
UV - BIOMETER

Manual del usuario

MOD. 501

Solar Light Co. Inc. Philadelphia. USA

Copyright 2006, All rights reserved

MANUAL DEL USUARIO

- INSTALACION
- OPERACION
- MANTENIMIENTO

CET, S.L.
Puerto de Canencia, 26
E- 28220 - Majadahonda

Tel. 91 639 13 29
Fax. 91 639 54 93

E mail cetsl@jet.es

CONTENIDO

	PAGINA
1.- INTRODUCCION.....	3
1.1.- SOBRE ESTE MANUAL.....	3
1.2.- UV-BIOMETER. CARACTERISITCAS GENERALES	4
1.3.- UV-BIOMETER. ESPECIFICACIONES TECNICAS	5
1.4.- UV-BIOMETER. DIMENSIONES.....	6
2.- INSTALACION.....	7
2.1.- PROCESO DE INSTALACION	7
2.2.- CONEXIÓN DEL BIOMETER AL ALMACENADOR DE DATOS.....	8
3.- MANTENIMIENTO	13
3.1.- MANTENIMIENTO RUTINARIO	13
3.2.- AVERIAS	14
4.- INTERPRETACION DE DATOS Y CALIBRACION.....	17
5.- PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO	19
APENDICE - INTERFACE ELECTRICA	20
FIG. 1.- Respuesta espectral.....	21
FIG. 2.- Respuesta angular.....	22
FIG. 3.- Sección transversal	23
FIG. 4.- Base para la instalación	24
FIG. 5.- Conexionado típico	25
FIG. 6.- Estimación de errores de medida	26
FIG. 7.- Espectro de Acción Eritemática	27

1.- INTRODUCCION

El modelo 501, UV-BIOMETER, es la continuación de la línea de los medidores RB que han sido empleados en todas las redes mundiales de control de la radiación UV-B desde hace varias decenas de años.

El BIOMETER ha sido diseñado por D. Berger y M. Morys, basándose en la experiencia obtenida durante el diseño del radiómetro Robertson-Berger, RB, y en las investigaciones centradas en la dependencia de la temperatura del sensor RB y su estabilización. (Blumenthaler, Ambach, Morys, Slomka 1989)

1.1.- SOBRE ESTE MANUAL

Este manual ha sido diseñado para cubrir las necesidades de los más variados usuarios, por consiguiente, puede leerlo completamente o sólo aquellas partes que estime conveniente.

Contiene las siguientes secciones:

- Introducción
- Instalación
- Mantenimiento
- Calibración
- Principios de funcionamiento
- Apéndices

Estas secciones agrupan de manera lógica, toda la información necesaria para obtener el máximo rendimiento del BIOMETER 501.

En ellas se cubren todos los aspectos relativos a la utilización del equipo, empezando por el proceso básico de instalación y finalizando con algunos ejemplos de cálculos e interpretación de los valores medidos.

Las frases remarcadas con el símbolo ➤ y en negrita hacen referencia a avisos, ayudas y otras informaciones importantes que pueden resultar del mayor interés para una mejor utilización del BIOMETER.

1.2.- UV-BIOMETER. CARACTERISTICAS GENERALES

- **Detector compacto y ligero**
- **Respuesta espectral muy próxima al espectro eritemático y otros espectros de acción**
- **Estabilización de la temperatura del sensor de fósforo**
- **Salida analógica de la señal de UV y de la temperatura del sensor**
- **Posibilidad de operar con baterías**

1.3.- UV-BIOMETER. ESPECIFICACIONES TECNICAS

- ◆ Respuesta espectral _____ 250/380 nm
(figura 1)
- ◆ Respuesta angular _____ Sigue la ley del coseno
(figura 2)
- ◆ Rango de medida _____ 0 ... 10 MED/HR
- ◆ Resolución _____ Mayor de 0,01 MED/HR
- ◆ Exactitud _____ Dentro de $\pm 5\%$ para medida diaria total

- ◆ Salida analógica de UV _____ 0 ... + 2,5 Volts. Max. 0,5 mA.
Sensibilidad aprox. 0,25 Vol / (MED/HR)
- ◆ Salida analógica de temperatura _____ -2,5 ... + 2,5 Volts. Max. 0,5 mA
Sensibilidad 20 mV/°C.
1 Volt = 25°C.
- ◆ Requisitos de Alimentación _____ 5,5 ...25V/5 mA para circuitos electrónicos de señales
11...15V/1A para estabilización de temperatura
- ◆ Capacidad operativa _____ Instalación a la intemperie
- ◆ Temperatura ambiental _____ - 40 °C ... +50°C
- ◆ Temperatura de Almacenamiento _____ - 40°C ... + 70°C
- ◆ Rango de medida del sensor de temperatura _____ - 50°C ...+100°C
- ◆ Variación termal del cero (respecto a la temperatura ambiente) _____ $<5 \cdot 10^{\exp(-5)} \text{ (MED/HR) / } ^\circ\text{C}$

Sistema de estabilización de la temperatura del sensor de fósforo

- ◆ Diferencial máximo de temperatura
Calentamiento respecto ambiente 65 °C
Enfriamiento respecto ambiente..... 25°C
- ◆ Temperatura nominal
del sensor _____ 25°C
- ◆ Exactitud de la
estabilización _____ $\pm 1^\circ\text{C}$
- ◆ Tiempo de estabilización
de temperatura _____ < 10 min @ 20°C
- ◆ Longitud del cable _____ 15m suministro estándar.
Si se opera con mayor longitud,
debe tenerse en cuenta la caída de
tensión de alimentación del
controlador de temperatura.

1.4.- UV-BIOMETER. DIMENSIONES

- ◆ Diámetro __ 15 cm
- ◆ Altura ____ 13 cm
- ◆ Peso _____ 0.9 kg

(figura 3)

2.- INSTALACION

Una instalación apropiada del detector y una correcta conexión al almacenador de datos aseguran una medida precisa de la radiación UV-B.

2.1.- PROCESO DE INSTALACION

Para obtener medidas correctas, deben tenerse en cuenta los siguientes criterios al elegir el emplazamiento del detector:

- **Desde el emplazamiento debe ser visible la mayor porción posible de firmamento. La radiación difusa contribuye significativamente al total de radiación UV-B.**
- **El polvo o humo pueden suponer un cambio significativo de la cantidad de radiación que llega al detector.**
- **No se debe colocar el detector en lugares donde se puedan producir acumulaciones de nieve o agua.**
- **Si se emplaza el detector en un lugar donde se encuentren otros equipos que necesiten visitas frecuentes, las medidas pueden resultar falseadas por el bloqueo de la radiación ocasionado por el personal de servicio.**
- **Si el detector se instala en lo alto de un edificio o en zonas donde sean frecuentes las tormentas debe preverse la instalación de un pararrayos dentro de un radio de 2 a 4 m del detector.**

Se suministra una base para la instalación del detector en su emplazamiento. Esta base está construida por dos placas, de modo que permite el nivelado del detector una vez que esté montado. **(fig. 4)**

La base se instala en el emplazamiento mediante tornillos que fijan la placa inferior. Se insertan entonces las patas del detector en los tres orificios que existen en la placa superior. Se hace rotar el detector en la placa superior y se introducen sus patas en la parte más estrecha de los orificios, con lo que quedan fijadas las patas. . Una palanca permite el bloqueo de ambas placas y la sujeción total del detector.

Una vez montado el detector, se nivela mediante rotación de las patas según la referencia del nivel de burbuja que lleva en la carcasa.

A continuación, se realiza el conexionado introduciendo firmemente el conector, protegiendo el conjunto con el capuchón de goma y tendiendo el cable hasta la fuente de alimentación y el almacenador de datos. El cable debe ser protegido contra posibles daños accidentales mediante los anclajes y sujeciones apropiados.

2.2.- CONEXIÓN DEL BIOMETER AL ALMACENADOR DE DATOS

La conexión típica del BIOMETER al almacenador de datos se muestra en la **figura 5**. Se pueden apreciar la numeración de las patitas del conector y los colores de los cables suministrados.

Se recomienda la utilización de entradas diferenciales de modo que se elimine la posibilidad de retroalimentaciones de tierra y ruidos

del sistema de alimentación, y conseguir así el máximo rendimiento.

Una descripción más detallada de la "interface" del detector se muestra en el **APENDICE**.

➤ **SEÑAL DE UV**

La señal de UV debe conectarse a una entrada configurada para 0 ... + 2,5 volts. La sensibilidad del detector calibrado es aproximadamente de 0,25 Volts/(MED/HR). La sensibilidad del detector se ajusta a 0,25 Volts/(MED/HR) durante la calibración inicial del detector. Se recomienda no cambiar las especificaciones iniciales en sucesivas calibraciones, sino, en su lugar, calcular la nueva sensibilidad. Este nuevo valor se reflejará en cada certificado de calibración y no tendrá una variación mayor del 20% de su valor nominal durante 10 años. De este modo, el registro de la sensibilidad del equipo servirá de indicador de funcionamiento y estabilidad. El coeficiente de sensibilidad se introducirá directamente en el almacenador de datos para convertir la señal analógica de voltaje en señal eritemática en MED/HR.

➤ **SEÑAL DE TEMPERATURA**

La señal de temperatura puede ser negativa cuando la temperatura del sensor baja de -25°C. Si se espera una temperatura similar, la señal debe ser acoplada a una entrada configurada para tensiones entre -2,5 Volts ... + 2,5 Volts.

La temperatura del sensor está calibrada a 25°C y la señal de salida para esta temperatura es +1 Volt.

La sensibilidad es de 20 mV/°C y por tanto la temperatura se calcula según la fórmula

$$T = 50 * V_{TEMP} - 25 [^{\circ}C]$$

donde V_{TEMP} es la salida en voltios de la temperatura.

➤ **CORRECCION POR TEMPERATURA**

El sensor de UV tiene un coeficiente de temperatura de aproximadamente 1%/°C, que varía con el espectro de la radiación medida. Para una columna de ozono de entre 2,7 y 3,3 mm y un ángulo cenital de 0° a 70°, el coeficiente puede variar entre 0,9 y 1,4% / °C. El valor más elevado se tiene con sol bajo. Al estabilizar la temperatura del sensor a un valor constante de 25°C, el efecto de la temperatura se elimina y se mejora así la estabilidad a largo plazo y la vida operativa del sensor.

En aquellos casos en que no sea posible disponer de alimentación eléctrica para el estabilizador de temperatura, se puede utilizar un algoritmo para la compensación de temperatura.

Al aplicar una corrección termométrica de 1% / °C, la mayor parte de la dosis diaria será medida con el efecto de temperatura prácticamente eliminado. La corrección termométrica puede calcularse según la siguiente fórmula:

$$SUV(cor) = \frac{SUV(med)}{1 + [T(det) - 25] * 0.01}$$

Donde SUV(med) es la medida de UV proporcionada por el detector y T(det) la temperatura actual del sensor en °C. Si es posible, el algoritmo puede instalarse en el almacenador de datos para obtener los resultados corregidos antes de efectuar las integraciones de las dosis. Otra alternativa consiste en calcular una

temperatura media para el periodo de integración y corregir entonces la dosis calculada. No obstante, pueden aparecer ligeras pérdidas de exactitud cuando ocurren al mismo tiempo cambios rápidos de temperatura y de UV durante el periodo de integración.

La corrección por temperatura puede también usarse para compensar las pequeñas variaciones de la temperatura del sensor y complementar la estabilización cuando la temperatura ambiente está por debajo o por encima de las posibilidades de calentamiento/enfriamiento del controlador.

➤ **ALIMENTACION ELECTRICA**

El controlador de temperatura puede absorber un pico de corriente de 1 A y por ello la fuente de alimentación debe poder cumplir ese requisito. El consumo medio depende de la temperatura ambiental y de la insolación y es normalmente una fracción del valor de pico.

Para conseguir un ahorro energético puede desconectarse la fuente de alimentación del controlador durante la noche. Para esto se puede utilizar un relé mecánico o de estado sólido controlado por el almacenador de datos. Para determinar el momento de la desconexión puede utilizarse un reloj horario o incluso la misma medida de UV. Sin embargo, si el consumo no representa un problema se recomienda mantener conectado el controlador de temperatura y dejar la temperatura del sensor constante en todo tiempo.

El controlador de temperatura está aislado eléctricamente de los circuitos electrónicos de señales en el interior del equipo. Si se conecta correctamente el sistema de cableado eléctrico se eliminarán las posibilidades de ruidos producidos en los circuitos electrónicos de señales procedentes de los de potencia.

Tal como se muestra en la **figura 5**, los cables de la alimentación deben conectarse juntos al polo negativo de la fuente, mientras que ese mismo punto conecta a tierra los chasis y el almacenador de datos.

La resistencia de los cables debe tenerse en cuenta si se utilizan cables de gran longitud. El cable 22 AWG, con una longitud de 15 m, proporciona una resistencia de 1,6 Ohm, por lo que para asegurar un voltaje mínimo de 11 volts para el controlador de temperatura, la fuente de alimentación debe suministrar por lo menos 12,6 volts.

Aunque esto ocurra, el controlador de temperatura seguirá funcionando, pero en el caso de trabajar con tensiones de alimentación más bajas sus posibilidades de calentamiento/enfriamiento se verán degradadas.

3.- MANTENIMIENTO

3.1.- MANTENIMIENTO RUTINARIO

Para asegurar la exactitud de las medidas es necesario un mantenimiento mínimo.

Se recomiendan los cuidados siguientes, aunque pueden ser necesarios algunos cambios en función del entorno u otras limitaciones locales.

<u>FRECUENCIA</u>	<u>TAREA</u>
DIARIA / SEMANAL	LIMPIAR EL DOMO EXAMINAR LA CALIDAD DEL DATO
MENSUAL / BIMENSUAL	EXAMINAR EL INDICADOR DE HUMEDAD REVISAR LA INSTALACIÓN Y NIVELADO
ANUAL	RECALIBRACION Y MANTENIMIENTO POR FABRICA CONTROL DEL CABLEADO

La nieve, el rocío, las gotas de agua o la suciedad del domo pueden cambiar sustancialmente las lecturas del detector, por lo cual la limpieza del domo es muy importante. Se pueden utilizar

ventiladores para este cometido y reducir así las necesidades de mantenimiento.

El registro de los datos medidos debe ser también controlado tan frecuentemente como sea posible. Así se asegura que cualquier mal funcionamiento del detector o del almacenador de datos pueda ser descubierto rápidamente.

3.2.- AVERIAS

En este apartado van a tratarse algunos problemas que se pueden presentar.

Si aparecen señales de mal funcionamiento debe controlarse que

- **Todos los cables están correctamente conectados. No hay cables sueltos ni conectores aflojados.**
- **La fuente de alimentación funciona adecuadamente**
- **El detector está instalado de acuerdo con las normas del punto 2.1.-**

Si el detector está conectado al almacenador de datos y a otros equipos, el encontrar la causa de los defectos requiere un proceso sistemático.

Algunas posibles razones pueden ser:

EFEECTO: No hay señal de salida del detector

CAUSAS: No hay corriente de alimentación

La entrada del almacenador de datos está averiada.

Compruebe directamente la señal a la salida del cable con un voltímetro

Cable roto. Compruebe la continuidad del cable con un ohmetro

EFEECTO: El nivel cero de la señal de UV no es estable o tiene ruido.

CAUSAS: Humedad. Compruebe el estado del elemento desecante

Conexiones oxidadas. Compruebe óxido en las conexiones o simplemente humedad en las mismas

Interferencias de otros equipos conectados al mismo almacenador de datos

Ondulaciones de la tensión de alimentación

Tensiones diferenciales de tierra por derivaciones de distintas conexiones de la instalación.

EFEECTO: El controlador de temperatura no funciona

CAUSAS: No hay corriente de alimentación

Cable roto

EFECTO: EL controlador de temperatura no es capaz de mantener la temperatura nominal de 25°C

CAUSAS: La temperatura ambiente es demasiado alta o baja
La alimentación del controlador está por debajo de 11 volts

Las conexiones están oxidadas, y aumentan su resistencia, o los cables están rotos.

Si los defectos parecen provenir del BIOMETER, el detector debe ser enviado a fábrica para revisión.

4.- INTERPRETACION DE DATOS Y CALIBRACION

La efectividad biológica de la irradiación UV se mide en MED/HR (Dosis Eritemática Mínima por hora). Una MED/HR causa un enrojecimiento mínimo en una piel media tipo II después de una hora de irradiación. La integral del producto del flujo radiante [$\text{W cm}^{-2} \text{ nm}^{-1}$] por el Espectro de Acción Eritemática (Mc Kinlay and Diffey, 1987. Ver figura 7) da la potencia efectiva. La equivalencia fue establecida por Parrish, 1982, según la cual

$$1 \text{ MED/HR} = 5.83 * 10^{\text{exp}(-6)} [\text{Wcm}^{-2}] \text{ de Potencia efectiva}$$

para una MED de 21 m J cm^{-2} de dosis efectiva.

La Dosis Biológicamente Efectiva se mide integrando la Potencia Efectiva en un periodo de tiempo. Por ejemplo, una fuente que tenga una salida de 2 MED/HR en 30 minutos proporcionará 1 MED.

El espectro de Acción Eritemática es sólo uno de los muchos espectros que se observan en la Naturaleza de características similares en cuanto a efectividad relativa y amplitud de rango de longitud de onda.

El BIOMETER puede indicar la eficacia de una radiación solar para producir quemaduras, la mortalidad del fitoplancton y la elastosis de la piel entre otros efectos. Igualmente, el BIOMETER puede utilizarse para el control global de UV, en especial en conjunción con el espesor de ozono, la cubierta nubosa y la contaminación del aire.

El BIOMETER está originalmente calibrado en fábrica para medir la efectividad biológica de la radiación de acuerdo con el Espectro de Acción Eritemática de Mc Kinlay y Diffey y un valor de 21 m J/cm^2 para producir un eritema mínimo. El detector está calibrado para cielo despejado, 30° de ángulo solar cenital y 2,7 mm de espesor de la columna de ozono al nivel del mar y a 25°C de temperatura del sensor.

La **figura 6** muestra las diferencias entre los valores calculados y medidos para diferentes espesores de ozono y de ángulos cenitales. Se ha utilizado un modelo matemático para calcular la radiación incidente sobre la superficie terrestre (Green, 1979).

Los resultados pueden variar de acuerdo con las condiciones de medida, pero ofrecen el orden de magnitud de los errores que pueden encontrarse. Lo más importante es mantener la repetitividad entre diferentes equipos y que la respuesta espectral de detector sea estrictamente controlada a lo largo del proceso.

En la figura puede apreciarse que las respuestas extremas ofrecen variaciones máximas del 6% para espesores de ozono de 2,7 a 3,3 mm y ángulos cenitales de 0° a 70°.

A fin de mantener la calidad de las medidas, **el BIOMETER debe ser recalibrado periódicamente. El periodo recomendado es de un año.** La calibración puede efectuarse en fábrica o por transferencia de calibración de un equipo apropiado.

La calibración por transferencia es menos exacta e introduce errores adicionales debido a las condiciones ambientales. La calibración en fábrica es la recomendada por lo que tiene de exactitud y fiabilidad al poder asegurar la independencia de los factores ambientales. Los procedimientos de calibración pueden solicitarse a fábrica.

5.- PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

Los principios en los que se basa la medida son los mismos que los usados en los radiómetros RB.

La luz solar entra a través del domo de cuarzo y atraviesa un primer filtro negro que absorbe la radiación visible e infrarroja. La radiación resultante, que contiene el espectro completo de UV, incide sobre el sensor de fósforo que es excitado y produce una luz. La luz emitida por el fósforo se detecta por medio de un fotodiodo de GaAsP. El diodo y el fósforo están montados dentro de una cápsula que está regulada termostáticamente por un elemento Peltier. La corriente producida por el diodo GaAsP es convertida a tensión y amplificada mediante circuitos electrónicos. La temperatura del sensor es igualmente convertida a tensión.

Todos los elementos electrónicos que integran el sistema cumplen normas militares por lo que se asegura el funcionamiento en todo tipo de condiciones.

APENDICE - INTERFACE ELECTRICA

<u>PATA</u>	<u>DESCRIPCION DE LA SEÑAL</u>	<u>NOMBRE</u>	<u>COLOR</u>
1	+ 5.5 ...25V/5mA; Positivo para alimentación de los circuitos de señales. Protegido contra polaridad inversa y sobretensión hasta 50 Volts	S POWER	NEGRO (+)
2	Masa negativa para la alimentación de circuitos de señales: 5 mA. Conectado a la masa analógica y al chasis del detector	SGND	AZUL (-)
3	Masa negativa para la alimentación del controlador de temperatura: 1 A . Está eléctricamente aislado de los circuitos de señales y del chasis del detector	TGND	VERDE (-)
4	+11 ... 15V, < 1 A @ 11v. La corriente disminuye al aumentar la tensión. Positivo para alimentación del controlador de temperatura. No está protegido contra polaridad inversa.	T POWER	AMARILLO (+)
5	Masa analógica de las señales de salida. Debe conectarse a las entradas negativas del almacenador de datos. Está conectada dentro del detector a la masa negativa de circuitos de señales y al chasis del detector. Está aislada eléctricamente del controlador de temperatura	AGND	NARANJA (-)
6	Señal de UV. 0 ... + 2,5 V/0,5 mA max. Sensibilidad 0,25V/(MED/HR). Protegida contra cortocircuitos. Debe conectarse al positivo de entrada de señales del almacenador de datos	UV	ROJO (+)
7	Señal del sensor de temperatura. -2,5V ... + 2,5 V/0,5mA max. Sensibilidad 20mV/°C. 1 Volt corresponde a una temperatura de 25°C. Debe conectarse al positivo de entrada de señales del almacenador de datos	TEMP	MARRON (+)
8	Tierra de protección. Conectada al chasis del detector y por tanto a la masa analógica y a la masa negativa de los circuitos de señales.	SHIELD	MALLA (-)

