



CONTADOR GEIGER

La **radioactividad** pocas veces es noticia pero cuando lo es se produce mucha alarma social dado lo **peligrosa** que puede llegar a ser.

Últimamente hemos recordado el **20 aniversario** del desastre de **Chernobyl**. Además está todavía muy candente la psicosis que ha generado en Europa el envenenamiento con **Polonio 210** de un ex-espía ruso y las posteriores investigaciones que han detectado, con **contadores Geiger**, la presencia de este elemento radiactivo en aeronaves de varias compañías de aviación comerciales.

Para los más jóvenes el nombre de **Chernobyl** no significa nada particular, a no ser por la reciente conmemoración de lo que sucedió hace **20 años** en esta ciudad ubicada en Ucrania: **El más grave accidente nuclear de la historia**.

El desastre de **Chernobyl** se produjo el **26 de abril de 1986** con el estallido del reactor nú-

mero 4, causado por un experimento que se escapó del control de los técnicos operadores de la central nuclear.

La explosión levantó **nubes radiactivas** invisibles que alcanzaron áreas extensas de Europa oriental y occidental. Al día siguiente en muchos laboratorios suecos situados a más de **1.500 kilómetros** de distancia de **Chernobyl** registraron con **contadores Geiger** un rápido aumento de **radioactividad** para el que no tenían explicación, ya que los dirigentes rusos no propagaron la noticia hasta bastante después de producirse la explosión.

Solo cuando la nube radiactiva cubrió grandes extensiones de **Europa, Rusia y Oriente Medio** los dirigentes rusos difundieron la noticia del accidente, admitiendo la muerte de **65 personas** entre técnicos, bomberos y pilotos de helicópteros. Trascurridos muchos años quedan todavía muchas cosas por aclarar sobre las cifras difundidas.

Miles de trabajadores fueron llamados con urgencia en toda la antigua Unión Soviética para construir un **sarcófago** de cemento e hierro para evitar que las **180 toneladas** de **combustible radiactivo** provocaran más daños, lo que hizo muy difícil estimar a largo plazo y con precisión el número real de víctimas, ya que algunas murieron **años después** debido a las exposiciones.

Se estima que las personas fallecidas a lo largo de los años por tumores causados por la radiactividad han sido unas **60.000** en **Bielorrusia** y unas **47.000** en **Ucrania**.

Hoy, **20 años** después, las consecuencias para las poblaciones **más expuestas**, especialmente los niños, son bastante tangibles, varios tipos de tumores, cataratas y síndromes immu-

Para verificar si la radiactividad se encuentra en valores normales se precisa un contador Geiger. Si bien las fugas radiactivas no son muy comunes, hay que tener presente que sí son muy permanentes, sobre todo si entran en la cadena biológica. La procedencia de estos elementos es muy variada, restos de fugas en centrales, residuos radiactivos mal tratados, etc. Sin disponer de un contador Geiger no se puede asegurar la ausencia de radiactividad, por lo que para asegurarse de no sufrir las graves consecuencias que pueden causar en nuestra salud este tipo de radiaciones hay que contar con un eficaz contador Geiger.

para medir la **RADIOACTIVIDAD**

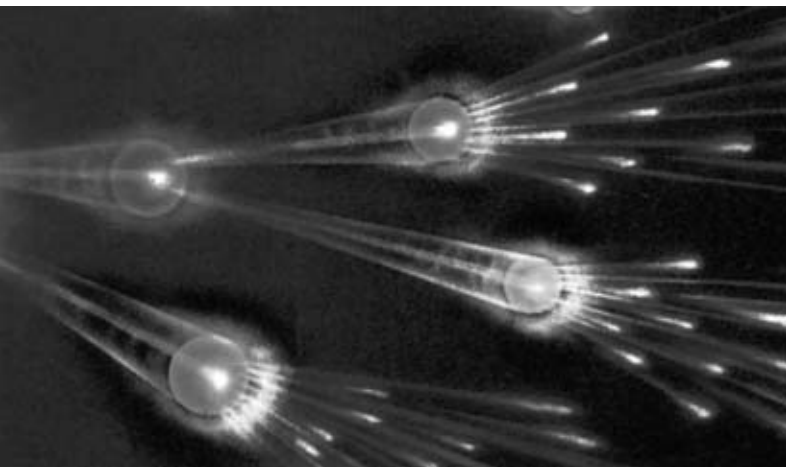


Fig.1 Aspecto de la Central de Control LX.1657. Este dispositivo ha de instalarse en proximidad al receptor que se quiere sensibilizar (ver Fig.2). El conmutador S1 (BAND/GAIN) y el pulsador P1 (SELECT) permiten seleccionar el rango de frecuencias a amplificar y la ganancia.

nodopresivos, todos causados por la persistencia en el tiempo de bajas dosis de radiación.

El **Cesio 137**, el **Estroncio 90**, etc., es decir los isótopos **radiactivos** producidos por la fisión del uranio, tienen una radiactividad que baja al **50%** después de **30-40 años**, teniendo presente además que entre **70** y el **90%** de estas sustancias va directamente al **terreno** o es difundida en forma de **polvo** a grandes **distancias**.

Se estima que el número de las víctimas en los próximos años será de unas **4.000 personas** entre los habitantes de las zonas colindantes a **Chernobyl**.

Los habitantes de Europa occidental no somos inmunes a las consecuencias del desastre de **Chernobyl**, de hecho se ha verificado un aumento en el número de patologías relacionadas con la tiroides en los últimos años y que se han imputado al accidente nuclear de **Chernobyl**.

Nosotros, en Nueva Electrónica, cuando hace **20 años** nos llegó la noticia del desastre nuclear de **Chernobyl** y los riesgos reales para la población de Europa rápidamente desarrollamos un primer **contador Geiger** para verificar la **radiactividad** presente en productos vegetales, carne, leche, derivados lácteos, huevos, queso, etc. Al contaminarse la tierra se contaminaron los productos vegetales y, como consecuencia, los animales que los ingerían.

En aquella época las autoridades, a través de prensa y TV, difundieron una gran cantidad de información y consejos sobre el tipo de alimentación a seguir e hicieron público el valor **0,08-0,09 mR/h**, es decir el umbral máximo de radiactividad en los alimentos. Con niveles mayores se corren graves riesgos para la salud.

Por otro lado hace un año desde muchos países europeos se incrementaron notablemente las solicitudes de nuestro **Contador Geiger LX.1407 (revista N°185)**, tanto que agotamos nuestras existencias, siendo numerosas, en una sola **semana**.

Esta situación realmente nos asombró y preocupó al mismo tiempo. En un primer momento pensamos que se podía haber producido algún pequeño accidente en una de las innumerables centrales nucleares del territorio europeo. Al medir la **radiactividad** presente en múltiples puntos determinamos que los valores eran **normales**.

Para satisfacer nuestra curiosidad apelamos a las mismas empresas que nos compraron los **contadores Geiger**. Nos expusieron que los precios de los contadores Geiger se habían **cuadruplicado** por el hecho de que en muchas ciudades europeas las **autoridades** creyeron oportuno dotar de estos instrumentos a **policias municipales, bomberos, médicos**, etc., lo que elevó la demanda ... y el precio.

Las **autoridades**, muy **precavidas**, no han infravalorado la **inestable** situación internacional y los tonos amenazadores de los líderes de algunos países extremistas y grupos terroristas.

Todos tenemos noticias, a través de los periódicos o de la TV, sobre la utilización en las guerras de **proyectiles** con **uranio empobrecido** dotados de suficiente potencia de penetración

para perforar las corazas de carros blindados y de tanques. Estos proyectiles dispersan polvo que puede resultar **radiactivo**, y lo que es peor, nadie se ocupa de controlar estas emisiones ya que se provocan en actividades militares.

Tampoco podemos excluir la posibilidad de que algún **terrorista** sumerja **materias radiactivas** en las canalizaciones o en las fuentes de agua potable, o dentro de **cisternas** de **almacenamiento** de leche, vino o cereales, etc.

Otro tema que cada vez más frecuentemente salta a las crónicas de sucesos son las empresas que adquieren a **precio baratísimo** trigo u otros cereales procedentes de **zonas radiactivas** para luego revenderlos a precios de mercado, llegando así a las pastelerías, hornos y reposterías aprovechándose de que en este tipo de establecimientos no se suele disponer de **contadores Geiger**.

Es muy improbable, dados los controles de las autoridades, pero puede ocurrir que, sin saberlo, el pan que llevamos a nuestras mesas todos los días tenga algo de **radiactividad** si ha sido producido con harinas procedentes de **trigo radiactivo**.

Una situación similar ocurre con los **metales de recuperación** que llegan del este de Europa a nuestras fundiciones. Pueden ser **radiactivos**.

A propósito de esta cuestión creemos interesante reproducir un episodio del que nosotros mismos hemos sido testigos y que evidencia como en un mundo globalizado todos nosotros estamos expuestos a **riesgos radiactivos**.

Hace algunos años un lector nuestro que realizó el **Contador Geiger LX.1407** nos informó que, realizando mediciones dentro de su propia vivienda, constató con gran estupor la presencia de un **elevado índice de radiactividad**.

Controló, sin conseguir nada, todos los productos alimenticios. Se percató que en algunos momentos registraba radiactividad cerca del cajón donde guardaba los cubiertos. Por fin detectó la fuente: Los **cuchillos**.

Durante meses, él y sus parientes, cada vez que se sentaban a la mesa eran literalmente "**bombardados**" por la **radiactividad** emitida



Fig.2 Aspecto del Contador Geiger LX.1407. Las flechas dibujadas a los lados indican la posición de los orificios en los que hace se ha de introducir la punta de un destornillador para poder abrirlo (ver Fig.11).

por aquellos cuchillos realizados con un metal procedente, sin ningún género de dudas, de zonas próximas a **Chernobyl**.

Para **protegernos** de este **enemigo invisible** es indispensable tener a disposición un eficaz **contador Geiger** para controlar productos alimenticios y utensilios metálicos.

Aunque ha pasado tiempo no hay que infravalorar los problemas derivados del accidente de la central nuclear de **Chernobyl**. El **sarcófago** de protección del reactor no es un contenedor permanente y fue creado muy rápidamente al tratarse de una medida de emergencia, tiene prevista una **duración** de **30-35 años**, límite al que ya nos estamos acercando.

No es la única central que todavía supone riesgos evidentes, hay muchas **más centrales nucleares** que están llegando al final de su vida estimada. Esto unido a los riesgos **terroristas**, a la **ambición** de algunas personas, al **mercado negro** radiactivo procedente de **Europa**

del Este, y a **hechos puntuales** como los recientes envenenamientos y emisiones de **Polonio 210** detectadas en Europa, hacen que la radiactividad sea un **riesgo real**.

No queremos, ni mucho menos, inducir una sensación de inútil pesimismo, sino al contrario, queremos contribuir a tomar actitudes que **no sean fatalistas** exponiendo que aún ante riesgos, como los aquí expuestos, las **autoridades** y **nosotros mismos** podemos dotarnos de instrumentos, como el **contador Geiger** que aquí volvemos a presentar, que permiten **controlar** el **entorno** en el que vivimos, permitiéndonos tomar las **medidas correctoras oportunas**.

Ciertamente desde que presentamos hace **7 años** nuestro **Contador Geiger LX.1407** (**revista N°185**) hemos tenido dificultades para que los fabricantes de **tubos Geiger** nos los suministren, ya que no les parecía correcto que vendiéramos contadores Geiger a precios tan bajos (lo normal es que cuesten, como poco, **más de 400 euros**).

Solamente después de haber explicado a estas empresas que **Nueva Electrónica** es una revista de **divulgación** y que, como tal, tiene entre sus prioridades mantener los **precios** de sus kits lo más **reducidos** que sea posible, hemos logrado conseguir que nos vuelvan a proporcionar tubos Geiger.

Por esta razón, por la **expectación** que ha supuesto y dado que hay lectores que **no** disponen de la **revista N°185**, presentamos nuevamente nuestro **Contador Geiger LX.1407** a un precio realmente excelente y asequible a todo el mundo.

LO QUE HAY QUE SABER

Antes de pasar a la descripción del esquema eléctrico y a la realización práctica de este proyecto queremos proporcionar una serie de informaciones útiles.

Los **isótopos radiactivos** son **invisibles** e **inodoros**, por lo que para detectarlos se precisa un sensor muy específico denominado **tubo Geiger**, el nombre del físico alemán que fue el primero en constatar que, sometiendo a bombardeo radiactivo determinadas mezclas de gas rápidamente procedían a cebarse y también a desactivarse.

La cantidad de **isótopos radiactivos** que alcanzan el **tubo Geiger**, incluidos los que proceden del espacio, es **muy irregular**, por lo que no es de extrañar que en un primer momento se detecten **3 isótopos**, luego **5 isótopos**, transcurrido un momento lleguen **9** y luego pasen a ser solo **2**.

Ya que en el display interesa leer directamente el valor en **mR/h**, y **no** el número de **isótopos**, y ya que es sabido que estos impulsos no tienen una frecuencia **regular**, para poderlos contar con una elevada precisión hemos incluido en el **contador Geiger** un microprocesador que **suma** los impulsos medidos en un tiempo de **10 segundos**, convirtiendo posteriormente este número a **mR/h**.

Sabiendo que exponiendo nuestro **tubo Geiger** a una **radiactividad** de **0,1 mR/h** este contará en una **hora** unos **25.200 isótopos**, y teniendo en cuenta una **tolerancia** en torno a un **10-15%**, podemos afirmar que en un **minuto** se detectarán:

$$25.200 : 60 = 420 \text{ isótopos}$$

Mientras que en un **segundo** aparecerán:

$$420 : 60 = 7 \text{ isótopos}$$

Para conseguir una adecuada precisión el **microprocesador IC2** suma los impulsos tomados durante **10 segundos** y convierte el número a **miliRoentgen-hora (mR/h)**, visualizando el valor directamente en el **display**.

Cerramos este breve paréntesis, añadiendo que no hay que preocuparse si se detecta la presencia de una **baja radiactividad** en instrumentos o relojes **fosforescentes**, ya que es irrelevante, al igual que en las **lámparas de camping** o de ciertas **baldo-sas** para cuya fabricación se emplea un esmalte con **cobalto** que las hace más resistentes.

ESQUEMA ELÉCTRICO

En la Fig.3 se muestra el esquema eléctrico completo de **Contador Geiger LX.1407**.

El **tubo Geiger**, corazón del dispositivo, tiene que ser alimentado con una tensión estabilizada de **400 voltios**. Por lo tanto la primera operación a realizar consiste en elevar los 6 voltios de las pilas (se utilizan **4 pilas** de **1,5 voltios**) a una tensión de **400 voltios**.

LISTA DE COMPONENTES LX.1407

R1 = 220.000 ohmios
R2 = 10.000 ohmios
R3 = 27.000 ohmios
R4 = 10.000 ohmios
R5 = 10 megaohmios
R6 = 22 megaohmios
R7 = 2,2 megaohmios
R8 = 1 megaohmio
R9 = 10.000 ohmios
R10 = 33.000 ohmios
R11 = 10.000 ohmios
R12 = 680 ohmios
R13 = 3.300 ohmios
R14 = 10 ohmios 1/2 vatio
C1 = 100.00 pF poliéster
C2 = 100.000 pF poliéster
C3 = 39.000 pF poliéster
C4 = 22 pF cerámico
C5 = 22 pF cerámico
C6 = 100 pF cerámico
C7 = 2.200 pF poliéster
C8 = 10.000 pF 1.000V cerámico
C9 = 10.000 pF 1.000V cerámico
C10 = 10.000 pF 1.000V cerámico
C11 = 100.000 pF poliéster
C12 = 100.000 pF poliéster
C13 = 100.000 pF poliéster
C14 = 100.000 pF poliéster
C15 = 100.000 pF poliéster
C16 = 1 microF. electrolítico
C17 = 22 microF. electrolítico
C18 = 100.000 pF poliéster
C19 = 100.000 pF poliéster
C20 = 100.000 pF poliéster
C21 = 10 microF. electrolítico
XTAL = Cuarzo 8 MHz
DS1 = Diodo 1N.4007
DS2 = Diodo 1N.4007
DS3 = Diodo 1N.4007
DS4 = Diodo 1N.4148
DS5 = Diodo 1N.4148
DZ1-DZ4 = Diodo zéner 100V 1W
LCD = Display LC.513040
TR1 = Transistor NPN BC.547
TR2 = Transistor NPN BC.547
TR3 = Transistor NPN BF.393
IC1 = Integrado CMOS 4093
IC2 = CPU ST6 programada (EP.1407)
IC3 = Diodo zéner LM.336
IC4 = Integrado CMOS 4094
IC5 = Integrado CMOS 4094
IC6 = Integrado CMOS 4094
T1 = Transformador TM.1407
CP1 = Cápsula piezoeléctrica
S1 = Interruptor
S2 = Interruptor
P1 = Pulsador
P2 = Pulsador
Tubo Geiger CBM20

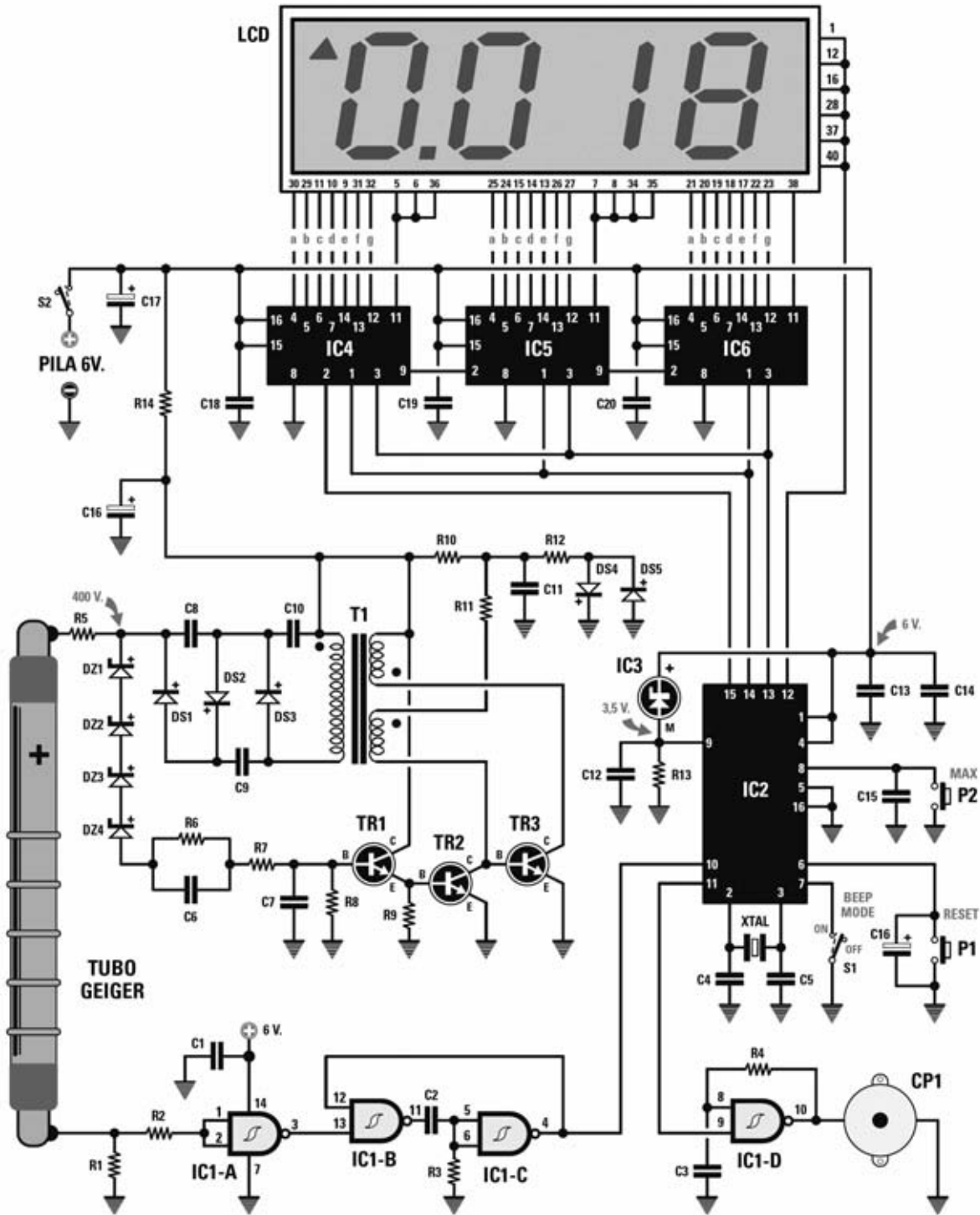


Fig.3 Esquema eléctrico del Contador Geiger LX.1407. El circuito se alimenta con 6 voltios, utilizando 4 pilas de 1,5 voltios. Cuando la tensión cae por debajo de 4,5 voltios en el display aparece la indicación "Lo-b", es decir Low Battery, por lo que se hace necesario cambiar las pilas. El pulsador P2 (MAX) de color rojo se utiliza para hacer aparecer en el display la máxima radiactividad registrada, mientras que el pulsador P1 (RESET) de color negro se utiliza para borrar los datos almacenados.

Para realizar esta operación hemos utilizado el transformador de ferrita T1 conectado a una etapa osciladora compuesta por los transistores TR1-TR2-TR3.

Del secundario de este transformador sale una señal de **140 voltios** a **12.000 Hz** que la **etapa triplicadora** compuesta por los diodos DS1-DS2-DS3 y por los condensadores C8-C9-C10 lleva a un valor de **140 x 3 = 420 voltios**.

Para estabilizar esta tensión a **400 voltios** hemos utilizado cuatro **diodos zéner** de **100 voltios** conectados en serie (DZ1-DZ2-DZ3-DZ4). El último zéner está conectado a la Base del transistor TR1 para que la tensión excedente, al ponerlo en conducción, modifique la tensión de polarización de las Bases de los transistores de oscilación TR2-TR3 y se corrija la diferencia de tensión.

Recordamos para los "menos expertos" **no** comprobar con un **téster** normal que en los contactos del **tubo Geiger** hay **400 voltios**. Si se realiza esta operación se medirán solo unos **pocos voltios**, ya que la **resistencia** interna de un **téster** no es adecuada para medir tensiones en elementos con **alta impedancia**, como un tubo Geiger.

Volviendo al esquema de la Fig.3, la tensión **positiva** de **400 voltios** se aplica al terminal **positivo** del **tubo Geiger** mediante la resistencia R5 (**10 megaohmios**).

El terminal **negativo** del tubo está conectado a **masa** mediante la resistencia R1 (**220.000 oh-**



Fig.4 Al instalar el display LCD en los conectores que hacen la función de zócalo hay que controlar que la **pequeñísima protuberancia de vidrio** (ver REFER) quede orientada a la izquierda. También puede aparecer como referencia una señal en forma de < en el marco interior del display (ver Fig.6).

mios) y a la entrada de la **NAND IC1/A** a través de la resistencia R2 (**10.000 ohmios**).

El terminal **positivo** del **tubo Geiger** se reconoce fácilmente porque está **separado** de los **cinco anillos** presentes sobre su cuerpo (ver Figs.3-8).

A la entrada de la puerta **IC1/A**, conectada como **inversor**, llega por cada **isótopo radiactivo** un **estrechísimo** impulso positivo que se aplica a las **NAND IC1/B-IC1/C**, que, utilizadas como osciladores monoestables, proceden a **alargar** los impulsos para controlar el terminal **10** del integrado **IC2**, un microprocesador **ST6** programado específicamente para este **contador Geiger** con la referencia **EP.1407**.

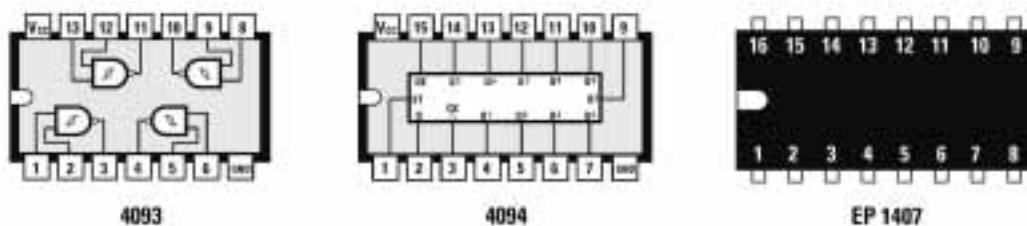
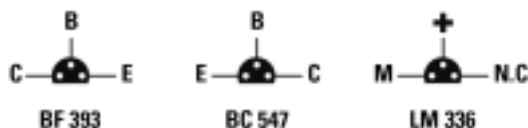


Fig.5 Conexiones de los 3 integrados utilizados, vistas desde arriba y con las muescas de referencia en forma de U orientadas hacia la izquierda. El integrado IC2 es un microprocesador ST6 programado para hacer funcionar el contador Geiger e identificado con la referencia EP.1407.



Conexiones, vistas desde abajo, de los transistores BF.393 - BC.547 y del diodo zéner LM.336 (IC3).

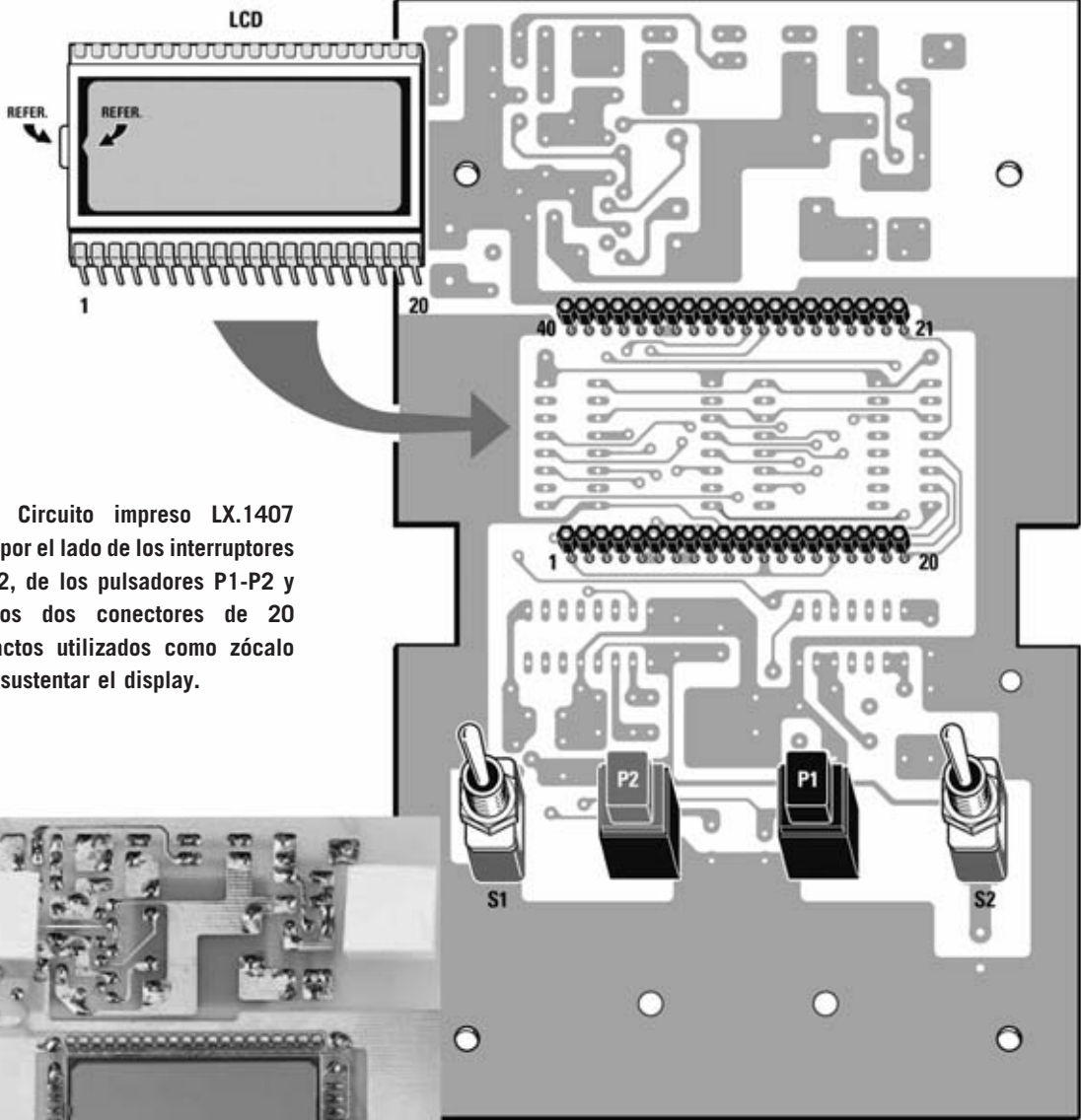


Fig.6 Circuito impreso LX.1407 visto por el lado de los interruptores S1-S2, de los pulsadores P1-P2 y de los dos conectores de 20 contactos utilizados como zócalo para sustentar el display.

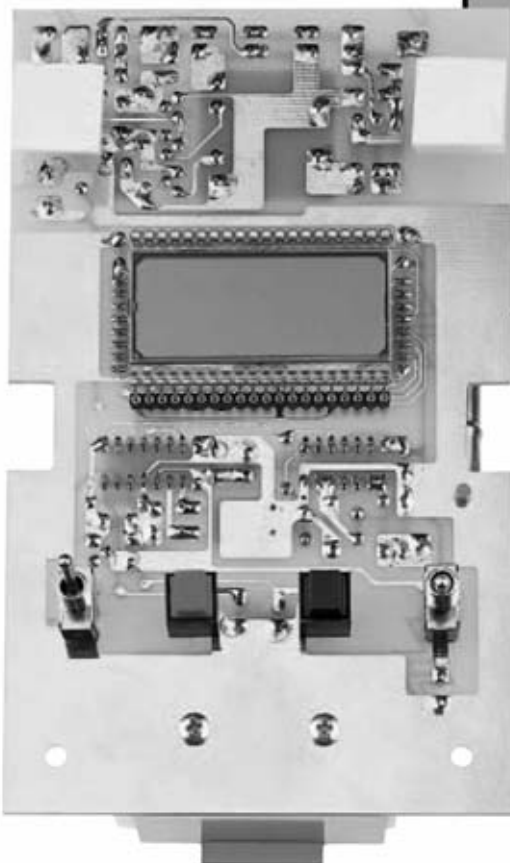


Fig.7 Así se presenta el circuito impreso LX.1407 una vez instalado el display LCD. No presionar nunca con los dedos la parte central de vidrio del display, ya que podría romperse. El lado opuesto del circuito impreso, en el que se montan la práctica totalidad de los componentes, se reproduce en las figuras siguientes.

Este **microprocesador** es el verdadero **cerebro** del **contador Geiger** ya que, además de cuantificar los **impulsos radiactivos** y convertirlos a **mR/h** para visualizarlos en el **display LCD**, también dispone de una **memoria** en la que guarda los datos de la **máxima radiactividad** medida en el transcurso del día o de la noche.

Luego si, por la noche, se leen **0,002 mR/h** y se presiona el pulsador **rojo P2 (MAX)**, situado a la izquierda del frontal del mueble, y en el display aparece un valor de **0,010 mR/h**, significa que durante el día se ha detectado un **ligero aumento** de radiactividad, no necesariamente debido a una fuga radiactiva de una central nuclear, puede ser debida a la radiación ejercida por las **manchas solares**.

El pulsador **negro P1 (RESET)**, situado a la derecha del frontal del mueble, se utiliza para **borrar** los datos que el microprocesador **ST6 (IC2)** tiene almacenados en **memoria**.

También el microprocesador **IC2** se utiliza para realizar la función de **prealarma**. En efecto, abriendo el interruptor **S1** (conectado al terminal **7** de **IC2**) la cápsula piezoeléctrica emitirá una **señal acústica** solo cuando la radiactividad supere el valor de **0,040 mR/h**, que corresponde a una **radiactividad débil**.

Alcanzado este valor se escuchará una **señal acústica** compuesta por **5 pitidos** consecutivos, que cesará cuando se produzca una **segunda lectura** inferior a **0,039 mR/h**. En cambio, si en la **segunda lectura** la radiactividad superase el valor de **0,041 mR/h** la cápsula **sonará ininterrumpidamente**.

Continuando con la descripción precisamos que el **contador Geiger** se alimenta con una tensión de **6 voltios**, si bien el circuito funciona regularmente aunque la tensión de las pilas baje a **5 voltios**.

Solamente cuando esta tensión alcance un valor de **4,5 voltios** el micro hace aparecer en el **display** la inscripción **Lo-b**, es decir **Low battery**, para indicar que las **pilas** de **1,5 voltios** están descargadas y que es preciso **sustituirlas**.

La **corriente máxima** que absorbe este **contador Geiger** está en torno a **5 mA**, por lo tanto aunque permanezca encendido **24 horas al día** las pilas aseguran una **autonomía** en torno a **2 meses**.

NOTA: Si se va a tener el contador **siempre encendido** es conveniente utilizar un **alimentador** conectado a la red de **230 voltios** que proporcione una tensión **estabilizada** entre **5,3** y **6 voltios**. No superar **6,5 voltios** ya que se podría quemar el micro **IC2**.

El terminal **9** del micro **IC2**, conectado a **IC3** (un pequeño **diodo zéner** de **precisión** de **2,5 voltios** tipo **LM.336**), se utiliza para hacer aparecer en el display la inscripción **Lo-b (Low battery)**.

Cuando las **pilas** están **cargadas** el diodo zéner **IC3** alimenta el terminal **9** del micro **IC2** con una tensión de: $6 - 2,5 = 3,5$ **voltios**. Ahora bien, cuando la tensión de las **pilas** baja a un valor de **5 voltios** en el terminal **9** de **IC2** llega una tensión de $5 - 2,5 = 2,5$ **voltios**.

Solo cuando la tensión de las **pilas** baja a un valor de **4,8 voltios** en el terminal **9** de **IC2** hay una tensión de $4,8 - 2,5 = 2,3$ **voltios**. En estas condiciones en el display se muestra la inscripción **Lo-b**.

En presencia de **radiactividad** del terminal **11** del micro **IC2** sale una tensión positiva que, al aplicarse al terminal **9** de la **NAND IC1/D**, hace que la cápsula resonadora **CP1** emita una **señal acústica** de **800 Hz**.

Los terminales **15-14-13** de **IC2** se utilizan para controlar los integrados **IC4-IC5-IC6**, utilizados para visualizar en el **display LCD** los números de **0** a **9**.

IMPORTANTE: Este **contador Geiger**, a diferencia de otros, no precisa **ningún ajuste** ya que el **microprocesador** cuenta los **impulsos** y los convierte directamente a **mR/h**.

REALIZACIÓN PRÁCTICA

Como en todos nuestros kits la realización de este montaje no presenta ninguna dificultad. En un par de horas el dispositivo estará listo para medir la **radiactividad**.

Una vez en posesión del circuito impreso **LX.1407**, en el lado correspondiente a los **pulsadores P1-P2** (ver Fig.6) hay que montar los **dos conectores hembra** de **20 polos** utilizados como **zócalo** para el **display LCD**.

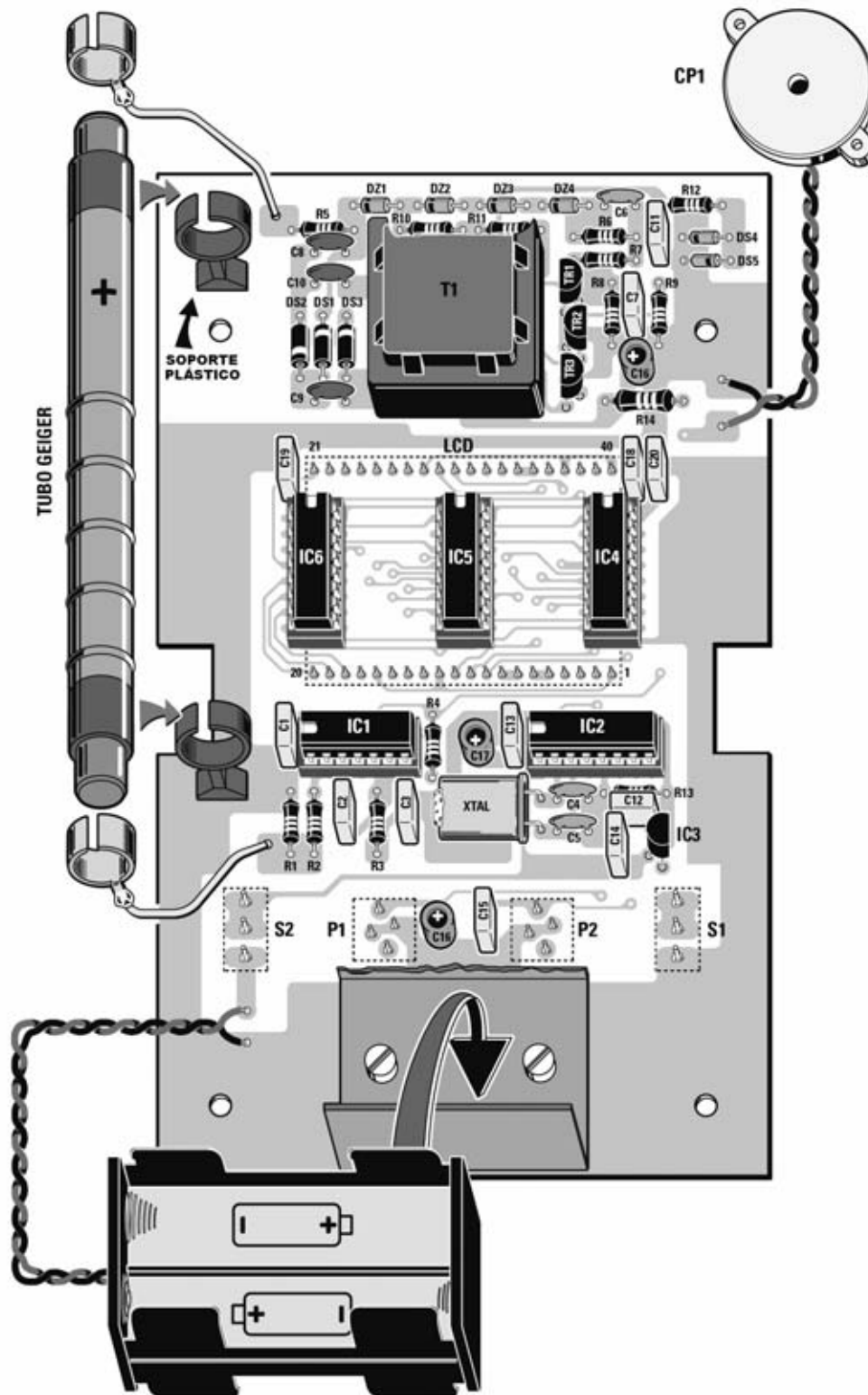


Fig.8 Esquema de montaje práctico del Contador Geiger LX.1407 visto por el lado de los componentes. La escuadra metálica en forma de U sirve de soporte para el portapilas que aloja las 4 pilas de 1,5 voltios. El terminal positivo (+) del tubo Geiger se reconoce porque está separado de los 5 anillos presentes sobre su cuerpo. Este terminal debe quedar orientado hacia arriba mientras el terminal negativo (-) ha de quedar orientado hacia abajo.

En el **lado opuesto** hay que soldar los terminales, controlando que están bien soldados y que no se haya producido ningún cortocircuito.

Ahora, en el lado contrario donde se ha montado el “zócalo” para el display LCD, se pueden montar los **zócalos** para los integrados **IC1-IC2-IC4-IC5-IC6**.

Es el momento de instalar los **diodos zéner** de color rosa **DZ1-DZ2-DZ3-DZ4**, orientando sus **franjas negras** de referencia hacia la **izquierda**, los diodos **DS2-DS1-DS3**, orientando hacia **abajo** la **franja blanca** del diodo **DS2** y hacia **arriba** las **franjas blancas** de los diodos **DS1-DS3** (ver Fig.8).

Los diodos con encapsulado de vidrio **DS4-DS5** se montan orientando la **franja** de referencia de **DS4** hacia la **izquierda** y la **franja** del diodo **DS5** hacia la **derecha**.

A continuación aconsejamos instalar las **resistencias**. Para evitar errores indicamos algunos códigos de colores serigrafiados en los encapsulados:

R5 (10 megaohmios) = marrón-negro-azul-oro
R6 (22 megaohmios) = rojo-rojo-azul-oro
R7 (2,2 megaohmios) = rojo-rojo-verde-oro

El montaje puede continuar con la instalación de los **condensadores cerámicos de alta tensión C8-C9-C10**, los **condensadores cerámicos C4-C5-C6**, los **condensadores de poliéster** y, por último, los **condensadores electrolíticos**, respetando en este caso la **polaridad +/-** de sus terminales (el terminal **positivo** es más **largo** que el negativo).

Los transistores **BC.547 (TR1-TR2)** se montan orientando la **parte plana** del cuerpo de **TR1** hacia el transformador **T1** y orientando la **parte plana** de **TR2** hacia la resistencia **R8**.

El transistor de **alta tensión BF.393 (TR3)** se instala orientando la **parte plana** de su cuerpo hacia el transformador **T1**.

El pequeño diodo zéner **IC3**, un **LM.336** o bien un **REF.25Z**, componente que tiene la misma forma que los transistores de plástico, se instala al lado de los condensadores **C12-C14** orientando hacia la **derecha** la **parte plana** de su cuerpo (ver Fig.8).

NOTA: Al montar el diodo zéner **LM.336** y los **transistores** hay que **separar** sus cuerpos del circuito impreso. Solo las resistencias, los diodos zéner tradicionales, los diodos de silicio y los condensadores han de hacer contacto con la superficie del circuito impreso (ver Fig.8).

Es el momento de instalar, al lado de los **zócalos** para los integrados **IC1-IC2**, el cuarzo de **8 MHz (XTAL)**, montándolo en posición horizontal y soldando su encapsulado con una pequeña gota de estaño a la pista correspondiente del circuito impreso.

Ahora, utilizando dos pequeños tornillos, hay que fijar la **escuadra metálica** en forma de **U** que soporta el **portapilas** utilizado para alojar las **4 pilas de 1,5 voltios**, respetando la polaridad **+/-** al soldar los cables del portapilas.

En la parte **superior** del circuito impreso se instala el pequeño transformador **T1**.

En la parte izquierda hay que fijar, utilizando pegamento rápido, los dos **soportes de plástico** con forma de **anillo abierto** utilizados para sustentar el **tubo Geiger** en el circuito impreso.

Tras **dar la vuelta** al circuito impreso se pueden montar los pulsadores **P1-P2** y los interruptores de palanca **S1-S2**. A continuación hay que insertar, en los conectores hembra que hacen las veces de zócalo, el **display LCD**.

IMPORTANTE: Si los terminales del display **no entran** en los conectores por estar demasiado **abiertos** es aconsejable apoyar los terminales de un lado del display sobre una mesa y **cerrarlos** ligeramente. Luego hay que repetir la operación con la otra hilera de terminales. **No** es aconsejable doblar los terminales con **alicates** ya que así es muy difícil conseguir un resultado homogéneo.

Cuando se monte el **display LCD** en estos conectores que hacen la función de zócalo hay que controlar el lado que tiene presente una pequeña **protuberancia de vidrio**, o bien una **señal** en forma de **<** en el marco interior del display, quede orientado hacia la **izquierda**.

Tampoco es aconsejable presionar con los **dedos** la **parte central** de vidrio del **display**, ya

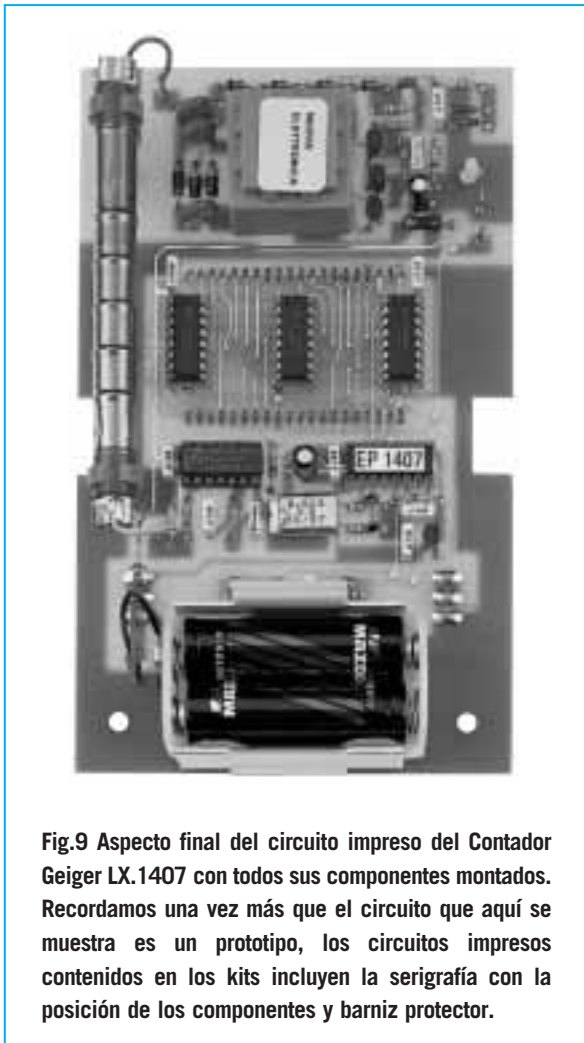


Fig.9 Aspecto final del circuito impreso del Contador Geiger LX.1407 con todos sus componentes montados. Recordamos una vez más que el circuito que aquí se muestra es un prototipo, los circuitos impresos contenidos en los kits incluyen la serigrafía con la posición de los componentes y barniz protector.



Fig.10 Circuito impreso LX.1407 instalado en su mueble de plástico. En el panel superior de aluminio hay que realizar un agujero de 5 mm para hacer salir el sonido producido por la cápsula resonadora piezoeléctrica CP1, fijada en el interior.

que puede romperse. La presión ha de ejercerse en los lados donde se encuentran los terminales.

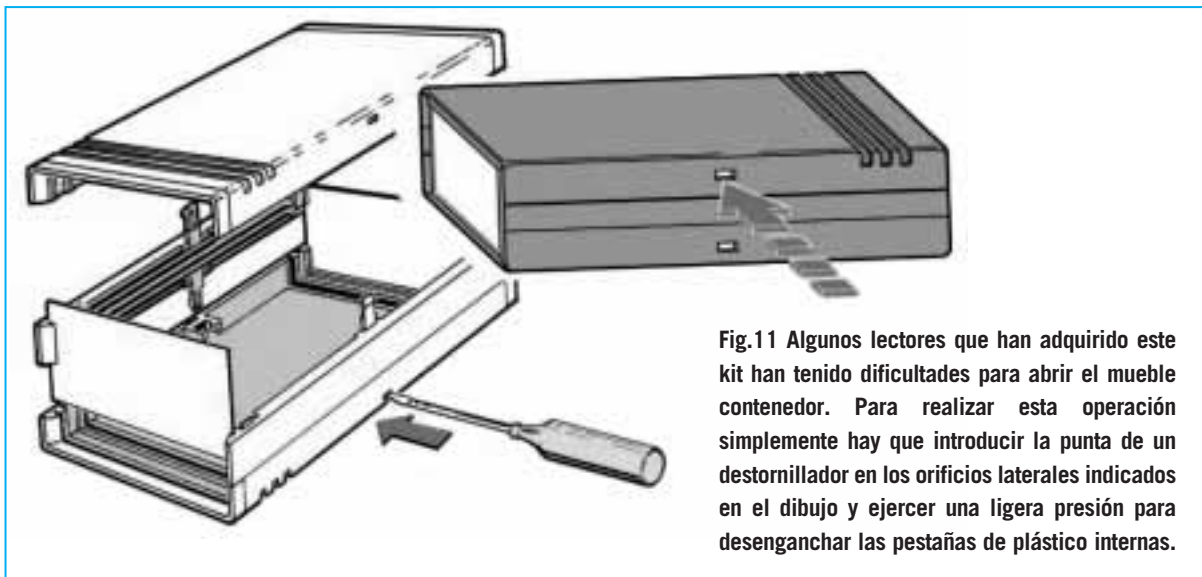
Para completar el montaje del **contador Geiger** hay que insertar, en sus correspondientes zócalos, los **integrados IC1-IC2-IC4-IC5-IC6**, orientando sus muescas de referencia en forma de **U** tal como se muestra en el esquema de montaje práctico (Fig.8). El integrado **IC2**, un micro **ST6 programado**, tiene pegada una etiqueta con la inscripción **EP.1407**.

En los dos soportes de plástico en forma de **anillo abierto** se fija el **tubo Geiger**. A continuación hay que instalar, en sus dos extremos, los **clips metálicos** incluidos en el kit, que deberán conectarse, respectivamente, a la resistencia **R5** (cable **positivo**) y a la resistencia **R1** (cable **negativo**).

Después hay que conectar los cables de la cápsula resonadora piezoeléctrica **CP1**, respetando su polaridad (cable **rojo** al terminal **positivo** y cable **negro** al terminal **negativo**). Una vez soldados los cables hay que fijar la cápsula al panel superior del mueble utilizando dos tornillos con sus correspondientes tuercas (ver Fig.10).

Acto seguido hay que conectar los cables del **portapilas**, respetando su polaridad (cable **rojo** al terminal **positivo** y cable **negro** al terminal **negativo**). Una vez soldados los cables hay que fijar el portapilas en el **soporte metálico** en forma de **U**.

Completado el montaje hay que posicionar el **panel de aluminio** con los valores de **radiactividad** sobre la tapa superior del mueble y fijarlo con las **tuercas** de los interruptores **S1-S2**.



En el pasado algunos lectores nos han indicado que han encontrado alguna dificultad en **abrir** el mueble contenedor. En relación a esta cuestión hay que tener presente que en sus lados hay dos pequeños **orificios**, en los que es necesario introducir la punta de un destornillador para liberar las **pestañas interiores** (ver Fig.11).

Si **no** se ha cometido ningún **error** de montaje el **Contador Geiger LX.1407** funcionará instantáneamente. Cada **10 segundos** efectuará una lectura.

Inicialmente se mostrará la **radiactividad cósmica** de fondo, que no suele superar, de media, los **0,030 mR/h**.

Si después de **30 minutos** se presiona el pulsador **rojo P2** (valor **Máximo**) se puede observar si la radiactividad tiene tendencia a **disminuir**, a **aumentar** o a permanecer **constante**.

NOTA: Hay que tener presente, para no inquietarse, que la **dosis de radiactividad** que nuestro organismo puede tolerar está subordinada tanto a la **cantidad** como al **tiempo** de exposición.

UNIDADES de medida y valores UMBRAL

Este epígrafe lo hemos desarrollado con el objetivo de que se puedan entender las diferencias entre los diferentes **unidades de medida** utilizadas en radiactividad y para conocer cuales son los **valores máximos** de exposición que no conllevan consecuencias peligrosas para el organismo.

miliRoentgen/hora (mR/h): Esta unidad de medida indica la cantidad **isótopos radiactivos**, presentes en el aire o en cualquier sustancia, que se "disparan" en **una hora**. A continuación se muestran los umbrales más importantes utilizando esta unidad.

0,001 - 0,030 mR/h: Radiactividad natural procedente del cosmos que nos bombardea desde hace millones de años y que nuestro organismo tolera sin problemas. En montañas altas se pueden alcanzar valores de **0,032 mR/h**.

0,040 - 0,050 mR/h: Ligera radiactividad que **no es peligrosa**. No obstante si este valor se mide en hortalizas, carne, quesos o harinas, es mejor **no** consumirlas.

0,050 - 0,070 mR/h: Cuando en el **aire** se alcanza esta **radiactividad** hay que preocuparse porque significa que hay polvo radiactivo en la **zona**, contaminando agua, frutas, hortalizas, leche, etc. Es aconsejable envolver estos alimentos en bolsitas de nailon y ponerlos a disposición de las autoridades sanitarias.

0,070 - 0,080 mR/h: Si en el **aire** se alcanzan estos valores de radiactividad significa que se ha producido una **fuga radiactiva** en una **central nuclear** muy distante (**miles de Km**) o bien que alguna sustancia o elemento radiactivo está presente a pocos **centenares de metros**. Estos valores son considerados bastante peli-

grosos, si se miden en alimentos no hay que ingerirlos bajo ningún concepto.

0,080 - 0,090 mR/h: Cuando este valor de **radiactividad** está presente se puede estar expuestos en torno a **1 mes** sin que se manifiesten problemas en el organismo. En cambio si valor de **radiactividad** se mide acercando el **contador Geiger** a alimentos **no** hay que **ingerirlos** y hay que hacerlos llegar inmediatamente a las **autoridades sanitarias**.

0,100 - 0,150 mR/h: Si en el aire están presentes estos valores de **radiactividad** significa que en todos los **alimentos, leche, verduras, frutas, carnes**, hay valores elevados debido al polvo radiactivo que, llevado por el viento o por la lluvia, se deposita sobre todo lo que crece sobre el terreno.

En este caso, además de **no ingerir** estos alimentos, conviene **alejarse** varios kilómetros cerrando las ventanillas del automóvil hasta que el valor de la radiactividad baje de **0,090 mR/h**.

Si se está expuesto durante **un mes** a este valor de radiactividad nuestro organismo **no** sufrirá grandes problemas, ahora bien si se está expuesto más de **tres meses** a este valor de radiactividad nuestro organismo sufrirá **graves consecuencias**.

0,200 - 0,400 mR/h: Estos valores son **muy peligrosos** ya que provocan una inmediata reacción de nuestro organismo que puede manifestarse bajo forma de fuertes dolores de cabeza, caída de pelo, cataratas, anemias, heridas que no se cierran, descamación de la epidermis e incluso la aparición de **tumores malignos**.

Si durante **unos meses** nos alejamos de zonas con estos valores el **organismo se regenera**. Por este motivo varios países mediterráneos, sobre todo **España e Italia**, acogen durante temporadas a jóvenes procedentes de las zonas colindantes a **Chernobyl**.

NOTA: Además de los **miliRoentgen/hora** también existen **otras unidades de medida**, que exponemos seguidamente simplemente a título informativo ya que esta es la unidad de medida más utilizada.

nanocurio: Mide la **radiactividad** presente en **1 metro cúbico** de aire, la presente en **1 kilogramo** de alimentos, en **1 litro** de agua o en **1 litro** de leche. Esta medida solo se puede efectuar en **laboratorios bien equipados** ya que es necesario introducir los productos en un contenedor de **plomo** adecuado para evitar medir la radiactividad presente en el ambiente.

Esta medida se realiza con un instrumento especial denominado **Analizador Multicanal**, capaz de reconocer los **elementos radiactivos** (Uranio, Cesio, Yodo, Polonio, etc.) y medir su **cantidad**.

miliRAD (Radiation Assorbed Dosis): Indica la cantidad de **radiactividad** emanada por un objeto que, expuesto mucho tiempo a la radiactividad, la absorbe transformándose a su vez en una fuente radiactiva. Los **miliRAD** son idénticos a los **mR/h**.

También se miden con un **contador Geiger**, teniendo presente que, en este caso, es necesario **restar** al valor leído los **mR/h** presentes en el **aire**.

Por ejemplo, si acerca un **contador Geiger** a un objeto radiactivo y se miden **0,09 mR/h**, sabiendo que la radiactividad presente en el aire es, por ejemplo, de **0,04 mR/h**, el objeto irradiará:

$$0,09 - 0,04 = 0,05 \text{ mR/h}$$

miliREM (Roentgen Equivalente Man): Indica la cantidad de **radiactividad** absorbida por un ser humano o por animal que haya comido o bebido productos **radiactivos** que, al pasar al organismo, lo transforman en una **fuente radiactiva**.

Para medir los **miliREM** absorbidos la persona es invitada a entrar en una **cámara de plomo** para evitar medir la **radiactividad ambiental**. Se mide con un **Analizador Multicanal**.

PRECIO de REALIZACIÓN

LX.1407: Precio de todos los componentes necesarios para realizar el **Contador Geiger** (ver Figs.2-8), incluyendo circuito impreso, display **LCD**, tubo **Geiger** y mueble de plástico perforado168,75 €
LX.1407: Circuito impreso27,53 €

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.