

# PEA 3530 - Laboratório de Energia



## Experiência Sobre Energia Primária Solar

**Local:** Estação Solarimétrica da Poli Elétrica - ESPEL

**Outubro 2018**

**Objetivos:**

- Verificar particularidades da medição de grandezas solares em uma estação solarimétrica padrão A da ANEEL.
- Lidar com o tratamento computacional de dados medidos para validação das medições
- Estimar Energia solar primária disponível em um local a partir de medições parciais.

## Experiência sobre Energia Primária Solar

Com base nos dados reais coletados da Estação Solarimétrica Poli elétrica-ESPEL determine:

- 1) Gráfico da radiação difusa de 1 semana de cada estação do ano
- 2) Gráfico da radiação direta de 1 semana de cada estação do ano
- 3) Gráfico da Radiação global de 1 semana de cada estação do ano
- 4) Utilizando-se da expressão de cálculo da radiação global e dos ângulos zenitais fornecidos, calcule a radiação Global a partir da direta normal incidente e da difusa. Compare os resultados com as medições realizadas.
- 5) A partir dos dados de medição, evidencie valores que não eram esperados para as medições. Apresente possíveis razões para tal. Quais dados deveriam ser descartados? Quais dados deveriam ser interpolados ou substituídos? Apresente uma solução para preenchimento de dados descartados.
- 6) A partir das curvas típicas de uma semana de inverno, verão outono e primavera, estime a radiação global média incidente em  $W/m^2/ano$  no local da ESPEL e a energia total em  $Wh/m^2/ano$

# 1. Descrição do sistema de medições

O sistema de medições da estação solarimétrica é composto pelos instrumentos de medição (Quadro 1) de dados de irradiação solar e meteorológicos (

Quadro 2) e coletor de dados, de acordo com os requisitos do projeto descritos no Ofício Circular nº 0004/2012-SPE/ANEEL, de 16/08/2012.

Quadro 1 - Precisão dos Instrumentos de Medição

Instrumentos	Grandeza Medida	Precisão Mínima	Intervalo de Limpeza	Intervalo Máximo de Calibração
Piranômetro	Irradiação global	First Class	Diário	Anual
Piranômetro com Sombreamento	Irradiação difusa	First Class	Diário	Anual
Pireliômetro	Irradiação normal direta (DNI)	First Class	Diário	Anual
Piranômetro com Banda de Sombra	Irradiação global	First Class	Semanal	Anual
	Irradiação difusa	First Class		
	Irradiação normal direta (DNI)	First Class		
Barômetro	Pressão atmosférica	±5 hPa (a 25°C)	Semanal	Anual
Termosistência de Platina	Temperatura ambiente	±0,2 °C	Semanal	Anual
Sensor de Umidade Capacitivo	Umidade relativa do ambiente	±0,1%	Semanal	Anual
Pluviômetro	Precipitação	1% a 50 mm/h	Semanal	Anual
Anemômetro de copo ou anemômetro ultrassônico	Velocidades do vento	±0,005 m/s	Semanal	Anual
Anemoscópio ou anemômetro ultrassônico	Direção do vento	±1°	Semanal	Anual

Quadro 2- Dados a serem registrados pelas estações solarimétricas

Grandeza	Unidade	Faixa de Indicação	Valores calculados do intervalo de 1 min
Irradiação global	W/m <sup>2</sup>	0 até 4000 W/m <sup>2</sup>	Média, Máximo, Mínimo, Desvio Padrão
Irradiação difusa	W/m <sup>2</sup>	0 até 4000 W/m <sup>2</sup>	Média, Máximo, Mínimo, Desvio Padrão
Irradiação normal direta	W/m <sup>2</sup>	0 até 4000 W/m <sup>2</sup>	Média, Máximo, Mínimo, Desvio Padrão
Pressão do ar	hPa	800 a 1060 hPa	Média
Temperatura do ar	°C	-40 °C a +60 °C	Média
Umidade relativa do ar	%rel	0%rel a 100%rel	Média
Precipitação	mm	0 até 500 mm/h	Média
Velocidades do vento	m/s	0 m/s a 99 m/s	Média, Máximo, Mínimo, Desvio Padrão
Direção do vento	°graus	0° a 360°	Média, Desvio Padrão

## 1.1. Sensores de irradiação solar e acessórios

A Figura 1 apresenta o sistema de medição de radiação solar com seguidor solar e sensores de radiação solar.

Figura 1 - Seguidor solar com sensores de radiação



Fonte: Adaptado de Campbell Scientific e Kipp & Zonen

Os equipamentos da Estação Solarimétrica a serem instalados no Parque Villa Lobos são apresentados no Quadro 1. O orçamento do fornecedor é apresentado no Anexo 1.

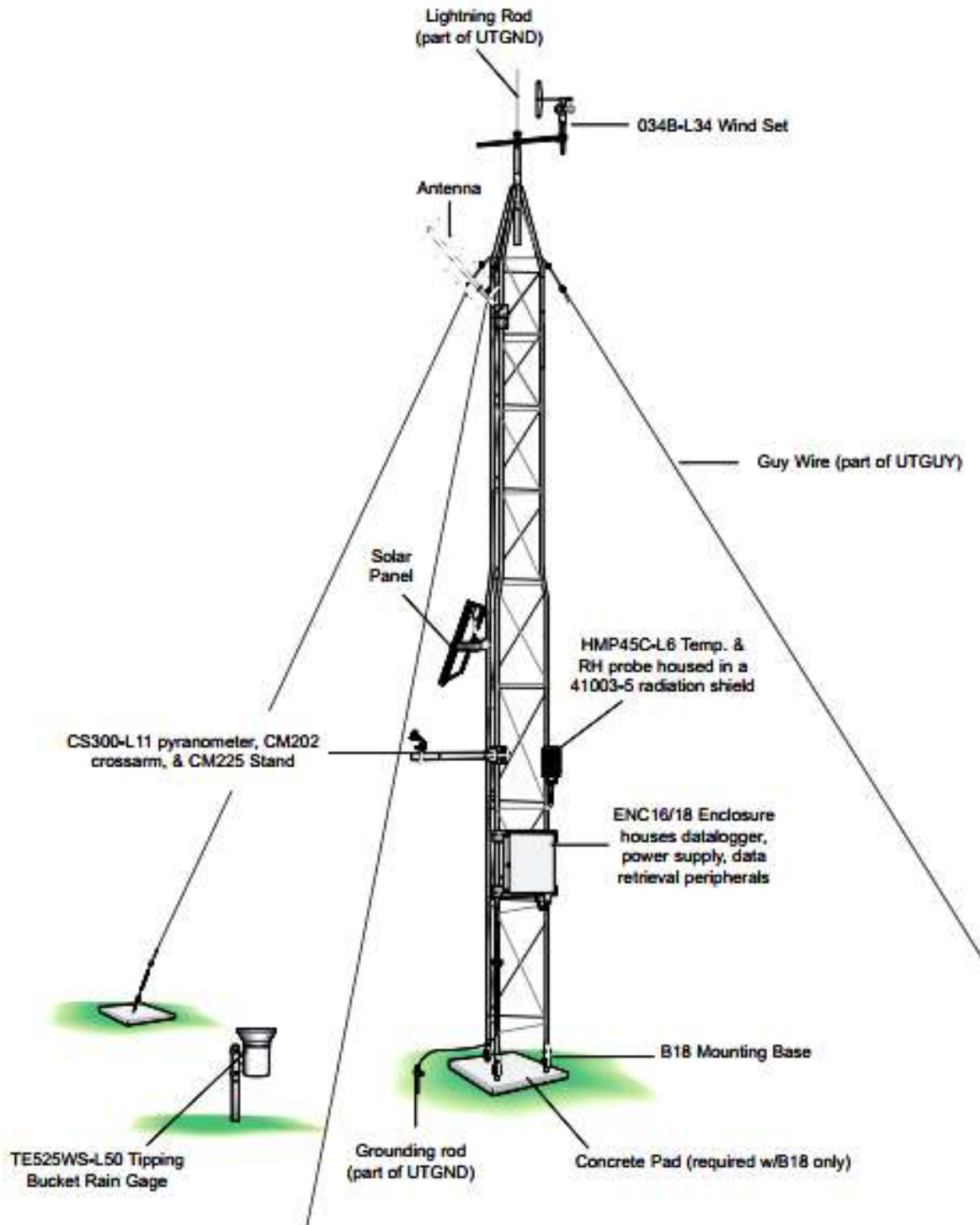
<p><b>Rastreador solar</b> Mecanismo automático para seguir o Sol</p> <p>Fabricante: Kipp&amp;Zonen Modelo: Solys2 Link: <a href="http://www.kippzonen.com/Product/20/SOLYS-2-Sun-Tracker">http://www.kippzonen.com/Product/20/SOLYS-2-Sun-Tracker</a></p>	
<p><b>Estabilizador de posição (Sun sensor kit)</b> Acessório que alinha o rastreador solar na direção do Sol a cada 10s quando a irradiação é superior a 300W/m<sup>2</sup>.</p> <p>Fabricante: Kipp&amp;Zonen Modelo: Solys2 Link: <a href="http://www.opensourced.co.uk/development/qpd_2_opamp_s.php">http://www.opensourced.co.uk/development/qpd_2_opamp_s.php</a></p>	
<p><b>Bateria</b> Duas baterias recarregáveis com capacidade de 24Ah cada a 12Vcc.</p> <p>Fabricante: Campbell Scientific Modelo: BP24 Link: <a href="http://www.campbellsci.com/bp24">http://www.campbellsci.com/bp24</a></p>	
<p><b>Painel solar</b> Duas unidades de painel solar que fornece energia para baterias do rastreador solar com potência de pico de 90W a 12Vcc cada.</p> <p>Fabricante: Campbell Scientific Modelo: SP90 Link: <a href="http://www.campbellsci.com/sp90">http://www.campbellsci.com/sp90</a></p>	
<p><b>Sensor de temperatura do painel solar</b> Duas unidades de sensores de temperatura da parte traseira dos painéis solares. O sensor de temperatura é um termistor que mede a temperatura por contato direto em superfícies, que envia dados para o datalogger.</p> <p>Fabricante: Campbell Scientific Modelo: 110PV-L50 Link: <a href="http://www.campbellsci.com/110pv">http://www.campbellsci.com/110pv</a></p>	
<p><b>Regulador de tensão</b> Regulador de tensão automático de 24V e 20A. Fornece energia elétrica para o rastreador solar controlando a alimentação pelo painel solar e baterias. Durante a noite, a alimentação é realizada pelas baterias. Durante o dia, quando a intensidade solar é alta, o regulador alimenta o rastreador solar e as baterias.</p>	

<p>Fabricante: MorningStar  Modelo: SS-20L-24V Sun saver 20A  Link: <a href="http://www.morningstarcorp.com/products/sunlight/">http://www.morningstarcorp.com/products/sunlight/</a></p>	
<p><b>Caixa selada</b>  Caixa selada de fibra de vidro para abrigo das duas baterias e regulador de tensão com furações para fixação na torre e passagem de cabos.  Dimensões internas: 40.6 x 45.7 x 22.9 cm  Fabricante: Campell Scientific  Modelo: ENC16/18  Link: <a href="http://www.campbellsci.com/enc-16-18-overview">http://www.campbellsci.com/enc-16-18-overview</a></p>	
<p><b>Pireliômetro</b>  Medidor de irradiação direta normal (DNI) da componente solar   Fabricante: Kipp&amp;Zonen  Modelo: CHP 1  Link: <a href="http://www.kippzonen.com/Product/18/CHP-1">http://www.kippzonen.com/Product/18/CHP-1</a></p>	
<p><b>Piranômetro</b>  Duas unidades, sendo um para medição de irradiação global no plano horizontal (GHI) e um para medição de irradiação difusa no plano horizontal (DHI)   Fabricante: Kipp&amp;Zonen  Modelo: CMP 11  Link: <a href="http://www.kippzonen.com/Product/13/CMP-11">http://www.kippzonen.com/Product/13/CMP-11</a></p>	
<p><b>Unidade de ventilação do piranômetro</b>  Quantidade: duas unidades   Fabricante: Kipp&amp;Zonen  Modelo: CVF3  Link: <a href="http://www.kippzonen.com/Download/246/Instruction-Sheet-Ventilation-Unit-CVF-3-EN-D-F-ES">http://www.kippzonen.com/Download/246/Instruction-Sheet-Ventilation-Unit-CVF-3-EN-D-F-ES</a></p>	

## 1.2. Sensores meteorológicos

A Figura 2 apresenta a torre meteorológica com os sensores de velocidade do vento, direção do vento, pressão atmosférica, chuva, temperatura e umidade relativa do ar instalados, incluindo acessórios. O Quadro 4 apresenta a descrição dos componentes integrantes do sistema de medição meteorológica.

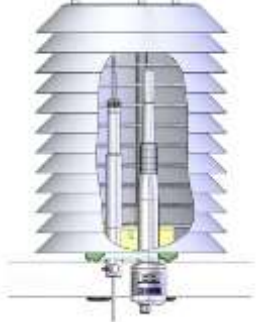



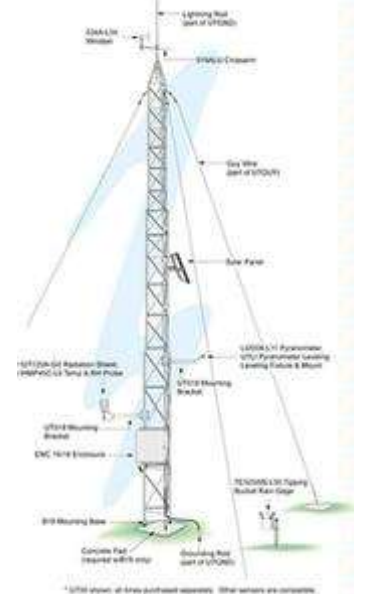
Figura 2 – Sensores meteorológicos e acessórios instalados na torre meteorológica



Quadro 4 – Sensores meteorológicos e acessórios



<p><b>Anemômetro</b> Sensor de velocidade do vento</p> <p>Fabricante: Vector Instruments Modelo: A100LL-L34 Link: <a href="http://www.windspeed.co.uk/ws/index.php?option=displaypage&amp;op=page&amp;Itemid=48">http://www.windspeed.co.uk/ws/index.php?option=displaypage&amp;op=page&amp;Itemid=48</a></p>	
<p><b>Anemoscópio</b> Sensor de velocidade do vento</p> <p>Fabricante: Vector Instruments Modelo: W200P-L34 Link: <a href="http://www.windspeed.co.uk/ws/index.php?option=displaypage&amp;op=page&amp;Itemid=61">http://www.windspeed.co.uk/ws/index.php?option=displaypage&amp;op=page&amp;Itemid=61</a></p>	
<p><b>Barômetro</b> Sensor de pressão atmosférica</p> <p>Fabricante: Campbell Scientific / Vaisala Modelo: CS106 Link: <a href="http://www.campbellsci.com/cs106">http://www.campbellsci.com/cs106</a></p>	
<p><b>Sensor de temperatura e umidade relativa do ar</b> Pontas de prova do sensor de temperatura e umidade relativa do ar</p> <p>Fabricante: Vaisala Modelo: HMP155A-L12 Link: <a href="http://www.vaisala.com/Vaisala%20Documents/User%20Guides%20and%20Quick%20Ref%20Guides/HMP155_User_Guide_in_English.pdf#search=CS%20106">http://www.vaisala.com/Vaisala%20Documents/User%20Guides%20and%20Quick%20Ref%20Guides/HMP155_User_Guide_in_English.pdf#search=CS%20106</a></p>	

<p><b>Abrigo</b> Abrigo para alojamento do sensor de temperatura e umidade relativa do ar</p> <p>Fabricante: Vaisala Modelo: 41005-5</p>	
<p><b>Pluviômetro</b> Pluviômetro de bscula, 0.2 mm/tip, com 5 metros de cabo</p> <p>Fabricante: Hydrological Services Modelo: TB4MM-L15 Link: <a href="http://www.hydroserv.com.au/products/tb4.asp">http://www.hydroserv.com.au/products/tb4.asp</a></p>	
<p><b>Base de nivelamento para pluviômetro</b></p> <p>Fabricante: Campbell Scientific Modelo: CM240 Link: <a href="http://www.campbellsci.com/cm240">http://www.campbellsci.com/cm240</a></p>	
<p><b>Haste vertical para pluviômetro</b> Haste de 142cm de comprimento e 4,8cm de diâmetro</p> <p>Fabricante: Campbell Scientific Modelo: CM310-NP Link: <a href="http://www.campbellsci.com/cm310">http://www.campbellsci.com/cm310</a></p>	
<p><b>Torre meteorológica</b> Torre de 10m para suporte do anemômetro, anemoscópio, barmetro, termmetro e medidor de umidade relativa do ar.</p> <p>Fabricante: Campbell Scientific Modelo: UT30 Link: <a href="http://www.campbellsci.com/ut30">http://www.campbellsci.com/ut30</a></p>	

**Suporte de sensores meteorológicos**

Braço superior para instalação na torre meteorológica de sensores.

Fabricante: Campbell Scientific

Modelo: CM206

Link: <http://www.campbellsci.com/CM206>

**Suporte de sensores de vento**

Braço superior para instalação de anemômetro e anemoscópio.

Fabricante: Campbell Scientific

Modelo: CM220

Link: <http://www.campbellsci.com/CM220>



### **1.3. Sistema de coleta de dados**

A Figura 3 apresenta o coletor de dados (datalogger) CR1000 da Campbell Scientific, que será instalado na caixa selada (Figura 4). O

Quadro 5 apresenta os instrumentos e acessórios que compõem o sistema de coleta, armazenamento e transmissão de dados.



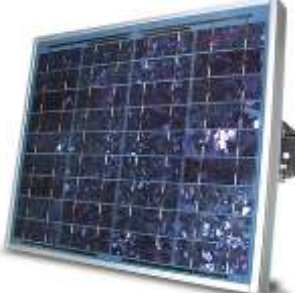
Figura 3 – Coletor de dados Datalogger CR1000 da Campbell Scientific



Figura 4 – Datalogger CR1000 montado na caixa selada



<p><b>Coletor de dados (datalogger)</b> Sistema de medição e controle de dados</p> <p>Fabricante: Campbell Scientific Modelo: CR1000 Link: <a href="http://www.campbellsci.com/cr1000-datalogger">http://www.campbellsci.com/cr1000-datalogger</a></p>	
<p><b>Transmissor de dados</b> Transmissor GPRS</p> <p>Fabricante: ATIVA SOLUÇÕES Modelo: MARTHE820A Link: <a href="http://www.tsm.com.br/tutorial/pt/28.pdf">http://www.tsm.com.br/tutorial/pt/28.pdf</a></p>	
<p><b>Expansão de memória do datalogger</b> Cartão CompactFlash Memory de 2 Gb (-40 to +85C) para transporte de dados do coletor de dados</p> <p>Fabricante: Campbell Scientific Modelo: CFM2G Link: <a href="http://www.campbellsci.com/cfmc2g">http://www.campbellsci.com/cfmc2g</a></p>	
<p><b>Adaptador do cartão de memória do datalogger</b> Adaptador para armazenagem de dados do datalogger no cartão de memória</p> <p>Fabricante: Campbell Scientific Modelo: CFM100 Link: <a href="http://www.campbellsci.com/cfm100">http://www.campbellsci.com/cfm100</a></p>	
<p><b>Software do coletor de dados</b> Pacote de softwares de comunicação, programação e transferência de dados entre o datalogger e microcomputador</p> <p>Fabricante: Campbell Scientific Modelo: Loggernet Link: <a href="http://www.campbellsci.com/loggernet">http://www.campbellsci.com/loggernet</a></p>	
<p><b>Teclado portátil do datalogger</b> Permite verificação do status do datalogger, exibir ou plotar dados armazenados, inserir dados numéricos ou alterar estado de portas.</p> <p>Fabricante: Campbell Scientific Modelo: CR1000KD Link: <a href="http://www.campbellsci.com/cr1000kd">http://www.campbellsci.com/cr1000kd</a></p>	
<p><b>Caixa selada para abrigo do datalogger e acessórios</b> Caixa selada de 40.6 x 45.7 x 22.9 cm<sup>3</sup>, com 2 entradas para cabos e suporte para torre.</p> <p>Fabricante: Campbell Scientific Modelo: ENC16/18-DCTM Link: <a href="http://www.campbellsci.com/enc-16-18">http://www.campbellsci.com/enc-16-18</a></p>	

<p><b>Bateria para o datalogger</b>  Uma bateria recarregável com capacidade de 24Ah cada a 12Vcc.</p> <p>Fabricante: Campell Scientific  Modelo: BP24  Link: <a href="http://www.campbellsci.com/bp24">http://www.campbellsci.com/bp24</a></p>	
<p><b>Regulador de tensão para bateria</b>  Regulador de tensão para ligar entre a bateria e o painel solar de alimentação. Estabiliza a tensão em 12Vcc e previne corrente inversa, da bateria para o painel solar.</p> <p>Fabricante: Campell Scientific  Modelo: CH100  Link: <a href="http://www.campbellsci.com/ch100">http://www.campbellsci.com/ch100</a></p>	
<p><b>Painel solar de 20W</b>  Painel fotovoltaico para carregar a bateria que alimenta o datalogger.</p> <p>Fabricante: Campell Scientific  Modelo: SP20  Link: <a href="http://www.campbellsci.com/sp20">http://www.campbellsci.com/sp20</a></p>	

## 2. Especificações técnicas

### 2.1. Seguidor solar

As especificações técnicas de desempenho do seguidor solar são apresentadas no Quadro 6. As especificações de dimensões e condições de operação são apresentadas no Quadro 7. As especificações conformidade com padrões internacionais são apresentadas no Quadro 8. As características de equipamento são apresentadas no Quadro 9 e As características de operação são apresentadas no Quadro 10.

Quadro 6 - Especificações de desempenho

Grandeza	Valor	Observação
Precisão no direcionamento (pointing accuracy)	$< 0,1^\circ$	Está de acordo com requerimento da BSRN - Baseline Surface Radiation Network, do WRMC - World Radiation Monitoring Center ( <a href="http://www.bsrn.awi.de/">http://www.bsrn.awi.de/</a> ), que estabelece padrões de uniformização de grandezas e qualidade para intercâmbio de informações pela comunidade científica internacionalmente.
Torque	20Nm	
Carga suportável	20kg	Balanceado
Velocidade angular	$5^\circ / s$	
Aceleração angular	$3,6^\circ / s^2$	
rotação	110° zênite	Altura (h): é o ângulo medido sobre o círculo vertical do astro, com origem no horizonte e extremidade no astro. A altura varia entre $-90^\circ$ e $+90^\circ$ . O complemento da altura se chama distância zenital (z). Assim, a distância zenital é o ângulo medido sobre o círculo vertical do astro, com origem no zênite e extremidade no astro. A distância zenital varia entre $0^\circ$ e $180^\circ$ :
	540° azimute	Azimute (A): é o ângulo medido sobre o horizonte, no sentido horário (NLSO), com origem no Norte geográfico e extremidade no círculo vertical do astro. O azimute varia entre $0^\circ$ e $360^\circ$ .
Proteção contra sobrerrotação e danos	limite físico de parada	

Fonte: Kipp & Zonen, manual do Solys 2

Quadro 7 – Dimensões e condições de operação



<b>Grandeza</b>	<b>Valor</b>	<b>Observação</b>
tensão de alimentação	18 a 30 V <sub>cc</sub> (24V <sub>cc</sub> nominal)	Durante carregamento da bateria ou sob carga
	90 a 264 Vac, 50/60 Hz	compatibilidade em todo o mundo
Potência máxima durante ciclo solar	20W	alimentado em CC
	120W	alimentado em CA
Potência máxima após ciclo solar	13W	alimentado em CC
	113W	alimentado em CA
Temperatura de armazenamento	-40° a + 50°C	
Temperatura de funcionamento	-20° a + 50°C	alimentado em CC
	-40° a + 50°C	alimentado em CA (com aquecedor)
Peso	23kg	Para seguidor padrão
	5kg	Tripé
Dimensões (L x C x A)	50 x 34 x 38 cm (excluindo o tripé)	Inclui montagem do piriômetro padrão
Precisão do nível de bolha	<0,1°	em relação ao Zênite

Quadro 8 – Conformidade com padrões internacionais

<b>Grandeza</b>	<b>Valor</b>	<b>Observação</b>
Classe de proteção ambiental	IP65	Apropriado para uso em todos climas ao ar livre
Conformidade com CE	sim	
Materiais		Apropriados para o uso no litoral e áreas com poluição

Fonte: Kipp & Zonen, manual do Solys 2

Quadro 9 – Características do equipamento

<b>Grandeza</b>	<b>Valor</b>	<b>Observação</b>
Transmissão	Correia dentada invertida	Pré-tensionada, sem ajustes necessários
Conexões	Plugue e soquete para alimentação AC, alimentação CC, Ethernet	
GPS para localização e tempo / Informações de data	padrão	Antena na parte superior do invólucro
Montagem do pireliômetro	Uma placa lateral e kit de montagem como padrão	Para modelos CH 1 ou CHP 1 da Kipp & Zonen
Base de montagem	tripé padrão	Inclui pés ajustáveis para nivelamento
Sinalização por LED	Força, temperatura interna e estado	Multicolorido para indicar vários modos

Fonte: Kipp & Zonen, manual do Solys 2

#### Quadro 10 – Operação

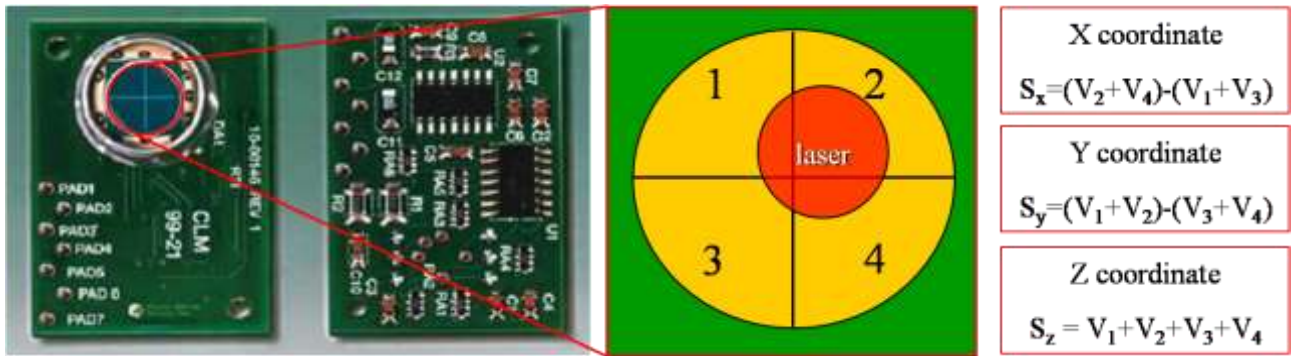
<b>Grandeza</b>	<b>Valor</b>	<b>Observação</b>
Instalação	Plug-and-play, sem necessidade de PC	GPS define localização e data / hora
Auto-teste de funcionamento	padrão	Indicador de status por LED multicolor
Teste / diagnóstico	padrão	Via porta ethernet
Mode rastreamento solar	padrão	algoritmo Michalsky (1988)
Atualização de firmware possível	Memória Flash	Via porta ethernet
Manutenção	Sem manutenção programada	Inspeção anual recomendada
Reinício automático após interrupção de energia	sim	

Fonte: Kipp & Zonen, manual do Solys 2

## 2.2. Sun sensor kiT

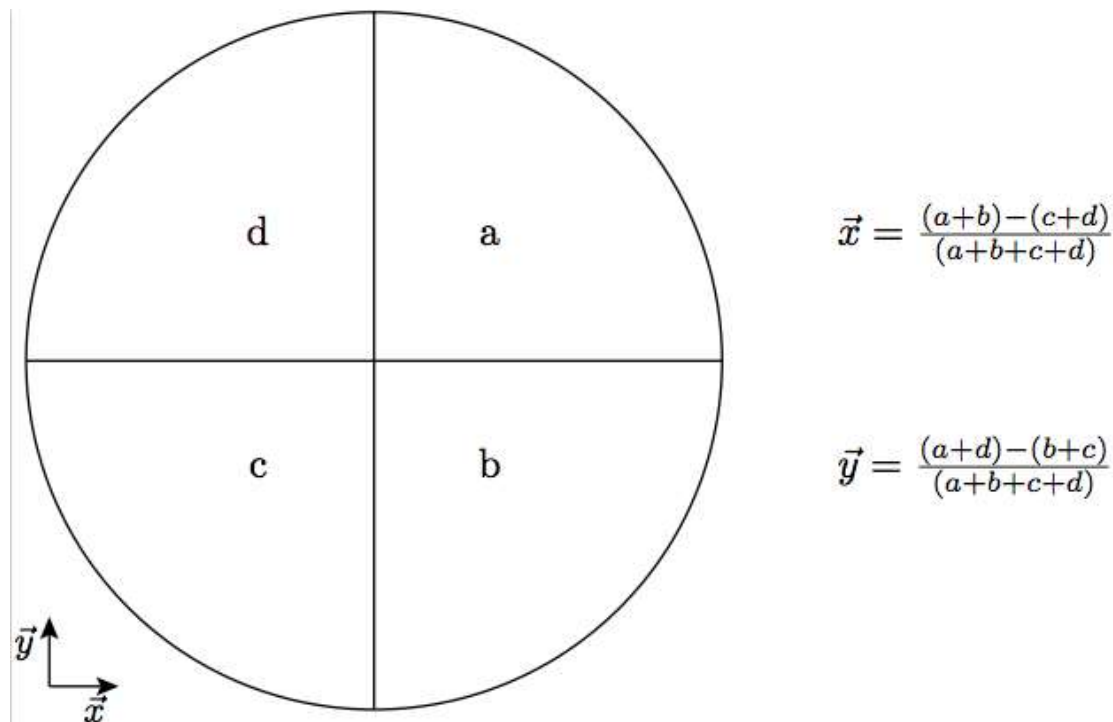
O Sun Sensor Kit é um acessório que alinha o rastreador solar na direção normal ao Sol automaticamente. Ele é composto por 4 fotodiodos dispostos em quadrante (Figura 5), chamado de Quadrant Photodiode (QPD) no original em inglês, que serve para calcular e corrigir a posição do rastreador solar. A verificação de posição é realizada a cada 10s. A sensibilidade mínima do acessório é de 300W/m<sup>2</sup>. Assim, nas primeiras horas da manhã, o rastreador solar é alinhado automaticamente assim que a sensibilidade mínima é atingida.

Figura 5 – Circuito do Sun Sensor Kit e esquema de correção de posição do fotodiodo de quadrante

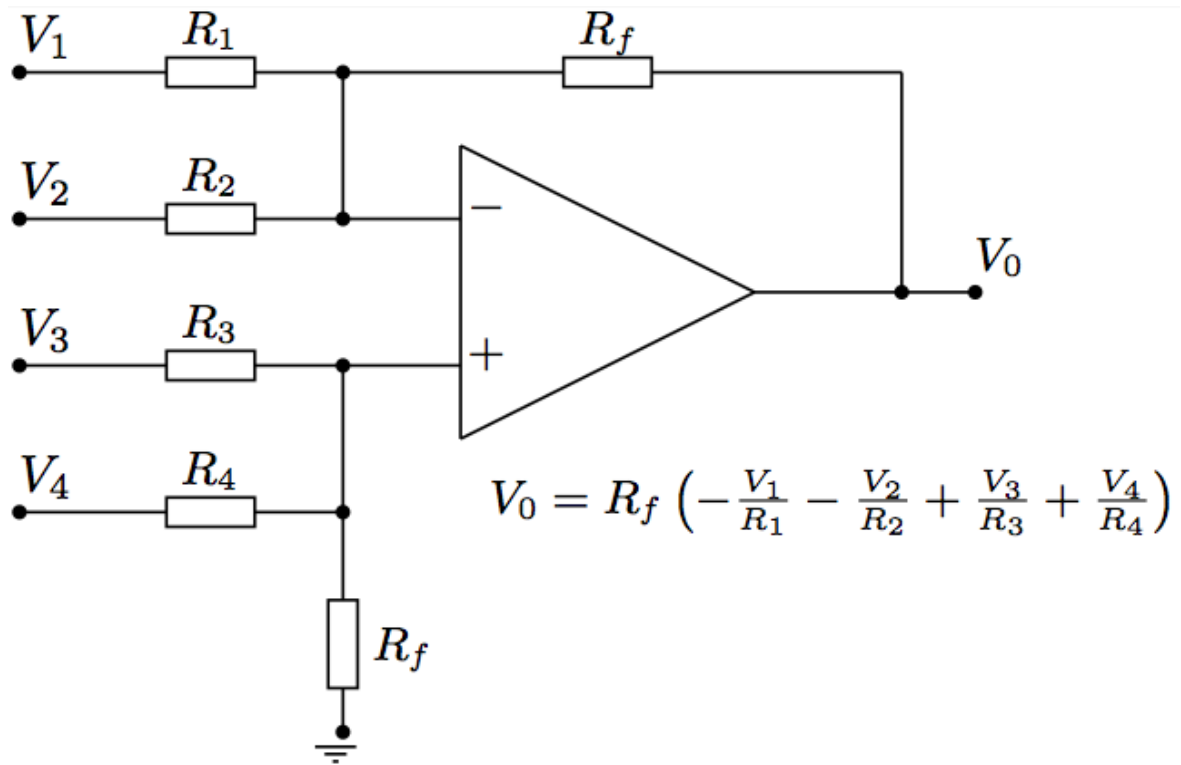


Cada um dos quadrantes se comporta como um detector independente, proporcionando uma tensão  $V_i$ , que depende da quantidade de luz. O QPD gera três sinais diferentes  $S_x$ ,  $S_y$  e  $S_z$  que são combinações lineares das quatro tensões. A Figura 6 apresenta o diagrama do circuito eletrônico<sup>1</sup> que amplifica as tensões dos diodos para calcular o ajuste de posição

Figura 6 – Esquema eletrônico do QPD



<sup>1</sup> Fonte das Informações sobre o QPD no link: [http://www.opensauced.co.uk/development/qpd\\_2\\_opamps.php](http://www.opensauced.co.uk/development/qpd_2_opamps.php)



## 2.3. Pireliômetro CHP1

Especificações técnicas do Pireliômetro CHP1, da Kipp&Zonen

Grandeza	Valor	Especificação First Class
Classificação ISO 9060:1990	First Class	
Tempo de resposta (6%)	<1,7	Não há
Tempo de resposta (95%)	<5s	<20s
Zero offset devido a variação na temperatura (5K/h)	<1W/m <sup>2</sup>	<5W/m <sup>2</sup>
Não estabilidade (mudança por ano)	<0,5%	±1,6%
Não linearidade (0 a 1000W/m <sup>2</sup> )	<0,5%	±0,5%
Sensitividade dependente da temperatura	<0,5% (-20°C a 50°C)	±2%
Sensitividade	7 a 14µV/W/m <sup>2</sup>	Não há
Saída analógica	10 a 20mV para 1.400W/m <sup>2</sup>	
Faixa de saída analógica	0 a 4.000 W/m <sup>2</sup>	
Temperatura de operação	-40°C a 80°C	
Campo completo de visão	5° ± 0,2°	
Irradiação máxima	4.000 W/m <sup>2</sup>	
Umidade	0 a 100% de umidade relativa do ar	
Faixa espectral (50% dos pontos)	200 a 4.000nm	
Precisão requerida do rastreador solar	0,5° do ideal	
Peso (excluindo cabos)	0,9kg	
Ângulo de rampa	1°±0,2°	
Incerteza diária esperada	<1%	

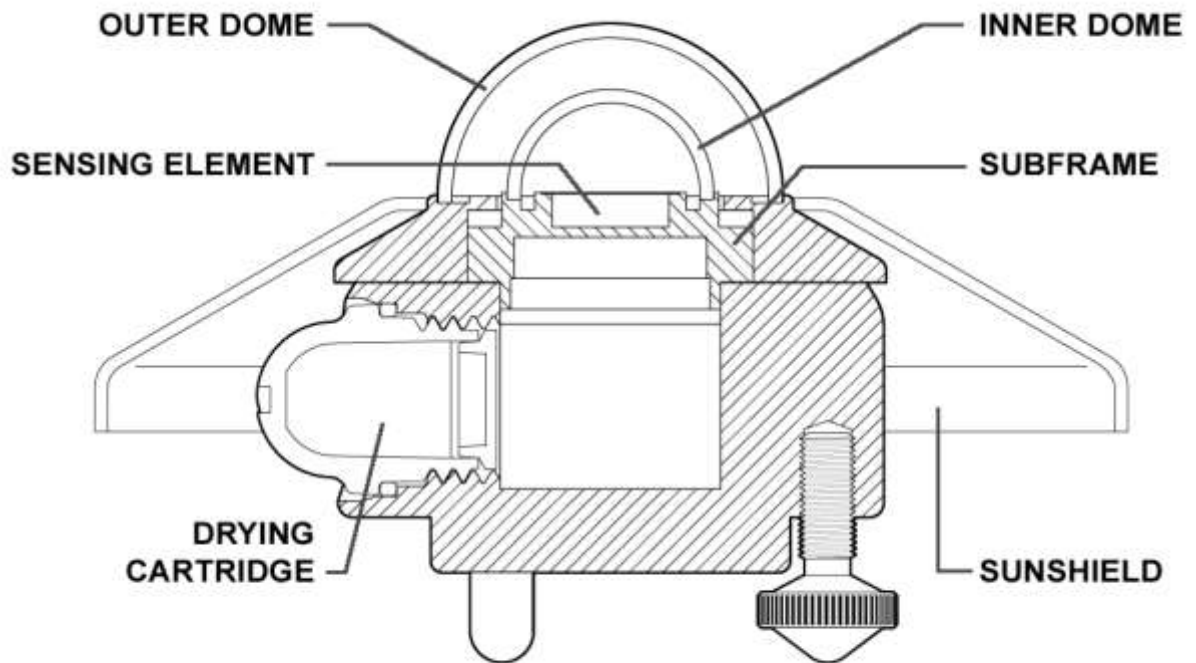
## 2.4. Piranômetro CMP11

Os piranômetros da série CMP fabricados pela Kipp & Zonen operam com sensores térmicos chamados termopar. Embora a construção desse sensor seja diferente de um modelo para o outro, o princípio fundamental é aplicável a todos os modelos.

O termopar responde à energia absorvida pela superfície com revestimento de tinta não seletiva e que aquece. O calor gerado flui por uma resistência térmica para o corpo do piranômetro. A diferença de temperatura entre a resistência térmica e o sensor é convertida em tensão.

A temperatura gerada é facilmente afetada por fatores como vento, chuva e dispersão de radiação térmica. Por esse motivo o sensor é protegido por duas cúpulas, conforme a Figura 7. Essas cúpulas permitem a medição da radiação solar direta, independentemente da posição do sol. O dessecante é utilizado para prevenir o acúmulo de orvalho ou geada no interior das cúpulas, o que pode diminuir consideravelmente a temperatura durante a noite.

Figura 7 - Componentes do piranômetro



Fonte: Kipp & Zonen, manual do CMP 6/CMP 11

Quadro 11 – Principais componentes do piranômetro

Componete	Descrição
<b>Sensor</b>	<p>O termopar é composto por um grande número de pares termoeletricos com junções ligados em série. A absorção de radiação térmica por um desses pares termoeletricos é chamada de junção ativa e aumenta a temperatura.</p> <p>A diferença de temperatura entre a junção ativa e uma junção termoeletrica de referência, mantida em temperatura fixa, produz uma força eletromotriz diretamente proporcional à diferença de temperatura produzida. Esse procedimento recebe o nome de efeito termoeletrico.</p> <p>A sensibilidade do piranômetro depende das propriedades físicas do termopar e da construção do mesmo. Essa sensibilidade é única para cada termopar, logo, cada radiômetro possui um fator de calibração único, mesmo aqueles do mesmo modelo.</p> <p>A superfície do sensor é pintada com uma tinta preta com estrutura rugosa com micro cavidades com a capacidade de efetivamente “prender” mais de 97% da radiação incidente. Além disso, essa tinta tem uma seletividade espectral menor de 2%, o que significa que a absorção de cada comprimento de onda é de cerca de 2% dentro da gama espectral do piranômetro.</p> <p>Considerando a estabilidade a longo prazo do equipamento, a tinta preta é uma das partes mais importantes e delicadas do piranômetro. O fabricante afirma que a tinta aplicada no sensor possibilita grande estabilidade, durante um longo período, independente das condições meteorológicas.</p>
<b>Cúpula</b>	<p>O material da cúpula do radiômetro também é responsável por definir a faixa de medição espectral do instrumento. Geralmente cerca de 97 – 98% da radiação solar transmitida pelas cúpulas serão absorvidas pelo sensor. A irradiação solar pode vir de qualquer direção do hemisfério acima do sensor e, portanto, as cúpulas são projetadas também para minimizar erros de medição em todos os ângulos de incidência.</p>
<b>Invólucro</b>	<p>O invólucro do radiômetro acomoda todas as partes fundamentais do piranômetro. As partes feitas de alumínio anodizado são leves e dão ao instrumento uma alta estabilidade mecânica e térmica.</p> <p>Devido à sua fabricação mecânica de alto padrão, todos os piranômetros são considerados selados e cumprem o padrão internacional IP 67.</p> <p>Os piranômetros podem ser nivelados com o auxílio do nivelador de bolha e dois parafusos de nivelamento. Para facilitar a manutenção, o nivelador de bolha está localizado próximo à cúpula do equipamento e devido à forma do escudo solar é visível de cima.</p> <p>A blindagem solar age na proteção das partes externas da radiação e reduz o aquecimento do suporte.</p>
<b>Dissecante</b>	<p>Caso a umidade consiga entrar no corpo do radiômetro, o dessecante de gel de silício é capaz de regular o nível dessa umidade dentro do piranômetro. Inicialmente o dessecante terá a cor laranja, após algum tempo, quando saturado com a umidade, ele se tornará transparente. Nesse momento o conteúdo do cartucho de secagem deve ser substituído por um dessecante novo e não saturado. O fabricante fornece substitutos de dessecante.</p>

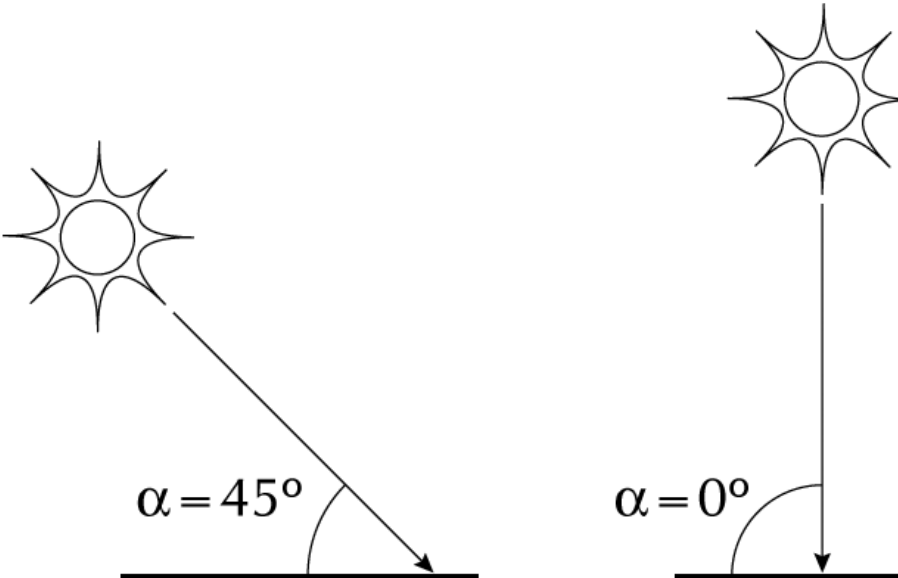
<b>Cabo e conector</b>	<p>Para facilitar a instalação e substituição durante a calibração do radiômetro, o equipamento é fornecido com um conector de cabo à prova de intempéries.</p> <p>Os radiômetros fabricados por Kipp &amp; Zonen usam um cabo feito sob medida adequado para lidar com a saída da baixa voltagem do termopar ou do sensor de temperatura.</p> <p>A blindagem do cabo é ligada ao corpo de metal do conector e deve ser ligados ao dispositivo de leitura no chão. Os cabos vem com conector pré-instalado em diversos comprimentos.</p>
------------------------	--

*Quadro 12 – Propriedades físicas*



Componete	Descrição
Faixa espectral	<p>A radiação solar que atinge a superfície terrestre, cujo comprimento de onda varia entre 280 nm e 4000 nm, se estende de ultravioleta (UV) até infravermelho.</p> <p>Devido às propriedades físicas da cúpula de vidro e o sensor preto, os radiômetros são sensíveis a uma ampla faixa espectral. Entre 97-98% de toda a energia será absorvida pelo sensor térmico.</p>
Impedância	<p>A impedância do radiômetro é definida como a impedância elétrica total no conector de saída fixado ao suporte. Ela origina-se nas junções termoeletricas, componentes eletrônicos dentro do radiômetro.</p>
Tempo de resposta	<p>Qualquer dispositivo de medição requer um certo tempo para responder a uma alteração nos parâmetros medidos, o radiômetro requer tempo para responder às mudanças na radiação incidente.</p> <p>O tempo de resposta é normalmente definido como o tempo demorado para a saída alcançar 95% (as vezes 63%) do valor final após uma mudança da radiação. Esse tempo depende de fatores como propriedades físicas do termopar e propriedades da construção do radiômetro. Os fabricantes afirmam que a série CMP de piranômetros possui um tempo de resposta curto, tornando-os adequados para medição da radiação solar em condições variadas.</p>
Não-linearidade	<p>A não linearidade do equipamento é o desvio na sensibilidade à radiação em um intervalo de 0 à 1000 Wm<sup>2</sup> tendo como referência a calibração de sensibilidade à radiação de 500 w<sup>m</sup><sup>2</sup>. O efeito não linear ocorre devido à perdas de calor na superfície de absorção preta e faz o equilíbrio térmico do equipamento não-linear.</p>
Dependência de temperatura	<p>A alteração entre o sensor do radiômetro e a temperatura ambiente está relacionada à termodinâmica de construção do radiômetro. A dependência de temperatura é dada como um percentual de desvio em relação ao sensor calibrado em +20° C. Alguns piranômetros da série CMP tem circuitos elétricos de compensação para esse efeito.</p>
Erro de declive	<p>É o desvio do ponto 0° de declive (exatamente na horizontal) ao longo de 90° e abaixo de 1000 W.m<sup>-2</sup> de incidência de radiação. A resposta ao declive é proporcional à incidência de radiação. Os erros podem ser corrigidos em aplicações onde é necessário instalar o piranômetro em superfícies inclinadas, mas esses erros são, geralmente, insignificantes.</p>

<p>Efeito de Compensação tipo A</p>	<p>De acordo com as leis da física, qualquer objeto com um temperatura mais elevada troca radiação com o meio. As cúpulas do radiômetro trocam radiação especialmente no clima frio. Em geral, a atmosfera é mais fria do que a superfície da Terra.</p> <p>Por exemplo, um céu limpo pode ter uma temperatura efetiva de até 50°C menor, enquanto um céu nublado tem aproximadamente a mesma temperatura da superfície da terra. Isso causa maior perda de energia através de transferência radiativa quando a atmosfera está mais fria.</p> <p>Isto faz com que a cúpula torne-se mais fria do que o resto do instrumento. Esta diferença de temperatura entre o detector e a caixa do aparelho irá gerar um pequeno sinal de saída negativo, que é vulgarmente chamado de Deslocamento de origem tipo A.</p> <p>Com isso, a cúpula se torna mais fria do que o resto do equipamento. A diferença de temperatura entre o sensor e o invólucro do equipamento gera um sinal de saída negativa, comumente chamado de Efeito de compensação tipo A. Esse efeito é minimizado com a utilização de uma cúpula interna, que atua como um “amortecedor” da radiação.</p> <div data-bbox="443 824 1225 1321" style="text-align: center;"> <p>Thermal exchange between:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>A Outer dome and atmosphere</li> <li>B Inner dome and outer dome</li> <li>C Inner dome and sensor</li> </ul> </div> <p>Fonte: Kipp &amp; Zonen, manual do CMP 6/CMP 11</p>
<p>Efeito de Compensação tipo B</p>	<p>Proporcionalmente à temperatura ambiente, a temperatura do equipamento varia e pode aumentar no seu interior. Isso pode causar um efeito comumente chamado de Efeito de Compensação tipo B e é quantificada como uma resposta em W/m<sup>2</sup> à uma mudança de 5k/hr na temperatura ambiente.</p>
<p>Temperatura de operação</p>	<p>A temperatura de funcionamento do radiômetro é determinada de acordo com as propriedades físicas de todas as partes. O fabricante recomenda a operação dentro da temperatura especificada para maior segurança do equipamento. Fora dessa faixa de temperatura devem ser tomadas precauções para evitar danos físicos ou diminuição da performance do equipamento.</p>
<p>Campo de visão</p>	<p>O campo de visão é definido com o ângulo de visão desobstruído do radiômetro. As normas ISSO e WMO definem que, para medição da radiação solar global, um piranômetro deve ter um campo de visão de 180° em todas as direções (ou seja, um hemisfério).</p> <p>O campo de vista do instrumento não deve ser confundido com o campo de visão claro do local de instalação.</p>

Resposta direcional	<p>A radiação incidente em uma superfície plana horizontal proveniente de uma fonte pontual com a posição de zênite definida terá uma intensidade proporcional ao cosseno do ângulo de incidência. Isso é chamado de “cosseno resposta” ou “cosseno lei”.</p> <p>Idealmente um piranômetro possui uma resposta direcional igual ao cosseno lei. No entanto em um piranômetro a resposta direcional é influenciada pela qualidade, dimensões e construções das cúpulas do equipamento. O desvio máximo do cosseno lei é de até 80° do ângulo de incidência em relação a 1000 W/m<sup>2</sup> de irradiância.</p>  <p>Fonte: Kipp &amp; Zonen, manual do CMP 6/CMP 11</p>
Máxima radiação	A irradiância máxima é definida como o nível total de radiação além do qual pode ocorrer dano físico no equipamento.
Instabilidade e	É a porcentagem de alteração na sensibilidade durante o período de um ano. Esse efeito ocorre, principalmente, devido à degradação causada pela radiação UV na tinta preta do sensor. Por esse motivo o fabricante recomenda que o equipamento seja calibrado a cada dois anos. No entanto, para garantir a qualidade, alguns usuários podem solicitar calibração mais ou menos frequente.
Seletividade e espectral	Seletividade espectral é a variação da transmitância da cúpula e o coeficiente de absorção da tinta preta. É normalmente especificado como porcentagem do valor médio.
Meio Ambiente	Os equipamento utilizados são destinados para uso ao livre em todas as condições meteorológicas. Os radiômetros seguem a norma IP 67 e sua construção mecânica é realizada para se adequar ao uso em todas as condições ambientais dentro dos limites especificados.
Incertezas	As incertezas de medição podem ser descritas como a quantidade máxima esperada de horas ou dias de incerteza em relação à “verdade absoluta”. O nível de confiança é de 95%.

A série de piranômetros fabricada pela Kipp & Zonen possui 5 modelos diferentes que variam de CMP 3 ao CMP 22. A série CMP foi projetada para medir a irradiância (W/m<sup>2</sup>), em uma

superfície plana, que resulta da radiação solar direta e difusa. Um radiômetro da série CMP inclui um nivelador de bolha integrado, um refil de dessecante, escudo solar de encaixe e um cabo de saída de sinal blindado com conector. Os equipamentos da série CMP podem ser utilizados com uma unidade de ventilação (cooler) 2 CV Kipp & Zonen para melhor desempenho e menor necessidade de manutenção.

Dentro dos padrões da norma ISO 9060, o CMP 11 apresentam 32 sensores termopares ligados em série e possuem uma resposta mais rápida do que outros modelos da série. É incluso no equipamento compensação da temperatura passiva para melhorar a dependência da temperatura de sensibilidade. O sensor está alojado em baixo de duas cúpulas de vidro de alta qualidade com 2mm de espessura. O nivelamento radiométrico é mais preciso no CMP 11 do que em outros modelos da série.

O Quadro 13 apresenta as especificações de desempenho e o Quadro 14 as especificações gerais de desempenho do modelo CMP11

Quadro 13 - Especificações de desempenho do piranômetro CMP11

Especificação	Unidade	CMP 11	Definição
Faixa Espectral	nm	285 - 2800	50% do ponto de resposta
Sensibilidade	$\mu\text{V}/\text{W}/\text{m}^2$	7 a 14	Sinal de saída para 1 $\text{W}/\text{m}^2$ de radiação
Impedância	$\Omega$	10 to 100	No conector do invólucro do aparelho
Tempo de resposta	s	< 5	95% do valor final
		< 1.7	63% do valor final
Não linearidade	%	< 0.2	De 0 a 1000 $\text{W}/\text{m}^2$ de radiação
Dependência de temperatura da sensibilidade	%	< 1	Faixa de variação de $-10^\circ\text{C}$ a $+40^\circ\text{C}$ a partir e $+20^\circ\text{C}$ ( $-20^\circ\text{C}$ a $+50^\circ\text{C}$ )
Erro de declive	%	< 0.2	Desvio quando inclinado para baixo
Efeito de compensação tipo A	$\text{W}/\text{m}^2$	< 7	De 0 a - 200 $\text{W} / \text{m}^2$ de radiação infravermelha
Efeito de compensação tipo B	$\text{W}/\text{m}^2$	< 2	Quando à 5 K/h a temperatura se altera.
Temperatura de operação	$^\circ\text{C}$	- 40 a +80	Temperatura de armazenamento é a mesma
Campo de visão		180°	Hemisférico
Erro de direção	$\text{W}/\text{m}^2$	< 10	A $80^\circ$ com irradiação de 1000 $\text{W}/\text{m}^2$
Irradiação máxima	$\text{W}/\text{m}^2$	4000	Nível acima do qual podem ocorrer danos ao equipamento.
Instabilidade	%	< 0.5	Varição na sensibilidade por ano
Umidade	% RH	0 - 100	Umidade relativa
Incerteza	%	< 2	Nível de confiança de 95%

Quadro 14 - Especificações gerais do piranômetro CMP11

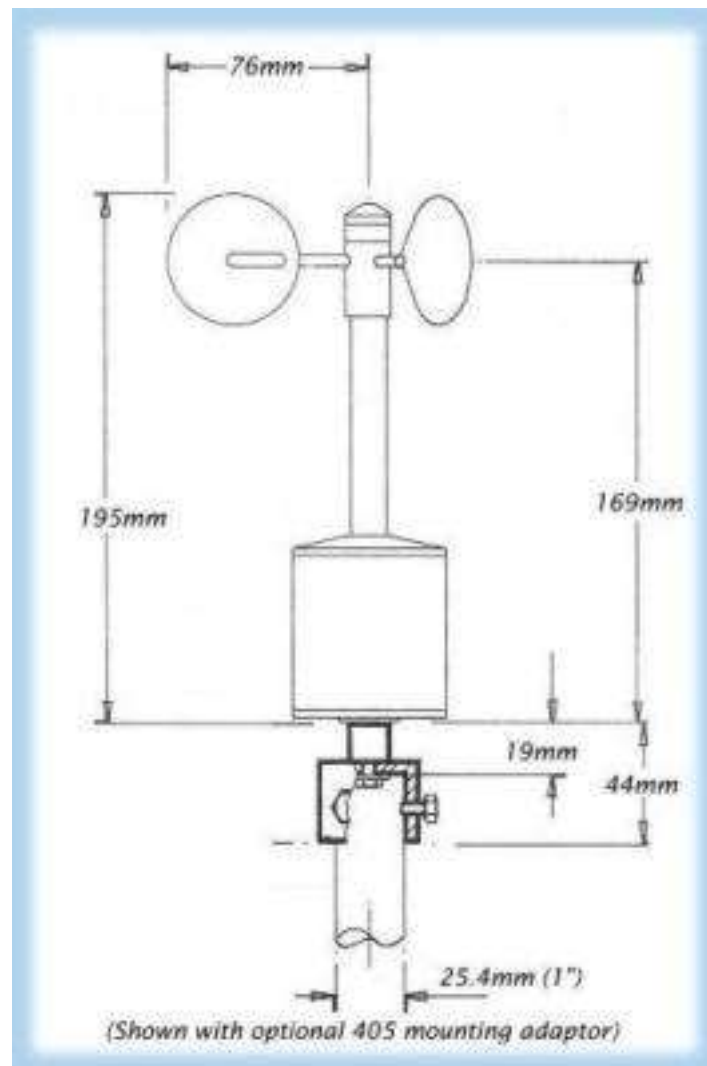
Peça	Unidade	CMP 11
Sensor de temperatura		N/A
Dessecante		Gel de sílica (substituível)
Invólucro		Alumínio Anodizado
Conector do cabo		Shell: CuZn (niquelado)
Conector do gabinete		Shell: CuZn (niquelado)
		Shell: CuZn (banhado à ouro)
Cabo		Cor amarela (RAL 1021), Poliuretano, livre de halogêneo e com proteção UV
Comprimento do cabo	m	10 (padrão), 25, 50 (opcionais)
Fios do cabo	Pin 1	Vermelho (+)
	Pin 2	Azul (-)
	Pin 3	Verde (+), sensor de albedo para baixo
	Pin 4	Amarelo (-), sensor de albedo para baixo
	Pin 5	
	Pin 6	
Sensibilidade do nivelador de bolha	°	0.1 (bolha dentro do anel)
Peso total	kg	0.6 (sem cabos)
		0.9 (com cabo de 10m)
		0.9 (sem cabo, sensor de albedo)
		1.2 (cabo 10m, sensor de albedo)
Dimensões	mm	79x92.5 (WxH)
		128x114 (WxH)
Suporte		2 parafusos M5 65mm. Tubo de alumínio anodizado. 15mmx350mm.
Altura do sensor	mm	68
Padrão internacional	WMO	Alta Qualidade
	ISO	Padrão secundário
	Vibração	IEC 721-3-2-2-2m2
	CE	De acordo com o manual EC 89/336/EEC73/23/EEC
	Proteção	IP 67
Calibração do equipamento		Interior, com piranômetro de referência
Certificados		Certificado de calibração de sensibilidade

## 2.5. anemômetro a100II-l34

A velocidade do vento é medida pela rotação de três copos presos a um eixo vertical. Existem dois tipos de anemômetros. Os anemômetros optoeletrônicos usam um disco de fenda e um feixe óptico. Os anemômetros de comutação utilizam um sistema equilibrado de ímãs e um interruptor, que enviam sinais elétricos proporcionais à velocidade do vento.

O anemômetro A100LL-34, da Vector Instruments, é do tipo optoeletrônico, com rotor de 3 copos. A Figura 8 – Dimensões do anemômetro A100LL-L34 da Vector Instruments apresenta as dimensões do instrumento.

Figura 8 – Dimensões do anemômetro A100LL-L34 da Vector Instruments



Os anemômetros são construídos com materiais resistentes à exposição contínua ao tempo, incluindo ambientes marinhos, com plásticos, alumínio anodizado e aço inoxidável.

Anemômetros avaliados em túneis de vento, comportando-se diferentemente em condições de campo, onde há turbulência considerável. Anemômetros classificados como tendo desempenho *First Class*, de acordo com os requisitos da IEC61400-12-1, quando convenientemente colocados e operados, significa que as medições são precisas nas condições de vento reais vividas em campo, e não apenas em condições artificiais de um túnel de vento de baixa turbulência.

O quadro 15 apresenta as principais especificações técnicas do anemômetro.

Quadro 15- Especificações técnicas do anemoscópio W200P-L34

<b>Grandeza</b>	<b>Valor</b>	<b>Especificação First Class</b>
Classificação ISO 9060:1990	First Class	
Precisão mínima	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1% da leitura entre 10,3 m/s (20Kts) e 56,6m/s (110Kts)</li> <li>• 2% acima de 56,6m/s(110Kts)</li> <li>• 0,1m/s (0.2Kts) abaixo de 10,3 m/s (20Kts)</li> </ul>	±0,005 m/s
Máxima velocidade	Acima de 75 m/s	0 a 99 m/s
Velocidade de início	0.2m/s (0.4Kt)	
Velocidade de parada	0.1m/s (0.2Kt)	
Alimentação	6.5 to 28Vcc (corrente nominal 1.5mA )	
Limiar	0.15m/s (0.3Kt)	
Faixa de temperatura	-30 to +70 °C	
Sinal de saída analógica	0 a 2,5 V = 0 a 77,2m/s(150Kts)	
Sinal de saída pulsado	0V / 5V, a 10Hz por nó (ou seja, 0 .. 1500Hz = 0-150Kts)	

## 2.6. anemoscópio w200p-l34 da vector instruments

O anemoscópio W200P-L34 mede a direção do vento a partir de um aerofólio fixado em um eixo vertical conectado a um potenciômetro de 1kohm. Com uma voltagem precisa aplicada, a tensão de saída é proporcional à direção do vento.

A baixa resistência de 1kohm do potenciômetro permite operação de baixa potência, tendo desempenho "First Class" para atender aos requisitos da norma IEC61400-12-1.

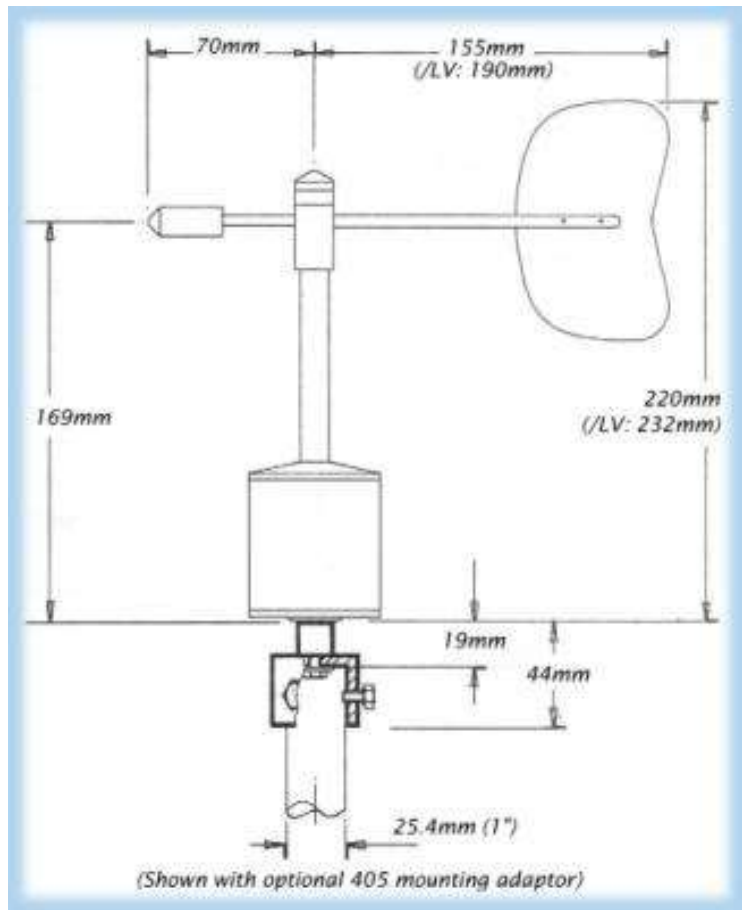
Quadro 16- Especificações técnicas do anemoscópio W200P-L34 da Vector Instruments

<b>Grandeza</b>	<b>Valor</b>	<b>Especificação First Class</b>
Classificação ISO 9060:1990	First Class	
Disparo	0,6m/s	
Precisão	$\pm 3^\circ$ em ventos estáveis acima de 5m/s	1%
Faixa	360° de ângulo mecânico com rotação contínua permitida	360°
Vida útil do potenciômetro	5 x 10 <sup>7</sup> ciclos (10 anos com uso típico)	
Máxima velocidade do vento	75m/s	
Resistência do potenciômetro	1.000ohms $\pm 10\%$	
Faixa de temperatura	-50 to +70 °C	
Tensão do potenciômetro	1V a 5V recomendado, 20V máximo absoluto	
Ângulo de continuidade do potenciômetro	357,7 +/- 1,5° (2,3° gap ao norte)	
Ângulo de variação do potenciômetro	356,5 +/- 1,5° (2,3° interrupção ao norte)	
Resolução do potenciômetro	$\pm 0,2^\circ$	

A Figura 9 apresenta as dimensões do anemoscópio W200P-L34 da Vector Instruments

*Figura 9 – Dimensões do anemoscópio W200P-L34 da Vector Instruments*





## 2.7. Sensor de temperatura e umidade HMP155A-L12

O sensor de temperatura e umidade HMP155A-L12 é composto pelo sensor da Vaisala modelo HUMICAP Humidity and Temperature Probe HMP155, cujas características técnicas do sensor de umidade são apresentadas no

*Quadro 17. e as características de temperatura no quadro*

Quadro 18.

Quadro 17- Especificações técnicas do sensor de umidade relativa do HMP155

<b>Grandeza</b>	<b>Valor</b>	<b>Requerido no projeto</b>
Faixa de medição	0 a 100% de Umidade Relativa (UR)	0%rel a 100%rel
Precisão (incluindo não linearidade, histerese e repetibilidade)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1% UR (15°C a 20°C e 0 a 90%UR)</li> <li>• 1,7% UR (15°C a 20°C e 90 a 100%UR)</li> <li>• <math>\pm(1,0 + 0,008 \times \text{leitura})\%</math> UR (-20°C a 40°C)</li> <li>• <math>\pm(1,2 + 0,012 \times \text{leitura})\%</math> UR (-40°C a -20°C)</li> <li>• <math>\pm(1,2 + 0,012 \times \text{leitura})\%</math> UR (40°C a -60°C)</li> <li>• <math>\pm(1,4 + 0,032 \times \text{leitura})\%</math> UR (-60°C a -40°C)</li> </ul>	$\pm 1\%$ (à temperatura ambiente)
Temperatura de operação	-80°C a +60°C	
Temperatura de armazenagem	-80°C a +60°C	
Compatibilidade eletromagnética	De acordo com padrão EMC EN61326-1 – Electrical equipment for measurement control and laboratory use – EMC requirements for use in industrial locations	
Sensor de umidade	HUMICAP 180R	

Quadro 18- Especificações técnicas do sensor de temperatura do HMP155

Grandeza	Valor	Requerido no projeto
Faixa de medição	-80°C a +60°C	-40 °C a +60 °C
Precisão com saída de tensão	$\pm(0,226-0,0028 \times \text{leitura})^{\circ}\text{C}$ quando (-80°C a 20°C) $\pm(0,055-0,0057 \times \text{leitura})^{\circ}\text{C}$ quando (20°C a -60°C)	$\pm 1\%$ (à temperatura ambiente)
Precisão com saída (resistiva) passiva, de acordo com IEC751 1/3 Class B	$\pm(0,1+0,00167 \times \text{leitura})^{\circ}\text{C}$	
Precisão com saída (resistiva) passiva, de acordo com RS-485	$\pm(0,176-0,0028 \times \text{leitura})^{\circ}\text{C}$ quando (-80°C a 20°C) $\pm(0,07-0,0025 \times \text{leitura})^{\circ}\text{C}$ quando (20°C a -60°C)	
Tempo de resposta (63%) para temperatura de prova adicional com fluxo de ar a 3m/s	<20s a 63% <35s a 90%	
Sensor de temperatura	Pt 100 RTD Class F 0.1 IEC 60751	

## 2.8. Sensor de Pressão Barométrica CS106

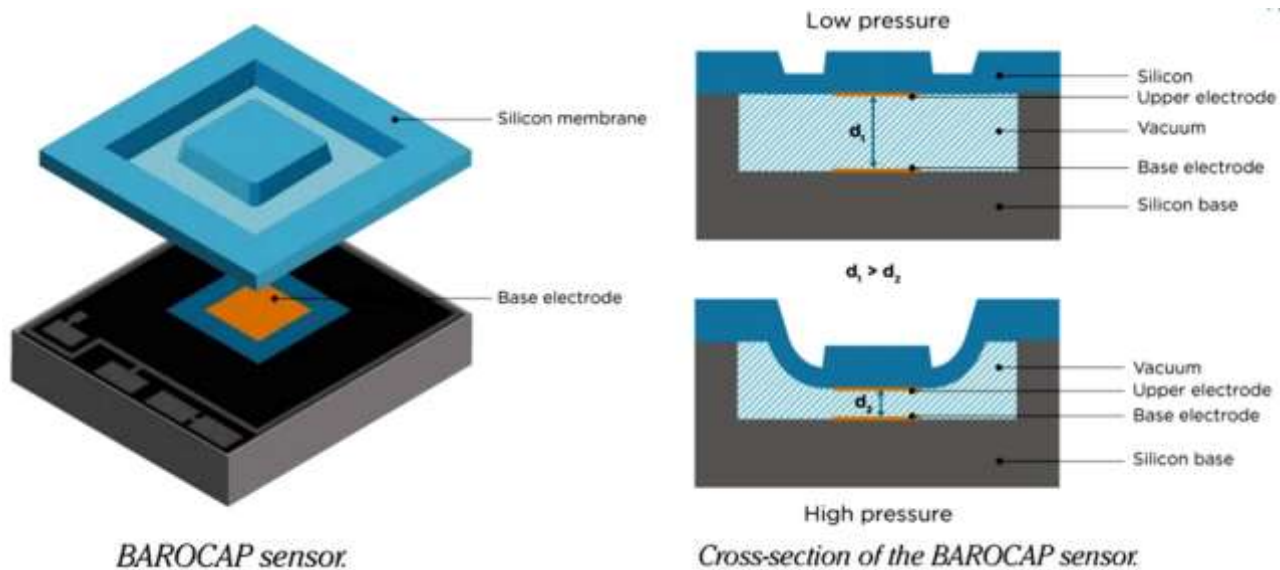
O sensor de pressão atmosférica CS106 é fabricado pela Vaisala e disponibilizado pela Campbell Scientific. O nome comercial da Vaisala é BAROCAP® Barometer PTB110 (Figura 10 – Barômetro CS 106 da Campbell Scientific).

Figura 10 – Barômetro CS 106 da Campbell Scientific



O barômetro Barocap da Vaisala é um dispositivo micromecânico, cujo sensor usa alterações dimensionais em sua membrana de silício para medir a pressão (Figura 11). À medida que a pressão no entorno aumenta ou diminui, a membrana se curva, aumentando ou diminuindo a altura do espaço de vácuo em seu interior. Os lados opostos do vácuo atuam como eletrodos, funcionando como um capacitor que varia a capacitância de acordo com a variação da altura. A capacitância é medida e convertida para uma leitura de pressão.

Figura 11 – Funcionamento do sensor de pressão



O sensor do barômetro é feito com material de silício monocristalino, que apresenta boa elasticidade, baixa histerese, excelente repetibilidade, baixa dependência da temperatura e estabilidade superior a longo prazo. A estrutura capacitiva propicia ao sensor uma ampla faixa dinâmica e fornece um mecanismo embutido para bloqueio de sobrepessão.

O CS106 utiliza *Sensor de pressão capacitivo* a base de *silício* Vaisala Barocap®, projetados para medição precisa e estável da pressão barométrica. Esse barômetro é envolto por um invólucro de plástico (uma mistura das resinas plásticas ABS e PC), equipado com uma válvula de entrada para equilíbrio da pressão.

*Quadro 19- Especificações técnicas do sensor de pressão barométrica CS106*

<b>Grandeza</b>	<b>Valor</b>	<b>Requerido no projeto</b>
Faixa de medição	500 a 1100 hPa (500mb a 1100mb)	800 a 1060 hPa
Precisão	±0,3hPa@ +20°C (±0.3 mb @ +20°C) ±0,6 hPa @ 0° a 40°C (±0,6 mb @ 0° a 40°C) ±1,0 hPa @ -20° a +45°C (±1,0 mb @ -20° a +45°C) ±1,5 hPa @ -40° a +60°C (±1,5 mb @ -40° a +60°C)	±5 hPa (a 25°C)
Precisão com saída (resistiva) passiva, de acordo com IEC751 1/3 Class B	±(0,1+0,00167 x leitura)°C	
Temperatura	-40° a +60°C	
Linearidade*	±0,25 mb a 20°C	
Histerese*	±0,03 mb a 20°C	
Incerteza de calibração**	±0,15 mb a 20°C	
Estabilidade de longo prazo	±0,1 mb por ano	
Tamanho	9.7 x 6.8 x 2.8 cm (3.8 x 2.7 x 1.1 in)	
Peso	90 g (3.2 oz)	
Material do invólucro	mistura das resinas plásticas ABS e PC	
Fonte de alimentação	10 a 30 Vcc	
Sensibilidade da fonte de alimentação	Desprezível	
Consumo de corrente	<4 mA (ativo); <1 µA (em repouso)	
Controle da fonte de alimentação	Quando a junção interna é ligada o CS106 fica ligado continuamente. Quando a junção está desligada o CS106 pode ser ligado e desligado com 5 Vcc/ 0 Vcc.	
Tensão de saída	0 a 2,5 Vcc	
Tempo de inicializa	1s	
Limite de sobrepressão:	2000 mb	

\* Definido como ± 2 pontos de limite de desvio padrão do ponto final de não-linearidade, erro de histerese ou erro de Repetibilidade.

\*\* Definido como ± 2 do desvio padrão de imprecisão do padrão de trabalho em 1000mb quando em comparação aos padrões internacionais (NIST).

Obs.: 1 milibar (1mb) = 1 hecto Pascal (1hPa)

## 2.9. Pluviômetro TB4MM

O pluviômetro com caçamba basculante TB4MM é fabricados pela Hydrological Services Pty. Ltd e modificados para uso com os registradores de dados Campbell Scientific.

Figura 12 – Vista interna de um pluviômetro modelo CSI TB4 Rain Gauge



Fonte: GEPEA Erro! Fonte de referência não encontrada.

Esses pluviômetros coletam a chuva no funil de 7,87" (200mm) de diâmetro. Quando é coletada a medida de chuva de uma caçamba é ativado um sensor do tipo *reed-switch*. A ativação desse sensor é salva no registrador de dados. Quando o limite de armazenamento da caçamba chega ao máximo, a água é drenada para a base do pluviômetro.

Quadro 20- Especificações técnicas do pluviômetro TB4MM

Grandeza	Valor	Requerido no projeto
Faixa de medição	0 a 19.7 in/hr (0 a 500 mm/hr)	0 até 500 mm/h
Precisão	Melhor do que +2% @ 19.7in/hr (500 mm/hr)	1% a 50 mm/h
Resolução	0.2mm (0.008 in)	
Condições Ambientais Adequadas	0° a +70°C e umidade relativa 0 a 100%	
Capacidade do Sifão	0.012 in (0.3mm)	
Tipo de Contato	Sensor tipo "reed-switch"	

## 2.10. Datalogger CR1000

Quadro 21- Especificações técnicas do datalogger CR1000

Grandeza	Valor	Requerido no projeto
Taxa máxima de digitalização	100Hz	1Hz
Período mínimo de integração	1 min	1 min
Entradas analógicas	16 simples ou 8 diferenciais configuradas individualmente	
Contadores de pulso	2	
Canais de excitação chaveadas	3 tensão	
Portas digitais	8 I/ Os ou 4 RS-232 COM2	
Comunicações / Portas de armazenamento de dados:	1 CS I/ O, 1 RS-232, 1 periférico paralelo	
12 V chaveado	1	
Faixa de tensão de entrada	$\pm 5V_{cc}$	
Precisão de tensão analógica	$\pm (0,06\% \text{ da leitura} + \text{offset}), 0^\circ \text{ a } 40^\circ \text{ C}$	
Resolução Analógica	0,33 mV	
Faixa de temperatura	Padrão: $-25^\circ \text{ a } 50^\circ \text{C}$ Estendido: $-55^\circ \text{ a } 85^\circ \text{C}$ Frio testado (-55 CR1000): $-55^\circ \text{ a } 50^\circ \text{C}$	
Memória	2 MB de Flash (sistema operacional), 4 MB (uso de CPU, memória de programa, e de armazenamento de dados)	
Alimentação	9,6 a 16 Vcc	
Consumo de corrente	0,7 mA típico; 0,9 mA máx. (modo sleep) 1 a 16 mA típico (com saída de comunicação RS-232) 17 a 28 mA típico (comunicação com RS-232)	
Dimensões	23,9 x 10,2 x 6,1 cm (9.4 "x 4.0" x 2.4 ")	
Peso	1,0 kg (2,1 libras)	
Protocolos suportados	PakBus, Modbus, DNP3, FTP, HTTP, XML, POP3, SMTP, Telnet, NTCIP, NTP, SDI-12, SDM	
Normas CE de conformidade a que é declarada conformidade	IEC61326: 2002	

### **3. Conclusões**

A estação solarimétrica é composta por sensores e equipamentos auxiliares. As especificações técnicas dos sensores, disponibilizadas pelos fabricantes, foram analisadas.

Pode-se afirmar que todos os sensores especificados da estação solarimétrica atendem aos requisitos de precisão e amostragem do projeto descrito no Ofício Circular nº 0004/2012-SPE/ANEEL, de 16/08/2012.



## 4. BIBLIOGRAFIA

- [1] CAMPBELL SCIENTIFIC. **24 Ah 12 V Sealed Rechargeable Battery with Mounts**. Disponível em <<http://www.campbellsci.com/bp24>>. Acesso em: jun.2014.
- [2] CAMPBELL SCIENTIFIC. **90 W Solar Panel**. Disponível em <<http://www.campbellsci.com/sp90>>. Acesso em: jun.2014.
- [3] CAMPBELL SCIENTIFIC. **110PV-L Surface-Mount Thermistor**. Disponível em <<http://www.campbellsci.com/110pv>>. Acesso em: jun.2014.
- [4] CAMPBELL SCIENTIFIC. **CM240 Leveling Base and Mount for Rain Gages**. Disponível em <<http://www.campbellsci.com/cm240>>. Acesso em: jun.2014.
- [5] CAMPBELL SCIENTIFIC. **CM310 56 in. Mounting Pole**. Disponível em <<http://www.campbellsci.com/cm310>>. Acesso em: jun.2014.
- [6] CAMPBELL SCIENTIFIC. **CS106 Barometric Pressure Sensor**. Disponível em <<http://www.campbellsci.com/cs106>>. Acesso em: jun.2014.
- [7] CAMPBELL SCIENTIFIC. **ENC16/18 Enclosure, 16 x 18 inches**. Disponível em <<http://www.campbellsci.com/enc-16-18-overview>>. Acesso em: jun.2014.
- [8] CAMPBELL SCIENTIFIC. **UT20 and UT30: Instrumentation Towers**. Catálogo técnico. Disponível no site da Campbell Scientific: <http://www.campbellsci.com>.
- [9] GRUPO DE ENERGIA DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ENERGIA E AUTOMAÇÃO ELÉTRICAS DA ESCOLA POLITÉCNICA DA USP - GEPEA EPUSP. **Relatório Técnico Científico: Inspeção da Torre Meteorológica em Araçatuba/SP**. São Paulo: Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium – Araçatuba, 2013. 20 p. fev. 2013.
- [10] GRUPO DE ENERGIA DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ENERGIA E AUTOMAÇÃO ELÉTRICAS DA ESCOLA POLITÉCNICA DA USP - GEPEA EPUSP. **RTC VLSolar nº 006. Relatório de visita técnica à Usina Solar Tanquinho**. São Paulo: nov. 2013.
- [11] GRUPO DE ENERGIA DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ENERGIA E AUTOMAÇÃO ELÉTRICAS DA ESCOLA POLITÉCNICA DA USP - GEPEA EPUSP. **Acompanhamento da instalação da torre meteorológica**. São Paulo: 2006. In: FAPESP, Processo 03/06441-7. “NOVOS INSTRUMENTOS DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO REGIONAL VISANDO O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL”. RTC/PIRnaUSP- Nº106. 20 p. fev. 2013.
- [12] GRUPO DE ENERGIA DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ENERGIA E AUTOMAÇÃO ELÉTRICAS DA ESCOLA POLITÉCNICA DA USP - GEPEA EPUSP. **INSPEÇÃO DA TORRE METEOROLÓGICA EM ARAÇATUBA/SP**. In: FAPESP, Processo 03/06441-7. “NOVOS INSTRUMENTOS DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO REGIONAL VISANDO O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL”. RTC/PIRnaUSP. fev. 2013.
- [13] HYDROLOGICAL SERVICES. **Tippling Bucket Rain Gauge Model TB4**. Disponível em:<<http://www.hydroserv.com.au/products/tb4.asp>>. Acesso em: jun. 2014.
- [14] KIPP&ZONEN. **CMP Series Pyranometer: Instruction Manual**. Manual version: 1007. The Netherlands: 2010. Disponível em:< <http://www.kippzonen.com/Product/13/CMP-11>>. Acesso em: jun. 2014.
- [15] KIPP&ZONEN. **Ventilation Unit for Pyranometers**. Unidade de ventilação do piranômetro. The Netherlands: Disponível em:<<http://www.kippzonen.com/Download/246/Instruction-Sheet-Ventilation-Unit-CVF-3-EN-D-F-ES1>>. Acesso em: jun. 2014.

[16] KIPP&ZONEN. **CHP1 Pyrheliometer: Instruction Manual**. Manual version: 0811. The Netherlands: 2008. Disponível em: <<http://www.kippzonen.com/Product/18/CHP-1>>. Acesso em: jun. 2014.

[17] KIPP&ZONEN. **SOLYS 2. 2-Axis Sun Tracker. Instruction Manual**. Manual version: 1112. The Netherlands: 2011. Disponível em <<http://www.kippzonen.com/Product/20/SOLYS-2-Sun-Tracker>>. Acesso em: jun. 2014.

[18] MORNINGSTAR CORPORATION. **PWM Charge ControllersSunLight. SS-20L-24V Sun saver 20A**. Disponível em <<http://www.morningstarcorp.com/products/sunlight/>>. Acesso em: jun. 2014.

[19] VAISALA. **Vaisala HUMICAP Humidity and Temperature Probe HMP155: User's Guide**. Finland. Helsink. 2012. Disponível em <[http://www.vaisala.com/Vaisala%20Documents/User%20Guides%20and%20Quick%20Ref%20Guides/HMP155\\_User\\_Guide\\_in\\_English.pdf#search=CS%20106](http://www.vaisala.com/Vaisala%20Documents/User%20Guides%20and%20Quick%20Ref%20Guides/HMP155_User_Guide_in_English.pdf#search=CS%20106)>. Acesso em: jun. 2014.

[20] VECTOR INSTRUMENTS. **A100L2 Low Power Anemometer (Analog+Pulse Outputs)**. Disponível em <<http://www.windspeed.co.uk/ws/index.php?option=displaypage&op=page&Itemid=48>>. Acesso em: jun. 2014.

[21] VECTOR INSTRUMENTS. **W200P Potentiometer Windvane**. Disponível em <<http://www.windspeed.co.uk/ws/index.php?option=displaypage&op=page&Itemid=61>>. Acesso em: jun. 2014.

[22] WILLMER, Dave. **Quadrant Photodiode Signal Processing**. Disponível em <[http://www.opensauced.co.uk/development/qpd\\_2\\_opamps.php](http://www.opensauced.co.uk/development/qpd_2_opamps.php)>. Acesso em: jun. 2014.

## 5. ANEXOS

### 5.1. ANEXO 1 – Orçamento



São Paulo, 20 de Fevereiro de 2014.

TECNOMETAL Equipamentos LTDA.  
End: Rodovia Dom Pedro I – km 145, Bairro Nova Aparecidinha – Campinas-SP  
CNPJ: 04.137.701/0001-28

c.c.: Jonathas Luiz de Oliveira Bernal  
Msc. Pesquisador  
e-mail: [totabernal@yahoo.com.br](mailto:totabernal@yahoo.com.br)  
fone: (11) 2092-8454 - cel: (11) 99196-4183

Ref.: Cotação CSB240113C1 (R\$) – Equipamentos Campbell Scientific Inc. e Kipp & Zonen

Prezado senhor,

Em resposta ao solicitado, segue anexo a **COTAÇÃO Nº CSB240113C1**, contendo a descrição dos equipamentos meteorológicos fabricados pela Campbell Scientific Inc. e Kipp & Zonen, com aplicações em Prospecção do Potencial Solar, bem como os preços unitários de cada item.

#### 1- DESCRIÇÃO E PREÇOS DOS EQUIPAMENTOS

##### 1.1 - EQUIPAMENTOS KIPP & ZONEN e CAMPBELL SCIENTIFIC

MODELO	DESCRIÇÃO	QNT	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
	<b>Rastreador Solar SOLYS 2</b>			
0367900-001	<b>SOLYS 2 Sun Tracker</b> For stand-alone solar tracking. Integrated GPS receiver. Stepping motor drive through long life inverted tooth belts. Includes tripod stand and one side mounting plate with fixings for 1 x Kipp & Zonen CH 1 or CHP 1 pyrhemliometer. Total accuracy < 0.1", resolution 0.01", torque 20 Nm, payload 20 kg (balanced). Power 115 / 230 VAC or 24 VDC (both included). Operating temperature range -20°C to +50°C (DC power), -40°C to +50°C (using built-in heater on AC power only). Multi-function power and status indicators. No software or PC required for installation and setup.	01	75.500,00	75.500,00
0367707	<b>Sun Sensor Kit</b> Provides active sun tracking for long-term unattended operation of the SOLYS 2 where the support is not stable and alignment may change.	01	7.200,00	7.200,00
0367703	<b>Shading Ball Assembly</b> ASSEMBLY includes top mounting plate and second side mounting plate. 2 shading balls on adjustable rods for top-mounted Kipp & Zonen global radiation instruments, with or without CV 2 or CVF 3 ventilation units, to provide diffuse radiation measurements. Eppley PSP and PIR can be mounted without adapters.	01	12.600,00	12.600,00
	<b>Sensores de Radiação Solar</b>		0,00	0,00
CHP1	Pireliometro CHP 1, 10K + PT100, cb. 10 m (p/n 0368900-032)	01	20.350,00	20.350,00
CMP 11	CMP 11 Pyranometer, ISO Secondary Standard \, 10m cable (P/N 0362910-002)	02	14.600,00	29.200,00
CVF3	CVF3 Ventilation Unit for CMP3 series pyranometers, cb. 10 m. (p/n 0370900-002)	02	14.100,00	28.200,00
	<b>Datalogger e acessórios</b>			0
CR1000	Coletor de Dados CR1000 (4 Mb / -25°C a +50°C)	01	10.700,00	10.700,00
MARTHE 820A	Transmissor GPRS ATIVA MARTE 820A	01	3.800,00	3.800,00

Campbell Scientific do Brasil Ltda.  
Rua Apinajés 2018, São Paulo - SP - BRASIL- Cep: 01258-000  
PABX (11) 3732.3399 / vendas@campbellsci.com.br  
CNPJ: 00.369.633/0001-71 / I.E.: 114.934.429.110

CFM100	Adaptador de cartão de memória CFM100	01	1.950,00	1.950,00
CFMC2G	Cartão CompactFlash Memory de 2 Gb (-40 to +85C)	02	410,00	820,00
LOGGERNET	Software de programação e comunicação	01	4.280,00	4.280,00
CR1000KD	Teclado e Display portátil	01	2.235,00	2.235,00
ENC16/18-DC-TM	Caixa selada de 12X14 pol, com 2 entradas para cabos e suporte para torre	01	2.900,00	2.900,00
	<b>Alimentação Elétrica do Datalogger, Sensores e Acessórios (12VDC)</b>			12,00
BP24	Bateria recarregável 12 VDC – 24 Ah, com suporte	01	1.850,00	1.850,00
CH100	Regulador de voltagem	01	1.830,00	1.830,00
SP20	Painel Solar de 20 watt com suportes	01	2.460,00	2.460,00
	<b>Alimentação Elétrica do SOLYS (24VDC)</b>		180,00	180,00
BP24	Bateria recarregável 12 VDC – 24 Ah, com suporte	04	5.100,00	20.400,00
SP85	Painel Solar de 85 watt	02	9.297,00	18.594,00
SPECIAL	Regulador de voltagem Morningstar 5S-20L-24V Sunsaver 20A	01	935,00	935,00
ENC16/18-DC-TM	Caixa selada de 12X14 pol, com 2 entradas para cabos e suporte para torre	01	2.213,00	2.213,00
	<b>Sensores</b>		0,00	0,00
110PV-L50	Sensor de temperatura da superfície do painel solar (montado na parte traseira do painel solar)	03	1.152,00	3.456,00
A100LL-L34	Anemômetro VECTOR CLASSE 1, com 10 m. de cabo e certificado MEASNET e suporte de montagem	01	10.545,00	10.545,00
W200P-L34	Anemoscópio VECTOR CLASSE 1, com 10 metros de cabo e suporte de montagem	01	9.450,00	9.450,00
CS106	Sensor de pressão barométrica (600 a 1100 mBar) Vaisala	01	4.300,00	4.300,00
HMP155A-L12	Sensor de Temperatura e Umidade Relativa do Ar Vaisala com cabo de 4 m.	01	4.700,00	4.700,00
41005-5	Abrigo termométrico para HMP155A	03	1.600,00	4.800,00
TB4MM-L15	Pluviômetro de balsa TB4 – Hydrological Services, 0,2 mm/tip, 5 metros de cabo	01	8.100,00	8.100,00
CM240	Base de nivelamento para pluviômetro	01	850,00	850,00
CM310-NP	Haste vertical para pluviômetro	01	700,00	700,00
	<b>Torre Meteorológica e acessórios</b>		0,00	0,00
UT30	Torre Meteorológica de Alumínio de 10 metros com aterramento	01	8.750,00	8.750,00
CM206	Braço superior para montagem dos sensores	01	820,00	820,00
CM220	Suporte para o sensor de vento	01	290,00	290,00
DOCFFEE	Documentation & Export Handling Fee	01	750,00	750,00
			<b>TOTAL R\$</b>	<b>305.720,00</b>

## II - CONDIÇÕES COMERCIAIS

1 - Preço: orçados em Reais (R\$), incluindo todos os impostos e despesas de importação e comercialização dos produtos.

A Classificação Fiscal dos equipamentos é 9015.80.90 – Equipamento Meteorológico e Hidrológico

2 - Origem dos Equipamentos: USA/Holland (CE)/Brasil

3 - Pagamento: 45 (quarenta e cinco) dias da data de confirmação do pedido.

4 - Prazo de Entrega: 90 (noventa) dias, contados da data de confirmação do pedido.

3. Garantia e Assistência Técnica:

- O Prazo de Garantia: Dataloggers 36 (trinta e seis) meses e demais equipamentos 12 (doze) meses. A garantia oferecida será contada a partir da data do embarque do equipamento para o Brasil.
- Durante o Período de garantia, a Campbell Scientific do Brasil Ltda. substituirá ou reparará a seu critério, as partes, conjuntos ou bens defeituosos ou degradados em decorrência de falhas de fabricação, sem ônus para o CONTRATANTE, cabendo a este comunicar por escrito a constatação de defeito ou degradação.
- Excluem-se da garantia os defeitos constatados, resultante de manuseio impróprio, operação fora das condições especificadas nos manuais do equipamento, tais como descargas eletrostáticas ou acidentes diversos como inundação, choque mecânico, incêndio, quedas, vandalismo e roubo. A garantia também não se aplica a bens que tenham sido sujeitos a modificações, mal uso, negligência, acidentes de natureza ou dano durante o transporte destes por parte da CONTRATANTE.
- Durante o prazo de garantia, oferecemos Assistência Técnica e Suporte de Serviços de ordem preventiva e corretiva, inclusive quanto a calibração de qualquer componente do equipamento, de acordo com as especificações técnicas destes.
- Findo o prazo de garantia, oferecemos serviços de assistência técnica, e manutenção preventiva e reparativa a todos os nossos produtos.
- A Campbell Scientific do Brasil Ltda. compromete-se a prestar todos os serviços de Assistência Técnica e Suporte de Serviços, a preços de mercado, após o término do período de garantia.

**6. Dados do Proponente:**

CAMPBELL SCIENTIFIC DO BRASIL LTDA  
Rua Apinajés, nr. 2018 – Perdizes – São Paulo - SP  
PABX : (11) 3732-3399 / e-mail: [andread@campbellsci.com.br](mailto:andread@campbellsci.com.br)  
C.G.C.: 00.369.633/0001-71 - Insc. Estadual: 114.934.429.110  
Pessoas de Contato: Sr. Andrea Dehó – Diretor Comercial  
Sr. Davide G. P. Margelli – Depto. Comercial

Atenciosamente,



Andrea Dehó  
Diretor Comercial

## 5.2. ANEXO 2 – Catálogos de instrumentos

### 5.2.1. Seguidor solar Solys 2



# Sun Trackers

## FOR SOLAR-TRACKING AND PC-BASED POSITIONING OPERATIONS

Accuracy suitable for any requirement  
All-weather construction  
Unattended operation

Virtually maintenance-free  
Wide range of mounting configurations  
Ideal for BSRN stations



## INTRODUCTION

Solar radiation is normally measured using a pyranometer that sees the whole hemisphere above it and responds to radiation from both sun and sky, the 'global' solar radiation. However, it is often necessary to accurately measure the 'direct' radiation coming only from the sun.

A pyrheliometer has a 5° view, slightly larger than the sun and its aureole, and does not see the rest of the sky. To make measurements it must point precisely at the sun and this is achieved using an automatic two-axis sun tracker. A shading assembly blocks the direct solar radiation from reaching a pyranometer mounted on the tracker so that the 'diffuse' solar radiation from the sky can be measured.

The sun tracker provides a stable mounting for the pyrheliometer and moves horizontally (azimuth) and vertically (zenith) to follow the solar arc. Stepping motors controlled by a micro-processor drive through belts or gears to provide movement with the desired torque and accuracy. An on-board programme requires accurate longitude, latitude, altitude, date, and time information for the measurement site. It then calculates the current position of the sun and points the pyrheliometer and shading assembly towards it.

## APPLICATIONS

Sun trackers are widely used in networks of solar monitoring stations that measure direct, diffuse and global radiation, for inputs to weather forecasting and climate models. Other applications include atmospheric chemistry research, pollution forecasting and materials testing.

With growing interest in renewable energy good quality solar radiation data is becoming increasingly important, particularly the direct component, with regard to photovoltaic systems and thermal energy solar collectors. Activities include research and development, production quality control, determination of optimal power plant locations, monitoring the efficiency of installed systems and predicting the output under various sky conditions.

## THE BASELINE SURFACE RADIATION NETWORK (BSRN)

Solar, atmospheric and terrestrial radiation drive almost every dynamic process on the Earth's surface and above, from ocean current circulation to weather, climate and life itself. Small changes can have large and long-lasting effects that are difficult to predict. Accurate data regarding the radiation at the Earth's surface is fundamental to understanding its climate system, global warming and global dimming.

BSRN comprises a global network of solar monitoring stations using the best equipment and practices currently available

and is a key part of the World Climate Research Programme. BSRN is linked to other international climate projects such as WMO-GAW, ARM, GEWEX and GCOS.

Kipp & Zonen sun trackers and radiometers are widely used in all of the above programmes and we can supply complete BSRN compatible solar monitoring systems.

## CHOICE OF SUN TRACKER

2AP has been in production for many years and is used around the world as the basis of top quality solar monitoring stations for research and in networks, such as BSRN. The high power and rugged design enables operation in extreme conditions, from deserts to Antarctica.

However, not every customer needs these capabilities and for some users 2AP is over-specified. Our SOLYS 2 provides BSRN level performance and is easier to install and operate than any other tracker on the market. It is very efficient and ideal for operation using solar energy power sources.

## SYSTEM CONFIGURATIONS

Typical Solar Monitoring System	
Sun Tracker	
Shading Ball Assembly	
Pyrheliometer	direct solar radiation
Pyranometer	global solar radiation
Pyranometer (shaded)	diffuse solar radiation
Data Logger	

Basic BSRN Station	
Sun Tracker	sun sensor recommended
Shading Ball Assembly	
Pyrheliometer, with temperature sensor	direct solar radiation
Pyranometer, ventilated, with temperature sensor	global solar radiation
Pyranometer (shaded), ventilated, with temperature sensor	diffuse solar radiation
Pygeometer (shaded), ventilated	downwards infrared radiation
Data Logger	



**The cost-effective and simple sun tracking solution.**

- Fully Automatic
- Integrated GPS Receiver
- Easy to Install
- BSRN Level Performance
- Both AC and DC Power Inputs
- Very Low Maintenance

**SOLYS 2** is an advance over conventional automatic sun trackers. It does not require a computer and software for installation. The integrated GPS receiver automatically configures location and time data. Multi-colour LEDs indicate the operating status and an Ethernet port allows for software upgrades, testing and fault diagnosis. The high-efficiency belt drive system requires no maintenance.

The tough and distinctive cast aluminium housing has a matching tripod stand with levelling feet. A side plate with mountings for a Kipp & Zonen pyrliometer is included as standard and a second side plate can be fitted, with a range of mounting kits for an additional pyrliometer or other instruments. Two top mounting plates are available for convenient horizontal mounting of one, or up to three, Kipp & Zonen radiometers. The sliding ball assembly accessory includes the large top mounting plate and a second side plate and allows SOLYS 2 to be configured as a complete solar monitoring station.

SOLYS 2 does not suffer from internal clock drift because time is updated by the GPS receiver. A sun sensor is available for active tracking where the stability of the support platform cannot be guaranteed.



**The high-end market leader for all conditions.**

- Highest Accuracy Available
- Highest Load and Torque Available
- BSRN Level Performance
- AC and DC Power Versions
- Operates in Extreme Climates
- Positioning Capability

**2AP** has proven performance in the harshest climates. High power motors and precision gear drives have the torque to break ice and to operate in high winds. The optional cold weather cover and internal heaters enable operation down to -50 °C. After setup using the supplied Win2AP software and a PC (not included) operation is stand-alone with only occasional checks of the internal clock required. Two small side plates are included as standard, but no instrument mountings.

An active tracking sun sensor is available to correct for clock drift or movement of the support platform. The large side mounting plate takes the sun sensor and a Kipp & Zonen pyrliometer (or two pyrliometers). The optional shading ball assembly includes two side plates and a rear mounting plate for up to three ventilated Kipp & Zonen radiometers. Adapters are available for unventilated radiometers.

A unique feature of the 2AP is the positioning capability. The Win2AP software can be used to configure a sequence of pre-programmed movements to point at a series of targets.





Specifications	SOLYS 2	2AP
Pointing accuracy	< 0.1° passive tracking < 0.02° active tracking (with optional sun sensor)	< 0.1° passive tracking < 0.02° active tracking (with optional sun sensor)
Torque	> 20 Nm (at maximum load and angular velocity) * > 23 Nm (when sun tracking) *	> 40 Nm (at maximum load and angular velocity) > 40 Nm (when sun tracking)
Payload (balanced)	20 kg	65 kg
Angular velocity	up to 5 °/s	up to 1.8 °/s
Angular acceleration	up to 3.6 °/s²	up to 3.6 °/s²
<b>Conditions &amp; Dimensions</b>		
Supply voltage	18 to 30 VDC and 90 to 265 VAC, 50 / 60 Hz	24 VDC only, or 115 / 230 VAC (selectable), 50 / 60 Hz
Power sun tracker	21 W (reduces to 13 W at night)	50 W
Power heater	100 W (heater is standard, AC only)	100 W (heater is optional)
Operating temperature range	-20 °C to +50 °C (DC power) -40 °C to +50 °C (AC power)	0 °C to +50 °C -20 °C to +50 °C with optional cold cover -50 °C to +50 °C with optional cold cover and optional heater
Weight	23 kg (sun tracker), 5 kg (tripod stand)	30 kg
Dimensions (width)	30 x 34 x 38 cm (on standing tripod stand)	42 x 26 x 38 cm
<b>Features</b>		
Transmission	Inverted tooth belts	Worm and bevel gear
Location, time/date info & setup	Automatic by integrated GPS	Manual by WinAP software and PC (not included)
Mounting base	Tripod stand included	Flat base plate (optional heavy duty tripod stand and height extension tube)
Zenith axis fittings	One side plate / pyrheliometer mounting kit standard	Two small side plates standard, no mounting kit
Heater for low temperature operation	Standard (AC power only)	Optional (must be used with cold cover)
Communication	Ethernet and web interface	RS 232 and WinAP software for PC (not included)
Indicators	Power, internal temperature and status	N/A
Positioning mode	Ethernet and web interface	By WinAP software and PC
Maintenance	No scheduled maintenance required	Annual inspection and grease gears
<b>Options</b>		
Sun sensor kit	For active sun tracking	For active sun tracking
Side mounting plate	For fitting to zenith axis shaft on opposite side to standard side plate / pyrheliometer mounting	Large side mounting plate for zenith axis including mountings for two pyrheliometers
Large top mounting plate	3 positions for Kipp & Zonen radiometers (with or without ventilated units)	N/A
Small top mounting plate	1 position for a Kipp & Zonen radiometer (with or without ventilated unit)	N/A
Shading ball assembly	Includes large top mounting plate, second side mounting plate, 3 shading balls on adjustable rods	Includes rear mounting plate for 3 Kipp & Zonen ventilated radiometers, two large side mounting plates, 3 shading balls on rods
Adapter kit	Not needed	For unventilated radiometers
Radiometer mounting kits	For absolute cavities, pyrheliometers, PG5-100 sun photometer and other instruments	
<b>Note: The performance specifications quoted are worst-case and/or maximum values</b>		
* The standard torque setting is ideal for all normal measurement applications, but it is adjustable in firmware. Torque can be reduced to save power, or increased to a maximum of 30 Nm when sun tracking.		



Go to [www.kippzonen.com](http://www.kippzonen.com) for your local distributor


#### HEAD OFFICE


Kipp & Zonen B.V.  
Delftechpark 36, 2628 XH Delft  
P.O. Box 507, 2600 AM Delft  
The Netherlands  
T: +31 (0) 15 2755 210  
F: +31 (0) 15 2620 351  
[info@kippzonen.com](mailto:info@kippzonen.com)

Kipp & Zonen B.V. reserve the right to alter specifications of the equipment described in this documentation without prior notice

0110006/1105


## 5.2.2. Bateria BP12


**CAMPBELL  
SCIENTIFIC**  
WHEN MEASUREMENTS MATTER



### BP12, BP24, and PS24

12 A h and 24 A h Rechargeable Power Supplies





BP12 with standard mounting bracket. The 27758 mounting kit, is also offered if more secure mounting is required.

BP24 24 A h battery pack.

---

#### Overview

Campbell Scientific's BP12, BP24 and PS24 can power a Campbell Scientific system that has components with above-average power requirements, such as satellite transmitters.

Information about calculating power usage is included in our Power Supply Overview brochure and Power Supply application note. Brochures and application notes are available from: [www.campbellsci.com/documents](http://www.campbellsci.com/documents)

---

#### Technical Description


**Battery Packs**  
The BP12 and BP24 consists of a sealed rechargeable battery, lead wires terminating in connectors that attach to our regulators, and hardware for mounting the battery in our enclosures. An EN16/18 or larger enclosure is recommended.

**Integrated Power Supply**  
The PS24 is for situations where it is desirable to have the power supply housed in a separate enclosure. The PS24 consists of a 24 A h battery, CH100 regulator, and a 10 by 12 in. environmental enclosure. Several options are offered for mounting the enclosure to a tripod or tower.

**Regulators**  
The regulator controls the current flowing to the battery and prevents the battery current from flowing to the charging source. The CH100 regulator is for standard applications.

The CH200 is a microcontroller-based smart regulator with two-step constant voltage charging that optimize battery charging and increases the battery's life. It has input terminals that allow simultaneous connection of two charging sources. It also measures various input, output, and status parameters to allow close monitoring of the battery.

More info: 435.227.9000  
[www.campbellsci.com/bp24](http://www.campbellsci.com/bp24)



### Charging Sources

Several wall chargers and solar panels are available for recharging the sealed rechargeable battery (see Ordering Information). Solar panels charge batteries by converting sunlight into direct current. Wall chargers use power from external ac power lines to recharge the batteries.

### Adapters

Campbell Scientific offers two adapters that fasten onto our CH200 and CH100. The A100 allows the CH200 or CH100 to power peripherals and external devices at nondatalogger sites such as repeater stations. The A105 adapter increases the number of 12 V and ground terminals available on the CH200 or CH100. The A100 and A105 cannot be used at the same time.

## Ordering Information

### Power Supplies

<b>BP12</b>	12 V Sealed Rechargeable Battery w/Mounts, 12 A h
<b>BP24</b>	12 V Sealed Rechargeable Battery w/Mounts, 24 A h
<b>PS24</b>	24 A h Power Supply with 10 in. by 12 in. Enclosure (must choose an enclosure mount option (see below).

### Enclosure Mount Options for PS24 (choose one)

- NM No Enclosure Mounting
- MM Tripod Mast Mounting
- LM Leg Base Mounting for CM1xx tripods
- TM Tower Mounting
- PM Pole Mounting for 4 to 10 in. diameter poles

### Regulators for BP12 and BP24

<b>CH100</b>	12 V Charging Regulator
<b>CH200</b>	12 V Smart Charge Controller

### Secured Mounting Bracket for BP12

<b>27758</b>	Secured Mounting Kit can be used instead of the bracket that is shipped with the BP12.
--------------	--

### Adapters for the CH100 or CH200

<b>A100</b>	Null Modem Adapter
<b>A105</b>	12 V Terminal Expansion Adapter

### Wall Chargers for CH100, CH200, or PS24

<b>29796</b>	Wall Charger 24 Vdc 1.67 A Output, 100 to 240 Vac, 1 A Input, 5 Ft Cable. Must choose a power plug option (see below).
<b>22110</b>	Wall Charger 24 Vdc 1.67 A Output, 100 to 240 Vac, 1 A Input for prewired enclosure. Must choose a power plug option (see below).

### Power Plug Options (choose one)

- US US/Canada Plug
- IP 7 International Plugs

### Solar Panels for CH100, CH200, or PS24

<b>SP10</b>	10 W Solar Panel with 20 Ft Cable
<b>SP10-PW</b>	10 W Solar Panel with 20 ft cable for prewired enclosure
<b>SP20</b>	20 W Solar Panel with 20 Ft Cable
<b>SP20-PW</b>	20 W Solar Panel with 20 ft cable for prewired enclosure

## Specifications\*

- › Output Voltage: 12 Vdc
- › PS24 Enclosure Rating: NEMA 4X (modified for cable entry)
- › PS24 Enclosure Color: White
- › PS24 Enclosure Construction: fiberglass-reinforced polyester enclosure with door gasket, external grounding lug, stainless steel hinge, and a lockable hasps

### Nominal Rating

- › BP12: 12 A h
- › BP24: 24 A h

### Weight

- › BP12: 4.4 kg (9.8 lb)
- › BP24: 10.2 kg (22.4 lb)

### Dimensions

- › BP12 Battery Only: 15.0 x 9.4 x 8.9 cm (5.9 x 3.7 x 3.5 in)
- › BP12 Battery with Mounting Bracket: 19.1 x 10.3 x 9.7 cm (7.5 x 4.0 x 3.8 in)
- › BP24 Battery Only: 16.5 x 17.5 x 12.5 cm (6.5 x 6.9 x 4.9 in)
- › BP24 Battery with Mounting Bracket: 21.3 x 17.7 x 13.0 cm (8.4 x 7.0 x 5.1 in)
- › PS24 Enclosure (internal): 25.4 x 30.5 x 11.4 cm (10 x 12 x 4.5 in)

\*Specifications for the regulators are provided in the PS100 and CH100 Power Supply and Charge Controller product brochure, and the PS200 and CH200 Smart Power Supply and Charge Controller product brochure.

 Campbell Scientific, Inc. | 815 W 1800 N | Logan, UT 84321-1784 | (435) 227-9000 | www.campbellsci.com

USA | AUSTRALIA | BRAZIL | CANADA | CHINA | COSTA RICA | ENGLAND | FRANCE | GERMANY | SOUTH AFRICA | SPAIN

© 2010, 2013  
Campbell Scientific, Inc.  
December 16, 2013



### 5.2.3. Painel solar SP90



**CAMPBELL  
SCIENTIFIC**  
WHEN MEASUREMENTS MATTER

**COMPONENT CATEGORY**



**SOLAR PANELS**  
Photovoltaic power for recharging batteries

*Rugged, Reliable, and Ready  
for any Application*

ESTABLISHED  
SINCE 1974



Solar panels are photovoltaic power sources capable of recharging batteries. The minimum battery size and solar panel output required depends on:

- › The average current drain of the system
- › The maximum time the battery must supply power to the system without being charged
- › The average current drain of the system the location of the site

Solar panel characteristics assume 1 kW m<sup>-2</sup> illumination and 25°C solar panel temperature. Individual panels may vary up to 10%. The output panel voltage increases as the panel temperature decreases. All solar panels are shipped with hardware for mounting to a tripod or tower.

For more information, refer to our Power Supplies brochure, or application note, or contact a Campbell Scientific Application Engineer.

#### MAJOR SPECIFICATIONS

	Cable Description	Compatible Regulator	Compatible Batteries	Max. Power	Current at Peak	Voltage at Peak Power	Size
<b>SP5   5 W</b> Solar Panel For ENC200 and TurfWeather Stations 	Length 0.9 m (3 ft) Termination Connector for the ENC200	Regulator built in the ENC200	pn 10809, 12 Vdc, 0.8 A h battery	4.5 W	0.27 A	16.5 V	Dimensions 25.1 x 26.9 x 2.3 cm (9.9 x 10.6 x 0.9 in) Weight 0.9 kg (2 lb)
<b>SP5-L   5 W</b> Solar Panel For CR200X-Series Dataloggers 	Length user specified Termination Pigtails that attach to the CR200X	Regulator built in the CR200X	pn 17365, 12 Vdc, 7 A h battery or other 12 V Gel Cell or AGM lead acid batteries <sup>a</sup>	4.5 W	0.27 A	16.5 V	Dimensions 25.1 x 26.9 x 2.3 cm (9.9 x 10.6 x 0.9 in) Weight 0.9 kg (2 lb)
<b>SP10   10 W</b> Solar Panel Supports tropical to temperate latitudes 	Length 4.6 m (15 ft) Termination Pigtails that attach to the power supply, regulator, or battery base	CH100, CH200, or regulator built in the PS100, PS200, or CR3000	12 V Gel Cell or AGM lead acid batteries <sup>a</sup> such as the batteries used with the PS100, PS200, BP12, BP24, and CR3000	10 W	0.59 A	16.8 V	Dimensions 41.9 x 26.9 x 2.3 cm (16.5 x 10.6 x 0.9 in) Weight 2.1 kg (4.5 lb)
<b>SP10-PW   10 W</b> Solar Panel for PWENC Supports tropical to temperate latitudes 	Length 4.6 m (15 ft) Termination Connector for a prewired enclosure	CH100, CH200, or regulator built in the PS100, PS200, or CR3000	12 V Gel Cell or AGM lead acid batteries <sup>a</sup> such as the batteries used with the PS100, PS200, BP12, BP24, and CR3000	10 W	0.59 A	16.8 V	Dimensions 41.9 x 26.9 x 2.3 cm (16.5 x 10.6 x 0.9 in) Weight 2.1 kg (4.5 lb)
<b>SP10R<sup>®</sup>   10 W</b> Solar Panel with Onboard Regulator Supports tropical to temperate latitudes 	Length 6.1 m (20 ft) Termination Pigtails that attach to the battery	N/A (solar panel includes onboard regulator)	User-supplied flooded, 12 Vdc batteries such as deep-cycle marine or RV batteries	10 W	0.59 A	16.8 V	Dimensions 41.9 x 26.9 x 2.3 cm (16.5 x 10.6 x 0.9 in) Weight 3.0 kg (6.9 lb)
<b>SP10R-PW<sup>®</sup>   10 W</b> Solar Panel with Onboard Regulator for PWENC Supports tropical to temperate latitudes 	Length 6.1 m (20 ft) Termination Connector for a prewired enclosure	N/A (solar panel includes onboard regulator)	User-supplied flooded, 12 Vdc batteries such as deep-cycle marine or RV batteries	10 W	0.59 A	16.8 V	Dimensions 41.9 x 26.9 x 2.3 cm (16.5 x 10.6 x 0.9 in) Weight 3.0 kg (6.9 lb)

More info: 435.227.9000

[campbellsci.com/solar-panels](http://campbellsci.com/solar-panels)



## Ordering Information

### Temperature Probe for Harsh Environments

**110PV-L** Surface Mount Temperature Probe with user-specified cable length. Enter cable length (in feet) after the -L. Must choose a cable termination option (see below).

#### Cable Termination Options (choose one)

- PT** Cable terminates in stripped and tinned leads for direct connection to a datalogger's terminals.
- PW** Cable terminates in a connector for attachment to a prewired enclosure.
- CWS** Cable terminates in a connector for attachment to a CWS900-series interface. Connection to a CWS900-series interface allows this sensor to be used in a wireless sensor network.

### Common Accessory

**27015** Roll of Kapton tape for locations where the temperature may exceed 70°C.



The 110PV is mounted to the measurement surface via Kapton tape.

## Specifications

- › Measurement Range: -40° to +135°C
- › Survival Range: -50° to +140°C
- › Temperature Uncertainty

Temperature	Tolerance
-40°C to 70°C	±0.2°C
71° to 105°C	±0.5°C
106° to 135°C	±1°C

- › Time Constant in Air

Test	T
Still Air	252 seconds
Surface	25 seconds

- › Steinhart-Hart Linearization Equation Error (maximum): 0.0024°C at -40°C

- › Maximum Water Submersion Depth\*

Meters	Feet	PSI
15.24	50	21

- › Maximum Lead Length: 304.8 m (1000 ft)
- › Disk Diameter: 2.54 cm (1.0 in)
- › Overall Probe Length: 6.35 cm (2.5 in)
- › Overmolded Joint Dimensions

Width	Height	Length
1.12 cm (0.44 in)	1.47 cm (0.58 in)	5.72 cm (2.25 in)

- › Disk Material: Anodized Aluminum
- › Cable Jacket Material: Santoprene
- › Cable/Probe Connection Material: Santoprene
- › Weight: 90.7 g with 3.2 m cable (0.2 lb with 10.5 ft cable)

\*The 110PV's adhesive tab and the Kapton tape are not intended for submersion. Therefore, if the 110PV will be submerged, mount the sensor to the measurement surface using a user-supplied method that is compatible with submersion.



Campbell Scientific, Inc. | 815 W 1800 N | Logan, UT 84321-1784 | (435) 227-0000 | www.campbellsci.com  
USA | AUSTRALIA | BRAZIL | CANADA | CHINA | COSTA RICA | ENGLAND | FRANCE | GERMANY | SOUTH AFRICA | SPAIN

© 2010, 2013  
Campbell Scientific, Inc.  
July 22, 2013

# SP50-L/SP90-L Solar Panel

---

## 1. Introduction

Solar panels convert light energy to electricity, or specifically to direct current. The direct current produced is used to provide power to a system and to charge lead acid batteries. Solar panels operate in both direct and diffuse light, but not at night.

A user-specified 16 AWG cable comes with each solar panel. External voltage regulators, rechargeable batteries, and rechargeable power supplies must be purchased separately. Please contact a Campbell Scientific applications engineer to determine what components will work best for your application.

Campbell Scientific's CH200 12V Charger/Regulator is recommended for use with 12V sealed rechargeable batteries (BP12, BP24, and BP84). The CH200 with software version 5.00 or higher can easily be used with the BP84/PS84 battery (Concorde Sun Xtender™ PVX-840T) when configured through DevConfig version 2.01 or higher. EnerSys Cyclon™ batteries can also be used with the CH200.

### NOTE

CH200 OS version 4.0 can also be used with the BP84/PS84, but requires each charging parameter to be set individually. See the CH200 documentation for more information on setting charging parameters.

The SunSaver™ SS-10-12V voltage regulator (CSI pn 18529) is another option for these solar panels, and it can be purchased from Campbell Scientific, Inc.

## 2. Specifications

The SP50-L/SP90-L work with user-supplied deep cycle marine batteries, 12V sealed rechargeable batteries (BP12, BP24, or BP84), 12V rechargeable power supplies (PS84), and external voltage regulators (CH200 and Morningstar SunSaver™ (SS-10-12V).

	SP50-L	SP90-L
<b>Typical peak power (Pp):</b>	50 W	90 W
<b>Voltage at peak power (Vpp):</b> (voltage from solar panel before regulator)	17.5 V	17.9 V
<b>Current at peak power (Ipp):</b>	2.9 A	5.03 A
<b>Temperature coefficient of power:</b>	-0.45% / °C	-(0.5 ± 0.05)% / K
<b>Length:</b>	83.9 cm (33.0 in)	120.9 cm (47.6 in)
<b>Width:</b>	53.7 cm (21.1 in)	53.7 cm (21.1 in)

<b>Depth:</b>	5.0 cm (2.0 in)	5.0 cm (2 in)
<b>Weight:</b>	6 kg (13.2 lb)	7.7 kg (17.0 lb)
<b>Max. wind speed @ angles greater than 35°:</b>	29 m s <sup>-1</sup> (65 mph)	24 m s <sup>-1</sup> (55 mph)

**NOTE** The above solar panel characteristics assume a 1 kilowatt per square meter illumination and a solar panel temperature of 25°C. Individual panels may vary up to 5%. The output panel voltage increases as the panel temperature decreases.

**TABLE 2-2. Regulator Specifications: (purchased and shipped separately)**

<b>Model</b>	<b>CH200</b>	<b>Morningstar SunSaver™ SS-10-12V</b>
<b>Temperature compensation:</b>	Variable, depending on battery manufacturer. Selectable in DevConfig.	-28 mV / °C
<b>Self consumption:</b>	300 µA to 2 mA	6 mA to 10 mA
<b>Operating temperature:</b>	-40° to +60°C	-40° to +85°C
<b>Useable solar current:</b>	2.8 A to 4.3 A	10 A

Pairing the CH200 with the SP90 allows the CH200 to operate at the maximum Useable Solar Current of 4.3 A for longer periods of time than it would with a smaller panel. As the SP90 output current increases above 4.3 A, the CH200 will continue to function at the maximum useable solar current of 4.3. It will remain at this level until the SP90 output once again drops below 4.3 A.

**NOTE** A second solar panel can be connected to the Morningstar regulator when additional power is required. One Morningstar SunSaver™ SS-10-12V regulator can handle two SP50 or SP90 solar panels.

## 5.2.4. Sensor de temperatura do painel solar



**CAMPBELL  
SCIENTIFIC**  
WHEN MEASUREMENTS MATTER

**COMPONENT CATEGORY**



**SOLAR PANELS**  
Photovoltaic power for recharging batteries

*Rugged, Reliable, and Ready  
for any Application*

ESTABLISHED  
SINCE 1974



Solar panels are photovoltaic power sources capable of recharging batteries. The minimum battery size and solar panel output required depends on:

- › The average current drain of the system
- › The maximum time the battery must supply power to the system without being charged
- › The average current drain of the system the location of the site

Solar panel characteristics assume 1 kW m<sup>2</sup> illumination and 25°C solar panel temperature. Individual panels may vary up to 10%. The output panel voltage increases as the panel temperature decreases. All solar panels are shipped with hardware for mounting to a tripod or tower.

For more information, refer to our Power Supplies brochure, or application note, or contact a Campbell Scientific Application Engineer.

### MAJOR SPECIFICATIONS

	Cable Description	Compatible Regulator	Compatible Batteries	Max. Power	Current at Peak	Voltage at Peak Power	Size
<b>SP5   5 W</b> Solar Panel For ENC200 and TurfWeather Stations 	<b>Length</b> 0.9 m (3 ft) <b>Termination</b> Connector for the ENC200	Regulator built in the ENC200	pn 10809, 12 Vdc, 0.8 A h battery	4.5 W	0.27 A	16.5 V	<b>Dimensions</b> 25.1 x 26.9 x 2.3 cm (9.9 x 10.6 x 0.9 in) <b>Weight</b> 0.9 kg (2 lb)
<b>SP5-L   5 W</b> Solar Panel For CR200X-Series Dataloggers 	<b>Length</b> user specified <b>Termination</b> Pigtails that attach to the CR200X	Regulator built in the CR200X	pn 17365, 12 Vdc, 7 A h battery or other 12 V Gel Cell or AGM lead acid batteries <sup>a</sup>	4.5 W	0.27 A	16.5 V	<b>Dimensions</b> 25.1 x 26.9 x 2.3 cm (9.9 x 10.6 x 0.9 in) <b>Weight</b> 0.9 kg (2 lb)
<b>SP10   10 W</b> Solar Panel Supports tropical to temperate latitudes 	<b>Length</b> 4.6 m (15 ft) <b>Termination</b> Pigtails that attach to the power supply, regulator, or battery base	CH100, CH200, or regulator built in the PS100, PS200, or CR3000	12 V Gel Cell or AGM lead acid batteries <sup>a</sup> such as the batteries used with the PS100, PS200, BP12, BP24, and CR3000	10 W	0.59 A	16.8 V	<b>Dimensions</b> 41.9 x 26.9 x 2.3 cm (16.5 x 10.6 x 0.9 in) <b>Weight</b> 2.1 kg (4.5 lb)
<b>SP10-PW   10 W</b> Solar Panel for PWENC Supports tropical to temperate latitudes 	<b>Length</b> 4.6 m (15 ft) <b>Termination</b> Connector for a prewired enclosure	CH100, CH200, or regulator built in the PS100, PS200, or CR3000	12 V Gel Cell or AGM lead acid batteries <sup>a</sup> such as the batteries used with the PS100, PS200, BP12, BP24, and CR3000	10 W	0.59 A	16.8 V	<b>Dimensions</b> 41.9 x 26.9 x 2.3 cm (16.5 x 10.6 x 0.9 in) <b>Weight</b> 2.1 kg (4.5 lb)
<b>SP10R<sup>®</sup>   10 W</b> Solar Panel with Onboard Regulator Supports tropical to temperate latitudes 	<b>Length</b> 6.1 m (20 ft) <b>Termination</b> Pigtails that attach to the battery	N/A (solar panel includes onboard regulator)	User-supplied flooded, 12 Vdc batteries such as deep-cycle marine or RV batteries	10 W	0.59 A	16.8 V	<b>Dimensions</b> 41.9 x 26.9 x 2.3 cm (16.5 x 10.6 x 0.9 in) <b>Weight</b> 3.0 kg (6.9 lb)
<b>SP10R-PW<sup>®</sup>   10 W</b> Solar Panel with Onboard Regulator for PWENC Supports tropical to temperate latitudes 	<b>Length</b> 6.1 m (20 ft) <b>Termination</b> Connector for a prewired enclosure	N/A (solar panel includes onboard regulator)	User-supplied flooded, 12 Vdc batteries such as deep-cycle marine or RV batteries	10 W	0.59 A	16.8 V	<b>Dimensions</b> 41.9 x 26.9 x 2.3 cm (16.5 x 10.6 x 0.9 in) <b>Weight</b> 3.0 kg (6.9 lb)

More info: 435.227.9000

[campbellsci.com/solar-panels](http://campbellsci.com/solar-panels)





## Ordering Information

### Temperature Probe for Harsh Environments

**110PV-L** Surface Mount Temperature Probe with user-specified cable length. Enter cable length (in feet) after the -L. Must choose a cable termination option (see below).

#### Cable Termination Options (choose one)

- PT** Cable terminates in stripped and tinned leads for direct connection to a datalogger's terminals.
- PW** Cable terminates in a connector for attachment to a prewired enclosure.
- CWS** Cable terminates in a connector for attachment to a CWS900-series interface. Connection to a CWS900-series interface allows this sensor to be used in a wireless sensor network.

### Common Accessory

**27015** Roll of Kapton tape for locations where the temperature may exceed 70°C.



The 110PV is mounted to the measurement surface via Kapton tape.

## Specifications

- › Measurement Range: -40° to +135°C
- › Survival Range: -50° to +140°C
- › Temperature Uncertainty

Temperature	Tolerance
-40°C to 70°C	±0.2°C
71° to 105°C	±0.5°C
106° to 135°C	±1°C

- › Time Constant in Air

Test	T
Still Air	252 seconds
Surface	25 seconds

- › Steinhart-Hart Linearization Equation Error (maximum): 0.0024°C at -40°C

- › Maximum Water Submersion Depth\*

Meters	Feet	PSI
15.24	50	21

- › Maximum Lead Length: 304.8 m (1000 ft)
- › Disk Diameter: 2.54 cm (1.0 in)
- › Overall Probe Length: 6.35 cm (2.5 in)
- › Overmolded Joint Dimensions

Width	Height	Length
1.12 cm (0.44 in)	1.47 cm (0.58 in)	5.72 cm (2.25 in)

- › Disk Material: Anodized Aluminum
- › Cable Jacket Material: Santoprene
- › Cable/Probe Connection Material: Santoprene
- › Weight: 90.7 g with 3.2 m cable (0.2 lb with 10.5 ft cable)

\*The 110PV's adhesive tab and the Kapton tape are not intended for submersion. Therefore, if the 110PV will be submerged, mount the sensor to the measurement surface using a user-supplied method that is compatible with submersion.



Campbell Scientific, Inc. | 815 W 1800 N | Logan, UT 84321-1784 | (435) 227-0000 | www.campbellsci.com  
USA | AUSTRALIA | BRAZIL | CANADA | CHINA | COSTA RICA | ENGLAND | FRANCE | GERMANY | SOUTH AFRICA | SPAIN

© 2010, 2013  
Campbell Scientific, Inc.  
July 22, 2013

### **5.2.5. Regulador de tensão**



Morningstar's advanced *SunLight* solar lighting controller combines the *SunSaver* design with a microcontroller for automatic lighting control functions.

***This technology provides:***

- Proven Reliability
- Precise Lighting Control
- PWM Battery Charging

***Operation:***

- Rotary digital switch to select among 10 lighting options (see back)
- Test button flashes red LED to confirm correct rotary switch selection
- Test button turns lights on for 5 minutes (in LVD limited to 3 times)
- LVD overrides lighting timer
- Sunrise overrides lighting timer
- Timer accuracy is within 2 seconds

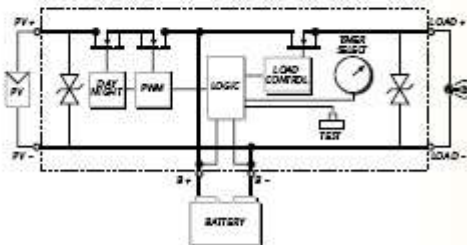
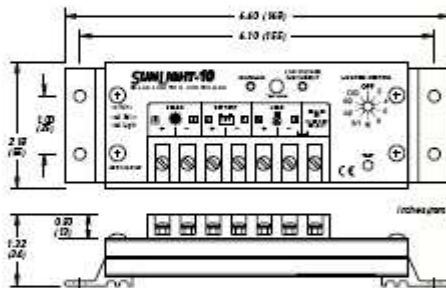
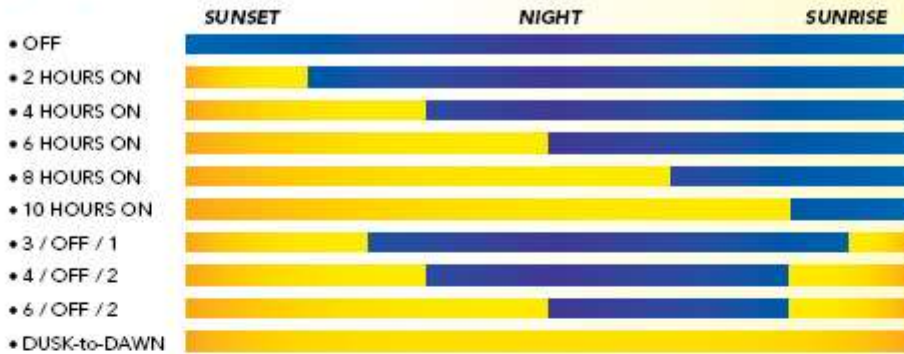
***Four Versions Available:***

- 12 Volt: 10 and 20 amp ratings
- 24 Volt: 10 and 20 amp ratings

***Features:***

- Microcontroller digital accuracy
- Fully automatic operation
- Ten field adjustable lighting control options
- Special on/off/on functions
- Manual test capability
- LVD override protection
- Detects day and night using the PV array
- Suitable for all 12/24 Vdc lamps
- Sealed/Flooded battery select
- Temperature compensation
- Parallel with a *SunSaver* for 40 amps solar
- Includes *SunSaver* battery charging circuit

### Lighting Control Options



### Mechanical Specifications

- Wire size #10 AWG (5.2 mm)
- Anodized aluminum case
- Marine rated terminals
- Epoxy encapsulated
- Weight is 9 oz (0.26 kg)

### Electrical Specifications

	12 Volt	24 Volt
Rated Solar Input	10/20 A	10/20 A
Rated Load	10/20 A	10/20 A
25% Current Overload	5 min.	5 min.
Regulation Voltage:		
Sealed Battery	14.1 V	28.2 V
Flooded Battery	14.4 V	28.8 V
Load Disconnect	11.7 V	23.4 V
LVD Reconnect	12.8 V	25.6 V
Temp. Comp. (mV/°C)	-27	-54
Self-consumption	8 mA	9 mA
Operating Temp.	-40 to +85°C	

**WARRANTY:** Five year warranty period. Contact Morningstar or your authorized distributor for complete terms.

**AUTHORIZED MORNINGSTAR DISTRIBUTOR:**



8 Pheasant Run  
Newtown, PA 18940 USA  
Tel: +1 215-321-4457 Fax: +1 215-321-4458  
E-mail: info@morningstarcorp.com  
Website: www.morningstarcorp.com

© 2017-2021 MORNINGSTAR CORPORATION PRINTED IN USA 20266-112



### 5.2.6. *Pireliômetro Kipp&Zonen CHP 1*



## **Pyrheliometers**

---

### **FOR UNATTENDED DIRECT NORMAL INCIDENCE SOLAR RADIATION MEASUREMENT**

Classical passive model with mV output, or Smart version with  
Enhanced performance by digital signal processing  
RS-485 serial data interface with Modbus® protocol  
0 to 1 V voltage output  
4 to 20 mA current output  
Extremely low power



## INTRODUCTION

Solar radiation is the driving force behind biological and geophysical processes in meteorology, climate and our environment. The sun irradiates the top of the earth's atmosphere at an average intensity of  $1367 \text{ W/m}^2$ . As the solar rays travel through our atmosphere they are absorbed and scattered. This results in different components of solar radiation reaching the earth's surface. The direct component travels in a straight beam from the sun, whilst a diffuse component comes from all directions, due to the atmospheric scattering process.

A pyrheliometer is an instrument designed specifically to measure the direct beam solar irradiance with a field of view limited to  $5^\circ$ , also known as DNI: direct normal incidence. This is achieved by the shape of the collimation tube, with precision apertures, and the detector design.

The front aperture is fitted with a quartz window to protect the instrument and to act as a filter that passes solar radiation between 200 nm and 4000 nm in wavelength. Pyrheliometers include a rain shield and integrated alignment aids.

---

## CHOICE OF PYRHELIOMETER

**CHP 1** Pyrheliometer is a pyrheliometer that offers reliability and durability without requiring any power. The detector is similar to that used in our highest level pyranometers CMP 21 and CMP 22, which minimizes the influence of ambient temperature fluctuations and provides a fast response time. Both Pt-100 and  $10 \text{ k}\Omega$  thermistor temperature sensors are fitted as standard, to allow use of the individual temperature response data supplied with each CHP 1. Thanks to the signal cable connector and screw-in desiccant cartridge the design is easy to install and maintain.

The specifications exceed ISO and WMO performance criteria for First Class Normal Incidence Pyrheliometers. Every CHP 1 is supplied with a calibration certificate traceable to the World Radiometric Reference.

**SHP1** Pyrheliometer is a combination of the CHP 1 design and sensor technology with our smart interface advantages that make the SHP1 the best commercially available pyrheliometer. Key features are digital signal processing and interfaces optimised for industrial data acquisition and control systems.

The smart interface not only provides versatile outputs, the response time is also improved. The integrated temperature sensor and digital polynomial functions provide individual correction for the temperature sensitivity of the detector from  $-40^\circ\text{C}$  to  $+70^\circ\text{C}$ . The standardised outputs make it easy to interchange instruments for recalibration. Thanks to the Modbus® protocol, a range of instrument status and configuration information is available, with user-selectable options.

The SHP1 pyrheliometer has extremely low power consumption so that internal heating does not affect the detector performance. It operates from a wide range of supply voltages, making the SHP1 ideal for power-critical applications. The SHP1 is supplied with a comprehensive, traceable, calibration certificate. The specifications exceed ISO and WMO performance criteria for First Class Normal Incidence Pyrheliometers.



Kipp & Zonen smart radiometers are individually addressable and can be linked together in a multi-drop configuration to a single RS-485 cable that can be hundreds of metres in length. This makes installation easier and saves on cable costs. The SHP 1 can be mounted on a Kipp & Zonen sun tracker and linked to smart pyranometers and pyrgeometers to make a complete digital solar monitoring station.



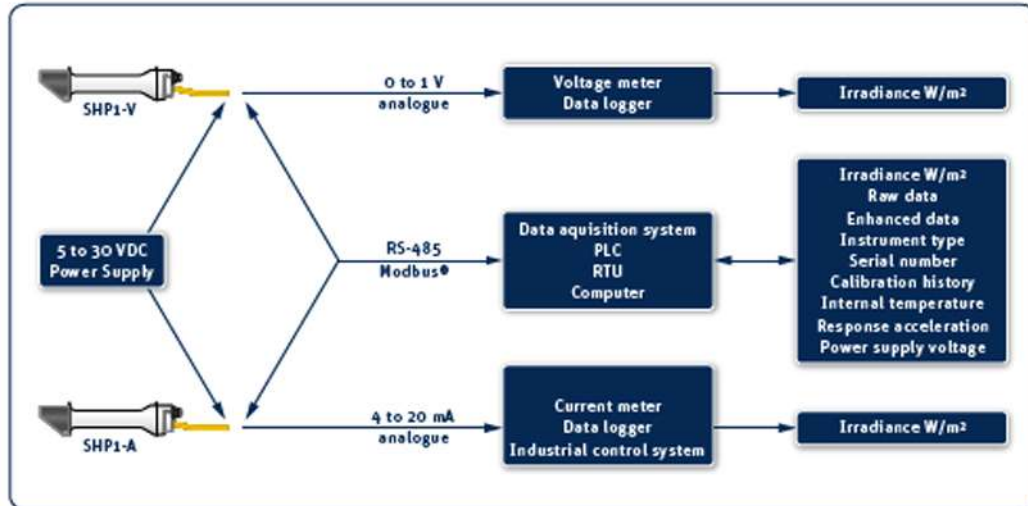
## INTERFACING

The CHP 1 has a maximum output of 25 mV output under atmospheric conditions and requires a data logger with an analogue input of at least 12 bits resolution over that range. The CHP 1 does not need a power supply.

The SHP1 is equipped with a smart interface. There are two versions, one has an analogue output of 0 to 1 V, the other of 4 to 20 mA. Both have a 2-wire RS-485 interface with Modbus® (RTU) protocol. All the outputs are protected against short-circuits, over-voltage and reversed polarity. SHP1 can operate from a power supply in the range from 5 to 30 VDC.

The analogue outputs allow easy connection to virtually any data logger without the need for sensitive mV inputs. Modbus® interfaces directly to RTU's, PLC's, SCADA systems, industrial networks and controllers.

Not only measurement data is available, the user can access the serial number, instrument settings, calibration history, status information, and more. A recalibrated instrument keeps the same analogue and digital measurement ranges, so saving time by eliminating re-scaling of data collection equipment.



## APPLICATIONS

CHP 1 is an all-weather pyrheliometer available for continuous measurements of direct solar radiation. It exceeds the specifications for high end solar radiation networks, such as the Baseline Surface Radiation Network (BSRN) of the World Climate Research Programme (WCRP). These networks require accurate and reliable long-term measurements for climate change investigations.

The SHP1 is particularly suited for use in renewable energy applications. Most solar energy data acquisition and control systems do not have low voltage signal inputs available. For research into photovoltaic systems and materials, accurate direct solar irradiance data is needed. When 'prospecting' for sites to locate solar farms, the incoming energy available throughout the year is a key part of the decision making process.

## BUILDING A SYSTEM

A pyrheliometer needs to be pointed at the sun at all times so that the solar disk always falls within the field of view of the instrument. Kipp & Zonen sun trackers provide a stable

mounting to keep the pyrheliometer pointing at the sun to accurately measure the direct solar radiation. More details can be found in our dedicated sun trackers brochure.

Please refer to our website [www.kippzonen.com](http://www.kippzonen.com) for more information on the above products and other accessories available.



Specifications	CHP 1	SHP1
ISO 9060:1990 CLASSIFICATION	First Class	First Class
Response time (63 %)	< 1.7 s	< 0.7 s
Response time (95 %)	< 5 s	< 2 s
Zero offsets due to temperature change (5 K/hr)	< 1 W/m <sup>2</sup>	< 1 W/m <sup>2</sup>
Non-stability (change/year)	< 0.5 %	< 0.5 %
Non-linearity (0 to 1000 W/m <sup>2</sup> )	< 0.2 %	< 0.2 %
Temperature dependence of sensitivity	< 0.5 % (-20 °C to +50 °C)	< 0.5 % (-30 °C to +60 °C)
Sensitivity	7 to 14 μV/W/m <sup>2</sup>	NA
<b>Other specifications</b>		
Analogue output	10 to 20 mV for 1400 W/m <sup>2</sup>	-V version: 0 to 1 V -A version: 4 to 20 mA
Analogue output range	0 to 4000 W/m <sup>2</sup>	-V version: -200 to 2000 W/m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup> -A version: 0 to 1600 W/m <sup>2</sup>
Digital output	NA	2-wire RS-485, Modbus® protocol
Operating temperature	-40 °C to +80 °C	-40 °C to +80 °C
Full viewing angle	5° ±0.2°	5° ±0.2°
Maximum irradiance	4000 W/m <sup>2</sup>	4000 W/m <sup>2</sup>
Humidity	0 to 100% RH	0 to 100% RH
Spectral range (50 % points)	200 to 4000 nm	200 to 4000 nm
Required sun tracker accuracy	< 0.5° from ideal	< 0.5° from ideal
Weight (excluding cable)	0.9 kg	0.9 kg
Slope angle	1° ±0.2°	1° ±0.2°
Temperature sensor	Both Pt-100 and 10k thermistor as standard <sup>(2)</sup>	Internal <sup>(3)</sup>
Supply voltage	NA	5 to 30 VDC
Power consumption (at 12 VDC)	NA	-V version: 55 mW -A version: 100 mW
Expected daily uncertainty	< 1 %	< 1 %
Documentation	Calibration certificate traceable to WRR, multi-language instruction sheet, manual on CD-ROM	
Recommended applications	High performance direct radiation monitoring for meteorological stations or concentrated solar energy applications	

<sup>(1)</sup> The analogue output range of SHP1 can be rescaled by the user to a maximum of -200 to 4000 W/m<sup>2</sup>

<sup>(2)</sup> Supplied with individual temperature dependence test data

<sup>(3)</sup> Output data individually temperature corrected for each SHP1 over -40 °C to +70 °C

Pyrometers have a standard cable length of 10 m. Optional cable lengths 25 m and 50 m

Note: The performance specifications quoted are worst-case and/or maximum values



## 5.2.7. Piranômetro Livre para medição de radiação global modelo CMP6

### CMP6, CMP11, CMP21

Kipp & Zonen Solar Radiation Sensors



The CMP6, CMP11, and CMP21 pyranometers\* measure solar radiation with a high-quality blackened thermopile protected by two glass domes. Their flat spectral sensitivity, from 285 to 2800 nm, makes them ideal for applications in natural sunlight, under plant canopies, in green houses or buildings, and inverted to measure reflected solar radiation. Typical uses include environmental monitoring, solar resource assessment, and solar power performance applications.\*\*

A desiccant-filled drying cartridge prevents dew from forming on the inner sides of the domes. Campbell Scientific also offers the CVF3 heater/ventilator that keeps the pyranometers' domes free from ice and dew.

These pyranometers produce a millivolt signal that is measured directly by a Campbell Scientific datalogger. Please note that the CMP6, CMP11, and CMP21 are not compatible with our CR200(X)-series dataloggers.

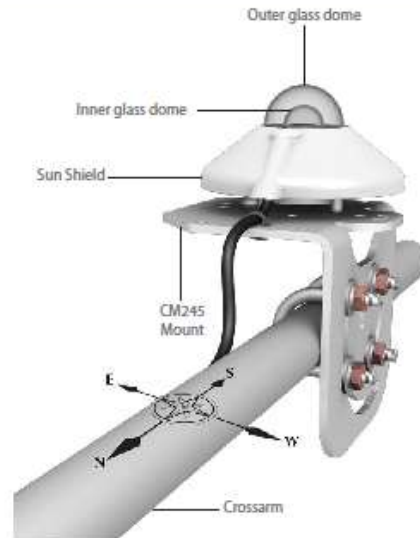
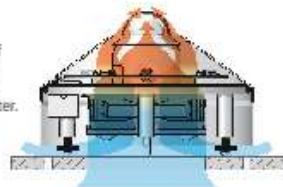
#### Models Description

Based on differences in accuracy and performance, the CMP6 has an ISO classification of *First Class*, and the CMP11 and CMP21 have an ISO classification of *Secondary Standard*. The CMP21 also includes an internal thermistor allowing individually optimized temperature compensation of the measurements.

#### Mounting

The pyranometers have a bubble level and two leveling feet, which allow them to be leveled without using a leveling base. They mount to a mast, crossarm, or pole (1.0-in. to 2.1-in. OD) via the CM245 or 27084 mounting stands. The CM245 Mounting Stand is for pyranometers without the heater/ventilator. The 27084 is for pyranometers using the heater/ventilator.

Transparent view of the CVF3 shows air drawn and heated over the pyranometer.



These pyranometers include a white sun shield that reduces the sensor's temperature. The bubble level is viewable while the sun shield is attached. The pyranometer is typically mounted and leveled horizontally.



Slots in the CM245 mount can be adjusted to any angle from horizontal to vertical.

\*The CMP3, CMP6, CMP11, and CMP21 are manufactured by Kipp & Zonen, and then cabled by Campbell Scientific.

\*\* Typically, these pyranometers are oriented perpendicular to the Earth's surface to measure global horizontal irradiance (GHI). Diffuse sky radiation can also be measured with the use of a shade mechanism (contact Campbell Scientific for more information).

## Ordering Information

### Solar Radiation Sensors

The pyranometers have user-specified cable lengths; enter the length, in feet, after the -L. A cable termination option must be chosen for the pyranometers (see below).

- CMP6-L** Kipp & Zonen pyranometer with an ISO-classification of First Class.
- CMP11-L** Kipp & Zonen pyranometer with an ISO-classification of Secondary Standard.
- CMP21-L** Kipp & Zonen pyranometer with an internal thermistor and an ISO-classification of Secondary Standard.

### Cable Termination Options (choose one)

- PT** Cable terminates in stripped and tinned leads for direct connection to a datalogger's terminals.
- PW** Cable terminates in connector for attachment to a prewired enclosure.
- CWS** CMP6/CMP11 cable terminates in a connector for attachment to a CWS900 interface, which allows the CMP6 or CMP11 to be used in a wireless sensor network. This option is not available for the CMP21.

### Optional Heater/Ventilation Unit

- CVF3-L** Heater/Ventilator for CMP6, CMP11, or CMP21. Enter cable length, in feet, after the -L. Must choose a cable termination option (see below).

### Cable Termination Options (choose one)

- PT** Cable terminates in stripped and tinned leads for direct connection to a datalogger's terminals.
- PW** Cable terminates in connector for attachment to a prewired enclosure.

### Mounts/Replacement Parts

- CM245** Mounting Stand for attaching a CMP-series pyranometer to a mast or to crossarm.
- 27084** CVF4 Mounting Stand that attaches a CMP6, CMP11, or CMP21 housed in a CVF4 to a mast or to crossarm.
- 27052** Replacement desiccant used in the drying cartridge. Replace when desiccant changes color from orange to clear. Desiccant has limited shelf life.
- 27055** Replacement filters for the CVF4 Heater/Ventilator.

## Specifications

### ISO Classification

CMP6:	First Class
CMP11, CMP21:	Secondary Standard

### Spectral Range:

285 to 2800 nm

### Sensitivity

CMP6:	5 to 20 $\mu\text{V/W}^1 \text{m}^2$
CMP11, CMP21:	7 to 14 $\mu\text{V/W}^1 \text{m}^2$

### Temperature Dependence of Sensitivity

CMP6:	$\pm 4\%$ ( $-10^\circ$ to $+40^\circ\text{C}$ )
CMP11:	$< 1\%$ ( $-10^\circ$ to $+40^\circ\text{C}$ )
CMP21:	$< 1\%$ ( $-20^\circ$ to $+50^\circ\text{C}$ )

### Response Time (95% of final value)

CMP6:	$< 18$ s
CMP11, CMP21:	$< 5$ s

### Zero Offset Due To Thermal Radiation (200 W/m<sup>2</sup>)

CMP6:	$< 15$ W/m <sup>2</sup>
CMP11, CMP21:	$< 7$ W/m <sup>2</sup>

### Non-Stability (change/year)

CMP6:	$< 1\%$
CMP11, CMP21:	$< 0.5\%$

### Non-Linearity (0 to 1000 W/m<sup>2</sup>)

CMP6:	$< 1\%$
CMP11, CMP21:	$< 0.2\%$

### Directional Error (up to 80° with 1000 W/m<sup>2</sup> beam)

CMP6:	$< 20$ W/m <sup>2</sup>
CMP11, CMP21:	$< 10$ W/m <sup>2</sup>

### Tilt Error

CMP6:	$< 1\%$
CMP11, CMP21:	$< 0.2\%$

### Level Accuracy:

0.1°

### Impedance

CMP6:	20 to 200 $\Omega$
CMP11, CMP21:	10 to 100 $\Omega$

### Operating Temperature:

$-40^\circ$  to  $+80^\circ\text{C}$

### Typical Signal Output for Atmospheric Applications

CMP6:	0 to 20 mV
CMP11, CMP21:	0 to 15 mV

### Maximum Irradiance

CMP6:	2000 W/m <sup>2</sup>
CMP11, CMP21:	4000 W/m <sup>2</sup>

### Expected Daily Uncertainty

CMP6:	$< 5\%$
CMP11, CMP21:	$< 2\%$

### Dimensions

Width with Shield:	5.9 in. (15 cm)
Height:	3.64 in. (9.25 cm)
Dome Diameter:	2 in. (5 cm)

### Weight with 33 ft cable:

2 lb (0.9 kg)

### CVF3 Heater/Ventilator

**Power Supply:** 12 Vdc, 1.3 A (with 10 W Heater)

**Operating Temperature:**  $-40^\circ$  to  $+70^\circ\text{C}$

**Ventilation Power:** 5 W continuously

**Heating Power:** 5 W or 10 W

**Heater Induced Offset:**  $< 1$  W/m<sup>2</sup> (with CMP11)

**Weight without cable:** 3.5 lb (1.6 kg)

### Dimensions

Height:	5.1 in. (12.9 cm)
Diameter:	8.8 in. (22.4 cm)



Campbell Scientific, Inc. | 815 W 1800 N | Logan, Utah 84321-1784 | (435) 753-2342 | www.campbellsci.com  
 USA | AUSTRALIA | BRAZIL | CANADA | COSTA RICA | ENGLAND | FRANCE | GERMANY | SOUTH AFRICA | SPAIN

Copyright © 2011  
 Campbell Scientific, Inc.  
 Printed April 2011

## 5.2.8. IV - Medidor de pressão barométrica $\pm 0,03$ hPa (a 20°C



# Barometric Pressure Sensor

## Model CS106

The CS106 Barometer uses Vaisala's BAROCAP silicon capacitive sensor to measure barometric pressure over a 500 to 1100 millibar range. The CS106 outputs a linear signal of 0 to 2.5 Vdc, allowing it to be directly connected to Campbell Scientific dataloggers. The CS106 is compatible with all of our contemporary dataloggers and many of our retired dataloggers (e.g., CR510, CR10(X), CR23X).

An integral circuit switches 12 Volts from the datalogger to the barometer only during measurement, thereby reducing power requirements. Sensor warm-up and measurement time is one second minimum.

### Construction and Mounting

The CS106 is encased in a plastic shell (ABS/PC blend) fitted with an intake valve for pressure equilibration. It includes a 2.5 foot cable and terminal strips for datalogger power and signal connections. The barometer should be housed in an environmental enclosure (ENC12/14 or larger).



### Manufacturer's Specifications

- Total Accuracy<sup>1</sup>:  $\pm 0.3$  mb @ +20°C  
 $\pm 0.6$  mb @ 0° to 40°C  
 $\pm 1.0$  mb @ -20° to +45°C  
 $\pm 1.5$  mb @ -40° to +60°C
- Linearity:  $\pm 0.25$  mb
- Hysteresis:  $\pm 0.03$  mb
- Repeatability:  $\pm 0.03$  mb
- Calibration Uncertainty:  $\pm 0.15$  mb
- Long-Term Stability:  $\pm 0.1$  mb per year
- Operating Temperature: -40° to +60°C
- Dimensions: 2.7" x 3.8" x 1.1"  
(6.8 cm x 9.7 cm x 2.8 cm)
- Weight: 3.2 oz (90 g)
- Supply Voltage: 10 to 30 Vdc
- Current Consumption: <4 mA (active)  
<1  $\mu$ A (quiescent)
- Settling Time: 1 s to reach full accuracy after power-up
- Response Time: 500 ms to reach full accuracy after a pressure step

<sup>1</sup>The root sum squared (RSS) of end point non-linearity, hysteresis, repeatability, and calibration uncertainty.



815 W. 1800 N. | Logan, Utah 84301-1784 | USA | phone (435) 789-2342 | [www.campbellsci.com](http://www.campbellsci.com)  
Australia | Brazil | Canada | England | France | Germany | South Africa | Spain | USA (toll-free)

Copyright © 2007  
Campbell Scientific, Inc.  
Printed July 2007



5.2.9. **Pluviômetro TB4MM**

# TB4, TB4MM, & CS700

Hydrological Services Tipping Bucket Rain Gages



The TB4, TB4MM, and CS700 tipping bucket rain gages are manufactured by Hydrological Services. Both the TB4 and CS700 measure in 0.01-inch increments; the TB4MM measures in 0.2-mm increments. These rain gages funnel rain into a mechanism that tips when filled to the calibrated level. Each tip is marked by a dual reed switch closure that is recorded by a Campbell Scientific datalogger pulse count channel. After measurement, the water drains through two orifices (accepts 12 mm tubing) in the base, allowing the measured water to be collected in a separate container.

The TB4, TB4MM, and CS700 tipping buckets are ideal for locations where intense rainfall events may occur. They include a siphoning mechanism that allows the rain to flow at a steady rate regardless of rainfall intensity. The siphon reduces typical rain bucket errors and produces accurate measurements over a range of 0" to 19.69" per hour (50 cm per hour).

### Mounting

The base of the gage is supported by three legs. A CM240 Leveling Base and Mount or a user-supplied baseplate with leveling capability is recommended. The CM240 may be attached to a CM300-series mounting pole, or to a user-supplied 1.5 IPS (1.9" OD, unthreaded) pipe. A concrete pad is recommended.

### Wind Screen

Campbell Scientific offers the 260-953 Wind Screen to help minimize the affect of wind on the rain measurements. This wind screen consists of 32 leaves that hang freely and swing as the wind moves past them.

### Ordering Information

#### Tipping Bucket Raingages

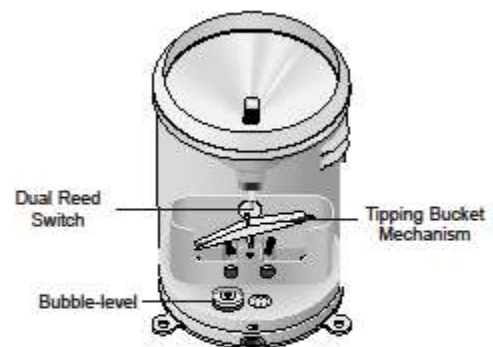
Model	Description
	Recommended lead length is 25 feet, but many customers will order a 50-ft cable to place the gage away from the tower or tripod.
TB4-L	0.01" tips; thermoplastic base; user-specified lead length. Enter lead length (in feet) after L.
TB4MM-L	0.2 mm tips; thermoplastic base; user-specified lead length. Enter lead length (in feet) after L.
CS700-L	0.01" tips; aluminum base; user-specified lead length. Enter lead length (in feet) after L.



Both the TB4 and TB4MM have a UV-stabilized plastic base.



The CS700 has a powder-coated aluminum base.



Transparent view of CS700 shows tipping bucket mechanism

## Ordering Information Continued

### Common Accessories

Model	Description
CM240	Leveling Base and Mount for CS700, TB4, or TB4MM
260-953	Novalynx Alter-type Rain Gage Wind Screen, 36 inch legs



The CM240 Leveling Base and Mount helps level the tipping bucket rain gauge—ensuring more accurate measurements.

### Mounting Poles and Pedestal Options

Model	Description
CM300	23" Mounting Pole with Cap
CM305	47" Mounting Pole with Cap
CM310	56" Mounting Pole with Cap
Pedestal Options for Mounting Poles	
-NP	No Pedestal Base
-PJ	CM340 Pedestal J-Bolt Kit
-PS	CM350 Pedestal Short Legs (23" legs)
-PL	CM355 Pedestal Long Legs (39" legs)

## Specifications

Sensor: Tipping bucket with siphon

Orifice Diameter: 7.9" (20 cm)

Drain Tube Diameter:

Both filters accept 12 mm ID tubing

Accuracy: better than  $\pm 2\%$  @ 19.7" hr<sup>-1</sup>  
(25 to 500 mm hr<sup>-1</sup>)

Resolution

TB4: 0.01" (0.254 mm)

TB4MM: 0.008" (0.2 mm)

CS700: 0.01" (0.254 mm)

Measurement Range

TB4/TB4MM: 0 to 19.7" hr<sup>-1</sup> (0 to 500 mm hr<sup>-1</sup>)

CS700: 0 to 27.6" hr<sup>-1</sup> (0 to 700 mm hr<sup>-1</sup>)

Temperature Range: 0° to 70°C

Humidity Range: 0 to 100%

Weight with 25-ft signal cable (two-conductor shielded)

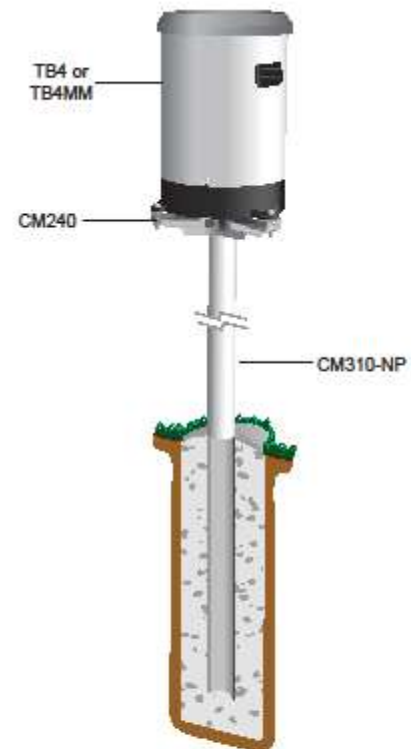
TB4/TB4MM: 4.4 lbs (2 kg)

CS700: 7.4 lbs (3.3 kg)

Height

TB4/TB4MM: 13" (33 cm)

CS700: 13.5" (34.2 cm)




A TB4 or TB4MM is mounted onto a CM310 pole via the CM240 mount. The CM310 pole is embedded directly in a concrete pad (-NP no pedestal base option).



815 W. 1800 N. | Logan, Utah | 84321-1784 | USA | (435) 753-2342 | www.campbellsci.com  
Australia | Brazil | Canada | England | France | Germany | South Africa | Spain | USA [headquarters]


Copyright © 1995, 2000  
Campbell Scientific, Inc.  
Printed January 2000

## 5.2.10. Haste de suporte do pluviômetro



**CAMPBELL  
SCIENTIFIC**  
WHEN MEASUREMENTS MATTER

**COMPONENTS**



**CM300, CM305, and CM310**  
*Mounting Poles and Pedestal Kits*


---

### Overview

Campbell Scientific offers the CM300-series mounting poles for supporting sensors, enclosures, or other instrumentation. They are an ideal mount for remote sensors such as a tipping bucket raingage or net radiometer. These mounting poles can be embedded directly into a concrete foundation (see illustration at top right) or used with a pedestal kit.

Individual models differ in their length:

CM300	CM305	CM310
58 cm (23 in)	119 cm (47 in)	142 cm (56 in)



CM310  
142 cm (56 in)  
mounting pole

Concrete Foundation

This cut away view shows a 142 cm (56 in) mounting pole placed directly in a concrete foundation. Order a CM310-NP to get a 142 cm (56 in) pole without a pedestal kit.

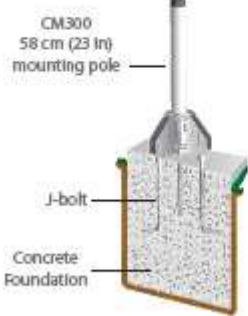
---

### Pedestal Kits

Three pedestal kits are offered as options for the mounting poles. Alternatively, the pedestal kits may be purchased separately to support a user-supplied 1.5 in. IPS pole.

#### J-Bolt Kit

The J-Bolt Kit is for permanent installations. With this kit, customers can more easily control the pole's placement—ensuring that the pole remains in a vertical position. J-bolts are installed in a concrete foundation using the template provided with the kit. Leveling nuts allow adjustment of the pole's position. The illustration at center right shows a CM300 mounting pole fastened to a concrete foundation via the J-bolt kit.



CM300  
58 cm (23 in)  
mounting pole

J-bolt

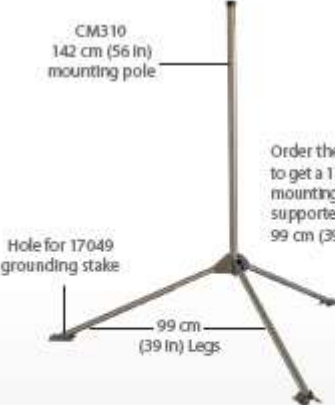
Concrete Foundation

A cut away view shows a 58 cm (23 in) pole attached to a concrete foundation via J-bolts. Order a CM300-PJ to get a 58 cm (23 in) pole with the J-bolt pedestal kit.

---

#### Short Leg Kit

This pedestal kit is adequate for many temporary installations and for many situations where it is impractical to use a concrete foundation. The short leg kit includes three 58 cm (23 in) legs, three metal feet, and a pedestal base. The feet can be secured to the ground by using three 17049 Grounding Spikes (purchased separately).



CM310  
142 cm (56 in)  
mounting pole


Hole for 17049  
grounding stake

99 cm  
(39 in) Legs

Order the CM310-PL to get a 142 cm (56 in) mounting pole that is supported with three 99 cm (39 in) legs.

---

questions & quotes: 435.227.9000  
[www.campbellsci.com/cm300](http://www.campbellsci.com/cm300)



## Ordering Information

### Mounting Poles

Choose a pedestal option for the mounting pole.

- CM300** 58 cm (23 in) Mounting Pole with Cap  
**CM305** 119 cm (47 in) Mounting Pole with Cap  
**CM310** 142 cm (56 in) Mounting Pole with Cap

### Pedestal Options (choose one)

- NP** No Pedestal Base. Select this if you are embedding the pole directly in a concrete foundation or supplying your own method for supporting the pole.
- PJ** J-Bolt Pedestal Kit that provides leveling capability for permanent installations.
- PS** Short Leg Kit that includes three 58 cm (23 in) legs. Feet can be secured to the ground via the 17049 Grounding Spikes.
- PL** Long Leg Kit that includes three 99 cm (39 in) legs. Feet can be secured to the ground via the 17049 Grounding Spikes.

### Pedestal Kits for User-Supplied 1.5 in. IPS Poles

- CM340** J-Bolt Pedestal Kit that provides leveling capability for permanent installations.
- CM350** Short Leg Kit that includes three 58 cm (23 in) legs. Feet can be secured to the ground via the 17049 Grounding Spikes.
- CM355** Long Leg Kit that includes three 99 cm (39 in) legs. Feet can be secured to the ground via the 17049 Grounding Spikes.

### Accessories

- 17049** Grounding Spike for securing one foot of the Short Leg Kit or Long Leg Kit. Three required.
- 19238** Grounding Kit used to protect the equipment by providing an earth ground.



## Specifications

### CM300-series Mounting Poles

- Material: Stainless Steel
- Pipe Size: 1.5 in. IPS
- Outer Diameter: 4.8 cm (1.9 in)

	CM300	CM305	CM310
<b>Length</b>	58 cm (23 in)	119 cm (47 in)	142 cm (56 in)
<b>Weight</b>	3.2 kg (7 lb)	6.4 kg (14 lb)	7.7 kg (17 lb)

### J-Bolt Kit

- Material: Stainless Steel
- Size: 1/2-13 in. by 12 in.

### Short Leg Pedestal Kit

- Pipe Size: 1.5 in. IPS
- Outer Diameter: 4.8 cm (1.9 in)
- Leg Length: 58 cm (23 in)
- Pedestal Height and Base Radius:

Hole Position	Pedestal Height	Radius
Top	8 cm (3 in)	69 cm (27 in)
Middle	20 cm (8 in)	64 cm (25 in)
Bottom	33 cm (13 in)	56 cm (22 in)

### Long Leg Pedestal Kit

- Pipe Size: 1.5 in. IPS
- Outer Diameter: 4.8 cm (1.9 in)
- Leg Length: 99 cm (39 in)
- Pedestal Height and Base Radius:

Hole Position	Pedestal Height	Radius
Top	13 cm (5 in)	109 cm (43 in)
Middle	38 cm (15 in)	102 cm (40 in)
Bottom	58 cm (23 in)	86 cm (34 in)



### 5.2.11. Sensor de temperatura e umidade



**CAMPBELL SCIENTIFIC**  
WHEN MEASUREMENTS MATTER

**COMPONENT CATEGORY**



**AIR TEMPERATURE & RELATIVE HUMIDITY**  
*Typically capacitive RH chips and PRTs*






*Rugged, Reliable, and Ready for any Application*



Air temperature and relative humidity probes typically consist of two separate sensors packaged in the same housing. Often relative humidity is measured with a capacitive RH chip, while air temperature is measured by a PRT. The HMP155A, HC253 or CS215 is recommended

In humid areas or applications in which accurate measurements of RH (especially above the 90% RH level) are important. Solar radiation shields are required for most applications, where the probes are exposed to sunlight.

#### MAJOR SPECIFICATIONS

	Sensor	Measurement Range	Accuracy	Field Replaceable Chip or Recalibrate
<p><b>CS215</b>   SDI-12 Output Competitively priced, general purpose temperature and RH sensor</p> 	Sensiron SHT75	<u>Relative Humidity</u> 0 to 100% RH  <u>Temperature</u> -40° to +70°C	<u>Relative Humidity (at 25°C)</u> ±2% to ±4%, depending on RH  <u>Temperature</u> ±0.3°C at 25°C; ±0.4°C (+5° to +40°C); ±0.9°C (-40° to +70°C)	field replaceable chip
<p><b>HMP60</b>   Accurate, Rugged Ideal for long-term, unattended applications</p> 	<u>Relative Humidity</u> Vaisala's INTERCAP capacitive chip  <u>Temperature</u> PT100 RTD	<u>Relative Humidity</u> 0 to 100% RH  <u>Temperature</u> -40° to +60°C	<u>Relative Humidity</u> ±3% to ±7% depending on RH  <u>Temperature</u> ±0.6°C	field replaceable chip (RH only)
<p><b>HC253</b>   Accurate and Rugged Superior performance and reliability</p> 	<u>Relative Humidity</u> ROTRONIC® Hygromer IN-1  <u>Temperature</u> PT100 RTD	<u>Relative Humidity</u> 0 to 100% RH  <u>Temperature</u> -40° to +60°C	<u>Relative Humidity</u> ±0.8% RH with standard configuration settings  <u>Temperature</u> ±0.1°C with standard configuration settings	recalibrate
<p><b>HMP155A</b>   Accurate, Wide Temperature Range Higher end sensor where higher accuracy is required</p> 	<u>Relative Humidity</u> HUMICAP® 180R  <u>Temperature</u> PT100 RTD	<u>Relative Humidity</u> 0.8 to 100% RH  <u>Temperature</u> -80° to +60°C	<u>Relative Humidity</u> ±1% to ±1.7% depending on RH  <u>Temperature</u> ±(0.055 - 0.0057 x temperature)°C	recalibrate
<p><b>083E</b> Commonly used with the WMS100 for wind-farm power performance measurements</p> 	<u>Relative Humidity</u> Thin film polymer capacitor  <u>Temperature</u> Thermistor (precision multi-element)	<u>Relative Humidity</u> 0 to 100% RH  <u>Temperature</u> -50° to +50°C	<u>Relative Humidity</u> ±2.0%  <u>Temperature</u> ±0.10°C (0.18°C)	recalibrate

