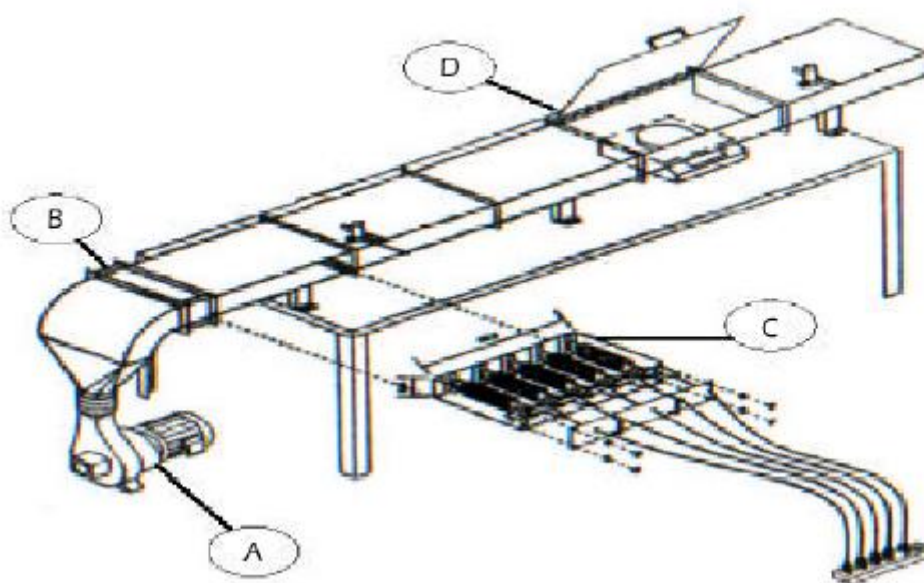
4 SECADOR DE BANCADA

A bancada é composta por um duto retangular, construído em chapa de aço galvanizado, onde passará uma massa de ar aquecida. Um ventilador centrífugo é posicionado no início do duto para fazer a circulação da corrente de ar, e com o regulador de vazão de ar é feito o controle do fluxo de corrente de ar de acordo com as necessidades do experimento. A vazão de ar passa por um conjunto de resistências elétricas que serão acionadas de acordo com a combinação desejada para que se tenha um valor de temperatura adequado ao experimento. Com o aumento da temperatura, a umidade relativa do ar dentro do duto diminuirá, e a massa de ar ao entrar em contato com a massa da amostra irá retirar uma fração de massa de água da mesma. Ao final do duto está localizada uma balança semianalítica para fazer a aferição da variação da quantidade de massa da amostra.

A Figura 1 abaixo apresenta os detalhes do conjunto dos equipamentos que fazem parte do túnel de secagem.

- A. Ventilador centrífugo;
- B. Regulador de vazão de ar;
- C. Conjunto de cinco resistências elétricas de 1.000 Watts cada;
- D. Balança semianalítica.

Figura 1 – Desenho da bancada experimental (componentes básicos) para o levantamento de curvas de secagem.



Fonte: FREIRE (1999).

No interior do túnel, são instalados dois sensores para aferição da temperatura de bulbo seco e umidade relativa, sendo os sensores posicionados antes e depois da balança. O sensor de velocidade do ar é posicionado próximo à balança. A leitura dos sensores de medição acontece em intervalos de tempo determinados, dependendo do tempo total de secagem de cada produto. Os valores são armazenados em um coletor de dados. Após a realização do experimento, os dados do coletor relativos aos sensores e ao peso da mostra, são transferidos para um microcomputador.

4.1 Preparação da amostra

Segundo FREIRE (1999), “A mostra de peixe pargo (*Lutjanus purpúreos*) foi obtida no mercado local com exemplares de 2,5 kg, filetada na forma retangular e em seguida acondicionada em um sistema de refrigeração até o momento de realização da secagem. A amostra foi descongelada até temperatura ambiente (32°C), cortada em forma de filé retangular de espessura igual a 0,5 cm e colocada sobre um suporte em forma de tela metálica perfurada, semelhante a uma tela industrial. Com esse arranjo, a superfície superior e a inferior estavam expostas à corrente de ar quente, possibilitando uma maior área de troca”.

4.2 Cálculo da taxa

A identificação do processo de secagem predominante no interior das amostras foi realizada utilizando-se os dados experimentais coletados e as equações analíticas que determinam o processo de secagem. A forma funcional da curva de secagem foi comparada à solução analítica da equação diferencial parcial parabólica, que caracteriza o processo de escoamento difusivo no interior da amostra. Quando o período de queda da taxa de secagem apresenta uma forma funcional linear, o processo de escoamento da umidade dentro do meio é caracterizado por transporte capilar, enquanto uma forma funcional exponencial caracteriza um processo de escoamento por difusão (SHERWOOD, 1932).

O teor de umidade na base seca, X , é expresso como a razão entre a massa de umidade e a massa de sólido seco da amostra (TREYBAL, 1980), conforme equação 1. A massa de sólido seco é determinada como a diferença entre a massa total da amostra e a massa de umidade (água), podendo ser experimentalmente obtida por processo de análise gravimétrica ou de liofilização.

$$X = \frac{m_{\text{umidade}}}{m_{\text{sólido seco}}} \quad (1)$$

A umidade de equilíbrio, X^* , é a umidade da amostra quando ela está em equilíbrio com uma determinada pressão parcial de vapor no ar. A umidade ligada se refere à umidade contida na amostra que exerce uma pressão de vapor menor do que a pressão de vapor do líquido puro na mesma temperatura. A umidade não-ligada se refere à umidade contida na amostra que exerce uma pressão de vapor igual à pressão de vapor do líquido puro na mesma temperatura. A umidade livre é o teor de umidade na amostra em excesso à umidade em equilíbrio. Somente a umidade livre pode ser evaporada e depende da concentração de vapor de água no ar.

Os dados obtidos durante o processo de secagem permitem o traçado da curva de umidade em função do tempo (GEANKOPLIS, 1993). Esses resultados podem também ser usados na determinação do tempo necessário para secar grandes quantidades da mesma amostra em batelada sob as mesmas condições. A taxa de secagem, $\dot{N}$, é calculada por:

$$\dot{N} = - \frac{m_{\text{sólido seco}}}{A} \frac{dX}{d\theta} \quad (2)$$

Cujo $\dot{N}$ é expressa em (kg água/m².h); massa de sólido seco em (kg); A é a área superficial de troca (m²); X é a umidade da amostra (kg água/kg sólido seco) e o tempo θ em horas (h).

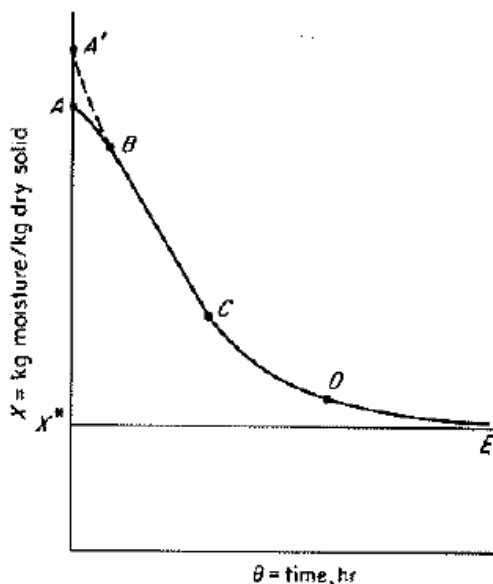
A variação temporal do teor de umidade, $dX/d\theta$, é obtida diretamente da curva experimental de secagem (peso da amostra versus tempo de secagem) ou da derivada da função de aproximação dessa curva. Assim, utilizando-se os dados experimentais, tanto a umidade da amostra quanto a taxa de secagem podem ser determinadas, possibilitando o traçado da curva $\dot{N}$ versus X , necessária na identificação do mecanismo de escoamento de umidade no interior da amostra.

4.3 Curva de secagem

Durante a realização do experimento, a taxa de secagem pode ser determinada para a amostra que está inserida no duto, em uma corrente de ar, através de uma balança. A exposição da amostra para o ar com uma temperatura constante, humidade e velocidade constitui uma condição de secagem constante. Os dados obtidos durante a realização do experimento são plotados em função do tempo. Na Figura 2, no ponto inicial **A** apresenta a amostra úmida. Entre os pontos **A** e **B** a taxa de evaporação aumenta e a temperatura da

superfície atinge seu valor final durante esse período. A temperatura de equilíbrio pode ficar abaixo do valor inicial entre os trechos A' e B , quando o ajuste inicial acontecer. Entre os pontos B e C há uma taxa constante que a evaporação da humidade absorve o calor latente, ou seja, a taxa de fluxo de calor do ambiente para a superfície é igual à taxa de absorção de calor, permanecendo numa temperatura de equilíbrio. No trecho C e D é o período de insaturação da secagem de superfície, há uma taxa de queda, e amostra começa a diminuir o seu tamanho apresentando manchas secas. No ponto E a umidade do sólido atingiu o equilíbrio em X^* , finalizando a secagem. A Figura 2 mostra o gráfico do teor de umidade em base seca pelo tempo de secagem (TREYBAL, 1980).

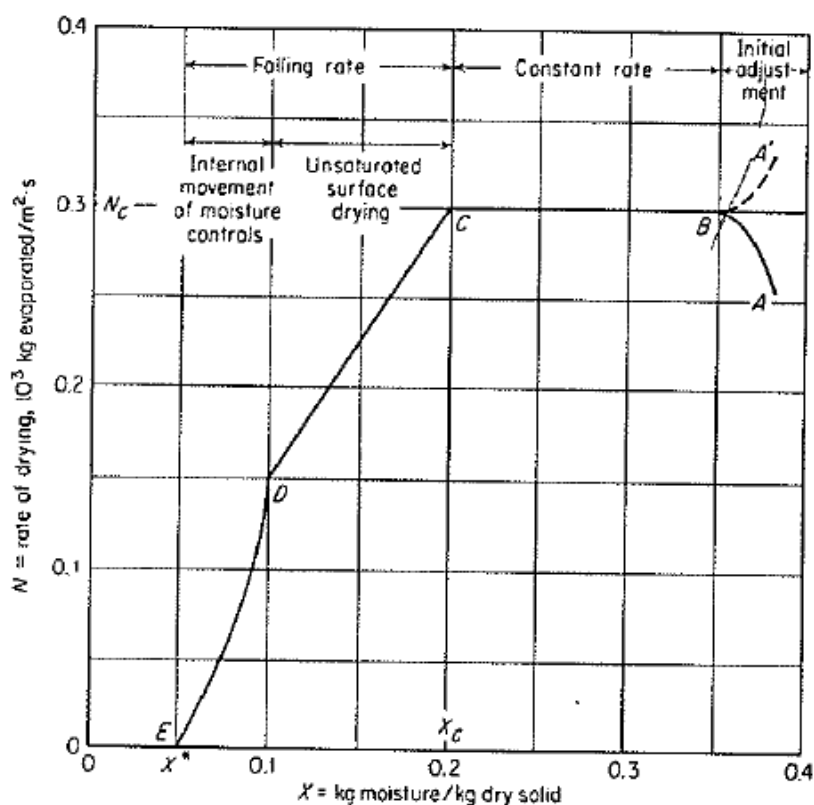
Figura 2 – Condição constante de secagem.



Fonte: TREYBAL (1980).

A Figura 3 apresenta a taxa de secagem versus o teor de umidade em base seca. O ponto X_c é o conteúdo crítico da amostra, a partir deste ponto, se houvesse mais taxa de evaporação, começariam a surgir manchas secas na superfície da amostra.

Figura 3 – Curva típica da taxa de secagem, condições de secagem constante.



Fonte: TREYBAL (1980).

4.4 Parâmetros de secagem

Em uma bancada similar à deste trabalho, (FREIRE, 1999), foi realizado a secagem do peixe pargo (*Lutjanus purpúreos*) a uma temperatura interna do duto de $58,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,1$ e umidade relativa do ar de 10,8%. O tempo de secagem até a umidade de equilíbrio da amostra foi de 9,5 horas. A taxa de remoção de umidade foi de $0,0182\text{ g/cm}^2\cdot\text{h}$. Na realização da secagem, duas resistências elétricas de 1.000 Watts foram acionadas, totalizando um consumo de energia elétrica de 68,4 MJ (FREIRE, 1999).

A Tabela 1 apresenta as condições do experimento realizado por FREIRE, 1999.

Tabela 1 – Condições experimentais para secagem do peixe pargo (*Lutjanus purpúreos*)

Secagem peixe pargo (<i>Lutjanus purpúreos</i>)	
Temperatura de secagem ($^{\circ}\text{C}$)	$58,0 \pm 0,1$
Espessura da amostra (cm)	$0,5 \pm 0,05$
Área superficial (cm^2)	61,22
Massa inicial (g)	$16,041 \pm 0,001$

Massa seca (g)	3,838 ± 0,001
Taxa de remoção de umidade (g/cm².h)	0,0182
Quantidade de resistências utilizadas	2
Tempo total do experimento (horas)	9,5
Consumo de energia (MJ)	68,4

Fonte: FREIRE, 1999.

4.5 Sistema de medição e coleta de dados

Com base na bancada de secagem de FREIRE (1999), os próximos parágrafos desta seção apresentam o detalhamento dos equipamentos e sensores de medição.

No processo de secagem ocorre a desidratação do alimento, utilizando-se ar quente para a transferência de calor. A evaporação de uma fração de água do alimento depende da temperatura, da umidade relativa do ar e da velocidade do fluxo de ar dentro do duto e da temperatura e umidade do produto. As temperaturas de bulbo seco e bulbo úmido são medidas por um termômetro digital capaz de armazenar em um cartão de memória Flash SD, de 2 GB (Gigabytes), até sete anos de leituras em intervalos de dez segundos e também capaz de realizar a medição da umidade relativa feita por um higrômetro. Foi selecionado o transmissor tipo iTHX-SD da OMEGA. Este sensor deve ser posicionado próxima à balança semianalítica para o acompanhamento da real temperatura e umidade do alimento. O Anexo A apresenta o catálogo desse transmissor. Para a medição de massa instantaneamente do produto a ser secado, foi selecionado uma balança semianalítica com precisão de 0,001g e saída RS232 para um computador através de um cabo adaptador. O Anexo B contém o catálogo da balança semianalítica

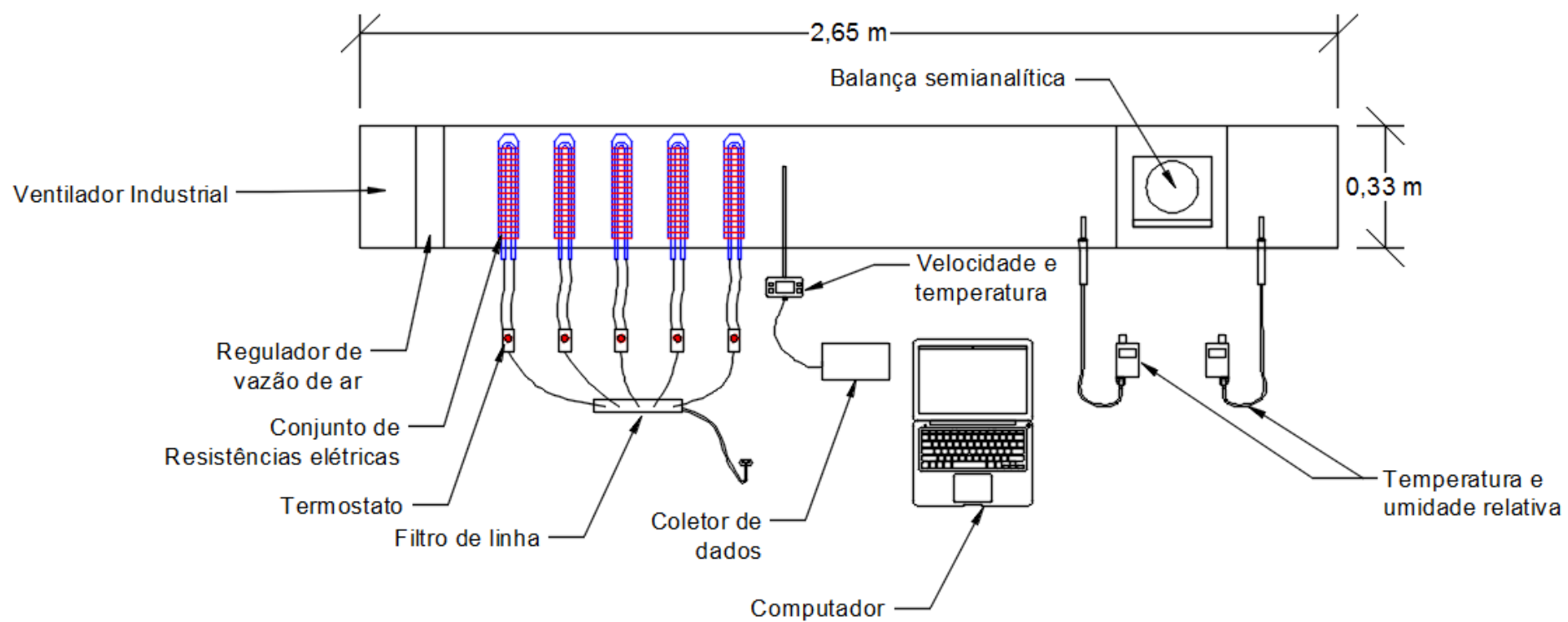
Para a medição de velocidade do ar dentro do duto foi selecionado o sensor modelo FMA 1000 que opera na faixa de velocidade de zero até 60,9 m/s. Esse sensor apresenta *display* de leitura de temperatura e velocidade do ar, interface serial com computador e *software* de interface de computador em Windows. Esse é posicionado após as resistências elétricas. O Anexo C apresenta o catálogo desse sensor. O sensor FMA 1000 é acoplado ao coletor de dados modelo D8500. O coletor de dados tem por função receber e armazenar os valores medidos pelos diferentes sensores. Esses dados possibilitam a elaboração das curvas de secagem apresentadas na Seção 4.3. O modelo selecionado é o D8500 da OMEGA, que apresenta entrada analógica e conexão com o computador. O Anexo D apresenta mais informações técnicas sobre esse sistema de aquisição de dados.

O conjunto de resistências elétrica utilizado na bancada é formado por cinco unidades do modelo Eltra-ALD6-34 com potência de 1.000 Watts cada uma, podendo chegar a uma temperatura máxima superficial de 400 °C. Para o controle de temperatura é utilizado um termostato modelo KT011 em cada resistência elétrica, que são ajustados manualmente. A função do termostato é impedir que a temperatura alcance um valor preestabelecido. O Anexo E apresenta o catálogo do modelo da resistência elétrica e o Anexo F apresenta o catálogo do modelo do termostato.

O ventilador industrial de ar é do modelo CRE-02 com vazão de 2 m³/min. Este ventilador industrial é um compressor radial, construído em alumínio, diretamente acionado por um motor elétrico totalmente fechado com ventilação externa (TFVE) ¾ CV, 220/380 Volts, 60 Hz. O Anexo G apresenta o catálogo do equipamento. O regulador de vazão de ar, dentro do duto, é operado manualmente e deve ser construído com uma chapa metálica.

Todos os registros dos sensores instalados na bancada de secagem, serão armazenados num computador para elaboração e estudos dos gráficos das curvas de secagem. A Figura 4 apresenta o detalhe da bancada de secagem com todos os seus componentes de funcionamento necessários.

Figura 4 – Vista superior da bancada de secagem com todos os equipamentos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

5 CONVERSÃO DA ENERGIA SOLAR EM ENERGIA ELÉTRICA

5.1 Funcionamento fotovoltaico

Alguns materiais existentes na natureza classificados como semicondutores são caracterizados por apresentarem a banda de valência preenchida por elétrons e uma banda de condução sem elétrons na temperatura do zero absoluto (0 K) (GTES/CRESESB/CEPEL, 2014). Os semicondutores pertencem principalmente aos grupos 14 a 16, da tabela periódica, incluindo Carbono (C), Silício (Si), Germânio (Ge), Arsênio (As), Fósforo (P), Selênio (Se) e Telúrio (Te) (GTES/CRESESB/CEPEL, 2014).

A presença de elétrons entre as bandas de valência e as bandas de condução são denominadas bandas de energia, e também existe no semicondutor a presença da banda proibida (*band gap*). Na temperatura ambiente, alguns elétrons apresentam energia necessária para atravessar o *gap* e passam para a banda de condução. Os elétrons preenchem os níveis de energia vagos a partir do fundo da banda de condução para cima. As lacunas ocupam os níveis a partir do topo da banda de valência para baixo (TOLMASQUIM, 2016).

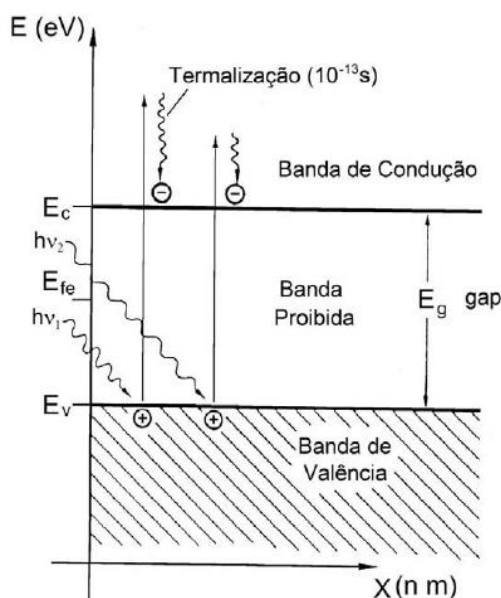
Os fótons incidentes sobre o material semicondutor são de propriedade fundamental que permite a fabricação de células fotovoltaicas, com energia superior ao do *gap* e geram pares elétron-lacuna, conforme Figura 5. A energia de um fóton é associada à cor da luz, de acordo com a equação:

$$E = h \times v \quad (3)$$

No qual E é a energia do fóton (J), h é a constante de Planck (J.s) e v é a frequência da luz (Hz).

A absorção de fótons com energia superior ao valor de energia do *gap* resulta em dissipação de energia em excesso como calor no material, no fenômeno denominado de terminalização (GTES/CRESESB/CEPEL, 2014).

Figura 5 – Geração de pares electrón-lacuna pela incidência de fótons no material semiconductor, chamado efeito fotocondutivo: E_c – nível inferior de energia da banda de condução; E_v – nível máximo de energia na banda de valência; E_{fc} – nível de Fermi; E_g – valor de energia do gap ($E_g = E_c - E_v$).



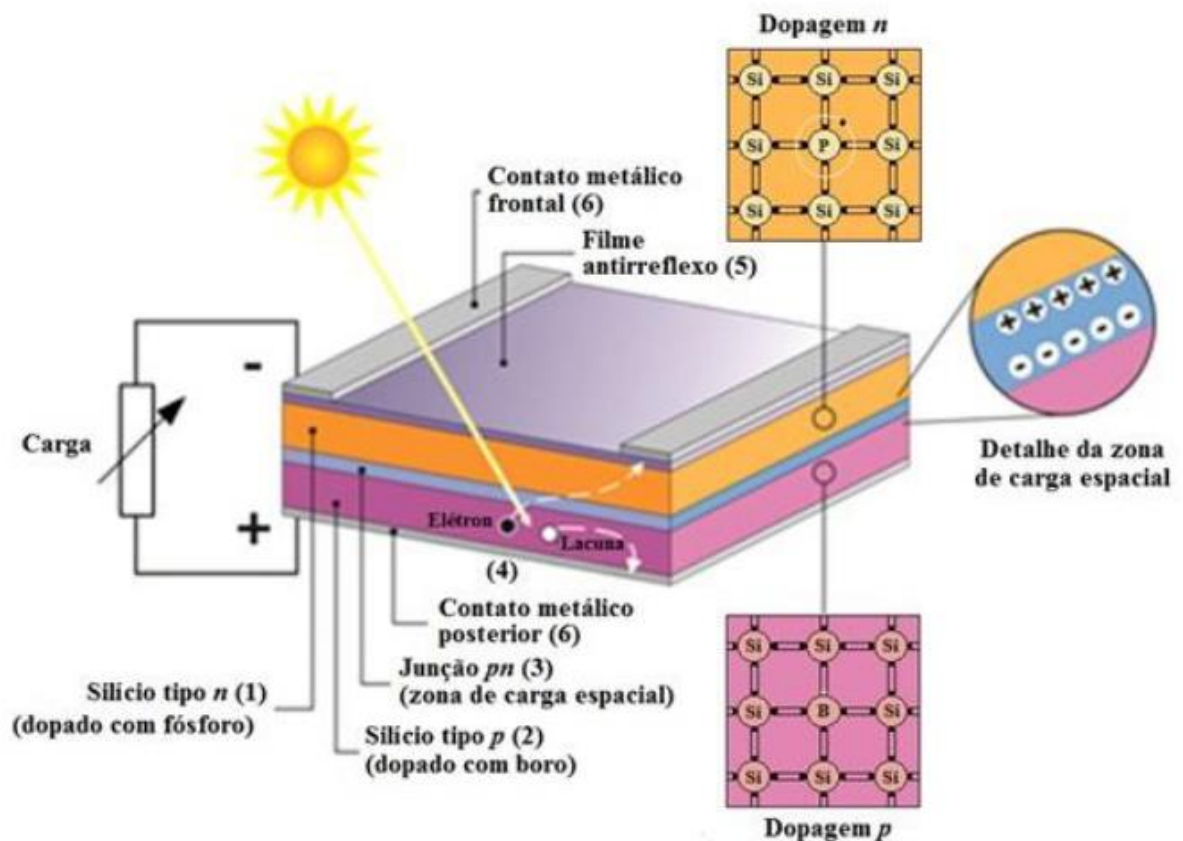
Fonte: adaptado de (OLDENBURG, 1994).

O efeito fotocondutivo é caracterizado pelos electrões e lacunas poderem se mover dentro do material, aumentando sua condutividade eléctrica. Para o aproveitamento de corrente e tensão eléctricas é necessário aplicar um campo eléctrico, a fim de separar os portadores, o que se consegue através da junção *pn*. Introduzindo pequenas quantidades de impurezas no semiconductor que consiste em elementos químicos denominados de dopantes, a propriedade eléctrica do material intrínseco é alterada (GTES/CRESESB/CEPEL, 2014).

O semiconductor mais utilizado é o silício, que se caracteriza por apresentar quatro electrões de valência que formam ligações covalentes com seus átomos vizinhos. Ao adicionar átomos de fósforo que apresentam cinco electrões de ligação, haverá um electrão em excesso fracamente ligado a seu átomo de origem. Como sua energia de ligação é muito baixa, na temperatura ambiente a energia térmica é suficiente para liberar este electrão fazendo com que passe para a banda de condução, deixando seu átomo de origem com carga fixa positiva. O fósforo é um dopante doador de electrões, denominado dopante tipo *n*. Se, forem adicionados átomos trivalentes, como o boro, haverá falta de um electrão para completar as ligações com os átomos de silício. Esta falta de electrão é denominada de lacuna. O boro é um dopante receptor de electrões ou dopante tipo *p*. A concentração de dopagem do tipo *p* é feita de aproximadamente $1:10^7$, ou seja, cerca de um átomo de boro para 10 milhões de átomos de silício. A concentração de dopagem tipo *n* é feita de aproximadamente $1:10^3$

(GTES/CRESESB/CEPEL, 2014). A Figura 6 a seguir mostra a estrutura física de uma junção *pn* de uma célula fotovoltaica.

Figura 6 –Estrutura básica de uma célula fotovoltaica de silício. Destacando: (1) região tipo *n*; (2) região tipo *p*; (3) zona de carga espacial, onde se formou a junção *pn* e o campo elétrico; (4) geração de par elétron-lacuna; (5) filme antirreflexo; (6) contatos metálicos.



Fonte: Adaptada de (MOEHLECKE e ZANESCO, 2005).

5.2 Associação de células e módulos fotovoltaicos em série

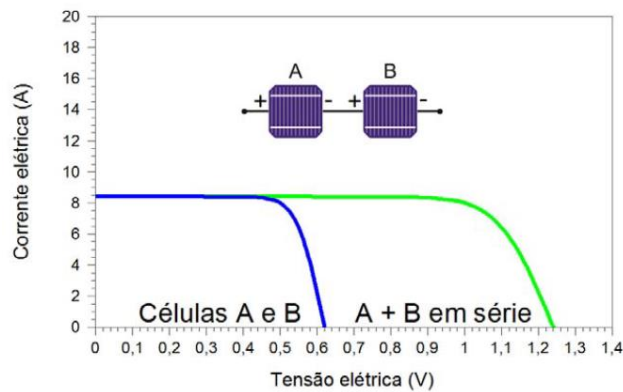
A conexão em série consiste em conectar o terminal positivo de dispositivo no terminal negativo do outro dispositivo (GTES/CRESESB/CEPEL, 2014). As tensões dos dispositivos são somadas e a corrente elétrica não é alterada, ou seja:

$$V = V_1 + V_2 + \dots + V_n \quad (4)$$

$$I = I_1 = I_2 = \dots = I_n \quad (5)$$

A Figura 7 ilustra por meio da característica *I-V*, a associação dos módulos para dispositivos idênticos sob as mesmas condições de irradiância e temperatura.

Figura 7 – Curvas I - V de duas células fotovoltaicas de silício cristalino conectadas em série.



Fonte: GTES/CRESESB/CEPEL (2014, p. 124).

5.3 Associação de células e módulos fotovoltaicos em paralelo

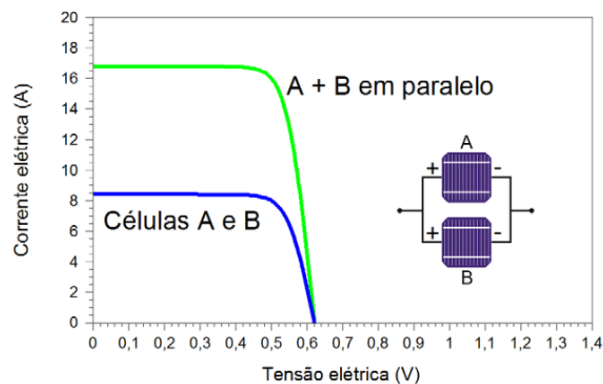
A conexão em paralelo consiste em conectar o terminal positivo dos dispositivos entre si, assim como os terminais negativos (GTES/CRESESB/CEPEL, 2014). As correntes elétricas são somadas, enquanto o valor da tensão permanece inalterado.

$$I = I_1 + I_2 + \dots + I_n \quad (6)$$

$$V = V_1 = V_2 = \dots = V_n \quad (7)$$

A Figura 8 ilustra por meio da característica I - V , a associação dos módulos para dispositivos idênticos sob as mesmas condições de irradiância e temperatura.

Figura 8 – Curvas I - V de duas células fotovoltaicas de silício cristalino conectadas em paralelo.



Fonte: GTES/CRESESB/CEPEL (2014, p. 124).

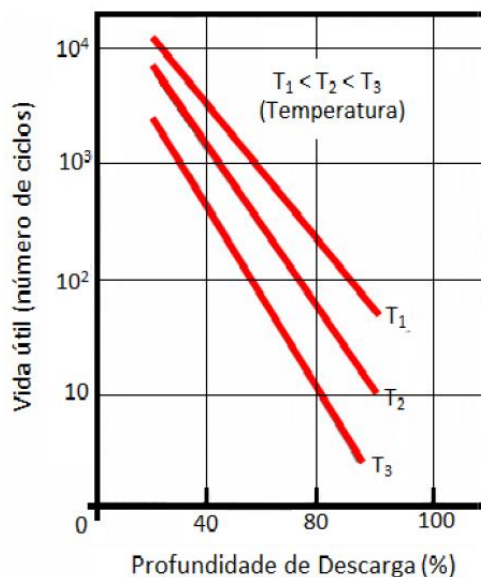
5.4 Bateria

A bateria tem capacidade de armazenar energia elétrica em forma de energia química por meio de um conjunto de células eletroquímicas, conectadas em série e/ou em paralelo, através de um processo eletroquímico de oxidação e redução. Quando está conectado na bateria uma carga elétrica, ocorre o processo reverso, ou seja, uma corrente contínua é produzida pela conversão de energia química em energia elétrica (GTES/CRESESB/CEPEL, 2014).

Em sistemas fotovoltaicos isolados da rede elétrica, o uso de baterias é necessário para atender a demanda de energia em períodos onde não há geração ou geração insuficiente (períodos noturnos ou com baixo nível de radiação solar). Parte da energia solar, convertida em energia elétrica pelos módulos solares durante o dia, é armazenada para ser usada em outros momentos para atender a demanda (GTES/CRESESB/CEPEL, 2014).

A capacidade de uma bateria é definida com a quantidade de amperes-hora (Ah) que pode ser retirada da mesma quando esta apresenta carga plena. Outro fator que influencia na capacidade é a temperatura de operação da bateria. Quanto maior a temperatura, maior a perda de água do eletrólito e acarreta em diminuição de ciclos durante a vida útil da bateria (GTES/CRESESB/CEPEL, 2014). A Figura 9 apresenta os efeitos da profundidade de descarga e temperatura de operação na vida cíclica da bateria.

Figura 9 – Curvas típicas do efeito da profundidade de descarga e da temperatura na vida útil da bateria.



Fonte: (IMAMURA; HELM; PALZ, 1992).

Os ciclos profundos ocorrem quando o carregamento não é suficiente para repor a quantidade de carga usada pelos aparelhos durante todo o dia. O estado de carga depois de cada ciclo diário é ligeiramente reduzido e, se isto ocorrer por um período de vários dias, levará a um ciclo profundo. Quando as condições meteorológicas melhoram, volta a haver um carregamento extra, aumentando o estado de carga depois de cada ciclo diário (GTES/CRESESB/CEPEL, 2014).

5.5 Regulador de carga

É um dispositivo elétrico utilizado com objetivo de proteger a bateria contra cargas e descargas excessivas, aumentando a sua vida útil. O regulador deve desconectar o grupo gerador fotovoltaico quando a bateria atingir carga plena e interromper o fornecimento de energia quando o estado de carga da bateria atingir um nível mínimo de segurança. As grandezas de controle mais utilizadas são: estado de carga, tensão e densidade do eletrólito da bateria. A tensão de operação dos sistemas para o Brasil normalmente é de 12V, 24V ou 48V, e são condições mínimas necessárias para se especificar um regulador (GTES/CRESESB/CEPEL, 2014).

5.6 Inversor

O inversor é um dispositivo elétrico que fornece energia elétrica em corrente alternada (CA.) a partir de uma fonte de energia em corrente contínua (CC). O inversor alimentará as cargas em tensão de corrente alternada de modo adequada em relação à amplitude, frequência e conteúdo harmônico. Em sistemas conectados a rede elétrica, a tensão de saída do inversor deve ser sincronizada com a tensão da rede (GTES/CRESESB/CEPEL, 2014).

As especificações a serem observadas na escolha do inversor são: forma de onda e distorção harmônica, eficiência na conversão de potência, potência nominal de saída, potência de surto, taxa de utilização, tensão de entrada, tensão de saída, regulação de tensão, frequência da tensão de saída, fator de potência, consumo de potência sem carga, modularidade, temperatura e umidade do ambiente, compatibilidade eletromagnética, grau de proteção e proteções contra surtos de tensão. A onda deve ser do tipo senoidal pura, principalmente para sistemas isolados. A distorção harmônica deve ser inferior a 5% em qualquer potência nominal de operação. Para sistemas isolados, o inversor deve ser especificado para fornecer potência superior às necessidades máximas das cargas conectadas, além de apresentar tensão

de entrada em 12 V, 24 V ou 48 V dependendo da configuração do sistema. Para sistemas conectados à rede, a potência do inversor está associada à potência do grupo gerador fotovoltaico utilizado. A tensão de saída, dependendo da região do Brasil, deverá ser 127 ou 220 V, na frequência de 60 Hz (GTES/CRESESB/CEPEL, 2014).

6 SECADOR DE BANCADA COM FONTE DE ENERGIA ALTERNATIVA

A instalação de um sistema elétrico fotovoltaico é baseada de acordo com a potência instalada no local de consumo de energia. Para o sistema da bancada de secagem, a Tabela 2 apresenta a relação dos equipamentos elétricos com seus respectivos consumo e tempo de funcionamento:

Tabela 2 – Relação dos equipamentos elétricos para bancada de secagem.

Equipamento	Quantidade	Potência (kW)	Tempo de utilização (h)	Consumo de energia (kWh)
Resistências elétricas	5	1,00	9,5	47,50
Soprador de ar	1	0,24	9,5	2,28
TOTAL	6	5,24	9,5	49,78

Fonte: Elaborado pelo autor.

6.1 Sistema autônomo com energia fotovoltaica

Para garantir que um sistema autônomo funcione durante um período de 24 horas, utiliza-se alguma forma de armazenamento de energia, que geralmente é feito através do uso de baterias. O conjunto de equipamentos utilizados nesse sistema é: gerador fotovoltaico, controlador de carga, banco de baterias, inversor e chaves de proteção (disjuntores). Para conseguir uma boa adaptação entre as características do banco de baterias e do gerador fotovoltaicos, aumentando o rendimento do conjunto e prolongando a vida útil do primeiro, deve-se instalar um controlador de carga, que evite carga e descargas excessivas nas baterias (GTES/CRESESB/CEPEL, 2014).

Inversores de sistemas autônomos ou de sistemas isolados operam com tensões de entrada de 12, 24 ou 48 Volts em corrente contínua (CC), que geralmente é convertido em 120 ou 240 Volts em corrente alternada (CA), na frequência de 60 ou 50 Hertz. O inversor é dimensionado de acordo com a potência elétrica que deve alimentar, em operação normal, por determinado período de tempo (GTES/CRESESB/CEPEL, 2014)..

O inversor selecionado para esse trabalho foi o modelo MS4024PAE. O inversor apresenta valores de entrada entre 18 e 34 Volts em corrente contínua (CC), apresenta uma eficiência de 85%, o valor da tensão de saída é de 240 Volts em corrente alternada (CA) com

frequência de 60 Hertz (Hz). A Tabela 3 a seguir apresentam algumas informações técnicas sobre o inversor, porém as demais características elétricas estarão no Anexo H desse trabalho.

Tabela 3 – Características elétricas do inversor.

MS4024PAE	
Faixa de tensão de entrada	18,0 – 34,0 V _{cc}
Tensão nominal de saída CA	120/240 V _{ca}
Frequência de saída	60 Hz
Distorção harmônica total	< 5%
Potência de pico 5 seg	5.800 W
Potência de pico 30 seg	5.200 W
Potência de pico 5 min	4.800 W
Potência de pico 30 min	4.500 W
Potência saída a 25°C	4.000 VA
Máxima corrente contínua de entrada	266 A
Tipo de onda	Senoidal pura
Eficiência	85%
Fator de potência	> 0,95

Fonte: Magnum Energy, Inc.

Aplicando a lei Ohm, é possível determinar o consumo energético em Ampère-hora (A.h), para elaboração dos cálculos do banco de baterias.

$$I \text{ (A.h.)} = \frac{E \text{ (W.h)}}{V_{cc} \cdot \eta_{\text{Inversor}}} \quad (8)$$

O valor da eficiência do inversor (η) é igual a 0,85, o valor da tensão em corrente contínua (V_{cc}) de alimentação para o inversor igual a 24 Volts e o valor da energia, calculado conforme Tabela 2, igual a 49,78 kWh.

$$I \text{ (A.h.)} = \frac{49780}{24 \cdot 0,85} \quad (9)$$

$$I \text{ (A.h.)} = 2.440,20 \quad (10)$$

Este valor de corrente é fornecido ao sistema para que o mesmo funcione de acordo com as cargas nele instalada. Esta corrente é armazenada em um banco de baterias, que é calculado de acordo com a autonomia do sistema e também a profundidade de descarga da bateria. A função básica das baterias é de acumular energia para o período de pouca ou nenhuma radiação solar. A profundidade de descarga indica, em termos percentuais, quanto da capacidade nominal da bateria foi retirado a partir do estado de plena carga (GTES/CRESESB/CEPEL, 2014). Quanto maior for a profundidade de descarga, menor a quantidade de ciclos que a bateria vai apresentar em sua vida útil. Os valores típicos de profundidade de descarga utilizados para baterias de ciclo raso são entre 20 e 40% e, para as de ciclo profundo, de 50 a 80%.

$$CB (A.h) = \frac{I (A.h). Autonomia (em dias)}{Profundidade máxima de descarga} \quad (11)$$

Sendo a autonomia do sistema prevista para dois dias, com profundidade máxima de descarga de 40%.

$$CB (A.h) = \frac{2.440,20 \times 2}{0,40} \quad (12)$$

$$CB (A.h) = 12.201,00 \quad (13)$$

A capacidade do banco de baterias é de 12.201,00 A.h para que o sistema possa ser autônomo por até 2 dias, a bateria escolhida e disponível no mercado é do modelo *DF4001* da *Freedom*. Essa bateria tem capacidade de 220 A.h por um período de 20 horas, com corrente de 11,0 A e tensão de 12 Volts (CC). A Tabela 4 apresenta algumas características elétricas, porém as demais informações técnicas sobre o modelo dessa bateria estão no Anexo I.

Tabela 4 – Características elétricas da bateria.

DF4001	
Tensão nominal	12 V
Capacidade nominal (10hr)	200,0 Ah
Capacidade avaliada 20hr, 25°C	220,0 Ah / 11,0 A
Capacidade avaliada 10hr, 25°C	200,0 Ah / 20,0 A
Capacidade avaliada 5hr, 25°C	175,0 Ah / 35,0 A
Capacidade avaliada 1hr, 25°C	120,0 Ah / 120,0 A

Fonte: Freedom.

Logo o cálculo da quantidade de baterias é feito da seguinte forma:

$$\text{Quantidade de baterias} = \frac{\text{CB banco total (A.h)}}{\text{CB bateria escolhida (A.h)}} \quad (14)$$

$$\text{Quantidade de baterias} = \frac{12.201,00}{220} \quad (15)$$

$$\text{Quantidade de baterias} = 55,45 \quad (16)$$

A quantidade de baterias será de 56 (12 Vcc), pois deve ser um número inteiro. Contudo, o sistema deve funcionar a 24 Vcc, logo para se obter esse valor de tensão é necessário fazer ligações em série no banco de baterias, o que resulta num total de 112 baterias. Então o banco de baterias apresenta 12.320Ah/24Vcc.

O sistema fotovoltaico é dimensionado para carregar o banco de baterias durante qualquer época do ano. Durante os meses do ano, a média de incidência da radiação solar é variável e de acordo com a Tabela 5, na qual apresenta a média mensal do valor da radiação solar nos últimos 22 anos (1983 – 2005) para a região de Fortaleza/CE.

Tabela 5 – Média mensal da radiação solar incidente na superfície horizontal.

Fortaleza/CE												
Latitude: -3.718° / Longitude: -38.543°												
Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
kW/m ²	0,74	0,72	0,64	0,60	0,67	0,68	0,74	0,83	0,86	0,87	0,82	0,79

Fonte: NASA Surface meteorology and Solar Energy – Location

O mês que apresenta menos incidência de radiação solar é em abril com 0,60 kW/m². O sistema terá que funcionar completamente durante esse mês de abril, logo para os meses seguintes, o sistema estará sobre dimensionado.

O valor acumulado de energia solar ao dia é definido com número de Horas de Sol Pleno (HSP). Esta grandeza reflete o número de horas em que a irradiância solar deve permanecer constante igual a 1 kW/m², de forma que a energia resultante seja equivalente à energia disponibilizada pelo Sol no local em questão, acumulada ao longo de um dado dia (GTES/CRESEB/CEPEL, 2014). A Tabela 6 a seguir apresenta a média de Horas de Sol Pleno dos últimos 22 anos (1983 – 2005) por mês para Fortaleza/CE.

Tabela 6 – Média mensal de Horas de Sol Pleno (HSP).

Fortaleza/CE													
Latitude: -3.718° / Longitude: -38.543°													
Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
kWh/m ² /dia	5,74	5,54	5,04	4,76	5,17	5,26	5,70	6,42	6,76	6,92	6,56	6,22	5,84

Fonte: NASA Surface meteorology and Solar Energy – Location

O módulo solar selecionado para o sistema autônomo é o *YL140P-17b* do fabricante *Yingli*. Como o sistema é de 24 Vcc, é necessário escolher um módulo solar que não ultrapasse esse valor limite de tensão e também observar as características de tensão de entrada no inversor modelo MS4024PAE. O módulo solar *YL140P-17b* tem potência de 140Wp (Watt pico), tensão máxima de 18,01 Vcc, corrente máxima 7,77 A (Ampere). A Tabela 7 a seguir apresenta algumas informações técnicas sobre o módulo solar. Demais características técnicas encontram-se no catálogo do fabricante disponível no Anexo J.

Tabela 7 – Características elétricas do módulo solar

YL140P-17b	
Potência de saída	140 W
Eficiência do módulo	14,0 %
Tensão com P _{máx}	18,01 V
Corrente com P _{máx}	7,77 A
Tensão de circuito aberto	22,28 V
Corrente de curto circuito	8,30 A

Fonte: Yingli Green Energy Holding Co. Ltd.

A potência do gerador fotovoltaico é calculada de acordo com área necessária para atender a quantidade de energia diária do sistema de secador de bancada. A energia produzida pelo grupo gerador fotovoltaico é o resultado do produto entre a radiação solar por metro quadrado, o número de Horas de Sol Pleno (HSP), a área de superfície do grupo gerador fotovoltaico e a eficiência dos módulos (η).

$$E = P \times \Delta t \quad (16)$$

$$E = \text{Pot. Radiação} \times \eta \times \text{Área captação} \times \text{HSP} \quad (17)$$

O valor da energia consumida pela bancada de secagem é de 49,78 kWh, a potência média da radiação solar é 0,745 kW/m², o valor do rendimento dos módulos (η) é de

14% e o número de Horas de Sol Pleno (HSP) é de 5,84. Com esses valores é possível determinar a área de captação do grupo gerador fotovoltaico.

$$\text{Área captação} = \frac{E}{\text{Pot. Radiação} \times \eta \times \text{HSP}} \quad (18)$$

$$\text{Área captação} = \frac{49,78}{0,745 \times 0,14 \times 5,84} \quad (19)$$

$$\text{Área captação} = 81,72 \text{ m}^2 \quad (20)$$

A área de um módulo solar do modelo *YL140P-17b* é de 0,99 m². Então grupo gerador fotovoltaico é composto por 82 módulos. A potência do grupo gerador fotovoltaico será de 11,48 kWp.

A corrente contínua dos módulos está adequada para o inversor modelo MS4024PAE, que conforme catálogo do fabricante, disponível no Anexo I desse trabalho, o valor de corrente que o inversor suporta é de até 266 Ampere (corrente contínua). O sistema é composto por três inversores e para cada inversor teremos um arranjo fotovoltaico da seguinte maneira: dois arranjos com 35 módulos e um arranjo com 12 módulos. O arranjo de 35 módulos apresenta:

- associação de cinco *strings*;
- cada *strings* apresenta sete módulos conectados em série;
- o valor de tensão contínua de $7 \times 18,01 = 126,07 \text{ Vcc}$;
- as *strings* do arranjo são conectadas em paralelo, resultando valor de corrente contínua de $5 \times 7,77 = 38,85 \text{ Acc}$.

No arranjo de 12 módulos:

- associação de duas *strings*;
- cada *strings* com seis módulos conectados em série;
- o valor de tensão contínua $6 \times 18,01 = 108,06 \text{ Vcc}$;
- as duas *strings* do arranjo são conectadas em paralelo, resultando valor de corrente contínua de $2 \times 7,77 = 15,54 \text{ Acc}$.

Esses valores de tensão e corrente são calculados observando a limitação do regulador de carga modelo *Xantrex C40* escolhido para esse trabalho, pois o mesmo controla os fluxos de carga entre o banco de baterias e o grupo gerador fotovoltaico, e o banco de baterias e o inversor. A corrente elétrica que circular nesse percurso, deve ser suportada pelo regulador. A Tabela 8 apresenta algumas informações técnicas sobre o regulador de carga, mas o catálogo com as demais informações técnicas do regulador está no Anexo K. A Figura 10

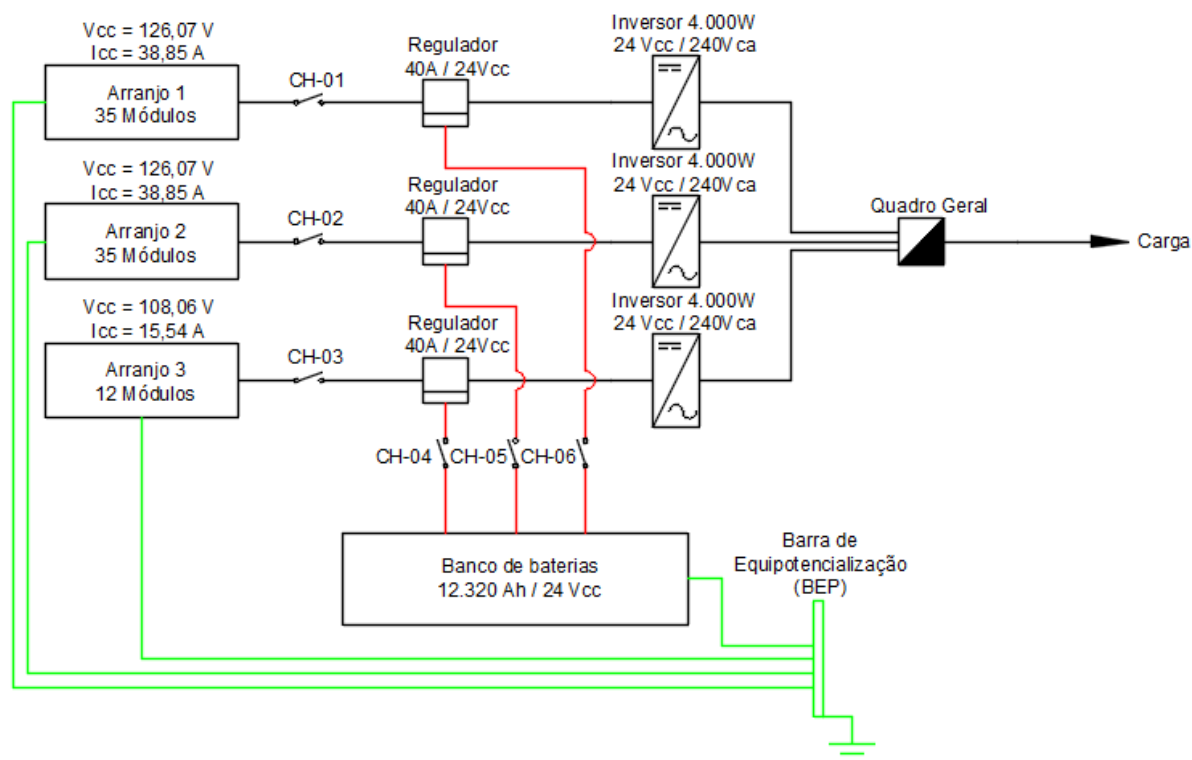
ilustra o modelo do sistema descrito.

Tabela 8 – Características elétricas do regulador de carga

Xantrex C40	
Configuração de tensão	12, 24 e 48 Vcc
Máxima tensão de circuito aberto fotovoltaico	125 Vcc
Corrente de carregamento	40 Acc
Máxima corrente de pico	85 A

Fonte: Catálogo do fabricante Xantrex Technology Inc.

Figura 10 – Sistema autônomo para a bancada de secagem.



Fonte: Elaborado pelo autor.

6.2 Sistema de geração de energia fotovoltaica conectado à rede elétrica

Os sistemas fotovoltaicos conectados à rede dispensam o uso de acumuladores, pois a energia por eles produzida pode ser consumida diretamente pela carga, ou injetada diretamente na rede elétrica convencional, para ser consumida pelas unidades consumidoras conectadas ao sistema de distribuição. No Brasil, os sistemas fotovoltaicos de micro e

minigeração, são regulamentados pela Resolução Normativa Aneel N° 687/2015. (GTES/CRESESB/CEPEL, 2014).

O conjunto de equipamentos que compõem esse sistema são apenas os módulos solares, inversor, chaves de proteção (disjuntores) e medidor de energia bidirecional que estará conectado com a distribuidora de energia local.

Para a potência do sistema de bancada experimental igual a 5,24 kW de acordo com a Tabela 2, é selecionado um modelo de inversor que atenda a essa potência. A bancada de secagem requer um funcionamento de aproximadamente 9,5 horas, mas de acordo com os dados solarimétricos apresentados na Tabela 6, a Hora de Sol Pleno é de 5,84 HSP. Então a potência do inversor é calculada pela seguinte equação:

$$\text{Pot (kW)} = \frac{\text{Energia (kWh)}}{\text{Tempo (HSP)}} \quad (21)$$

$$\text{Pot (kW)} = \frac{49,78}{5,84} \quad (22)$$

$$\text{Pot (kW)} = 8,52 \quad (23)$$

O modelo de inversor selecionado para esse trabalho e que se encontra disponível no mercado é o *TRIO-8.5-TL-OUTD* do fabricante *ABB*. De acordo com o catálogo do fabricante do inversor, a tensão V_{cc} de funcionamento é de no máximo 800 Volts e o valor da corrente contínua de entrada é de 15 A. Algumas características elétricas estão representadas na Tabela 9 abaixo. O catálogo com mais informações técnicas está no Anexo L desse trabalho.

Tabela 9 – Características elétricas do inversor.

TRIO-8.5-TL-OUTD	
Máxima tensão de entrada	1.000 V_{cc}
Funcionamento tensão de entrada	350 V_{cc} (Ajustável 200 ... 500 V)
Operação na faixa de tensão de entrada	0,7 x $V_{partida}$... 950 V_{cc}
Tensão de entrada	620 V
Potência de entrada	8.700 W
Máxima potência de entrada por MPPT	4.800 W
Máxima corrente de entrada / por MPPT	30,0 A / 15,0 A
Potência corrente alternada	8.500 W
Tensão da rede	400 V

Frequência	50 / 60 Hz
Fator de potência	> 0,995
Distorção harmônica total	< 2%
Eficiência	97,5%

Fonte: ABB.

O módulo solar selecionado para esse trabalho é do modelo *CS6P-265P* do fabricante *CandianSolar*. De acordo com o catálogo do fabricante, cada módulo solar desse modelo apresenta uma tensão contínua de operação de 30,6 V_{cc} e corrente contínua de operação de 8,66 A. A Tabela 10 a seguir apresenta algumas informações sobre o módulo solar. O catálogo com mais informações técnicas está no Anexo M desse trabalho.

Tabela 10 – Características elétricas do módulo solar

CS6P-265P	
Potência máxima nominal	265 W
Eficiência do módulo	16,47 %
Tensão de operação	30,06 V
Corrente de operação	8,66 A
Tensão de circuito aberto	37,7 V
Corrente de curto circuito	9,23 A

Fonte: CANADIAN SOLAR.

A energia produzida pelo grupo gerador fotovoltaico é o resultado do produto entre a radiação solar por metro quadrado, o número de Horas de Sol Pleno (HSP), a área de superfície do grupo gerador fotovoltaico e a eficiência dos módulos.

$$E = P \times \Delta t \quad (24)$$

$$E = \text{Pot. Radiação} \times \eta \times \text{Área captação} \times \text{HSP} \quad (25)$$

O valor da energia que será consumida pela bancada de secagem será de 49,78 kWh, a potência média da radiação solar é 0,745 kW/m², o valor do rendimento dos módulos (η) é de 16,19% e o número de Horas de Sol Pleno (HSP) é de 5,84. Com esses valores é possível determinar a área de captação do grupo gerador fotovoltaico.

$$\text{Área captação} = \frac{E}{\text{Pot. Radiação} \times \eta \times \text{HSP}} \quad (26)$$

$$\text{Área captação} = \frac{49,78}{0,745 \times 0,1647 \times 5,84} \quad (27)$$

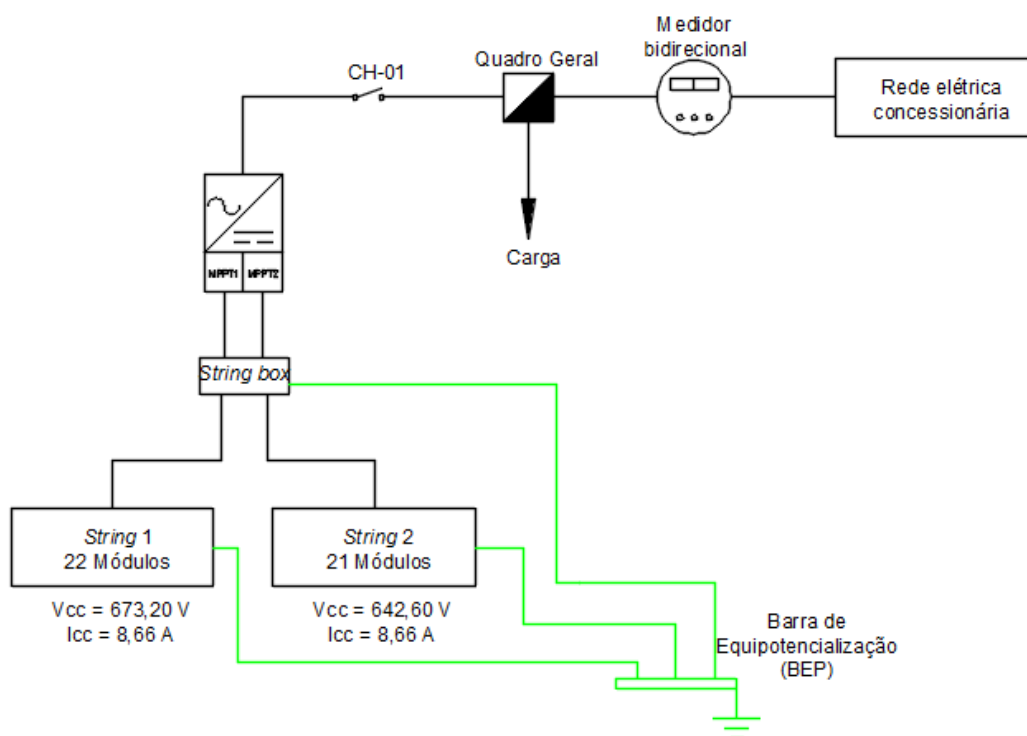
$$\text{Área captação} = 69,46 \text{ m}^2 \quad (28)$$

A área de um módulo solar do modelo CS6P-265P é de 1,63 m². Então grupo gerador fotovoltaico é composto por 43 módulos, sendo dividido em duas *strings*:

- *strings* 1 com vinte e dois módulos;
- *strings* 2 com vinte e um módulos

A potência do grupo gerador fotovoltaico é de 11,40 kWp. As duas *strings* são conectadas a uma *string box*. A *string box* é um quadro elétrico que contém fusíveis de proteção para proteger a série fotovoltaica do fluxo de corrente reversa de um conjunto série com tensão maior para um com tensão menor. Na *string box* também contém o dispositivo de proteção contra surto, conforme NBR 5410:2004 para instalações elétricas de baixa tensão. Outro dispositivo na *string box* é a chave seccionadora, que funciona como o elemento de interrupção da passagem de energia dos módulos para o inversor. A Figura 11 a seguir ilustra o modelo do sistema descrito.

Figura 11 – Sistema geração de energia conectada a rede elétrica para a bancada de secagem.



Fonte: Elaborado pelo autor.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O acompanhamento dos valores de temperatura, umidade relativa e velocidade da vazão de ar dentro do duto são essenciais para a desidratação do alimento na bancada de secagem. O efeito da temperatura na umidade relativa causa diferença de pressão no meio, que é responsável pela desidratação do alimento que ficará na balança. A balança apresenta quatro casas decimais de precisão, ou seja, uma simples variação na massa é identificada na balança semianalítica. Com os valores de variação de massa obtidos é feito um gráfico em tempo real do teor de umidade em base seca versus o tempo de secagem, com o auxílio de um microcomputador que recebe os dados dos sensores referentes à temperatura, velocidade e umidade relativa, de acordo com a Figura 4.

A relação dos equipamentos que compõem a bancada está na Tabela 11 com seus respectivos custos. Nos valores apresentados, não está incluso o frete dos materiais bem como o serviço da mão de obra com as chapas de aço galvanizadas que compõem a bancada.

Tabela 11 – Relação dos equipamentos que compõem a bancada.

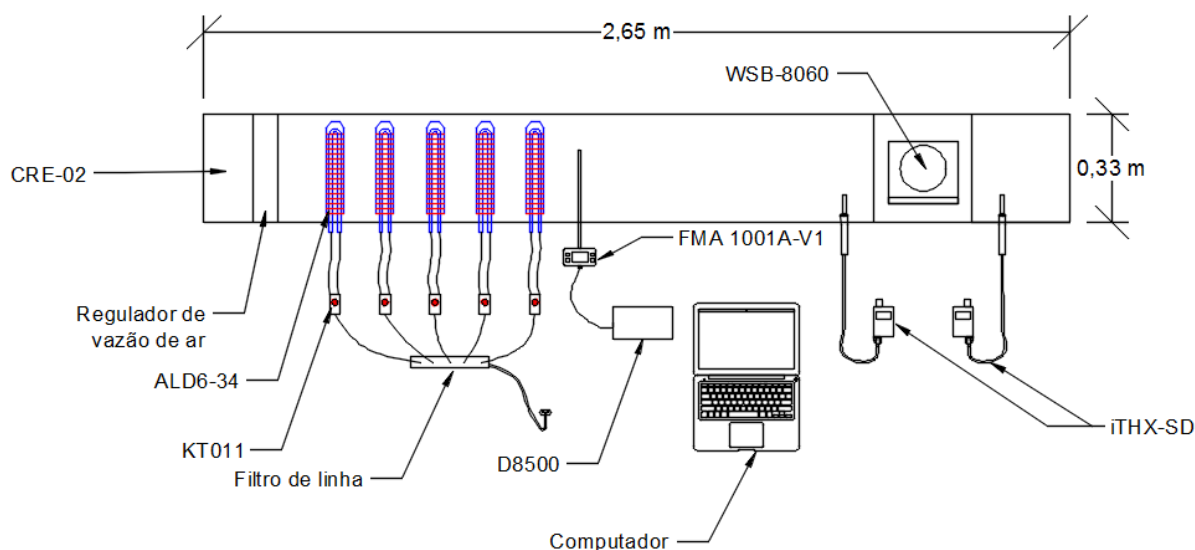
Descrição	Modelo	Fornecedor	Quantidade	Preço	Preço
				Unitário (R\$)	Total (R\$)
Sensor de velocidade e temperatura	FMA 1001A-V1	OMEGA	1	5.840,00	5.840,00
Registrador gráfico virtual de temperatura e umidade	iTHX-SD	OMEGA	2	3.160,00	6.320,00
Sistema de aquisição de dados	D8500	OMEGA	1	2.240,00	2.240,00
Resistência elétrica	ALD6-34	Eltra	5	66,30	331,50
Termostato	KT011	OMEGA	5	134,00	670,00
Balança	WSB-8060	OMEGA	1	3.630,00	3.630,00
Ventilador Industrial	CRE-02	Aeromack	1	2.162,00	2.162,00

Total**21.193,50**

Fonte: Elaborado pelo autor de acordo com as informações dos fornecedores.

A Figura 12 apresenta com mais detalhes a relação do conjunto de equipamentos elétricos, com os sensores e coletor de dados que compõem a bancada de secagem.

Figura 12 – Equipamentos e sensores da bancada de secagem.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A bancada consome aproximadamente 49,78 kWh por um período de funcionamento de 9,5 horas. Segundo o site da Agência Nacional de Energia Elétrica, a tarifa média para o Estado do Ceará é de 0,48 R\$/kWh. Se a bancada funcionar por 20 dias, o valor gasto com a energia será de aproximadamente R\$ 477,88. Em um ano, o gasto de energia elétrica será de R\$ 5.734,56.

Os custos previstos para o funcionamento da bancada com sistema autônomo de energia fotovoltaica estão especificados na Tabela 12. Não está incluso nos custos o valor do frete de cada equipamento, as estruturas de fixação dos módulos e mão de obra especializada pela equipe de engenheiros e técnicos competentes para toda a instalação do sistema.

Tabela 12 – Relação dos equipamentos para sistema autônomo fotovoltaico da bancada.

Descrição	Modelo	Fornecedor	Quantidade	Preço	Preço
				Unitário	Total (R\$)
				(R\$)	
Módulo solar	YL140P-17b	NeoSolar	82	599,00	49.188,00
Inversor	MS4024PAE	Wholesale	3	6.802,63	20.407,89

Solar					
Regulador	Xantrex	NeoSolar	3	839,00	2.517,00
Bateria	DF4001	NeoSolar	112	1.289,00	144.368,00
Equipotencialização	TEL 901	Loja elétrica	1	189,51	189,51
Total					216.670,40

Fonte: Elaborado pelo autor de acordo com as informações dos fornecedores.

O maior custo presente no sistema autônomo de geração fotovoltaica é o banco de baterias, que chega 66% do valor total do investimento para a situação apresentada neste trabalho. Mantendo o valor da tarifa constante, o retorno financeiro para esse sistema será de um pouco mais de 37 anos, o que representa o final da garantia de todos os módulos solares pelo fabricante.

Os custos previstos para o funcionamento da bancada com sistema de geração de energia fotovoltaica conectado à rede está especificado na Tabela 13. Não está incluso nos custos o valor do frete de cada equipamento as estruturas de fixação dos módulos e mão de obra especializada pela equipe de engenheiros e técnicos competentes para toda a instalação do sistema.

Tabela 13 – Relação dos equipamentos para sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica para a bancada.

Descrição	Modelo	Fornecedor	Quantidade	Preço Unitário (R\$)	Preço Total (R\$)
Módulo solar	CS6P-265P	NeoSolar	43	849,00	36.507,00
Inversor	TRIO-8.5-TL-OUTD	PVshop.eu	1	5.694,79	5.694,79
String box	ABB	NeoSolar	1	2.490,00	2.490,00
Equipotencialização	TEL 901	Loja elétrica	1	189,51	189,51
Total					44.881,30

Fonte: Elaborado pelo autor de acordo com as informações dos fornecedores.

De acordo com a Tabela 13 é possível afirmar que o custo para a obtenção dos módulos representa cerca de um pouco mais que 81% do valor total do investimento. Mantendo a tarifa constante, o retorno econômico para a instalação do sistema conectado à rede elétrica é de 7,82 anos.

8 CONCLUSÃO

O dimensionamento fotovoltaico do sistema buscou utilizar uma fonte de energia alternativa para o funcionamento do mesmo, no qual há a possibilidade de impactar o mínimo possível na matriz energética brasileira, ou seja, a energia fotovoltaica aliviará toda ou parte da carga de energia que a bancada irá consumir. A utilização de menos resistências elétricas impacta diretamente no consumo de energia do sistema, mas nesse trabalho foi adotado o critério de todas as cinco resistências elétricas funcionando durante o período de 9,5 horas.

Os equipamentos selecionados nesse trabalho estão disponíveis no mercado, logo foi possível determinar o valor do investimento do sistema. Os instrumentos de medição da bancada são importantes para a caracterização da curva de secagem de vários tipos de alimentos.

Para o sistema autônomo com energia fotovoltaica foram dimensionadas 112 baterias de 12 Vcc considerando que o sistema seja capaz de operar por até dois dias, caso não haja disponibilidade solar para carregar o banco de baterias, e também considerando o funcionamento das cinco resistências elétricas. O custo com as baterias representa mais de 66% do valor total do investimento.

O sistema de geração fotovoltaica conectado à rede elétrica apresentou um valor de investimento baixo em relação ao sistema fotovoltaico de geração autônoma. A semelhança entre os dimensionamentos do sistema autônomo com energia fotovoltaica e do sistema de geração de energia conectado a rede elétrica se refere na quantidade de horas que o sistema deverá funcionar e a quantidade de horas de sol pleno que estará disponível durante o dia. Como o tempo de funcionamento é maior do que as horas de sol pleno, o sistema teve que ser sobredimensionado para que fosse possível suportar a quantidade de energia requisitada.

REFERÊNCIAS

- ABB. Catálogo técnico do inversor. Disponível em:
<<http://new.abb.com/power-converters-inverters/solar/string/three-phase/trio-5-8kw-7-5kw-8-5kw>>. Acesso em: 7 de dez. 2016.
- Aeromack. Catálogo técnico ventilador industrial. Disponível em:
<http://www.aeromack.com.br/pdf/AERO_SITE_Soprador%20Industrial.pdf>. Acesso em: 16 de nov. 2016.
- CANADIAN SOLAR. Catálogo técnico do módulo solar. Disponível em:
<http://www.canadiansolar.com/fileadmin/user_upload/downloads/datasheets/v5.531/canadian_solar-datasheet-CS6P-P-v5.531en.pdf>. Acesso em: 7 de dez. 2016.
- CELESTINO, S. M. COSTA. **Princípios de secagem de alimentos**. Planaltina, Distrito Federal: Embrapa Cerrados, 2010. Disponível em:
< www.cpac.embrapa.br/download/1735/t>. Acesso em: 23 ago. 2016.
- Freedom. Catálogo técnico bateria DF4001. Disponível em:
<<https://www.neosolar.com.br/loja/bateria-estacionaria-freedom-df4001-240ah-220ah.html>>. Acesso em: 18 jan. 2017.
- Eltra. Catálogo técnico resistência elétrica. Disponível em:
<<http://www.eltra.com.br/v3/catalogo/catalogo%20eltra.pdf>>. Acesso em: 7 de nov. 2016.
- FREIRE, F. N. A. **Construção de uma bancada experimental para o levantamento de curvas de secagem de alimentos**. Dissertação de Mestrado em Tecnologia de Alimentos, UFC, Fortaleza, Brasil. 1999.
- FAO (2009). **Global agriculture towards 2050**. Roma: Food and Agriculture Organization for The United Nations, 4 p. Disponível em:
<http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/HLEF2050_Global_Agriculture.pdf>. Acesso em: 26 set. 2016.
- Gava, A.J. **Princípios de Tecnologia de Alimentos**, 1ªEd., Nobel, Brasil. 1998.
- GEANKOPLIS, Christie John. **Transport Processes and Unit Operations**. 3. ed. Prentice Hall, pp. 520-569, 1993.
- GTES/CRESESB/CEPEL. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito, 2014. Disponível em:
<http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2014.pdf> Acesso em: 12 jan. 2016.
- IEA. Technology Roadmap: Solar photovoltaic energy – 2014 Edition, 2014a
- IEA. Key World Energy Statistics 2015, 2015.
- IMAMURA, M. S.; HELM, P.; PALZ, W. **Photovoltaic system technology: A european handbook**, 1st ed. Taylor & Francis, 1992. 566p.

Magnum Energy, Inc. Catálogo técnico do inversor. Disponível em: < http://www.magnum-dimensions.com/sites/default/files/MagDocs/MS-PAE_series_data_sheet_rev.c.pdf>. Acessado em 7 de dez. 2016.

MOEHLECKE, A.; ZANESCO, I. **Mercado, física e processamento de células solares.** Metalurgia e Materiais, v. 61, n. 557, 2005. p. 394-397

NASA Surface meteorology and Solar Energy – Location. Disponível em: <<https://eosweb.larc.nasa.gov>>. Acesso em 7 de dez. 2016.

OLDENBURG. Photovoltaics Lectures. Carl von Ossietzky Universität Oldenburg. Eldorado Summer School, 1994.

OMEGA. Catálogo técnico da balança semianalítica. Disponível em: <<http://br.omega.com/pptst/WSB-8000.html>>. Acesso em 19 de jan. 2017.

OMEGA. Catálogo técnico do sensor FMA1000. Disponível em: <<http://br.omega.com/pptst/HHF11.html>>. Acesso em: 7 de nov. 2016.

OMEGA. Catálogo técnico do sensor iTHX-SD. Disponível em: <<http://br.omega.com/pptst/ITHXSD.html>>. Acesso em: 7 de nov. de 2016.

OMEGA. Catálogo técnico do sistema de aquisição de dados. Disponível em: <http://br.omega.com/pptst/D8000_SERIES.html>. Acesso em 26 de set. 2016.

OMEGA. Catálogo técnico termostato. Disponível em: <http://br.omega.com/pptst/KT011_SERIES.html>. Acesso em: 16 de nov. 2016.

SHERWOOD, T. K. **The drying of solids IV.** Industrial and Engineering Chemistry, vol. 24, n. 3, pp. 307-310. 1932.

SINGH, R. P., HELDMAN, D. R. **Introducción a la Ingeniería de los Alimentos**, Editorial Acribia, S.A, 1993.

TOLMASQUIM, Maurício Tiomno. **Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica.** Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética (EPE), 2016.

TREYBAL, Robert Ewald. **Mass – Transfer Operations.** 3. ed. McGraw-Hill International Editions, 1980.

Xantrex Technology Inc. Catálogo técnico do regulador de carga. Disponível em: < <https://www.neosolar.com.br/loja/controlador-de-carga-schneider-xantrex-c40-40a-12-24-48v.html>>. Acesso em: 7 de dez. 2016.

Yingli Green Energy Holding Co. Ltd.. Catálogo técnico do módulo solar. Disponível em: < <https://www.60hz.com.br/downloads/Datasheet-Painel-Yingli-YL140P-17b.pdf>>. Acesso em: 7 de dez. 2016.

ANEXO A – CATÁLOGO TÉCNICO TRANSMISSOR iTHX-SD

Registrador Gráfico Virtual de Temperatura e Umidade

Série iTHX



- ✓ Servidor Web
- ✓ Alarmes via E-mail ou Mensagem de Texto
- ✓ Nenhum Software Específico Necessário
- ✓ Registra Dados Obtidos por Vários Anos em Cartões SD
- ✓ Opção de Sonda Dupla



Consulte Temperatura + Umidade com um Navegador da Web

O transmissor iTHX-SD da OMEGA® possibilita o monitoramento e registro de temperatura, umidade relativa e ponto de orvalho por uma rede Ethernet ou Internet, sem software especial — utilizando apenas um navegador. O iTHX-SD serve as Páginas Ativas da Web através da exibição das leituras em tempo real, dos gráficos de temperatura, umidade, ponto de orvalho ou do registro de dados em formato padrão, destinados ao uso em programas de aquisição de dados ou planilhas, tais como Excel ou Visual Basic.

O gráfico virtual visto na página da web é um Applet JAVA™ que registra um gráfico na LAN ou Internet em tempo real. Com o iTHX-SD, não há nenhuma necessidade de investir tempo e dinheiro com programas de software proprietário destinados ao registro ou mapeamento de dados.

Cartão de Memória Flash SD

O iTHX-SD vem completo com um cartão de memória Flash SD de 2 GB removível que pode armazenar até sete anos de leituras realizadas em intervalos de dez segundos.

Registros em Cartões de Memória SD

Os dados são registrados em cartões de memória SD (Secure Digital) amplamente disponíveis. O formato é um arquivo de texto simples ".txt" que é facilmente importado em planilhas e outros programas. Ele pode ser lido diretamente em um PC ou MAC equipados com um leitor de cartão USB, ou baixados remotamente através de rede Ethernet ou Internet.

Relés de Alarme

O iTHX-SD apresenta dois relés de 1,5 A. Com a página de fácil configuração na Web, os dois relés podem ser programados de acordo com qualquer combinação de temperatura e umidade, com os pontos determinados como altos ou baixos. Os relés também podem ser programados para permanecerem travados e exigem um reset manual, caso ultrapassem os limites permitidos.

Bateria de Reserva

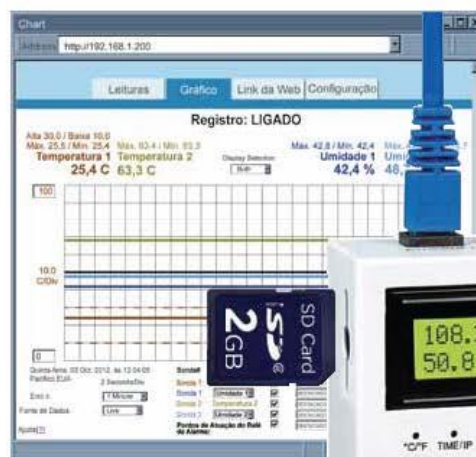
O iTHX-SD inclui um adaptador de alimentação universal de 100 a 240 VCA. Uma bateria alcalina padrão de 9 V (também incluída) permite que o dispositivo registre dados até 2 dias, sem alimentação externa de CA. Eventuais falhas na rede Ethernet não irão interromper o registro de dados.

Gráficos Ajustáveis

As escalas de gráfico são facilmente ajustáveis. Como exemplo, o gráfico pode exibir um minuto, uma hora, um dia, uma semana, um mês ou um ano. A temperatura e a umidade podem ser mapeadas em todo o intervalo (-40 a 124°C e de 0 a 100% de UR) ou dentro dos limites de qualquer intervalo restrito (20 a 30°C). Quando um segundo sensor é adicionado, os usuários podem selecionar um gráfico que registra o canal 1, canal 2 ou a diferença entre os dois canais.

Tecnologia Premiada

O iTHX-SD oferece simples instalação e utilização. Destacando-se principalmente por sua aclamada tecnologia iServer-



O iTHX-SD-5DD é mostrado em escala menor que a real com cartão SD e cabo DB9-Y para sonda dupla (incluído).

desenvolvida pela OMEGA, o iSD não requer nenhum software especial, exceto um navegador.

O iTHX-SD é conectado a uma rede Ethernet através de um conector RJ45 padrão e envia dados em lotes com o padrão TCP/IP. Configurado facilmente através de um menu simples, o dispositivo utiliza um navegador e permite proteção por senha.

Por uma LAN Ethernet ou através da Internet, o usuário simplesmente digita seu endereço IP em qualquer navegador ou uma denominação simples, como "Sala de Limpeza 5" ou "Sala de Servidores do Centro-Oeste", e o iTHX-SD atualiza a página Web com as leituras atuais.



Alarmes de E-mail

Todos os modelos iTHX-SD da OMEGA que integram uma LAN conectada à Internet podem acionar e enviar um e-mail de alarme para um único usuário ou para uma lista de distribuição, incluindo mensagens de texto para telefones celulares e dispositivos PDA.

Link para Web CAM ou câmera IP

A página web inclui um link para "Web Cam" ou "câmera IP" (não incluídas). Caso receba uma mensagem de alerta, imediatamente clique no link para assistir a cena em tempo real pela Internet.

Exposição e Mapeamento de Dois Canais

Os transmissores iTHX-SD vêm completos com uma sonda de temperatura e umidade para a medição de um único local. Com a adição de uma segunda sonda, o transmissor iTHX-SD pode medir e exibir a temperatura, umidade e ponto de orvalho em uma segunda localização até dez metros de distância.

O transmissor pode exibir e mapear medições absolutas em ambas as localidades, ou uma medição diferencial entre os dois locais. A segunda sonda não exige nenhuma modificação no hardware do transmissor básico iTHX-SD. Ele pode ser adicionado no ato da compra ou posteriormente. A OMEGA oferece uma variedade de sondas industriais em comprimentos de 2" e 5", assim como sondas de bastão destinadas às aplicações em ambientes internos. Um conector simples DB-9 "Y" é disponível para a adição de uma segunda sonda.

Sensor e Calibração

Não é necessário interromper o funcionamento do iTHX-SD para a calibração de rotina. Os sensores de temperatura/umidade são intercambiáveis e podem ser substituídos pelo mesmo custo da calibração típica. A OMEGA oferece sensores de substituição com certificados opcionais de calibração rastreável NIST de 3 pontos.

Aplicações Típicas

O iTHX-SD é a solução ideal para monitoramento de temperatura + umidade aplicações ATCC como: salas de limpeza, salas de computadores, sistemas de climatização, processamento e armazenamento farmacêutico e alimentar, hospitais, laboratórios, usina de semicondutores, montagem eletrônica, armazenagem, museus, fabricação, abrigos pecuários, estufas, dentre outros.

Temperatura 1	27,0 C
Umidade 1	39,4%
Ponto de Orvalho: 1	12,0 C
Temperatura 2	63,5 C
Umidade 2	48,9%
Ponto de Orvalho: 2	48,4 C
Diferença de temp.	-36,5 C
R1 alarme 1	LIGA
R2 alarme 2	DESLIGA
Registro	LIGA

Leituras através do servidor Web incorporado

Especificações do Sensor

UMIDADE RELATIVA (UR)

Exatidão/Intervalo:

10 a 90%: $\pm 2\%$
5 a 10% e 90 a 95%: $\pm 3\%$
0 a 5% e 95 a 100%: $\pm 4\%$

Não linearidade: $\pm 3\%$

Histerese: $\pm 1\%$ de UR

Tempo de Resposta: 8 segundos, tau 63%

Repetibilidade: $\pm 0,1\%$

Resolução: 0,1%, 12 bits

TEMPERATURA (T)

Exatidão/Intervalo*

Sonda de Bastão: $\pm 0,5^\circ\text{C}$ ($\pm 1^\circ\text{F}$) para 5 a 45°C (41 a 113°F); até $\pm 1^\circ\text{C}$ (até $\pm 2^\circ\text{F}$) para 0 a 5°C e 45 a 60°C (32 a 141°F e 113 a 140°F)

Sonda Industrial: (consulte o gráfico no manual) $\pm 0,5^\circ\text{C}$ ($\pm 1^\circ\text{F}$) para 5 a 45°C (41 a 113°F); até $\pm 1,5^\circ\text{C}$ (até $\pm 2,7^\circ\text{F}$) para -40 a 5°C e 45 a 124°C (-40 a 41°F e 113 a 255°F)

* Nota: o intervalo de temperatura ampliada aplica-se apenas às sondas industriais; a temperatura operacional do iServer é de 0 a 60°C

Tempo de Resposta: 5 a 30 segundos, tau 63%

Repetibilidade: $\pm 0,1^\circ\text{C}$

Resolução: 0,1°C, 14 bits

Especificações da Sonda

Sonda de Bastão:

198 compr. x 19 diâmetro mm ($7,8$ C x $0,75$ " de diâmetro)

Cabo com conector DB9: 152 mm C (6" C)

Temperatura Operacional do Cabo:

-0 a $+80^\circ\text{C}$ (-32 a 176°F)

Sonda industrial iTHP-5, iTHP-2: 137 C ou 51 C x 16 mm de diâmetro (5 C ou 2 C x $0,63$ " de diâmetro)

Material da câmara: 316 em aço inoxidável

Cabo com Conector DB9:

3 ou 0,9 m C (10 ou 3')

Temperatura Operacional do Cabo: -40 a $+125^\circ\text{C}$ (-40 a 257°F)

INTERFACES das Especificações do iServer

Ethernet (RJ45): Fixo ou de autonegociação 10/100BASE-T, Auto MDI/MDIX

Protocolos Suportados:

CP, UDP, SNMP, SMTP, NTP, ARP, ICMP, DHCP, DNS, HTTP e Telnet

Sensor: Digital, 4- fios, DB9

Display LCD: 16 dígitos, 6 mm (0,23")

Cartão de Memória Flash SD:

2GB, 8 meses de armazenamento de dados em intervalos de gravação a cada 1 segundo ou 7 anos, em intervalos de 10 segundos

Saídas de Relé:

Dois relés de 1,5 A a 30 VCC

Servidor Web Incorporado:

Serve páginas da Web que contenham dados e gráficos atualizados em tempo real, dentro de intervalos de tempo pré-definidos

Software: Servidor OPC; macro para registro de dados no programa Excel; compatível com sistemas operacionais com plataforma Windows

Alimentação

Entrada: 9 a 12 VCC

Adaptador para Alimentação CA

Qualificado pela Segurança:

Saída Nominal: 9 VCC a 0,5 A (incluída)

Entrada: 100 a 240 VCA, 50/60 Hz (incluída)

Bateria Reserva:

9 VCC, alcalina (incluída)

AMBIENTAL

Temperatura Operacional:

Unidade iServer: 0 a 60°C (32 a 140°F)

Bateria: -18 a 55°C (0 a 131°F)

Adaptador CA: 0 a 40°C (32 a 104°F)

Temperatura de Armazenamento: -40 a 85°C (-40 a 185°F)

Embalagens

Material: Invólucro de metal com suporte para parede

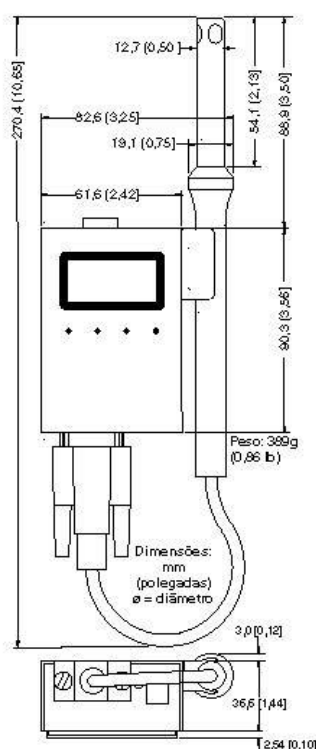
Certificado de calibração rastreável NIST disponível.

Em conformidade com a ISO9001:2008, ISO10012-1:1992(E), ANSI/NCSL Z540-1:1994 e MIL-STD-45662A.

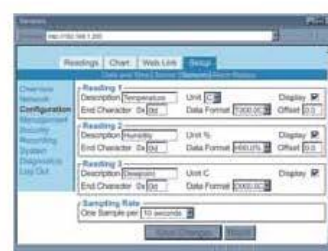
R-6

Fonte: OMEGA.

R



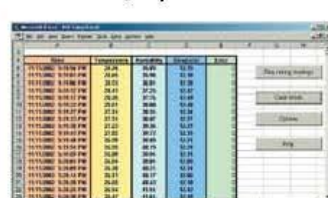
Configuração de relé de alarme através do servidor Web incorporado



Configuração do Sensor



Configuração de Gravação



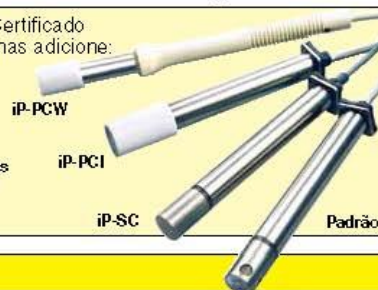
Planilha de Registro de Dados

Sondas de Substituição com Certificado de Calibração Disponível, apenas adicione:

“-CAL-3-HU”

Tampas Opcionais para Sonda Mostradas

As unidades podem ser recalibradas sem interrupção de funcionamento. Basta encomendar uma sonda calibrada.



Para pedidos	
Nº do Modelo	Descrição
iTHX-SD	iServer MicroServer™ para temperatura, umidade e ponto de orvalho. Inclui sonda de bastão padrão de 203 mm (8"), cabo de 152 mm (6") e conector DB9
iTHX-SD-2	iServer MicroServer™ inclui sonda industrial de 51 mm (2"), cabo de 0,9 m (3') e conector DB9
iTHX-SD-5	iServer MicroServer™ inclui sonda industrial de 137 mm (5"), cabo de 3 m (10') e conector DB9
iTHX-SD-WD	iServer MicroServer™ inclui duas sondas de bastão e cabo "Y"
iTHX-SD-2D	iServer MicroServer™ inclui duas sondas, bastão e sonda industrial de 51 mm (2"), cabo de 0,9 m (3') e cabo "Y"
iTHX-SD-5D	iServer MicroServer™ inclui duas sondas, bastão e sonda industrial de 137 mm (5"), cabo de 3 m (10') e cabo "Y"
Acessórios	
iTHP-W-6	Sonda de bastão com 203 mm (8"), cabo de 152 mm (6")
iTHP-2-DB9	Sonda industrial com 51 mm (2"), cabo de 0,9 m (3')†
iTHP-5-DB9	Sonda industrial com 137 mm (5"), cabo de 3 m (10')†
DB9-CA-3	Cabo de extensão, 0,9 m (3') com conectores DB9
DB9-Y	Adaptador para conector DB9 "Y" para 2 sondas com conector DB9
iP-PCI-10P	Tampa de sonda industrial de polietileno poroso, para ambientes úmidos, embalagem com 10
iP-PCW-10P	Tampa de sonda de polietileno poroso, para ambientes úmidos, embalagem com 10
iP-SC	Tampa de sonda em aço inoxidável poroso, porosidade de 5 µm, para ambientes empoeirados e pressurizados (< 35 psi)
CAL-3-HU	Certificado de calibração rastreável NIST. 3 pontos de 25%, 50%, 75% de UR, temperatura de 25°C (77°F), para hovas unidades
CT485B-CAL-KIT	Kit de calibração, padrões de UR 33% e 75%
-CAL-3-HU	Sonda de substituição calibrada e certificado de calibração rastreável NIST (para, inserir o tipo de sonda)

† Outros comprimentos de cabo (até 40') são disponíveis. Contacte nosso Departamento de Vendas. Nota: Descontos por volume também são disponíveis.

Exemplos de Pedidos: iTHX-SD com display LCD, cartão SD, 2 relés de alarme, bateria reserva e sonda de bastão.

iTHP-W-6-CAL-3-HU, sonda de substituição calibrada com certificado.

R-7

Fonte: OMEGA.

ANEXO B – CATÁLOGO TÉCNICO BALANÇA SEMIANALÍTICA

pH FIELD & LAB INSTRUMENTS



Benchtop Weight Scale



WSB-8150
shown smaller
than actual size.

WSB-8000 Series



- ✓ Auto Calibration
- ✓ Easy-to-Read Black LCD Display With Backlight
- ✓ Overload Protection for Load-Cell
- ✓ Audible Beep Alert Upon Reaching Preset Target Weight
- ✓ Low-Battery and Charging Status Signal
- ✓ RS232 Interface with Windows® Software and Cable

Each WSB-8000 Series benchtop scales feature a 6-key programming pad for easy set up. The conversion from kg to lbs, auto tare and auto zero are all easily done with individual buttons. The WSB-8000 is also light weight and durable with a large, stainless steel tray. Other features like overload protection and audible beep at preset target weight make the WSB-8000 a great choice for the classroom or laboratory. Other standard features include an RS232 interface and an easy-to-read backlit display. Low-battery and charging status are indicated on the display to help make sure your scale is always ready to use.

Specifications

Capacity:

- WSB-8015: 1.5 kg (3.3 lb)
- WSB-8030: 3 kg (6.6 lb)
- WSB-8060: 6 kg (13.2 lb)
- WSB-8150: 15 kg (33 lb)

Division:

- WSB-8015: 0.1 g (0.004 oz)
- WSB-8030: 0.2 g (0.007 oz)
- WSB-8060: 0.5 g (0.017 oz)
- WSB-8150: 1 g (0.035 oz)

Platter: 260 x 205 mm (10 x 8")
Display: LCD 25.4 mm (1") H, 6-digit
Power: Rechargeable battery
 6 Vdc/4.5 A and 110 Vac power
 cord (included)
Battery Life: 150 hours when
 fully charged

To Order

Model No.	Description
WSB-8015	Weigh scale, 1.5 kg (3.3 lb) capacity and 0.1 g (0.004 oz) resolution
WSB-8030	Weigh scale, 3 kg (6.6 lb) capacity and 0.2 g (0.007 oz) resolution
WSB-8060	Weigh scale, 6 kg (13.2 lb) capacity and 0.5 g (0.017 oz) resolution
WSB-8150	Weigh scale, 15 kg (33 lb) capacity and 1 g (0.035 oz) resolution

Comes complete with 1.8 m (6') communication cables and Windows software, 6 Vdc battery, 110 Vac power cord, and operator's manual.

Ordering Examples: WSB-8030, benchtop scale 0 to 3 kg (6.6 lb) capacity, 0.2 kg (0.007 oz) resolution and RS232 communications.

WSB-8015 weigh scale 0 to 1.5 kg (3.3 lb) capacity, 0.1 g (0.004 oz) resolution and RS232 communications.

Order Online
omega.com®
 Over 100,000 Products Available!

To download information and to order pH Field and
 Lab Instrument products online, visit **omega.com**

B-34

ANEXO C – CATÁLOGO TÉCNICO DO SENSOR FMA1000

INDICADOR/TRANSMISSOR INDUSTRIAL DE TEMPERATURA/VELOCIDADE DO AR PARA FINS GERAIS

Série FMA1000



Opcional†

Sonda de sensor com D.E. de 6 x 305 compr. mm (¼ x 12") com cabo de 4,5 m (15') incluído

- ✓ Mede velocidades de ar até 60,9 m/s (12.000 FPM)
- ✓ Mede temperaturas de ar até 121°C (250°F)
- ✓ O modelo de alta temperatura mede temperaturas de ar até 171°C (340°F)
- ✓ Exatidão de 1,5% de Fundo de Escala (Velocidade)
- ✓ Exatidão de 0,5% de Fundo de Escala (Temperatura)
- ✓ Três configurações de sonda de sensor diferentes: sonda fixa com montagem em ângulo reto traseira ou superior, ou sonda remota com cabo de 4,5 m (15')
- ✓ Design de Cabo Quente para Sensor de Velocidade de Ar
- ✓ Tempo de resposta de 250 msec, programável para até 2 segundos
- ✓ Projeto de sonda de inserção de D.E. de 6 x 305 compr. mm (¼ x 12")
- ✓ O Display LCD Retroiluminado Exibe a Velocidade do Ar e da Temperatura Simultaneamente
- ✓ A Velocidade do Ar e a Temperatura do Ar Podem Ser Exibidas em Unidades de Engenharia Distintas
- ✓ Monitora a temperatura e a velocidade do ar máximas e mínimas
- ✓ Saídas analógicas lineares duplas de velocidade e temperatura do ar
- ✓ Saídas de tensão com alarme de velocidades alta e baixa
- ✓ Interface de USB com Softwares para PCs Windows
- ✓ Invólucro industrial NEMA 4 (IP65)

O indicador/transmissor de velocidade/temperatura do ar da série mede e exibe a velocidade do ar, bem como a temperatura do ar em laboratórios de pesquisa e desenvolvimento, aplicações de AVAC e outros processos de fabricação. O projeto do sensor baseia-se em três elementos de RTD um mede a temperatura do ar e os outros dois, a velocidade do ar através da perda de calor do sensor RTD conforme é restrito pelo fluxo de ar. A série FMA1000 oferece diversos recursos padrão, como o display de velocidade e temperatura do ar, duas saídas analógicas correspondentes à velocidade e temperatura do ar, saídas de alarme de tensão alta e baixa, interface serial de PC e software de interface de PC baseado em Windows®. O FMA1000 exibe a velocidade do ar em diferentes unidades de engenharia, como FPM, m/s, milhas/h e km/h. A temperatura do ar é exibida em °C ou °F.

Mostrado em escala menor.



As unidades FMA1000 apresentam um LCD grande, de fácil leitura e retroiluminado

ESPECIFICAÇÕES

Intervalos de velocidade do ar: 0 a 500, 0 a 1000, 0 a 2000, 0 a 5000, 0 a 10.000, 0 a 12.000 FPM

Intervalo de temperatura do ar: -40 a 121°C (-40 a 250°F), modelo de alta temperatura de -40 a 171°C (-40 a 340°F)

Exatidão:

Velocidade do ar: fundo de escala de 1,5% ou FPM 12, o que for maior

Temperatura do ar: fundo de escala com 0,5%

Sonda de Velocidade/Temperatura do Ar: aço inoxidável, D.E. de 6 x 305 compr. mm (DE de ¼ x 12")

Sensores de Velocidade/Temperatura do Ar: três DTRs, 100 e 1000 Ω

Pressão de sonda do sensor: máximo de 150 psig

Display: LCD retroiluminado, 32 x 51 mm (1,25 x 2")

Tempo de resposta: de 250 ms até 2 segundos

Saída analógica (velocidade do ar): 4 a 20 mA, 0 a 5 VCC ou 0 a 10 VCC

Saída analógica (temperatura do ar): 0 a 5 VCC

Temperatura Ambiente Operacional:

Sonda do sensor: -40 a 121°C (-40 a 250°F), modelo de alta temperatura de -40 a 171°C (-40 a 340°F)

Estorjo eletrônico: 0 a 50°C (32 a 122°F)

Alarmes: saídas com alarme de tensão alta e baixa, correspondente à velocidade do ar

Potência: de 15 a 24 VCC, 200 mA

Dimensões do estorjo: 114 alt. mm x 89 larg. mm x 33 prof. mm (4,5 x 3,5 x 1,3")

Peso: 230 g (0,5 lb)

† Consulte o gráfico de acessórios na página J-36 para obter informações sobre pedidos de calibração NIST.

D-35

Fonte: OMEGA.



Cabo de alimentação e de saída

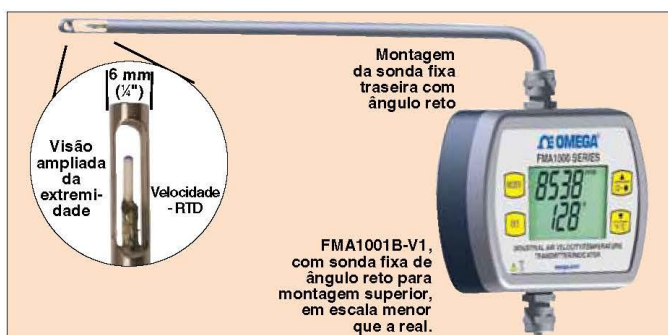
Sonda do sensor

FMA1001A-V1, com sonda fixa para montagem superior, em escala menor que a real.

Montagem de sonda fixa superior



Cabo de alimentação e de saída



Para fazer o seu pedido

Nº do Modelo	Intervalo: m/s (FPM)	Descrição
FMA1001A-***	0 a 5,08 (0 a 1000)	Transmissor de velocidade/temperatura do ar, montagem da sonda fixa superior
FMA1002A-***	0 a 25,4 (0 a 5000)	
FMA1003A-***	0 a 50,8 (0 a 10.000)	
FMA1004A-***	0 a 2,54 (0 a 500)	
FMA1005A-***	0 a 10,16 (0 a 2000)	
FMA1006A-***	0 a 60,9 (0 a 12.000)	Transmissor de velocidade/temperatura do ar, montagem da sonda fixa de ângulo reto
FMA1001B-***	0 a 5,08 (0 a 1000)	
FMA1002B-***	0 a 25,4 (0 a 5000)	
FMA1003B-***	0 a 50,8 (0 a 10.000)	
FMA1004B-***	0 a 2,54 (0 a 500)	
FMA1005B-***	0 a 10,16 (0 a 2000)	Transmissor de velocidade/temperatura do ar, sonda remota
FMA1006B-***	0 a 60,9 (0 a 12.000)	
FMA1001R-***	0 a 5,08 (0 a 1000)	
FMA1002R-***	0 a 25,4 (0 a 5000)	
FMA1003R-***	0 a 50,8 (0 a 10.000)	
FMA1004R-***	0 a 2,54 (0 a 500)	
FMA1005R-***	0 a 10,16 (0 a 2000)	
FMA1006R-***	0 a 60,9 (0 a 12.000)	



O programa de garantia estendida da OMEGACARESM está disponível para todos os modelos apresentados nesta página. Consulte seu representante de vendas para todos os detalhes quando fizer seu pedido. OMEGACARESM oferece cobertura a peças, mão de obra e embalagens retornáveis equivalentes.

Acessórios

Nº do Modelo	Descrição
FLUXO CAL-3 †	Certificado de calibração rastreável de 4 pontos NIST
TX8-100	Cabo blindado de 8 condutores, isolamento PVC, bobina de 30,5 m (100')
FPW-15	Fonte de alimentação de 15 VCC
PSR-24S	Fonte de alimentação regulada de 24 VCC a 400 mA, bornes a parafuso
PSR-24L	Fonte de alimentação regulada de 24 VCC a 400 mA, cabos desencapados
SSLK-14-14	Encaixe de compressão, DE do tubo de 1/4", 1/4 NPT
T-FER-1/4	Anilhas com 1/4" PTFE (embalagem com 10) para uso com encaixe para compressão SSLK-14-14

* Especifique o tipo de saída, adicione o sufixo "-MA" para 4 a 20 mA, ou "-V1" para 0 a 5 VCC ou "-V2" para 0 a 10 VCC, sem custo adicional.

** Para as unidades de 95 mm (3,75"), adicione o sufixo "-S" ao número do modelo mediante custo adicional.

** Para os modelos de sonda de temperatura alta, adicione o sufixo "HT" número do modelo mediante custo adicional (não oferecido para modelos de sonda curta).

† A unidade é rastreável por NIST até no máximo 8500 FPM.

É fornecido completo com sonda de sensor longo de 305 mm (12"), cabo de alimentação/saída, baseado em Windows Software e cabo com interface PC, certificado de conformidade de 4 pontos e manual do usuário.

Exemplo de pedidos: FMA1002A-MA, transmissor de velocidade/temperatura do ar, intervalo de 0 a 5000 FPM, montagem de sonda fixa superior, saída de 4 a 20 mA (velocidade), saída de 0 a 5 VCC (temperatura) e fluxo CAL-3, certificado de calibração rastreável NIST de 4 pontos.

FMA1001R-V1, transmissor de velocidade/temperatura do ar, sonda remota para o intervalo de 0 a 1000 FPM com cabo de 4,5 m (15'), saídas de dupla tensão.

D-36

Fonte: OMEGA.

D

ANEXO D – CATÁLOGO TÉCNICO DO SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS

DATA ACQUISITION SYSTEMS



USB Interface Modules

D8000 Series



- ✓ Complete Data Acquisition Systems
- ✓ Analog and Digital I/O Models Available
- ✓ USB Interface
- ✓ Modbus® RTU Protocol
- ✓ Up to 25 Conversions per Second
- ✓ 500 Vrms Analog Input or Analog Output Isolation
- ✓ 16-Bit Analog Input Measurement Resolution
- ✓ Continuous Self-Calibration; No Adjustments Required
- ✓ Programmable Analog Input Digital Filters
- ✓ Requires 10 to 30 Vdc Unregulated Supply
- ✓ Removable Screw Terminal Plug Connectors Supplied



D8400 USB interface module shown smaller than actual size.

APPLICATIONS

- ✓ Process Monitoring and Control
- ✓ Data Logging to any Host Computer
- ✓ Product Testing

The D8000 series USB interface modules are a family of complete data acquisition modules for use in process control systems. The analog input models can measure process signals such as thermocouples, 4 to 20 mA current loops, and discrete contact closures. The analog output models can generate voltage or current signals for controlling annunciators or valves. The digital input and output models can sense the state of remote digital signals or control solid state relays. Complete data acquisition systems can be created with ease with the D8000 modules and a host computer.

The modules provide direct connection to a wide variety of sensors and annunciators such as thermocouple probes, 4 to 20 mA loops, and DC voltage. They perform all signal conditioning, linearization and contain no internal pots or DIP switches. All user-selectable features such as ranges, communications settings are stored in nonvolatile EEPROM, which maintains these values even after power is removed.

The D8000 series USB interface modules connect to a host computer using a USB interface cable and they communicate using a virtual serial communications port using the Modbus RTU protocol.

Use a USB cable to connect the D8000 to a host computer. Plugging the cable into the computer will create a virtual serial port in the computer. The virtual serial port will be used by the host to communicate with the module. Serial communication ports are supported by almost all data acquisition and process control programs in the marketplace.

The Modbus RTU protocol is used to read and write data values to the D8000 series modules. The Modbus RTU protocol is a serial protocol and communicates with external devices through serial ports. The Modbus RTU protocol is widely recognized throughout the data acquisition industry and is supported by almost all commercial process control programs.

Multiple D8000 series modules can be connected to one host computer. A unique and separate serial port is created for each module that is connected. The serial port approach provides instant compatibility with almost all industry standard data acquisition programs that support the Modbus RTU protocol.

With the D8000 series modules, anyone familiar with a personal computer can construct a data acquisition system. This approach to data acquisition is very flexible, easy to use and cost effective. The modules can be mixed and matched to fit your application. You do not need engineering experience in complicated data acquisition hardware to build a system.

ANALOG INPUT MODULES

The D8100 through D8400 series analog input modules contain seven differential analog input channels. Each module contains analog signal conditioning circuits that are optimized for a specific signal input type. Signal types include DC voltage, 4 to 20 mA current loops, and eight thermocouple types. Each input channel can be programmed to accept a different signal input range.

The sensor signals are converted to digital data with a microprocessor-controlled integrating A/D converter. Offset and gain errors in the analog circuitry are continuously monitored and corrected using microprocessor techniques.



DATA ACQUISITION SYSTEMS

The analog input modules communicate the resultant data values as 16-bit unsigned integer numbers that represent a percentage of the full. The modules continuously convert data values at the rate of up to 25 conversions per second and store the latest result in a buffer. The data values are requested by sending a Modbus query to the module. The D8000 series modules will instantly respond by communicating the data values back to the host processor.

ANALOG OUTPUT MODULES

The D8500 analog output modules contain two 12-bit digital to analog converters (DAC) for generating either voltage or current output signals. The output signal type for each DAC is user-selectable and each DAC is independently controlled via a host computer using the Modbus RTU protocol. Four different analog output ranges are available, two voltage ranges and two current ranges.

The D8500 analog output modules contain user-selectable features such as programmable output slew rate, a communications watchdog timer and programmable startup signal value. They also include an 8-bit analog to digital converter for analog readback the output signal.

The communications watchdog timer can be used to move the analog output signal to a known "safe" condition in the event of a communications failure.

DIGITAL INPUT MODULES

The D8710 digital input modules contain 15 individual inputs for monitoring logic levels, contact closures, or other ON/OFF signals in a data acquisition system. Each digital input terminal contains a pull-up biasing resistor allowing for direct connection to a set of contacts. The input terminals can accept signals between ± 30 Vdc without damage.

DIGITAL OUTPUT MODULES

The D8720 digital output modules contain 15 individual open-collector transistor outputs for controlling annunciators, lamps, or other devices that require an ON/OFF signal.

The D8720 digital output modules also contain programmable features such as a communications watchdog timer and programmable startup signal values for each bit.

The communications watchdog timer can be used to move the digital output signals to a known "safe" condition in the event of a communications failure.

COMMUNICATIONS

The D8000 series modules are designed to easily interface with computers using a USB interface. The USB interface creates a virtual serial communications port on the host computer. All communications to and from the module, through the virtual serial port are performed using the Modbus RTU protocol. A new serial port is added for each D8000 series module.

MODBUS COMMAND SET

The D8000 series modules use the Modbus RTU protocol for communications. The Modbus RTU binary protocol uses a master-slave technique, in which only the master device can initiate transactions. The slave devices respond by supplying the requested data to

the master or by performing the requested action in the query. The master can address any slave device. The returned messages are considered response messages. The supported master function codes are:

Modbus RTU Functions and Descriptions

- 01 – Read Coil Status
- 02 – Read Register Status
- 03 – Read Holding Registers
- 04 – Read Input Register (Analog Inputs)
- 05 – Force Single Coil
- 06 – Preset Single Register
- 0F – Force Multiple Coils
- 10 – Preset Multiple Registers

PROCESS CONTROL SOFTWARE

Modbus RTU protocol is one of the most widely supported serial protocols in the data acquisition market. Modbus RTU software drivers are available for almost every data acquisition software program available today. Thus providing instant connectivity between the D8000 modules and most data acquisition software programs.

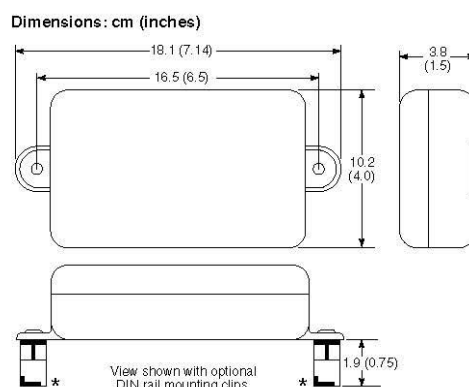
SETUP

The D8000 series modules are initialized at the factory using the Modbus RTU protocol. User selectable features such as individual channel range selection and digital filters are easily configured using the D6000/D8000 series utility software. Each D8000 module must be properly configured before installation into a Modbus system.

UTILITY SOFTWARE

Complimentary Utility Software is included with each module. The software is compatible with Windows operating systems and distributed on CDROM.

The Utility Software simplifies configuration of all user selectable options such as device address, baud rate and filtering constants. The latest version of our software is always available on our web site.



The D8000 Series modules can be easily adapted to a DIN rail using the DMK-1 mounting kit shown in view above.

DATA ACQUISITION SYSTEMS



D8400 USB interface module shown smaller than actual size.

SPECIFICATIONS

(Typical at +25°C and nominal power supply unless otherwise noted)

GENERAL

Programmable Digital Filters: In analog input modules

Max CMV (Input to Output at 115 Vrms, 60 Hz):

500 Vrms

Setups: Stored in EEPROM

Unused Analog Input Channels: Software disable

INTERFACE

Communications: Modbus RTU protocol

Interface: USB port

POWER REQUIREMENTS

Supply Voltage: Unregulated 10 to 30 Vdc; protected against power supply reversals

ENVIRONMENTAL

Operating Temperature Range: -25 to 70°C

(-13 to 158°F)

Storage Temperature Range: -25 to 85°C

(-13 to 185°F)

Relative Humidity: 0 to 95% RH non-condensing

PACKAGE, DIMENSIONS AND CONNECTORS

Case: ABS thermoplastic, UL-94-5VA rated

Dimensions: 102 H x 152 W x 36 mm D (4 x 6 x 1.5")

Mounting Holes: 165 mm (6.5") on center

Connectors: Screw terminal barrier plug (supplied)

MODULE SPECIFICATIONS

D8100 VOLTAGE INPUTS

Number of Channels: 7 differential voltage inputs

Ranges: $\pm 0.025V$, $\pm 0.05V$, $\pm 0.1V$, $\pm 1V$, $\pm 5V$, $\pm 10V$

Resolution: 16-bit ADC, 25/20 conversions per second

Accuracy: $\pm 0.05\%$ of FS max

Span Tempco: ± 50 ppm/°C max

Input Burnout Protection: To 250 Vac

Input Impedance: 20 M Ω min

Power Requirements: Serial = 1.4 W

D8200 CURRENT INPUTS

Number of Channels: 7 differential current inputs

Range: ± 20 mA

Resolution: 16-bit ADC, 25/20 conversions per second

Accuracy: $\pm 0.05\%$ of FS max

Span Tempco: ± 50 ppm/°C max

Voltage Drop: 2.0V max

Input Impedance: $< 100 \Omega$ (70 typical)

Power Requirements: Serial = 1.4 W

D8300 THERMOCOUPLE INPUTS

Number of Channels: 7 differential thermocouple inputs

Thermocouple Types: J, K, T, E, R, S, B, and C

Ranges:

J: -200 to 760°C (-328 to 400°F)

K: -150 to 1250°C (-238 to 2282°F)

T: -200 to 400°C (-328 to 752°F)

E: -100 to 1000°C (-148 to 1832°F)

R: 0 to 1750°C (32 to 3182°F)

S: 0 to 1750°C (32 to 3182°F)

B: 0 to 1820°C (33 to 3308°F)

C: 0 to 2315°C (32 to 4199°F)

Thermocouple Accuracy

(Error From all Sources) from 0 to 40°C Ambient:

J, K, T, E: $\pm 1.5^\circ\text{C}$ max

R, S, B, C: $\pm 3.5^\circ\text{C}$ max (300°C to +F.S.)

Resolution: 16-bit ADC, 25/20 conversions per second

Input Impedance: 20 M Ω min

Cold Junction Compensation: Automatic

Lead Resistance Effect: $< 40 \mu\text{V}$ per 350 Ω

Indication: Open thermocouple and over range indication

Input Burnout Protection: To 250 Vac

Power Requirements: Serial = 1.4W

Fonte: OMEGA.

NEW

DATA ACQUISITION SYSTEMS



D8400 USB interface module shown smaller than actual size.

D8400 VOLTAGE, THERMOCOUPLE, CURRENT INPUTS

Number of Channels: 7 differential voltage, thermocouple, current inputs
Specifications: Equal to D8100, D8200 and D8300 series

D8500 ANALOG OUTPUTS

Number of Channels: Two analog outputs (programmable for voltage or current output)
Voltage Ranges: 0 to 10 Vdc, ± 10 Vdc
Current Ranges: 0 to 20 mA, 4 to 20 mA
Update Rate: 250 conversions per second
Accuracy: $\pm 0.1\%$
Resolution: 12-bit DAC resolution
Span Tempco: ± 25 ppm/ $^{\circ}$ C max
Settling Time to 0.1% FS: 1 mS
Communications: Watchdog timer
Current Output Compliance: ± 12 Vdc
Voltage Output Drive: 5 mA max
Analog Output Signal Readback: 8-bit ADC
Isolation: 500 Vac, output common to system ground
Current Output Burnout: Protected to 250 Vac
Power Requirements: Serial = 2.1 W

D8710 DIGITAL INPUTS

Number of Channels: 15 digital Inputs
Internal: 10K pull-up resistors on each bit; accept direct switch closure
Logic "0": < 1 Vdc
Logic "1": > 3.5 Vdc
Input Burnout: To ± 30 Vdc without damage
Isolation: 500 Vac, input common to system ground
Power Requirements: Serial = 0.75 W

D8720 DIGITAL OUTPUTS

Number of Channels: 15 open-collector outputs to 30 Vdc, 100 mA max
Vsat: $+0.3$ Vdc max at 100 mA
Short Circuit Protection: To 500 mA
Communications: Watchdog timer
Digital Output Update Rate: 4.5 Hz
Isolation: 500 Vac, output common to system ground
Power Requirements: Serial = 1.0W



OMEGACARESM extended warranty program is available for models shown on this page. Ask your sales representative for full details when placing an order. OMEGACARESM covers parts, labor and equivalent loaners.

To Order	
Model No.	Description
D8100	7-channel differential voltage input module
D8200	7-channel differential current input module, ± 20 mA
D8300	7-channel differential thermocouple input module
D8400	7-channel differential voltage/thermocouple/current input module
D8500	2-channel voltage, current analog output module
D8710	15-bit digital input module
D8720	15-bit digital output module
DMK-1	DIN rail mounting kit for D8000 Series modules

Comes complete with operator's manual and utility software on CD and 0.9 m (3') USB interface cable.

Ordering Example: D8100, 7-channel differential voltage input module and OCW-1, OMEGACARESM extends standard 1-year warranty to a total of 2 years.

ANEXO E – CATÁLOGO TÉCNICO RESISTÊNCIA ELÉTRICA

AQUECIMENTO DE ÁGUA MODELO DC e DD

Resistências ELTRA blindadas em tubo de cobre Ø 9mm para aquecimento de água por imersão, com potência 8 W/cm² com buchas de fixação 1/2" ou 5/8" ou especial, conforme necessidade de cada cliente.

Modelo padrão

Modelo	Watts	Volts	Comp. Tubo Reto mm	Ømm
DC e DD	300	110 ou 220	350	85
DC e DD	500	110 ou 220	350	85
DC e DD	750	110 ou 220	440	115
DC e DD	1000	110 ou 220	530	143
DC e DD	1250	220/440	630	175
DC e DD	1500	220/440	740	210
DC e DD	1750	220/440	860	250
DC e DD	2000	220/440	970	285
DC e DD	2500	220/440	1200	355
DC e DD	3000	220	1420	425
DC e DD	3500	220	1600	485
DC e DD	4000	220	1850	565
DC e DD	4500	220	2100	645
DC e DD	5000	220	2300	705



TIPO DC



TIPO DD



RESISTÊNCIA ALETADA MODELO ALD

Resistências ELTRA blindadas em tubo de aço 1020 Ø 9mm ou Ø 11mm com aletas 53 x 36mm do mesmo material bicromatizado, especial para aquecimento de ar forçado em dutos, condicionadores, máquinas de panificação, estufas industriais, etc. Temperatura máxima superficial 400°C.

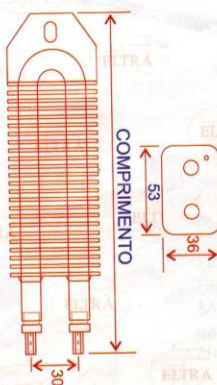


Modelo padrão ALD com 3 W/cm²

Modelo	Watts	Volts	Comp. Total mm
ALD-39	500	110 ou 220	390
ALD-54	750	110 ou 220	540
ALD-66	1000	110 ou 220	650
ALD-83	1250	110 ou 220	830
ALD-94	1500	110 ou 220	940
ALD-113	1750	110 ou 220	1130
ALD-125	2000	110 ou 220	1250
ALD-154	2500	110 ou 220	1540

Modelo padrão ALD com 6 W/cm² para serem ligadas com ventilação

Modelo	Watts	Volts	Comp. Total mm
ALD6-41	1000	110 ou 220	400
ALD6-55	1500	110 ou 220	540
ALD6-69	2000	110 ou 220	690
ALD6-84	2500	110 ou 220	840
ALD6-99	3000	110 ou 220	990



Modelo padrão ALD com 6 W/cm² para serem ligadas com ventilação

Modelo	Watts	Volts	Comp. Total mm
ALD6-34	1000	220	340
ALD6-46	1500	220	460
ALD6-58	2000	220	580
ALD6-70	2500	220	700
ALD6-82	3000	220	820
ALD6-95	3500	220	950
ALD6-105	4000	220	1070

Modelo padrão ALD com 3 W/cm²

Modelo	Watts	Volts	Comp. Total mm
ALD-35	500	110 ou 220	350
ALD-40	750	110 ou 220	400
ALD-53	1000	110 ou 220	530
ALD-65	1250	110 ou 220	650
ALD-76	1500	110 ou 220	760
ALD-88	1750	110 ou 220	880
ALD-100	2000	110 ou 220	1000
ALD-124	2500	110 ou 220	1240

ANEXO F – CATÁLOGO TÉCNICO TERMOSTATO

SMALL THERMOSTAT



ELECTRIC HEATERS

KT011 Series



- ✓ Compact Design
- ✓ Wide Adjustment Range
- ✓ Available with °C or °F Scale
- ✓ Color Coded Temperature Dials
- ✓ DIN Rail Mountable

Thermostat “NC”
(Normally Closed):

Thermostat opens at temperature. Comes with a RED temperature dial.

Thermostat “NO”
(Normally Open):

Thermostat closes at temperature rise. Comes with a BLUE temperature dial.

Specifications

Sensor Element: Thermostatic bi-metal
Maximum Tolerance: ±7°F (4K)

Switching Difference (Hysteresis):
12.6°F ±5.4°F (7°C ±3K)

Service Life: 100,000 cycles

Switching Capacity (Max Load):

15 A resistive/2 A inductive @ 120 Vac
10 A resistive/2 A inductive @ 250 Vac
DC 30W

Minimum Load: 20 mA (all voltages)

Connections: 2-pole terminal for AWG 14 max [2.5 mm² (0.10 in²)]

Mounting: Clip for 35 mm (1.4”) DIN rail (EN 50022)

Dimensions: 60 H x 33 W x 43 mm D
(2.4 x 1.3 x 1.7”)

Housing: Plastic, UL94V-0

Weight: 40 g (1.4 oz)

Protection Type: NEMA 2 (IP20)

Operating Temperature: -45 to 70°C
(-49 to 158°F)

Storage Temperature: -45 to 70°C
(-49 to 158°F)

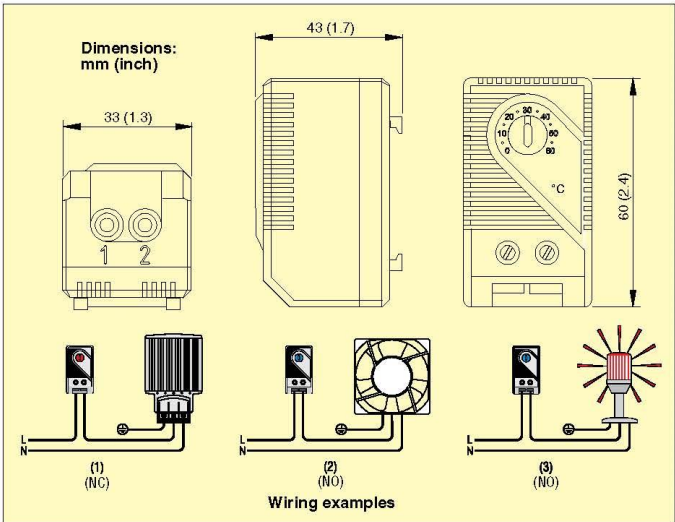
Note: Specifications are subject to change without notice. Suitability of this product for its intended use and any associated risks must be determined by the end customer/buyer in its final application.



KT011469
shown actual size.



KT011479
shown actual size.



To Order Visit omega.com/kt011_series for Pricing and Details

Model No.	Description
KT011409	Thermostat, NC—open on rise, 32 to 140°F
KT011419	Thermostat, NO—close on rise, 32 to 140°F
KT011469	Thermostat, NC—open on rise, 0 to 60°C
KT011479	Thermostat, NO—close on rise, 0 to 60°C

Comes complete with operator's manual.

Ordering Examples: KT011409, thermostat, NC—open on rise, 32 to 140°F.
KT011479, thermostat, NO—close on rise, 0 to 60°C.

HT-50

ANEXO G – CATÁLOGO TÉCNICO VENTILADOR INDUSTRIAL

Soprador Industrial Simples Estágio



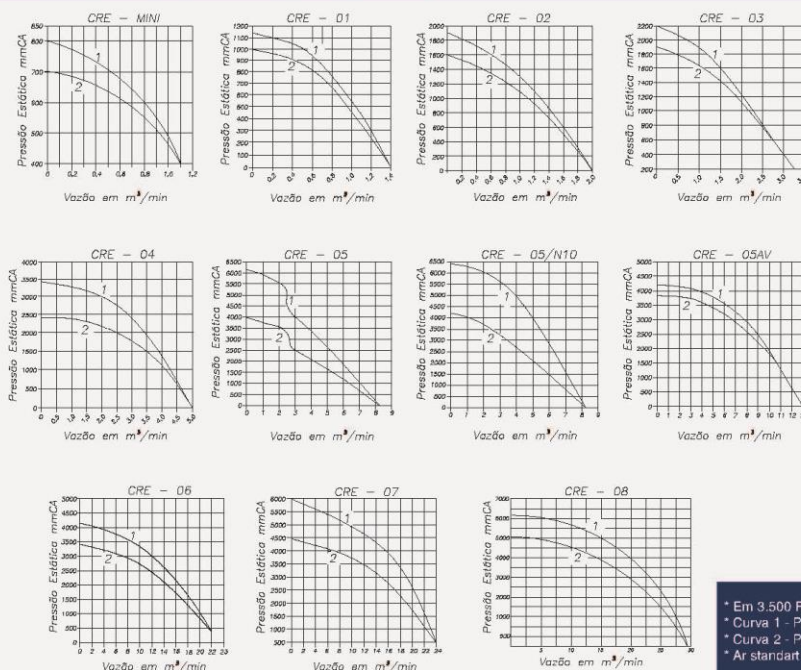
Dimensões / Dimensions / Dimensión

Modelo	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L	M	N	O	P
CRE - MINI	235	236	232,5	122	∅ 7	80	26	106	40	48	81	190	169,5	1" BSP	122
CRE - 01	268	260,5	253	123	∅ 10	73	27,5	125	38,5	65	89	240	208	1.1/4" BSP	134
CRE - 02	285	292	292	140	∅ 10	80	26	130	44,5	65	93	248	222	1.1/4" BSP	146
CRE - 03	308	351	342	158	∅ 13	115	19	153	57	85	119	299	262	2" BSP	180
CRE - 04	369,5	406	400	177	∅ 15	140	20	189	60	85	122	325	290	2" BSP	206
CRE - 05	445	487	485	220	∅ 15	166	68,5	277	82	102	140	393	350	2.1/2" BSP	244
CRE - 05 / N10	481	509	485	260	∅ 15	166	68,5	277	82	102	140	393	350	2.1/2" BSP	266
CRE - 05 Alta Vazão	481	532	514	260	∅ 15	162	59	252	84	118	170	380	340	3" BSP	275
CRE - 06 - S/ BASE (3" ou 4" BSP)	745	567	570	260	-	-	-	-	99	-	165	-	-	3" ou 4" BSP	282
CRE - 06 - S/ BASE (Ø8")	830	651	570	260	-	-	-	-	125	-	250	-	-	Ø8"	366
CRE - 06 - C/ BASE (3" ou 4" BSP)	745	628	570	260	∅ 14	440	39	518	160	-	165	550	472	Ø8"	343
CRE - 06 - C/ BASE (Ø8")	830	700	570	260	∅ 14	440	39	518	171	-	250	550	472	3" ou 4" BSP	415
CRE - 07	723	595	580	311	∅ 15	215	203	457	90	-	206	465	410	3" ou 4" BSP	305
CRE - 08	736	650	630	317	∅ 15	335	236	600	115	-	190	496	446	4" BSP	342

Dados Técnicos / Technical Data / Datos Técnicos (60hz)

Modelo	Vazão (m³/min.)	Pressão (m.m.c.a.) NEG. POS.	Potência (cv)	Tensão (v)	Nível Ruído (dBA)	Peso - Kg
CRE - MINI	1,1	800 / 700	0,33 (1/3)	220/380/440 (trif.)	56	6,5
CRE - 01	1,4	1200 / 1000	0,5 (1/2)	220/380/440 (trif.)	72	12
CRE - 02	2	1900 / 1600	0,75 (3/4)	220/380/440 (trif.)	78	14
CRE - 03	3,2	2200 / 1900	2	220/380/440 (trif.)	84	27
CRE - 04	4,2	3400 / 2400	4	220/380/440 (trif.)	84	42
CRE - 05	8,2	6280 / 4000	7,5	220/380/440 (trif.)	84	67
CRE - 05 / N10	8,2	6470 / 4200	10	220/380/440 (trif.)	84	90
CRE - 05 Alta Vazão	14	5000 / 3700	10	220/380/440 (trif.)	85	83
CRE - 06	22	4100 / 3400	15	220/380/440 (trif.)	95	135
CRE - 07	24	6000 / 4500	20	220/380/440 (trif.)	95	153
CRE - 08	28	6200 / 5150	30	220/380/440 (trif.)	98	196

Curvas de Desempenho | Performance Curves | Curvas de desempeño



ANEXO H – CATÁLOGO TÉCNICO DO INVERSOR MS4024PAE



MS-PAE 120/240V Series Specifications

	MS4024PAE	MS4448PAE
Inverter Specifications		
Input battery voltage range	18.0 - 34.0 VDC	36.0 - 64.0 VDC
Nominal AC output voltage	120/240 VAC split phase ($\pm 5\%$)	120/240 VAC split phase ($\pm 5\%$)
Output frequency and accuracy	60 Hz ± 0.1 Hz	60 Hz ± 0.1 Hz
Total Harmonic Distortion (THD)	< 5%	< 5%
1 msec surge current (amps AC)	Line-Neutral: 120, Line-Line: 70	Line-Neutral: 120, Line-Line: 70
100 msec surge current (amps AC)	Line-Neutral: 72, Line-Line: 40	Line-Neutral: 75, Line-Line: 40
5 sec surge power (real watts)	5800	8500
30 sec surge power (real watts)	5200	8000
5 min surge power (real watts)	4800	5400
30 min surge power (real watts)	4500	4800
Continuous power output at 25° C	4000 VA (L-L)	4400 VA (L-L)
Maximum continuous input current	268 A	144 A
Inverter efficiency (peak)	93%	94%
Transfer time	16 msec	16 msec
Search mode (typical)	< 6 watts	< 6 watts
No load (120VAC output, typical)	27 watts	25 watts
Waveform	Pure Sine Wave	Pure Sine Wave
Charger Specifications		
Continuous output at 25° C	105 ADC	60 ADC
Charger efficiency	85%	85%
Power factor	> 0.95	> 0.95
Input current at rated output (AC amps)	15 AAC per leg at 120/240 VAC split phase	175 AAC per leg at 120/240 VAC split phase
General Features and Capabilities		
Transfer relay capability	2 legs at 30A per leg transfer standard on all models	
Five stage charging capability	Bulk, Absorb, Float, Equalize (requires remote), and Battery Saver™	
Battery temperature compensation	Yes, 15 ft BatteryTemp Sensor standard	
Internal cooling	0 to 120 cfm variable speed drive using dual 92mm brushless DC fans	
Overcurrent protection	Yes, with two overlapping circuits	
Overtemperature protection	Yes on transformer, MOSFETS, and battery	
Conformal coating on PCB's for corrosion protection	Yes	
Powder coated chassis & top for corrosion protection	Yes	
Stainless steel fasteners for corrosion protection	Yes	
Listings	ETL Listed to ANSI / UL1741, 1 st edition, and CSA STD C22.2 No.107.1-01	
Warranty	Three years parts and labor (five years when installed on MMP or MP system)	
Environmental Specifications		
Operating temperature	-20° C to +60° C (-4° F to 140° F)	
Nonoperating temperature	-40° C to +70° C (-40° F to 158° F)	
Operating humidity	0 to 95% RH non condensing	
Physical Specifications		
Dimensions (l x w x h)	13.75" x 12.65" x 8.0" (34.9 cm x 32.1 cm x 20.3 cm)	
Mounting	Shelf, wall (no vents on bottom), MP or MMP panels	
Unit Weight	55 lb (24.9 kg)	55 lb (24.9 kg)
Shipping Weight	62 lb (28.2 kg)	63 lb (29.6 kg)
Max operating altitude	15,000' (4570 m)	

Magnum Energy, Inc.
2211 West Casino Road
Everett, Washington 98204 USA

The Powerful Difference

Phone: 425-353-8833
Fax: 425-353-8390
Web: www.magnumenergy.com

Testing for specifications at 25° C
Specifications subject to change without notice.
August 2012, Rev C Part #64-0375

Authorized Magnum Dealer

Fonte: Magnum Energy.

ANEXO I – CATÁLOGO TÉCNICO DA BATERIA FREEDOM

Características Elétricas

Principais Características Elétricas

MODELOS		DF300	DF500	DF700	DF1000	DF1500	DF2000	DF2500	DF3000	DF4001
Capacidade a 25 °C (Ah)	10 h	24	30	41	54	76	94	130	156	200
	20 h	26	36	45	60	80	105	150	170	220
	100 h	30	40	50	70	93	115	165	185	240
Dimensões (mm)	Comprimento	175	175	210	244	330	330	511	511	525
	Largura	175	175	175	175	172	172	213	213	275
	Altura	175	175	175	175	240	240	230	230	250
Peso (kg)		8,8	9,7	12,5	14,7	23,9	27,1	44,6	48,3	60,3
Torque	Mínimo	9 N.m	9 N.m	9 N.m	9 N.m	13,6 N.m	13,6 N.m	9 N.m	9 N.m	9 N.m
	Máximo	11 N.m	11 N.m	11 N.m	11 N.m	20,3 N.m	20,3 N.m	11 N.m	11 N.m	11 N.m
Tensão de Flutuação						de 13,2 a 13,8 V a 25 °C				
Tensão de carga / equalização						de 14,4 a 15,5 V a 25 °C				
Compensação de Temperatura						para cada 1 °C acima de 25 °C, subtrair 0,033 V para cada 1 °C abaixo de 25 °C, adicionar 0,033 V				

Correntes de descarga (A) em diferentes regimes a 25 °C (tensão final 10,5 V)

MODELO	HORAS															MINUTOS				
Bateria	100 h	20 h	10 h	9 h	8 h	7 h	6 h	5 h	4,5 h	4 h	3,5 h	3 h	2,5 h	2 h	1,5 h	1 h	45'	30'	15'	
DF300	0,3	1,3	2,4	2,6	2,9	3,3	3,8	4,4	4,9	5,4	6	7	8,2	10	12,8	18	21	25	40	
DF500	0,4	1,8	3	3,3	3,7	4,2	4,9	5,8	6,2	6,8	7,6	8,6	9,9	12	15	20	25,3	33	52	
DF700	0,5	2,3	4,1	4,5	5	5,6	6,5	7,5	8,2	9,2	10	11,5	13,6	16,3	21	27	32	43	65	
DF1000	0,7	3	5,4	5,8	6,4	7,3	8,2	9,8	10,5	11,5	12,5	14,5	17	19	25,2	35	42,5	55	84	
DF1500	0,93	4	7,6	8,2	9	10	11,5	13,2	14,5	16	18,2	21	25	29,5	38	54	69	90	130	
DF2000	1,2	5,3	9,4	10,2	11,5	13	14,5	17	18,4	20,3	22,6	25	29,5	34,5	44	60	75	96	150	
DF2500	1,7	7,5	13	14,4	16,2	18	20	23	25	28	31	34	40	47	58	81	99	130	200	
DF3000	1,9	8,5	15,6	17	19	21,4	24,7	28	30	33	36	41	48	57	72	95	112	152	231	
DF4001	2,4	11	20	21,5	24	26,5	30	35	38	41,5	46	52	60	72	90	120	145	191	290	

Capacidade em ampère-hora (Ah) a 25 °C em diferentes regimes de descarga (tensão final 10,5 V)

MODELO	HORAS															MINUTOS			
Bateria	100 h	20 h	10 h	9 h	8 h	7 h	6 h	5 h	4,5 h	4 h	3,5 h	3 h	2,5 h	2 h	1,5 h	1h	45'	30'	15'
DF300	30	26	24	23,8	23,5	23,1	22,8	22	21,9	21,6	21	21	20,5	20	19,2	18	15,8	12,5	10
DF500	40	36	30	29,9	29,8	29,7	29,4	28,8	27,7	27	26,6	25,8	24,8	24	22,5	20	19	16,5	13
DF700	50	45	41	40,5	40	39,5	39,2	37,5	37,1	36,8	35	34,5	34	32,5	31,5	27	24	21,5	16,3
DF1000	70	60	54	51,8	51,6	51,1	49,2	49	47,3	46	43,8	43,5	42,5	38	37,8	35	31,9	27,5	21
DF1500	93	80	76	73,8	72	70	69	66	65,3	64	63,7	63	62,5	59	57	54	51,8	45	32,5
DF2000	115	105	94	92	91,8	91	87	85	82,8	81,2	79,1	75	73,8	69	66	60	56,3	48	37,5
DF2500	165	150	130	129,8	129,6	126	120	115	112,5	112	108,5	102	100	94	87	81	74,3	65	50
DF3000	185	170	156	153	152	150	148,2	140	135	132	126	123	120	114	108	95	84	76	57,8
DF4001	240	220	200	193,5	192	185,5	180	175	171	166	161	156	150	144	135	120	108,8	95,5	72

Watts-hora (Wh) a 25 °C (tensão final 10,5 V)

MODELO	HORAS															MINUTOS				
Bateria	100 h	20 h	10 h	9 h	8 h	7 h	6 h	5 h	4,5 h	4 h	3,5 h	3 h	2,5 h	2 h	1,5 h	1 h	45'	30'	15'	
DF300	3	16	25	28	32	35	37	45	46	47	50	65	68	75	90	125	145	175	300	
DF500	5	22	36	40	43	48	53	65	67	70	75	92	95	107	130	167	200	250	510	
DF700	6	29	45	51	55	62	68	84	82	85	94	118	120	135	165	210	250	300	550	
DF1000	7	36	63	69	76	84	96	111	121	133	148	168	194	233	248	257	278	487	712	
DF1500	10	51	94	100	113	125	140	170	185	190	205	250	255	300	342	400	492	598	960	
DF2000	13	65	104	118	126	139	160	188	192	200	217	270	268	310	372	490	582	694	1200	
DF2500	19	93	155	170	181	202	224	269	273	287	311	378	381	441	581	698	817	989	1638	
DF3000	25	110	179	197	217	238	251	306	311	333	382	437	448	517	637	798	958	1148	1917	
DF4001	28	139	217	240	264	285	315	376	381	406	441	536	547	643	768	995	1185	1424	2374	

FREEDOM®

ANEXO J – CATÁLOGO TÉCNICO MÓDULO SOLAR YGE-140P-17b

YGE 145 SERIES

ELECTRICAL PERFORMANCE

Electrical parameters at Standard Test Conditions (STC)							
Module name			YGE 145	YGE 140	YGE 135	YGE 130	YGE 125
Module type			YLxxxP-17b (xxx=Pmax)				
Power output	P _{max}	W	145	140	135	130	125
Power output tolerances	ΔP _{max}	%	+/- 5				
Module efficiency	η _m	%	14.5	14.0	13.5	13.0	12.5
Voltage at P _{max}	V _{mp}	V	18.15	18.01	17.77	17.51	17.34
Current at P _{max}	I _{mp}	A	7.99	7.77	7.60	7.42	7.21
Open-circuit voltage	V _{oc}	V	22.46	22.28	22.00	21.67	21.46
Short-circuit current	I _{sc}	A	8.47	8.30	8.12	8.00	7.74

STC: 1000W/m² irradiance, 25°C cell temperature, AM1.5g spectrum according to EN 60904-3.
Average relative efficiency reduction of 5% at 200W/m² according to EN 60904-1.

Electrical parameters at Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)

Power output	P_{max}	W	117.46	113.41	109.36	105.31	101.26
Voltage at P_{max}	V_{mp}	V	16.73	16.59	16.38	16.14	15.98
Current at P_{max}	I_{mp}	A	6.40	6.26	6.12	5.96	5.78
Open-circuit voltage	V_{oc}	V	20.44	20.28	20.02	19.72	19.53
Short-circuit current	I_{sc}	A	6.78	6.64	6.50	6.40	6.19

NOCT: open-circuit module operation temperature at 800W/m² irradiance, 20°C ambient temperature, 1m/s wind speed.

THERMAL CHARACTERISTICS

Nominal operating cell temperature	NOCT	°C	46 +/- 2
Temperature coefficient of P_{max}	γ	%/°C	-0.45
Temperature coefficient of V_{oc}	β_{voc}	%/°C	-0.33
Temperature coefficient of I_{sc}	α_{sc}	%/°C	0.06

OPERATING CONDITIONS

Max. system voltage	50V _{DC}
Max. series fuse rating	15A
Limiting reverse current	Do not apply external voltages larger than Voc of the module
Operating temperature range	-40 to 85°C
Max. static load, front (e.g., snow and wind)	2400Pa
Max. static load, back (e.g., wind)	2400Pa
Max. hailstone impact (diameter / velocity)	25mm / 23m/s

CONSTRUCTION MATERIALS

Front cover (material / thickness)	low-iron tempered glass / 3.2mm
Cell (quantity / material / dimensions)	36 / multicrystalline silicon / 156mm x 156mm
Encapsulant (material)	ethylene vinyl acetate (EVA)
Frame (material / color / anodization color)	anodized aluminum alloy / silver / clear

- Due to continuous innovation, research and product improvement, the specifications in this product information sheet are subject to change without prior notice. The specifications may deviate slightly and are not guaranteed.
- The data do not refer to a single module and they are not part of the offer; they only serve for comparison to different module types.

Yingli Green Energy Holding Co. Ltd.
service@yinglisolar.com
Tel: 0086-312-8929802

YINGLISOLAR.COM

© Yingli Green Energy Holding Co. Ltd. | DS_YL145P-17b_EU_EN_201302_v02.3

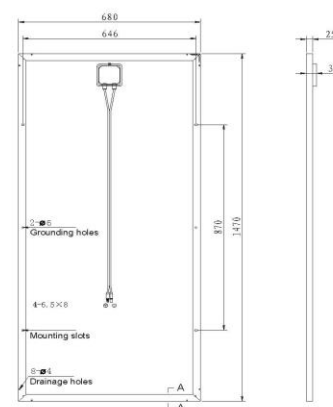
GENERAL CHARACTERISTICS

Dimensions (L / W / H)	1470mm / 680mm / 25mm
Weight	10.81kg

PACKAGING SPECIFICATIONS

Number of modules per box	2
Packaging box dimensions (L / W / H)	1500mm / 710mm / 80mm

Unit: mm



Warning: Read the Installation and User manual in its entirety before handling, installing, and operating Yingli Solar modules.

Our Partners:



ANEXO K – CATÁLOGO TÉCNICO REGULADOR DE CARGA XANTREX C40

xantrex

Smart Choice for Power

Electrical Specifications	C35	C40	C60
Voltage Configurations	12 and 24 VDC	12, 24, and 48 VDC	12 and 24 VDC
Maximum PV Open Circuit Array Voltage	55 VDC	125 VDC	55 VDC
Charging / Load Current (@ 25 °C)	35 amps DC	40 amps DC	60 amps DC
Maximum Peak Current	85 amps	85 amps	85 amps
Maximum Voltage Drop Through Controller	0.30 volts	0.30 volts	0.30 volts
Typical Operating Consumption	15 ma	15 ma	15 ma
Typical Idle Consumption	3 ma	3 ma	3 ma
Recommended Breaker Size	45 amps	50 amps	60 amps rated at 100% continuous duty
Recommended Wire Size	#8 AWG	#8 AWG	#6 AWG rated at 90 °C
Lead Acid Battery Settings	Adjustable	Adjustable	Adjustable
NiCad Battery Settings	Adjustable	Adjustable	Adjustable
Load Control Mode			
Low Voltage Reconnect	Adjustable (sticker provided with unit)	Adjustable (sticker provided with unit)	Adjustable (sticker provided with unit)
Low Voltage Disconnect	User selectable manual or automatic reconnection - includes warning flash before disconnect and provides a one time, user selected grace period		

Fonte: Xantrex.

ANEXO L – CATÁLOGO TÉCNICO INVERSOR TRIO-8.5-TL-OUTD

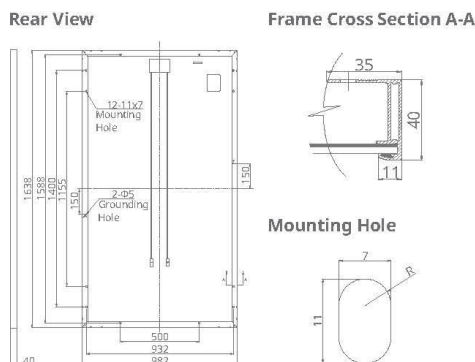
Technical data and types

Type code	TRIO-5.8-TL-OUTD	TRIO-7.5-TL-OUTD	TRIO-8.5-TL-OUTD
Input side			
Absolute maximum DC input voltage ($V_{max,dc}$)	1000 V		
Start-up DC input voltage (V_{start})	350 V (adj. 200...500 V)		
Operating DC input voltage range ($V_{min}...V_{max}$)	$0.7 \times V_{max}...950$ V (min 200 V)		
Rated DC input voltage (V_{dc})	620 V		
Rated DC input power (P_{dc})	5950 W	7550 W	8700 W
Number of independent MPPT	1	2	2
Maximum DC input power for each MPPT ($P_{mppt,max}$)	6050 W Linear derating from max to null (800 V ≤ $V_{dc,max}$ ≤ 950 V)	4800 W	4800 W
MPPT input DC voltage range ($V_{mppt,min}...V_{mppt,max}$) at P_{dc}	320...800 V	-	-
DC input voltage range with parallel configuration of MPPT at P_{dc}	-	320...800 V	320...800 V
DC power limitation with parallel configuration of MPPT	-	Linear derating from max to null (800 V ≤ $V_{dc,max}$ ≤ 950 V)	Linear derating from max to null (800 V ≤ $V_{dc,max}$ ≤ 950 V)
DC power limitation for each MPPT with independent configuration of MPPT at P_{dc} , max unbalance example	-	4800 W (320 V ≤ $V_{dc,max}$ ≤ 800 V) the other channel: P_{dc} = 4800 W (215 V ≤ $V_{dc,max}$ ≤ 800 V)	4800 W (320 V ≤ $V_{dc,max}$ ≤ 800 V) the other channel: P_{dc} = 4800 W (200 V ≤ $V_{dc,max}$ ≤ 800 V)
Maximum DC input current ($I_{dc,max}$) / for each MPPT ($I_{mppt,max}$)	18.9 A	30.0 A / 15.0 A	30.0 A / 15.0 A
Maximum input short circuit current for each MPPT	24.0 A	20.0 A	20.0 A
Number of DC inputs pairs for each MPPT	2 (-S version)		
DC connection type	PV quick fit connector * on -S version / Screw terminal block on Standard version		
Input protection			
Reverse polarity protection	Yes, from limited current source		
Input over voltage protection for each MPPT - varistor	Yes, 4		
Photovoltaic array isolation control	According to local standard		
DC switch rating for each MPPT (version with DC switch)	16 A / 1000 V, 25 A / 800 V		
Output side			
AC grid connection type	Three-phase 3W+PE or 4W+PE		
Rated AC power ($P_{ac} @ \cos\phi = 1$)	5800 W	7500 W	8500 W
Maximum apparent power (S_{max})	5800 VA	7500 VA	8500 VA
Rated AC grid voltage (V_{ac})	400 V		
AC voltage range	320...480 V *		
Maximum AC output current ($I_{ac,max}$)	10.0 A	12.5 A	14.5 A
Contributory fault current	12.0 A	14.5 A	16.5 A
Rated output frequency (Hz)	50 Hz / 60 Hz		
Output frequency range ($f_{min}...f_{max}$)	47...63 Hz / 57...63 Hz *		
Nominal power factor and adjustable range	> 0.99%, adj. ± 0.9 with P_{ac} = 5.22 kW, ± 0.8 with max 5.8 kVA	> 0.99%, adj. ± 0.9 with P_{ac} = 6.75 kW, ± 0.8 with max 7.5 kVA	> 0.99%, adj. ± 0.9 with P_{ac} = 7.55 kW, ± 0.8 with max 8.5 kVA
Total current harmonic distortion	< 2%		
AC connection type	Screw terminal block, cable gland M32		
Output protection			
Anti-islanding protection	According to local standard		
Maximum external AC overcurrent protection	16.0 A	16.0 A	20.0 A
Output overvoltage protection - varistor	4 plus gas arrester		
Operating performance			
Maximum efficiency (η_{max})	98.0%		
Weighted efficiency (EURO/CEC)	97.4% / -	97.5% / -	97.5% / -
Feed in power threshold	32 W	36 W	36 W
Night consumption	< 3 W		

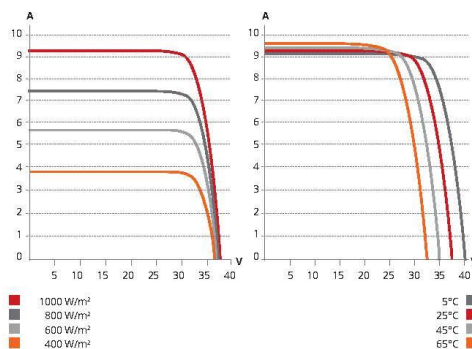
Fonte: ABB.

ANEXO M – CATÁLOGO TÉCNICO MÓDULO SOLAR CANADIAN CS6P-265P

ENGINEERING DRAWING (mm)



CS6P-265P / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA / STC*

CS6P	260P	265P	270P
Nominal Max. Power (Pmax)	260 W	265 W	270 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	30.4 V	30.6 V	30.8 V
Opt. Operating Current (Imp)	8.56 A	8.66 A	8.75 A
Open Circuit Voltage (Voc)	37.5 V	37.7 V	37.9 V
Short Circuit Current (Isc)	9.12 A	9.23 A	9.32 A
Module Efficiency	16.16 %	16.47 %	16.79 %
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C		
Max. System Voltage	1000 V (IEC) or 1000 V (UL)		
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 1703) or CLASS C (IEC61730)		
Max. Series Fuse Rating	15 A		
Application Classification	Class A		
Power Tolerance	0 ~ + 5 W		

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

ELECTRICAL DATA / NOCT*

CS6P	260P	265P	270P
Nominal Max. Power (Pmax)	189 W	192 W	196 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	27.7 V	27.9 V	28.1 V
Opt. Operating Current (Imp)	6.80 A	6.88 A	6.97 A
Open Circuit Voltage (Voc)	34.5 V	34.7 V	34.8 V
Short Circuit Current (Isc)	7.39 A	7.48 A	7.55 A

* Under Nominal Operating Cell Temperature (NOCT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

PERFORMANCE AT LOW IRRADIANCE

Industry leading performance at low irradiance, average relative efficiency of 96.5 % from an irradiance of 1000 W/m² to 200 W/m² (AM 1.5, 25°C).

The specification and key features described in this datasheet may deviate slightly and are not guaranteed. Due to on-going innovation, research and product enhancement, Canadian Solar Inc. reserves the right to make any adjustment to the information described herein at any time without notice. Please always obtain the most recent version of the datasheet which shall be duly incorporated into the binding contract made by the parties governing all transactions related to the purchase and sale of the products described herein.

Caution: For professional use only. The installation and handling of PV modules requires professional skills and should only be performed by qualified professionals. Please read the safety and installation instructions before using the modules.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Poly-crystalline, 6 inch
Cell Arrangement	60 (6×10)
Dimensions	1638×982×40 mm (64.5×38.7×1.57 in)
Weight	18 kg (39.7 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame Material	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP67, 3 diodes
Cable	4 mm² (IEC) or 4 mm² & 12AWG 1000 V (UL), 1000 mm (39.4 in) (650 mm (25.6 in) is optional)
Connectors	Friends PV2a (IEC), Friends PV2b (IEC / UL)
Standard	26 pieces, 515 kg (1135.4 lbs)
Packaging	(quantity & weight per pallet)
Module Pieces per Container	728 pieces (40' HQ)

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.41 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.31 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.053 % / °C
Nominal Operating Cell Temperature	45±2 °C

PARTNER SECTION



Scan this QR-code to discover solar projects built with this module

