



LUXÓMETRO para

En primavera, invierno y otoño muchas personas desean mantener un tono moreno de piel similar al adquirido en verano recurriendo a lámparas ultravioletas. Ahora bien, ¿somos conscientes de cuánta radiación ultravioleta estamos absorbiendo? Con un luxómetro ultravioleta podemos tener una respuesta objetiva a esta pregunta.

El Sol irradia múltiples tipos de radiaciones que inciden sobre la Tierra, radiaciones infrarrojas, en el espectro de luz visible, ultravioletas e incluso de frecuencias superiores (ver Fig.1).

Las radiaciones del espectro visible corresponden al espectro de ondas electromagnéticas que logran estimular la vista, permitiéndonos ver. El ojo interpreta como colores las diferentes longitudes de onda de la luz.

Las emisiones infrarrojas se suelen asociar al concepto de radiación térmica ya que, aunque son invisibles, se perciben como calor.

La luz se ve y el calor se siente, en cambio la radiación ultravioleta la percibimos de forma

más indirecta, cuando seguramente ya es demasiado tarde para nuestra salud.

Los daños cutáneos provocados por estas ondas pueden manifestarse como un envejecimiento precoz de la piel, como inflamaciones, e incluso como peligrosos melanomas, es decir tumores en la piel.

Los rayos ultravioletas también tienen efectos benéficos para el hombre, como la estimulación de la producción de vitamina D, esencial para metabolizar el calcio y el fósforo en los huesos.

Con estas breves reseñas se pueda deducir la importancia que tiene conocer este tipo de radiación, que, según numerosos científicos,

es uno de los elementos que ha hecho posible la aparición de la vida en nuestro planeta.

LOS RAYOS ULTRAVIOLETAS

Como se pueda observar en la Fig.1 estas radiaciones tienen longitudes de onda inferiores (frecuencias superiores) al violeta, que es uno de los dos límites del espectro visible.

El nombre de esta gama de radiaciones, cuya longitud de onda está entre 100 y 400 nanómetros, significa literalmente "más allá de la violeta", del latín *ultra* (más allá de).

El Sol es nuestra fuente natural de rayos ultravioletas. Ahora bien, antes de llegar a la Tierra una gran parte de estos rayos, en torno al 97%, queda retenida por la capa de ozono que rodea nuestro planeta. Esta capa se encuentra a una altitud entre 20 y 50 Km.

El ozono es una molécula compuesta por tres

átomos de oxígeno. Cuando los rayos UV no encuentran oxígeno para interactuar la concentración de ozono disminuye, lo que provoca que no se filtre la radiación ultravioleta e incida sobre la superficie del planeta, donde nosotros habitamos.

Esta radiación es bastante peligrosa para el hombre, de hecho puede llegar a afectar al ADN, es decir a la genética necesaria para el desarrollo y el sostenimiento de la vida.

También tienen efectos negativos para el medio ambiente. Está demostrado que ralentizan el crecimiento de las hojas inhibiendo la fotosíntesis, lo que impide que las plantas produzcan oxígeno. Además destruyen al plancton, que es la base de la cadena alimenticia marina.

Recientes investigaciones indican que el agujero ha dejado de crecer, incluso está disminuyendo de tamaño, lo que, sin duda, es una buena noticia para todo el planeta.

ULTRAVIOLETAS

átomos de oxígeno (O_2) formada al disociarse los 2 átomos que componen el oxígeno común (O_2). El ozono es un gas venenoso para el ser humano, sin embargo es esencial para nuestra vida ya que es capaz de absorber las radiaciones ultravioletas.

Cuando un rayo ultravioleta golpea una molécula de oxígeno común (O_2) esta lo absorbe dividiéndose en 2 átomos libres de oxígeno (O). Cada átomo individual de oxígeno reacciona con una molécula de O_2 para formar ozono (O_3), que al ser una molécula inestable se divide de nuevo en oxígeno común (O_2) y en oxígeno monoatómico (O), repitiéndose de nuevo el ciclo.

En la década de los 80 del siglo pasado los científicos constataron que la capa de ozono disminuye de forma natural entre septiembre y octubre, poniendo en riesgo nuestra salud. Nació el término "Agujero de la capa de Ozono".

En la zona de la atmósfera donde se origina el ozono se forma un "agujero", el término

UV-A UV-B UV-C

Como ya hemos expuesto a la superficie de la Tierra llegan en torno a un 3% de los rayos ultravioletas irradiados por el Sol.

En función de la longitud de onda las radiaciones ultravioletas se dividen en UV-A, UV-B y UV-C. De hecho la longitud de onda determina la profundidad de penetración de los rayos ultravioletas en la epidermis.

- Los UV-A constituyen el 98% de la radiación ultravioleta que llega a la superficie de la Tierra. Sus longitudes de onda están entre 320 y 400 nanómetros.

- Los UV-B constituyen el 2% de la radiación ultravioleta que llega a la superficie de la Tierra. Sus longitudes de onda están entre 280 y 320 nanómetros.

- Los UV-C quedan completamente retenidos por la capa de ozono. Sus longitudes de onda están entre 100 y 280 nanómetros. Son los más dañinos, pero también convierten el

oxígeno en ozono, por lo que las debemos nuestra protección.

Los porcentajes que hemos expuesto pueden variar en función de las condiciones ambientales, sobre todo por la posición del Sol sobre el horizonte (al efecto nocivo se acentúa cuando el Sol está en perpendicular sobre el observador y se reduce al amanecer y al atardecer).

Otros factores naturales son:

- La altitud: A más altura incide más radiación ya que la atmósfera absorbe menos cantidad de rayos al estar más cerca del Sol.

- La humedad: El vapor de agua reduce, aunque a muy pequeña escala, la radiación UV.

- La presencia de superficies reflectantes: Elementos como la nieve aumentan el efecto de la radiación UV provocando incluso daños a los ojos.

MEDIDA: ¿Angstroms o nanómetros?

La unidad de medida de la longitud de onda es el metro, al igual que cualquier longitud, con sus submúltiplos.

Para las radiaciones ultravioletas se suele utilizar el nanómetro (nm), que correspondiente a una mil-millonésima de metro.

Algunos científicos siguen expresando la longitud de onda de los rayos ultravioletas en angstroms (Å), en honor al físico sueco Anders Jonas Ångström, uno de los padres de la espectroscopia.

Esta unidad de medida no pertenece al Sistema Internacional de Medida, por lo que se desaconseja su uso, aunque en física y en química se utiliza por algunos científicos para indicar las dimensiones de moléculas.

La conversión es bastante sencilla ya que 10.000.000.000 Å equivalen a 1 metro:

$$1 \text{ \AA} = 0,1 \text{ nm o bien } 1 \text{ nm} = 10 \text{ \AA}$$

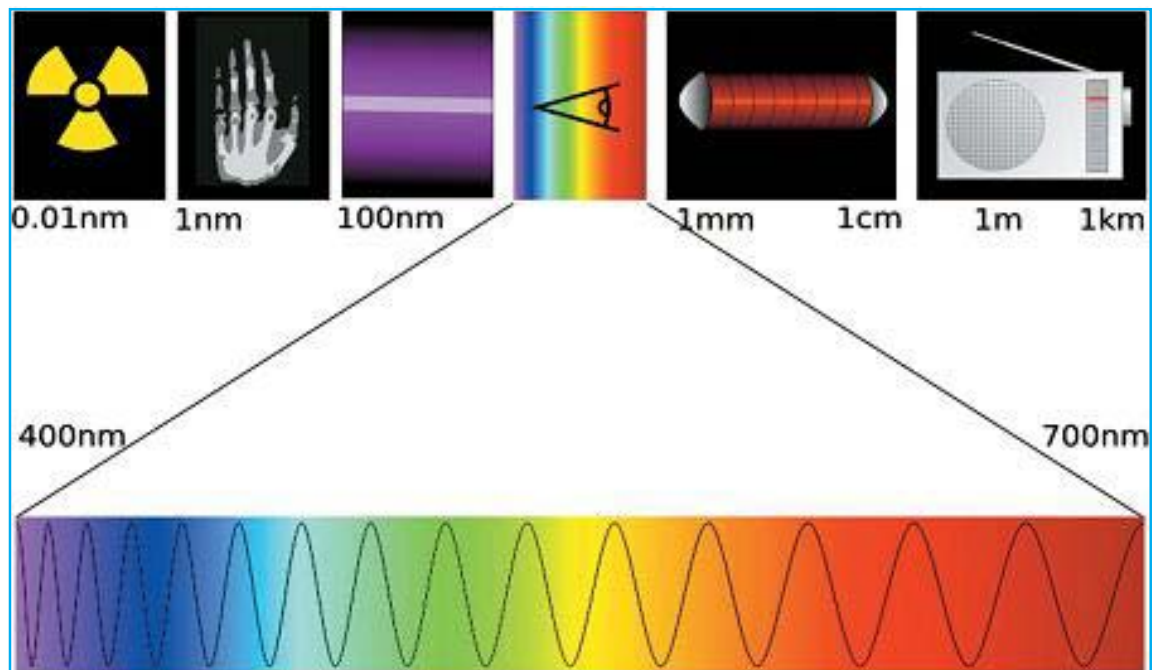


Fig.1 En esta imagen se reproduce el espectro electromagnético, es decir el conjunto de radiaciones electromagnéticas. Solo una parte bastante limitada del espectro contiene radiaciones visibles al ojo humano, a las que comúnmente denominamos luz (visible) con longitudes de onda comprendidas entre 400 y 700 nm (nanómetros). Longitudes de onda inferiores corresponden a los rayos ultravioletas, a los rayos X y a los rayos gamma, mientras que las radiaciones infrarrojas y las ondas radio tienen longitudes de onda mayores a las de la luz. Aunque solemos distinguir varias zonas en el espectro no se puede decir que existan entre ellas límites tangibles.

EFFECTOS de los rayos UV

Cada radiación se caracteriza en base a la energía que cede, que es proporcional a la frecuencia. Cuanto más alta es la frecuencia más energía emite la radiación.

Hay que tener presente que según aumenta la frecuencia menos rayos UV penetran en la piel. Como mucho pueden penetrar en torno a 1 mm para las frecuencias más bajas.

Los rayos UV-A, cuyas longitudes de onda oscilan entre 320 y 400 nm, son menos dañinos a nivel de quemaduras, pero, dadas su longitudes de onda, pueden penetrar intensamente. Son los mayores responsables del envejecimiento de la piel, aunque también tienen efectos beneficiosos.

Apenas incidan sobre la superficie de nuestra piel inducan una reacción química que aumenta la producción de melanina, volviendo la piel de color más oscuro para aumentar la protección frente a los rayos UV-B, uno de los mayores responsables del cáncer de piel.

Los rayos UV-B tienen una capacidad de penetración inferior, pero son capaces de alterar el ADN, por lo que aumenta el riesgo de aparición de tumores.

El espectro de acción más nocivo está entre 290 y 300 nm. En contrapartida estas radiaciones estimulan la producción de vitamina D, esencial para los huesos.

¿CÓMO se GENERAN los rayos UV?

Los rayos UV se pueden generar a través de temperaturas elevadas o bien provocando pequeñas chispas en entornos de ciertos gases, como sucede en el interior de los tubos de neón.

Este segundo procedimiento utiliza lámparas que contienen en su interior pequeñísimas cantidades de mercurio, elemento que se evapora cuando el electrodo se pone incandescente generando así grandes cantidades de rayos UV.

Naturalmente este tipo de lámparas son de vidrio transparente para dejar pasar los rayos UV. Dado su poder germicida estas lámparas se suelen utilizar como desinfectantes.

APLICACIONES

Una de las aplicaciones de los rayos ultravioletas, bajo forma de potentes lámparas flash, es la excitación de láseres de rubí, cuyas aplicaciones van desde el corte de acero hasta trabajos precisos de incisión.

Nosotros mismos hemos utilizado estas radiaciones en el kit LX.1183, publicado en la revista N°131, para borrar memorias EPROM.

Una aplicación relativamente común de los rayos UV, como ya hemos mencionado, es la utilización como germicida y bactericida, en concreto utilizando una longitud de onda de 285 nm.

Las lámparas que emiten estas radiaciones se utilizan para esterilizar entornos e instrumentos en hospitales, clínicas y laboratorios de biología.

Oviamente la técnica de exposición a rayos UV es complementaria a otras, ya que los microorganismos pueden esconderse en pequeñas grietas o en zonas de sombra.

No obstante hay que tener cuidado, ya que además de permitir la esterilización también pueden ser la causa de mutaciones genéticas, con la consiguiente formación de tumores y enfermedades en la piel.

La alta capacidad bactericida de las radiaciones ultravioletas UV-C hace que se utilicen en purificación de aguas y en instalaciones de climatización para purificar el aire.

Cuando vamos al dentista las vamos con el aspecto de lámparas de color azul. Estas lámparas emiten rayos UV en un espectro incluido entre 375 y 500 nm.

Otra aplicación de la radiación UV es el análisis de minerales y gemas. Muchos materiales, incluidos algunos que componen los billetes de curso legal, reaccionan de forma distinta a la luz ultravioleta y a la luz visible.

Por supuesto hay que citar la aplicación más popular ... las lámparas bronceadoras, instrumentos que generan rayos UV para favorecer la pigmentación de la piel.

MEDIR la RADIACIÓN UV

Sin duda son muchas las aplicaciones que precisan la utilización de lámparas de rayos UV. En muchas es importante disponer de un instrumento que mida las radiaciones.

Como sucede con la mayoría de los dispositivos que no son ampliamente utilizados se fabrican escasas unidades y modelos, por lo que resultan MUY CAROS.

Los sensores genéricos ya son relativamente caros, pero si además se precisa la utilización de sensores específicos para UV-A, UV-B y UV-C, el precio pueda llegar a 900 Euros.

Como en otras ocasiones hemos analizado la viabilidad de un proyecto fiable, efectivo y económico, contactando con los profesionales del sector. En esta ocasión también lo hemos conseguido gracias a la colaboración de un experto que nos ha mostrado como algunas sustancias químicas, cuando son atravesadas por los rayos ultravioletas, emitan una luz de frecuencia más baja, en el espectro visible, y proporcional a la intensidad de los rayos UV incidentes.

Tras esta idea desarrollamos diversos prototipos. Después de un enorme número de pruebas, y para alegría de todos, hemos construido un sistema con una sonda que, a un precio realmente bajo, proporciona una buena medida correspondiente a los rayos UV emitidos por diferentes fuentes.

ESQUEMA ELÉCTRICO

El esquema eléctrico del Luxómetro UV es muy sencillo ya que casi todo el trabajo es desarrollado por un microcontrolador PIC: Analiza la señal tomada por la sonda y visualiza el resultado en un display.

Para realizar estas operaciones hemos utilizado el Conversor Analógico-Digital de 10 bits conectado al terminal 2 del PIC (IC1) que, por razones obvias, proporcionamos programado.

La señal analógica procedente del sensor es digitalizada por el micro y, después de ser procesados los valores mediante software, en el display LGD se visualiza el valor de la radiación UV tomado por el sensor (en tanto por ciento).

El programa incluido no tiene un diseño muy complicado ya que se basa en el supuesto de que una lámpara germicida emite el 100% de radiación UV.

Calibrando el instrumento con esta fuente de luz y tomándolo como referencia 100 se pueden realizar medidas relativas de forma prácticamente lineal. De hecho hemos aplicado un cálculo similar a la expresión que define una línea recta:

$$Y = mX$$

donde Y es el porcentaje de UV visualizado, X es el valor leído por el micro y m es el valor del punto máximo de calibración.

A través de la tecla SET2 se memoriza el valor máximo de emisión UV de una lámpara germicida, así el instrumento ya está listo para medir todas las fuentes de radiación UV, incluyendo fuentes naturales.

Hemos añadido un zumbador (buzzer) que emite un sonido de alarma cuando se supera el umbral del 100% ajustado durante el proceso de calibración.

El instrumento se alimenta con una pila de 9 voltios. Su consumo es bastante bajo, en medición y con el display LGD iluminado la absorción de corriente está en torno a 20 mA.

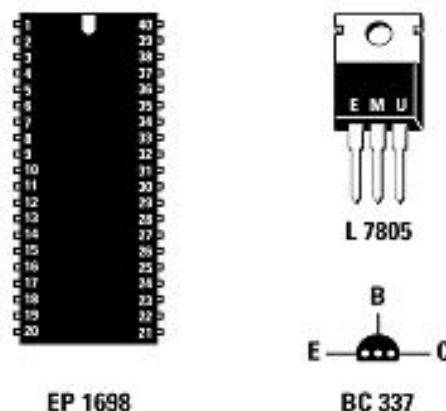


Fig.2 Conexiones, vistas desde arriba, del PIC, que proporcionamos programado con la referencia EP1698. Las conexiones del estabilizador de tensión L7805 se muestran frontalmente, mientras que las del transistor NPN BC337 se muestran vistas desde abajo.

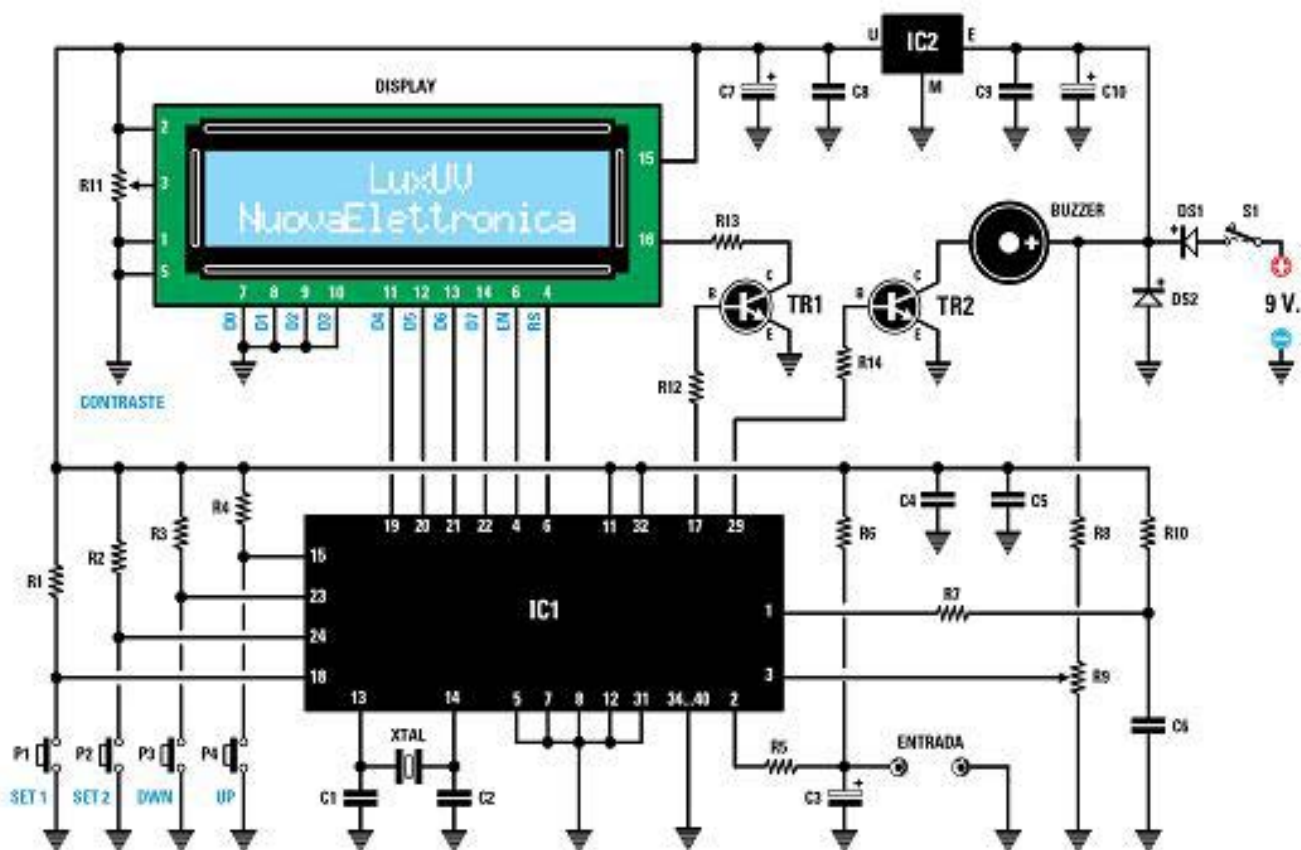


Fig.3 Esquema eléctrico del Luxímetro para rayos ultravioletas LX.1698. Una vez calibrado el instrumento sobre el valor emitido por una lámpara gemada es capaz de ofrecer la medida de cualquier radiación UV en proporción a la calibrada, que se toma como valor máximo.

LISTA DE COMPONENTES LX.1698

R1 = 10.000 ohmios
 R2 = 10.000 ohmios
 R3 = 10.000 ohmios
 R4 = 10.000 ohmios
 R5 = 100 ohmios
 R6 = 1.000 ohmios
 R7 = 470 ohmios
 R8 = 18.000 ohmios
 R9 = Trimmer 10.000 ohmios
 R10 = 4.700 ohmios
 R11 = Trimmer 10.000 ohmios
 R12 = 4.700 ohmios
 R13 = 220 ohmios
 R14 = 4.700 ohmios
 C1 = 33 pF cerámico
 C2 = 33 pF cerámico
 C3 = 47 microF. electrolítico
 C4 = 100.000 pF poliéster

C5 = 100.000 pF poliéster
 C6 = 100.000 pF poliéster
 C7 = 220 microF. electrolítico
 C8 = 100.000 pF poliéster
 C9 = 100.000 pF poliéster
 C10 = 470 microF. electrolítico
 XTAL = Cuarzo 4 MHz
 DS1-DS2 = Diodos 1N.4007
 DISPLAY = LCD SSC2P18DLNW-Y
 TR1-TR2 = Transistores NPN BC.337
 IC1 = PIC programado (EP.1698)
 IC2 = Integrado L.7805
 BUZZER = Cápsula piezoeléctrica
 P1-P4 = Pulsadores
 S1 = Interruptor

NOTA Todas las resistencias utilizadas en este circuito son de 1/4 vatio.

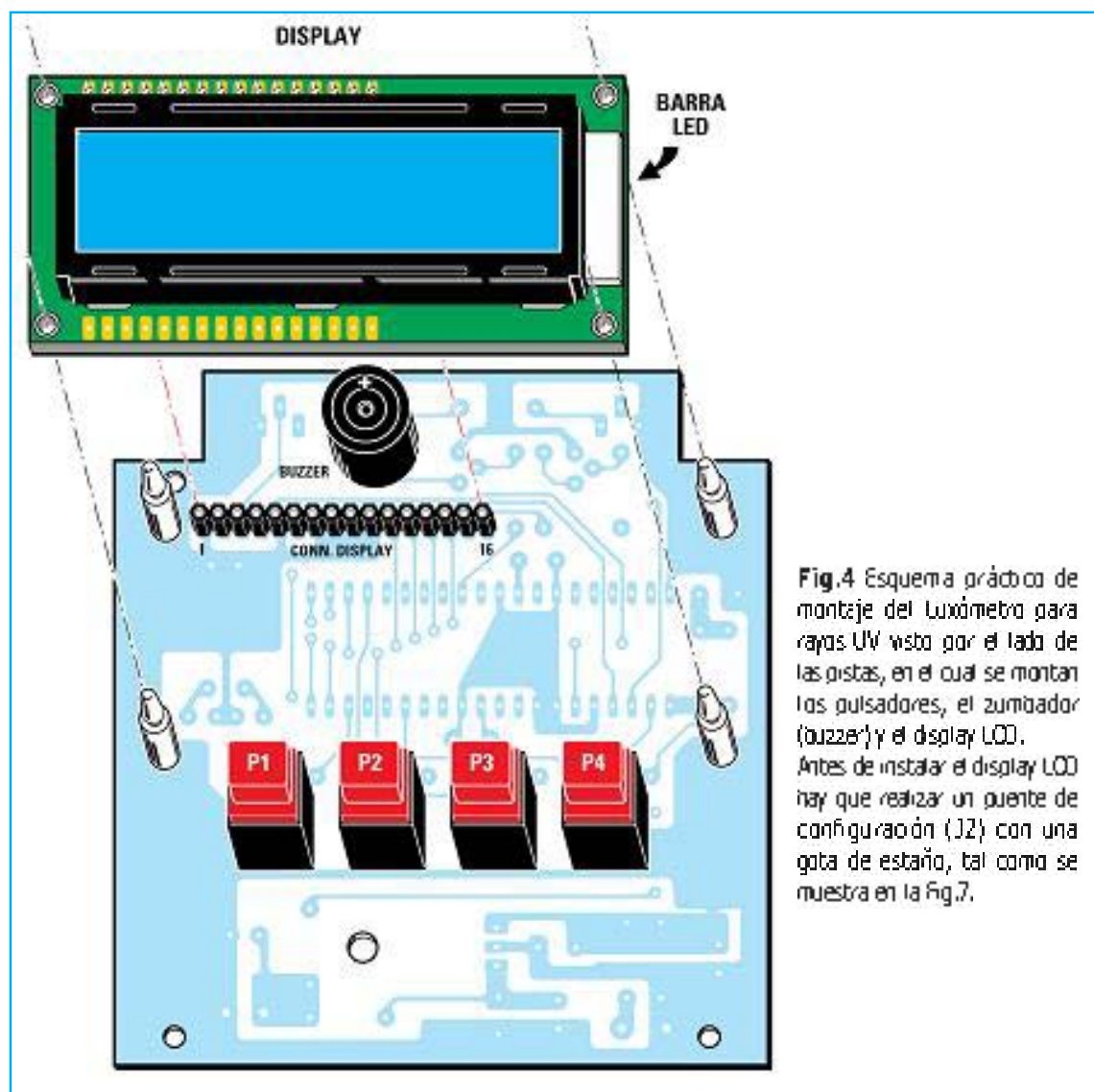


Fig.4 Esquema práctico de montaje del Luxómetro para rayos UV visto por el lado de las pistas, en el cual se montan los pulsadores, el zumbador (buzzer) y el display LCD. Antes de instalar el display LCD hay que realizar un puente de configuración (J2) con una gota de estaño, tal como se muestra en la Fig.7.

La tensión de alimentación se estabiliza a 5 voltios mediante IC2 para proporcionar la tensión adecuada al micro y al display.

REALIZACIÓN PRÁCTICA

La realización práctica del Luxómetro UV es bastante sencilla, ya que, excluyendo el interruptor de encendido, los pocos componentes que incluye el circuito se montan directamente en el circuito impreso (ver Figs.4-5).

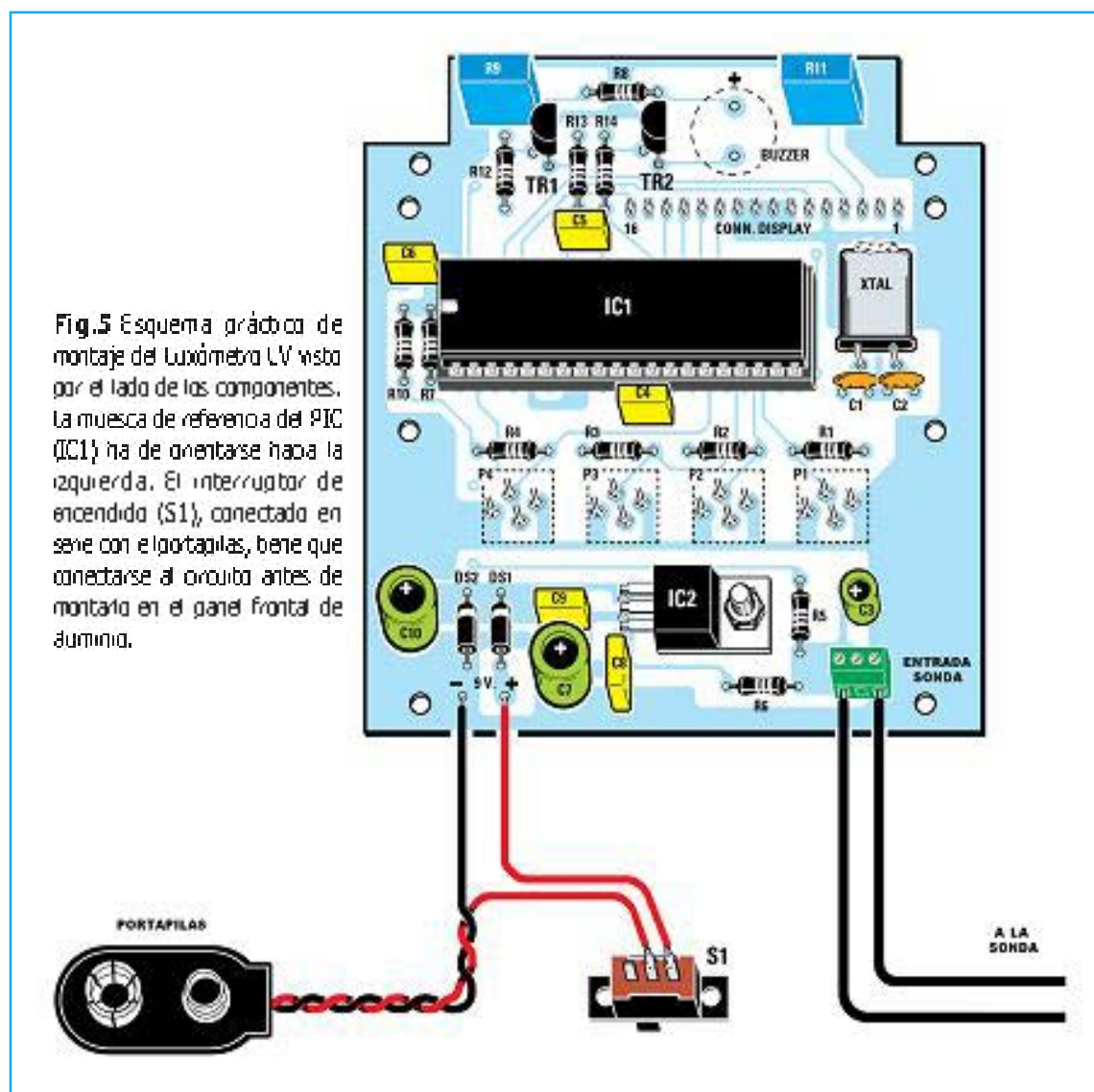
El montaje del Luxómetro LX.1698 puede comenzar con la instalación del zócalo para el PIC (IC1) orientando la muesca de referencia del zócalo hacia la izquierda para evitar cometer errores al instalar posteriormente el micro.

En el otro lado del impreso (cara de las pistas) hay que instalar el conector hembra de tira de 16 terminales utilizado para sustentar el display (ver Fig.4).

Volviendo a la cara de los componentes hay que montar todas las resistencias, incluyendo los dos trimmers R9 y R11, ambos de 10.000 ohmios.

Es el momento de instalar los condensadores de poliéster, todos de 100.000 pF, los dos pequeños condensadores cerámicos C1-C2 y, por último, los condensadores electrolíticos, prestando mucha atención en este caso en respetar la polaridad de sus terminales (ver Fig.5).

Fig.5 Esquema práctico de montaje del Luxómetro LV visto por el lado de los componentes. La muesca de referencia del PIC (IC1) ha de orientarse hacia la izquierda. El interruptor de encendido (S1), conectado en serie con el portapilas, bene que conectarse al circuito antes de montarlo en el panel frontal de aluminio.



En la parte inferior-izquierda del circuito impreso hay que instalar los diodos DS1-DS2, orientando sus franjas blancas de referencia hacia arriba.

A continuación se pueden montar los transistores TR1-TR2, orientando la parte plana de sus encapsulados hacia la derecha.

A continuación, con mucho cuidado, hay que doblar en forma de L los terminales del cuarzo antes de insertarlos en los agujeros del impreso. Una vez soldados los terminales se ha de fijar el encapsulado metálico del cuarzo al impreso con un punto de soldadura.

También al integrado estabilizador L7805

(IC2) se monta en posición horizontal coblando en forma de L sus terminales. Este integrado ha de fijarse al circuito impreso mediante un tornillo metálico.

Los últimos elementos a soldar en la cara de los componentes son: La clema miniatura de tres polos utilizada para la entrada de la sonda, los dos terminales tipo pin para conectar al interruptor y al portapilas, respetando en este caso la polaridad de los cables (rojo al terminal positivo y negro al terminal negativo).

En la cara de las pistas hay que montar los cuatro pulsadores rojos y el zumbador (buzzer), orientando su terminal positivo (+) hacia arriba.

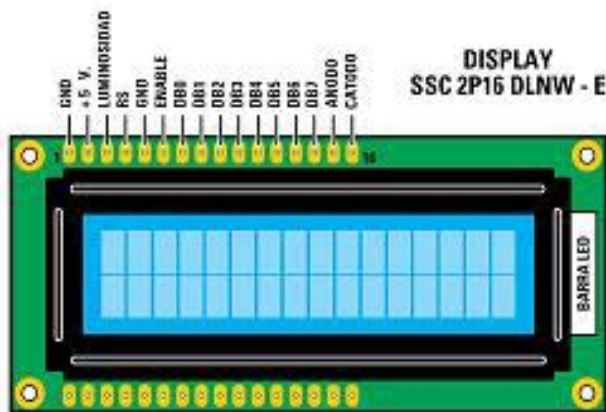


Fig.6 Conexiones, vistas desde arriba, del display LCD utilizado para visualizar el porcentaje de rayos UV medido por la sonda.

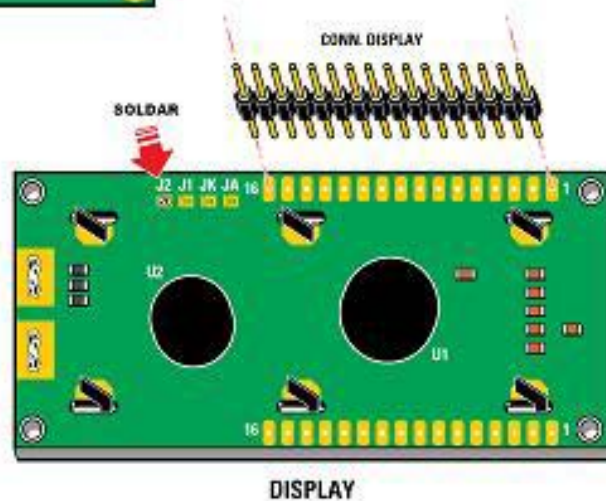


Fig.7 En el circuito impreso del display hay que soldar un conector de bra macho-macho de 16 terminales y realizar un puente sobre J2.

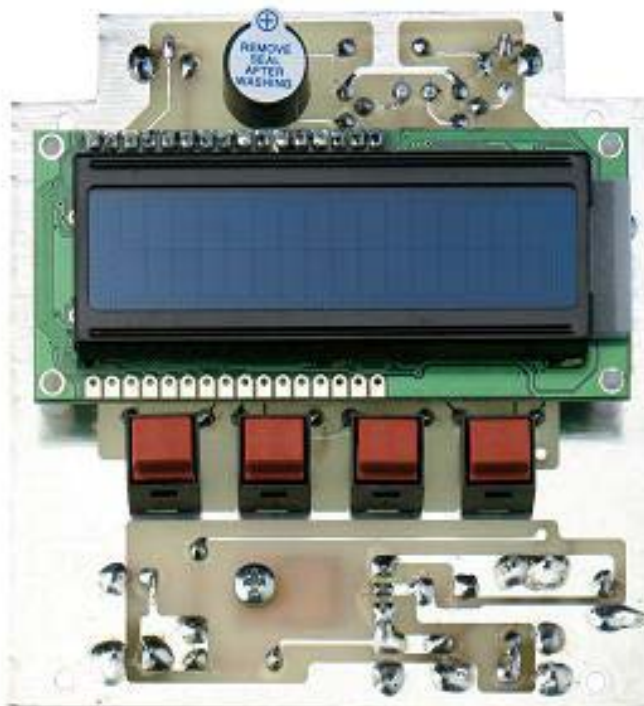


Fig.8 Fotografía de uno de nuestros prototipos, carente por tanto de serigrafía y de barniz protector, vista por el lado de los componentes.

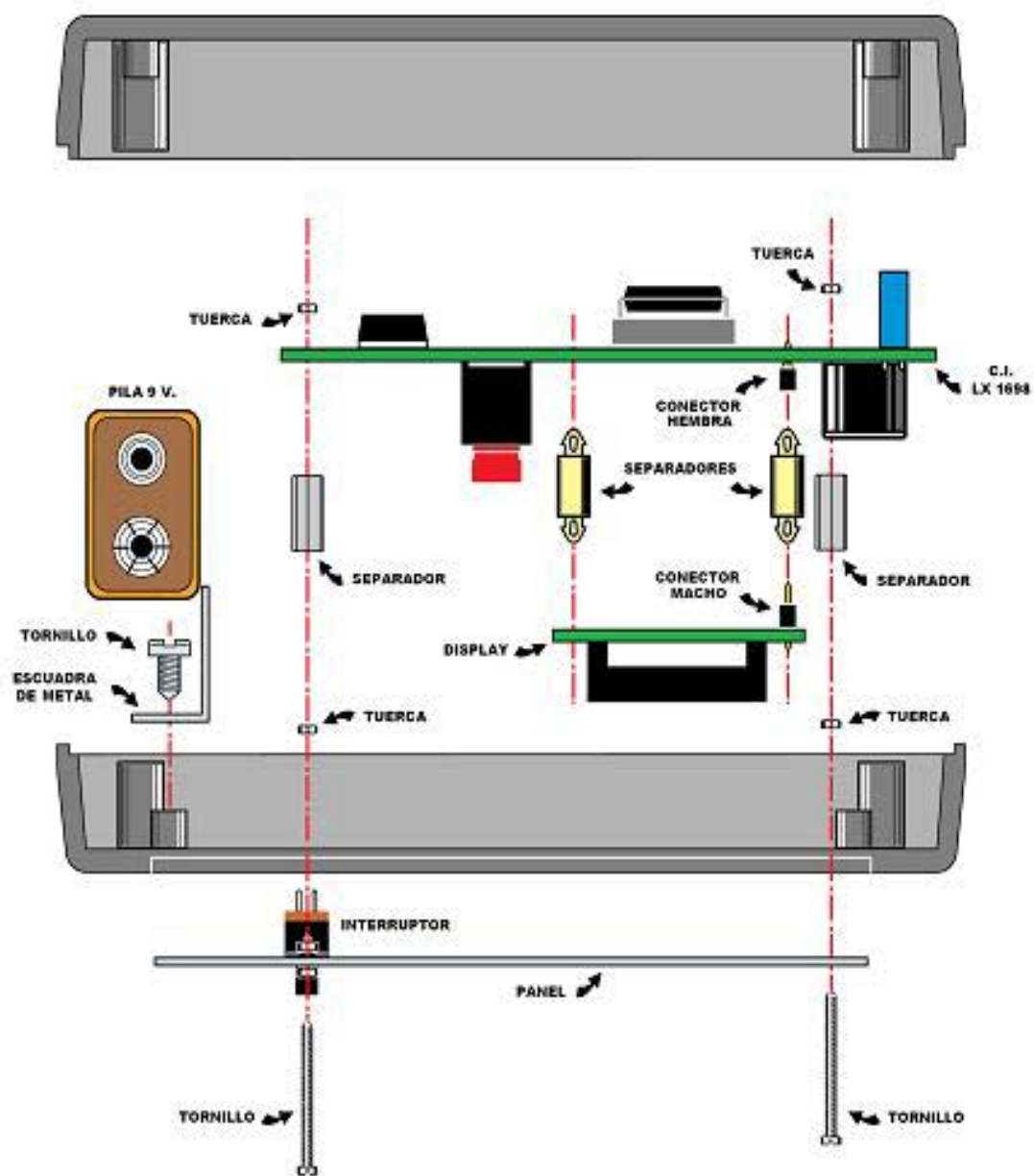


Fig.9 Esquema de montaje de los diferentes elementos del Luxómetro LX.1698 en el mueble contenedor. Se trata de un instrumento compacto y portátil que encaja en su interior toda la circuitería.

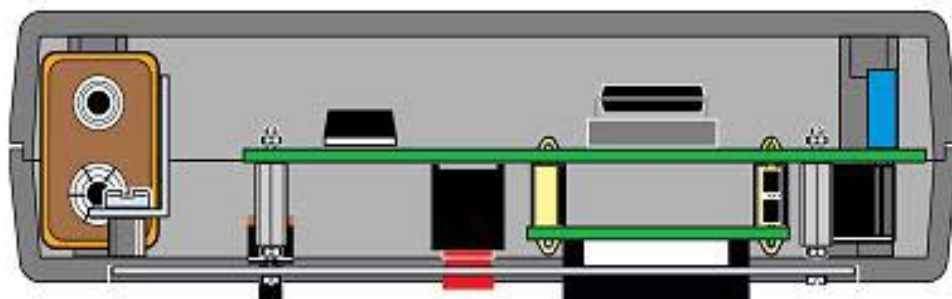




Fig.10 Aspecto de un prototipo del circuito LX.1698 instalado en el mueble plástico. La sonda se conecta a la pequeña placa de 3 pines mediante un cable que proporcionamos gratis con su conector correspondiente (ver Fig.11).

Una vez soldados los componentes ya se puede instalar el PIC (IC1) en su zócalo correspondiente, orientando su muesca de referencia hacia la izquierda (ver Fig.5).

Antes de conectar el display al circuito LX.1698 hay que soldarle un conector de tira macho-macho de 16 terminales y realizar un pequeño puente de configuración sobre la referencia J2 mediante una gota de estaño (ver Fig.7).

Por último hay que instalar, en sus agujeros correspondientes, las tornecillas de plástico utilizadas para sustentar el display. Después ya se puede instalar el display siguiendo las indicaciones mostradas en la Fig.4.

MONTAJE en el MUEBLE

Para hacer más sencillo el procedimiento de

ensamblaje del circuito en el mueble hemos preparado un esquema práctico detallado (ver Fig.9).

En la parte inferior del mueble hay que fijar, mediante un tornillo, la pequeña escuadra metálica que sustentará la pila impidiendo que se mueva.

La fijación del circuito y el ensamblaje del mueble se realiza mediante tornillos largos, tuercas y tornecillas, siguiendo las indicaciones mostradas en la Fig.9. Como se puede observar el interruptor se fija en el panel frontal a través de dos tornillos metálicos con sus correspondientes tuercas.

Antes de cerrar el mueble hay que calibrar la pila y, después, regular la luminosidad del display mediante el trimmer R11 realizando las acciones que seguidamente indicamos.

AJUSTE de la PILA

Antes de cerrar mueble es necesario calibrar el valor de la tensión de alimentación.

Para realizar esta operación se precisa la utilización de una pila nueva de 9 voltios.

Una vez conectada la pila y encendido el instrumento hay que pulsar la tecla SET2 después de oír una señal acústica.

En el display aparece automáticamente un valor de tensión.

Ahora, utilizando un pequeño destornillador, hay que ajustar el cursor del trimmer R9 para leer en el display 9 voltios.

Durante el funcionamiento normal del instrumento se puede visualizar el valor de la tensión de la pila accionando el pulsador SET2.

No obstante, cuando la tensión cae por debajo de 6 voltios, en el display se visualiza la inscripción LOW, indicando así que la pila está casi agotada. Es el momento de cambiarla.

NOTAS sobre el DISPLAY

La luminosidad del display se regula actuando sobre el cursor del trimmer R11 utilizando un pequeño destornillador.

Para evitar derrochar energía si se deja inactivo el instrumento durante más de 20 segundos el display se apaga. Se volverá a iluminar cuando se actúa sobre las teclas SET1, UP o DOWN.

Al encender el instrumento en el display siempre aparezcan, secuencialmente, las siguientes indicaciones, acompañadas de una larga señal acústica:



Fig.11 Aspecto de la sonda utilizada para medir la radiación UV, vista desde varios ángulos. La sonda se conecta al ingreso del Luxómetro mediante un cable de dos hilos que proporcionamos con conector incorporado.

Cuando el instrumento esté calibrado aparecerán, secuencialmente, indicaciones similares a estas:

NuovaElettronica
0-100 % F.S.

Luxmetro 0-100%
Valore 0000 %

PRUEBA del CONVERTOR A/D

El muestreo de la señal proporcionada por el sensor se realiza cada 20 ms, por lo que la salida del Convertor A/D está constantemente proporcionando datos.

Estos datos se almacenan en una estructura FIFO de 40 valores de 16 bits. Para obtener un valor preciso se realiza la media de estos 40 valores en lugar de tomar un único valor.

Para verificar que el circuito y las 4 teclas funcionan correctamente hay que presionar de forma simultánea, con el instrumento apagado, las teclas SET1 y UP. Sin dejar de

pulsarlas hay que encender el Luxómetro utilizando el interruptor.

Se han de mantener presionadas las teclas hasta oír dos señales acústicas, una larga y una corta. Al dejar de presionar las teclas en el display aparecerá la siguiente indicación:

Collaudo.....

Ahora se pueden verificar los pulsadores, presionando uno por vez. Cada que se accione un pulsador se ha de oír una señal acústica de confirmación.

Sin apagar el instrumento hay que presionar simultáneamente las teclas UP y DOWN para probar el Convertor A/D de 10 bits. Con la sonda desconectada el display muestra la indicación:

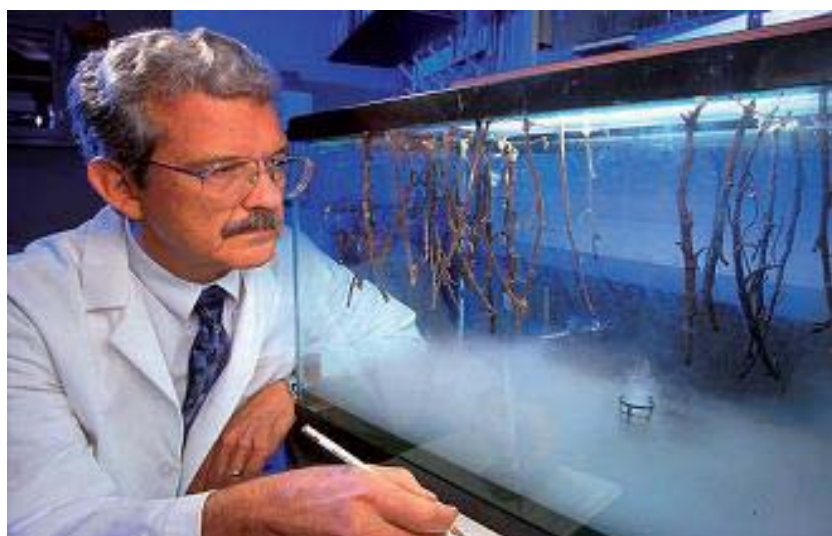
LightUV. Calib.
1023

Ahora ya se puede apagar el instrumento.



Fig.12 Para calibrar el luxómetro para rayos UV LX.1698 hay que utilizar una lámpara que emita rayos ultravioletas, como nuestra lámpara germicida de 8 W LX.1183. Este kit, que incluye reactancia y cebador, podemos proporcionarlo bajo petición expresa.

Fig.13. Las lámparas ultravioletas tienen un gran número de aplicaciones. En todas se puede utilizar el Luxómetro LX.1698 para medir la radiación UV emitida.



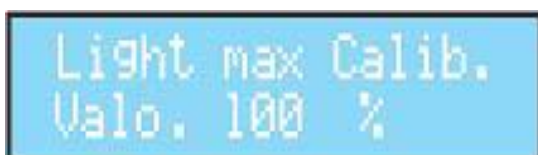
CALIBRACIÓN

Para realizar la calibración el programa del micro utiliza la ecuación de la línea recta. Además se precisa una lámpara que emita rayos UV, como por ejemplo la lámpara germicida del kit LX.1183 (revista N°131).

La calibración consiste en implementar una recta entre una emisión 0 de rayos UV y una emisión de un 100% de radiación UV.

Para comenzar, con el aparato apagado, hay que presionar SET1. Sin soltarla hay que encender el instrumento. Después de oír dos señales acústicas hay que liberar el pulsador.

A continuación hay que posicionar la sonda al lado de la fuente de rayos UV de tal forma que aparezca en el display la indicación:



Para salvar este dato hay que presionar SET2 (accionando SET1 se sale de la calibración sin salvar el dato). Una vez salvado el dato en el display se puede leer la medida, que puede ser ligeramente inferior, por ejemplo 0098%.



La calibración del instrumento ha finalizado.

Para utilizarlo simplemente hay que acercar el sensor a la fuente de rayos UV y leer en el display la medida. Si se supera el umbral establecido en la calibración el zumbador emitirá una señal de alarma.

PRECIO de REALIZACIÓN

LX.1698: Precio de todos los componentes necesarios para la realización del Luxómetro para rayos UV (ver Figs.4-5 y Fig.8), incluyendo el PIC programado, display LCD, circuito impreso y sonda UV provista de cable y conector, excluyendo únicamente el mueble contenedor 171,00€

MO.1698: Precio del mueble con panel frontal metálico perforado y serigrafado 36,00€

LX.1698: Circuito impreso 6,00€

LX.1183: Precio de todos los componentes necesarios para la realización del Borrador de EPROM, que incluye una lámpara germicida de 8 W, reactancia y cebador 68,00€

NOTA El proyecto LX.1183 puede utilizarse para calibrar el Luxómetro UV LX.1698. Este dispositivo se presentó por primera vez en la revista N°131.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.