

**MANUAL DE USO DE LA CÁMARA  
DE IONIZACIÓN LUDLUM MODELO 9-4**

**Agosto de 2024**

**Número de serie 265751 y posteriores**

**MANUAL DE USO DE LA CÁMARA  
DE IONIZACIÓN LUDLUM MODELO 9-4**

**Agosto de 2024**

**Número de serie 265751 y posteriores**



**LUDLUM MEASUREMENTS, INC**  
501 OAK STREET, P.O. BOX 810  
SWEETWATER, TEXAS 79556  
325-235-5494, FAX: 325-235-4672



## **DOCUMENTO DE GARANTIA**

Ludlum Measurements, Inc. garantiza que los productos cubiertos en este manual no tienen defecto alguno de mano de obra, material y diseño. Esto por un periodo de 12 meses a partir del día de envío. La calibración del producto está garantizada también por el mismo periodo de 12 meses a partir del envío. En el evento de la falla del equipo, notificar a Ludlum Measurement para determinar si se repara, recalibra o se reemplaza.

Esta garantía excluye el reemplazo de los tubos fotomultiplicadores, y tubos G-M proporcionales, y cristales de centelleo los cuales pueden ser quebrados debido al excesivo abuso físico o que sean usados para otros propósitos que no son adecuados.

No hay garantías, expresas o implícitas, incluyendo sin límite cualquier garantía implícita de mercancía o apariencia, la cual se extienda mas allá de la descripción de esta. Si el producto no funciona como está garantizado aquí, el remedio para el comprador será la reparación o remplazo del producto como lo decida Ludlum Measurement. Por ninguna circunstancia Ludlum Measurements será responsable por daños, perdida de ganancias, o cualquier otro daño incidental o consecuencial que se derive de la compra, uso, o inhabilidad para usar los productos.

## **RETORNO DE BIENES AL PRODUCTOR**

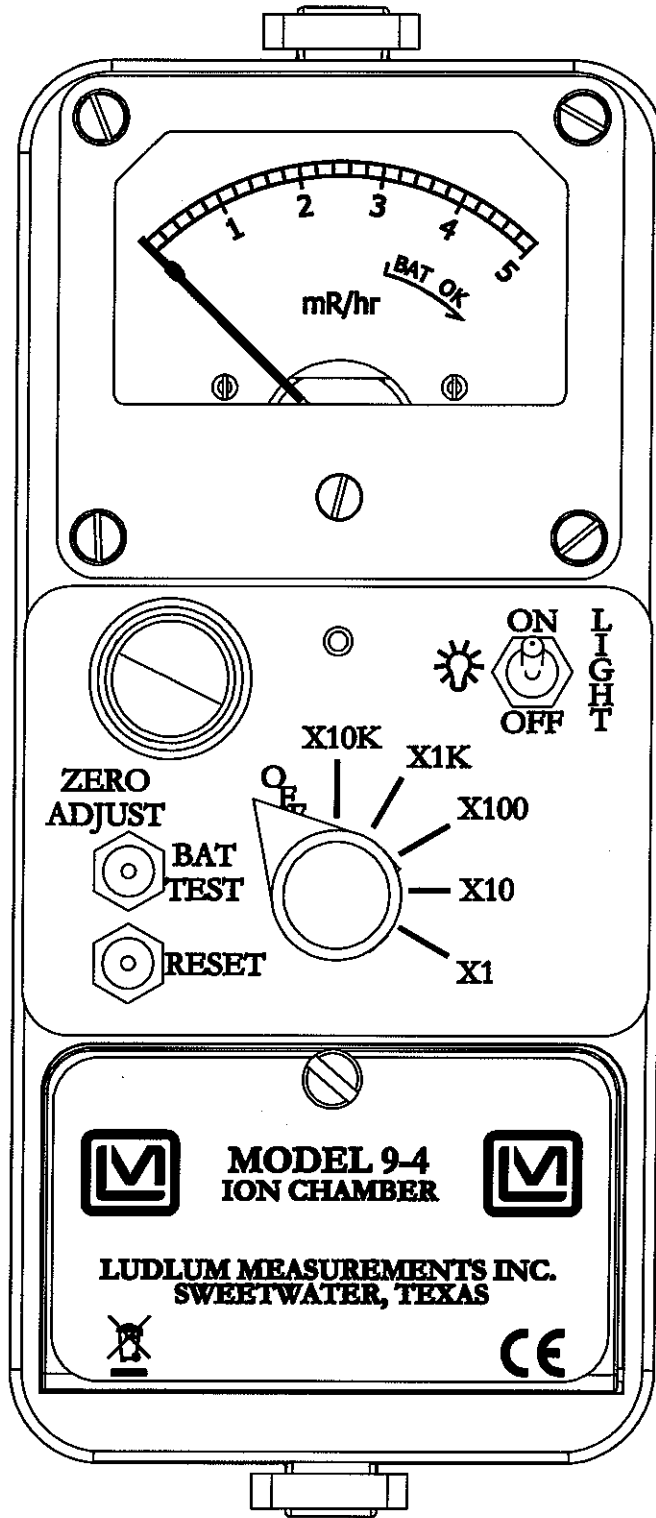
Si el equipo necesitara ser regresado a Ludlum Measurements, Inc. para reparación o calibración, por favor mandarlo a la dirección abajo. Todos los envíos deben tener la información del cliente incluyendo la dirección de envío de retorno, nombre del cliente, número de teléfono, descripción del servicio requerido, y cualquier otra información necesaria. El cooperar con esta información apresurara el retorno del equipo.

**LUDLUM MEASUREMENTS, INC  
ATTN: REPAIR DEPARTMENT  
501 OAK STREET  
SWEETWATER, TX 79556**

**800-622-0828 325-235-5494  
FAX 325-235- 4672**

REVISION HISTORY

REV	DESCRIPTION	DATE	BY
1	VALID	12/15/2009	DDW



DWN	DATE	CHK	DATE	APP	DATE
DDW	12/15/09			<i>DDW</i>	4-30-10
DWG NUM: 4293-646.iam				SCALE: 1:1	
TITLE M 9-4					
LUDLUM MEASUREMENTS, INC. 501 OAK STREET SWEETWATER, TEXAS 75556			SERIES	SHEET	
			293	646	

# Precauciones de seguridad

---

Para mayor seguridad, este manual contiene diversas notas, precauciones y advertencias que deben respetarse para proteger tanto al operario como al instrumento.

## **⚠ WARNING**

Advertencia: el operario o responsable recibe la advertencia de que no respetar los procedimientos operativos, de manejo o de mantenimiento indicados puede provocar la muerte, lesiones graves o daños prolongados para la salud.

---

## **CAUTION**

Precaución: el operario o responsable recibe la indicación de que la protección del equipo puede verse afectada si el instrumento se utiliza o maneja de una manera no especificada por Ludlum Measurements, Inc.

---

## **NOTE**

Nota: el operario o responsable debe prestar especial atención a la información suministrada, ya que no hacerlo puede causar daños o fallas en el instrumento.

---

## **PRECAUCIONES GENERALES DE SEGURIDAD**

Las siguientes precauciones generales de seguridad rigen para el operario del instrumento a lo largo de todas las fases operativas. Estas precauciones deben respetarse, ya que de lo contrario la unidad puede dejar de contar con la protección necesaria de diseño.

### **NO quite el bastidor de la cámara con las baterías colocadas**

El funcionamiento normal del instrumento siempre debe producirse con el chasis unido a la cámara. En caso de determinarse que el chasis debe quitarse de la cámara, se advierte firmemente al operario para que respete las siguientes precauciones, a fin de evitar el contacto con las piezas internas con electricidad que son peligrosas:

1. Apague la alimentación eléctrica del instrumento y quite las baterías.
2. Antes de tocar los componentes internos, deje reposar el instrumento durante un minuto.

## NO SUMERJA LA UNIDAD EN AGUA

El instrumento cumple con las normas definidas por ANSI N42.17C relativas a la exposición a la humedad; sin embargo, no es hermético, por lo que nunca debe sumergirse en agua.

## ADVERTENCIAS RELATIVAS A LOS MATERIALES PELIGROSOS

El presente manual utiliza imágenes visuales para comunicar los posibles riesgos vinculados a la operación, el manejo o el mantenimiento del instrumento. Las siguientes definiciones describen dichos riesgos; sin embargo, Ludlum Measurements no puede ofrecer ninguna garantía respecto de la magnitud de los riesgos presentes.



**PRODUCTO QUÍMICO:** el manejo de los materiales puede causar quemaduras o irritación de la piel.



**DESCARGA ELÉCTRICA:** si no se toman las precauciones necesarias, el contacto físico con los componentes internos del instrumento puede causar descargas eléctricas.



**ZONA CALIENTE:** el o los componentes pueden estar calientes y causar quemaduras.



**VENENO:** el consumo del contenido del recipiente puede ser peligroso para la salud.

## SÍMBOLOS EN EL INSTRUMENTO

La Cámara de Ionización Modelo 9-4 contiene los siguientes símbolos:



**Contenedor de basura tachado:** informa que, al desecharse, el producto no debe mezclarse con desechos urbanos sin clasificar; los materiales deben separarse. Este símbolo se encuentra en la tapa del compartimiento para baterías.



El símbolo “CE” indica que el uso del instrumento es aceptable dentro de la Unión Europea.

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
CONTROLES Y FUNCIONES .....	2
INICIO .....	3
<b>DESEMPAQUE Y EMPAQUE .....</b>	<b>3</b>
<b>CONFIGURACIÓN DEL INSTRUMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>INSTALACIÓN DE LA BATERÍA .....</b>	<b>4</b>
<b>PRUEBA DE BATERÍAS .....</b>	<b>5</b>
<b>CONTROL DE FUNCIONAMIENTO .....</b>	<b>5</b>
CONCEPTO TÉCNICO DE OPERACIÓN .....	7
<b>CÁMARA .....</b>	<b>7</b>
<b>VENTANA DE LA CÁMARA .....</b>	<b>7</b>
<b>ELECTRÓMETRO .....</b>	<b>7</b>
<b>CAMBIO DE RANGO .....</b>	<b>8</b>
<b>REINICIO .....</b>	<b>8</b>
<b>REGULACIÓN DE LA DESVIACIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>REGULACIÓN DEL CERO .....</b>	<b>8</b>
<b>CALIBRACIÓN DE LOS RANGOS .....</b>	<b>9</b>
<b>CAMBIO DE RANGO .....</b>	<b>9</b>
<b>ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA .....</b>	<b>10</b>
LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO .....	11
<b>PRECAUCIONES .....</b>	<b>11</b>
<b>MANTENIMIENTO .....</b>	<b>11</b>
<b><i>Recalibración</i> .....</b>	<b>11</b>
<b>ALMACENAMIENTO .....</b>	<b>12</b>
<b>DESECANTE .....</b>	<b>12</b>
ESPECIFICACIONES .....	14
RECICLAJE .....	17
LISTA DE PIEZAS .....	18
<b>PANEL PRINCIPAL DE CIRCUITOS, DIBUJO 293 × 711 .....</b>	<b>19</b>
<b>PANEL DEL ELECTRÓMETRO, DIBUJO 293 × 670 .....</b>	<b>22</b>
<b>DIBUJOS .....</b>	<b>23</b>

## TABLA DE FIGURAS

Figura 2: Colocación y extracción de las baterías .....	4
Figura 4: Símbolos internos de la tapa de las baterías .....	5
Figure 3 - Main Board Layout (Front) .....	Back of manual
Figure 4 - Main Board Layout (Back) .....	Back of manual
Figure 5 - Main Board Schematic (Page 1) .....	Back of manual
Figure 6 - Main Board Schematic (Page 2) .....	Back of manual
Figure 7 - Main Board Schematic (Page 3) .....	Back of manual
Figure 8 - Main Board Schematic (Page 4) .....	Back of manual
Figure 9 - Electrometer Board Layout (Front) .....	Back of manual
Figure 10 - Electrometer Board Schematic (Page 1) .....	Back of manual



**Sección****1**

## Introducción

---

**E**l instrumento Ludlum Modelo 9-4 es una cámara de ionización de cinco rangos para medir radiación beta-gama de hasta 50 R/h. La densidad de la pared de la cámara, al igual que la de la caja del instrumento, es 1000 mg/cm<sup>2</sup>. Un escudo beta retráctil de 1000 mg/cm<sup>2</sup> permite medir la radiación beta con una ventana de 7 mg/cm<sup>2</sup>.

El selector de seis posiciones puede escoger la posición **APAGADO** y los multiplicadores **×10K**, **×1K**, **×100**, **×10** y **×1**. La cara del medidor estándar cuenta con un dial, cuyo rango es 0 a 5 mR/h. Otras características son el selector de **LUZ**, que activa la luz blanca del visor LED, el pulsador **REINICIAR** y la perilla **REGULACIÓN DEL CERO**. Todos los controles de calibración se efectúan digitalmente mediante un juego especial de calibración (número de pieza: 4293-676), que puede adquirirse a Ludlum Measurements. El conjunto consta de una cámara especial para el instrumento, un juego de calibración de la presión, todos los cables necesarios y un software de control.

El juego de calibración del Modelo 9-4 permite calibrar la temperatura y la presión. De este modo, la compensación de la temperatura y la presión permite que la medición del instrumento se mantenga dentro del 20% del valor verdadero cuando la temperatura varía de -20 a 50 °C (de -4 a 122 °F), y dentro del 15% cuando la presión varía de 70 kPa a 106 kPa.

La alimentación de la unidad proviene de dos baterías tipo “D”. Un juego nuevo de baterías alcalinas debe durar más de 400 horas. Puede colocarse una derivación interna para conservar la tensión en la pared del detector incluso con la unidad apagada. Esto reduce la espera normal de quince minutos para el encendido en frío.

## Sección

## 2

## Controles y funciones

---

**Selector de rangos:** interruptor de seis posiciones (**APAGADO**, **×10K**, **×1K**, **×100**, **×10** y **×1**). Al pasar de **APAGADO** a una de las posiciones multiplicadoras (**×10K**, **×1K**, **×100**, **×10** y **×1**), brinda al operario un rango total de 0 a 50.000 mR/h. Para obtener el valor real, multiplique la lectura de la escala por el factor multiplicador.

**PRUEBA DE BATERÍAS:** al pulsar este interruptor, se controla el estado de las baterías. La lectura del medidor debe mantenerse dentro del rango **PRUEBA DE BATERÍAS** de la escala. Para esta prueba, el selector de rangos puede estar en cualquier posición menos **APAGADO**.

**Selector ENC-APAG LUZ:** en posición **ENC**, este interruptor enciende las luces blancas del visor LED, que se encuentran en el compartimiento del medidor.

**REGULACIÓN DEL CERO:** control que gira una vuelta completa y permite compensar la desviación del electrómetro. Mantenga pulsado el botón **REINICIAR** durante cinco segundos y regule la lectura del cero.

**Botón REINICIAR:** circuito que conecta la cámara a tierra y abre la conexión de la cámara con el electrómetro. Esto genera una pronunciada corriente transitoria ascendente en las escalas **×1** y **×10**. Para que dicha corriente se disipe, pulse el botón **REINICIAR** durante cinco segundos. Al soltar el botón, la cámara vuelve a conectarse al electrómetro y se produce una pronunciada corriente transitoria descendente. Espere cinco segundos para que el equipo se recupere.

**Escudo beta (en la base):** escudo retráctil que permite la exposición a la radiación beta con un espesor de ventana de 7 mg/cm<sup>2</sup>. Cuando la tapa corrediza se cierra, la densidad es 1000 mg/cm<sup>2</sup>. Para soltar la tapa, pulse el botón que se encuentra junto a ella. Suelte el botón para que la tapa se mantenga abierta o cerrada.

**Sección****3****Inicio**

---

**Desempaque y empaque**

Quite el certificado de calibración y colóquelo en un lugar seguro. Saque el instrumento y todos los accesorios, y verifique que la caja contenga todos los ítems de la lista de envío.

Si debe enviar el instrumento para que sea calibrado o reparado, use una cantidad suficiente de material de empaque, a fin de que no se produzcan daños durante el envío, y coloque etiquetas de advertencia para que los operarios manipulen la caja con cuidado. Para que la unidad sea devuelta rápidamente, envíe también los siguientes elementos y datos:

- Cables del instrumento y de otras clases.
- Breve descripción de los motivos de la devolución.
- Descripción de los servicios solicitados.
- Dirección de devolución.
- Nombre y teléfono del cliente.

**Configuración del instrumento**

El Modelo 9-4 tiene dos opciones de tensión para la pared de la cámara. Puede seleccionarse un puente interno para mantener la tensión de la pared de la cámara cuando el instrumento está apagado. Esta opción permite que el período de asentamiento sea más rápido (tres minutos) cuando el instrumento se usa con frecuencia. Si el instrumento no se usa con frecuencia, es recomendable no utilizar esta opción, ya que consume la batería.

**NOTE**

El instrumento se envía con la función de conservación de la tensión en la pared de la cámara activada.

---

Con la tensión de la pared de la cámara activa y el instrumento apagado, la duración de la batería es de unos seis meses. Sin esta opción, el consumo de batería con el instrumento apagado es cero; sin embargo, se necesita un período de asentamiento de 15 minutos para que la escala  $\times 1$  se asiente dentro de 0,1 mR/h.

## Instalación de la batería

Verifique que el selector de rangos del Modelo 9-4 se encuentre en posición **APAGADO**. Abra la tapa de la batería presionando el tornillo manual y girándolo una cuarta parte en sentido contra reloj. Instale dos baterías tamaño "D" en el compartimiento.

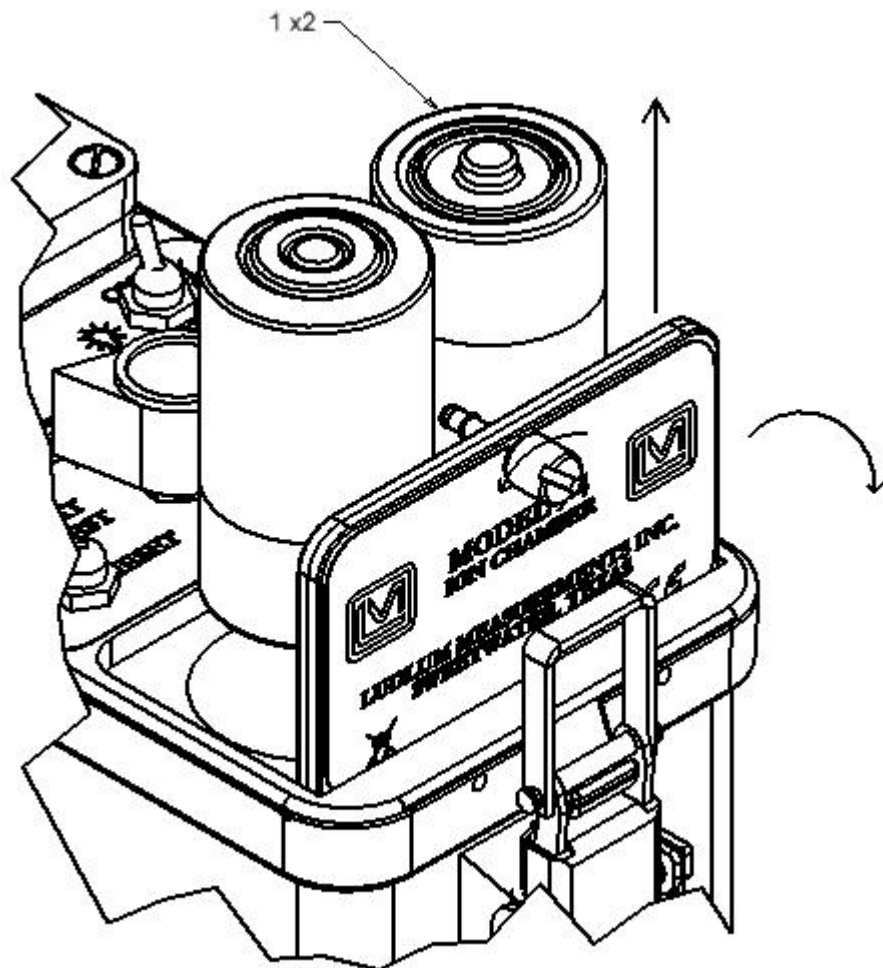


Figura 1: Colocación y extracción de las baterías

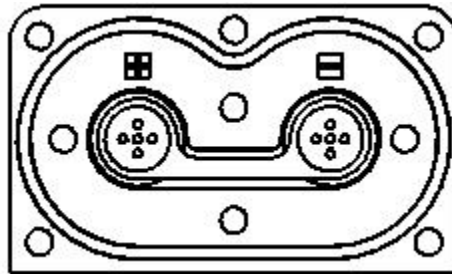


Figura 2: Símbolos internos de la tapa de las baterías

Tenga en cuenta los símbolos (+) y (-) en el interior del compartimiento (observe la Figura 2).  
Figura 2: Símbolos internos de la tapa de las baterías

). Acomódelos coincidiendo con la polaridad de las baterías. Cierre la tapa, presione el tornillo y gírelo un cuarto de vuelta en sentido del reloj.

#### NOTE

El borne central de la batería es positivo. Las baterías se colocan en su compartimiento en posiciones opuestas.

## Prueba de baterías

Las baterías deben controlarse cada vez que se enciende el instrumento. Para esto, sólo debe pulsarse el botón **PRUEBA DE BATERÍAS**. Confirme que la aguja del medidor se mueva hasta la zona de prueba de baterías de la escala. Si no lo hace, verifique que las baterías estén bien colocadas. Cámbielas si es necesario.

## Control de funcionamiento

Para confirmar que entre las calibraciones y los períodos sin uso el instrumento funciona correctamente, antes de utilizarlo debe efectuarse el siguiente control operativo. Al momento de la calibración inicial, o tan pronto como sea posible, debe obtenerse una lectura de referencia con una fuente de control, a fin de utilizarla para confirmar el funcionamiento correcto de la unidad. En cualquier caso, verifique que la lectura en cada escala sea correcta. Si la lectura del instrumento falla por más del 20% del valor correcto, debe enviarse a un centro de calibración para una recalibración.

Coloque el selector de rangos del instrumento en la posición  $\times 1$ .

**NOTE**

Cuando el selector pasa de  $\times 100$  a  $\times 10$ , se produce una corriente transitoria. Esto es normal, y la causa es un relé interno del rango.

Espere a que la escala  $\times 1$  se estabilice.

Mantenga presionado el botón **REINICIAR**. Mueva la perilla **REGULACIÓN DEL CERO** hasta obtener una lectura de cero. Suelte el botón **REINICIAR**.

**NOTE**

El circuito **REINICIAR** conecta la cámara a tierra y abre la conexión de la cámara con el electrómetro. Normalmente, esto genera una corriente transitoria en la escala  $\times 1$  ó  $\times 10$ . En ambos rangos, la aguja del medidor muestra una “cuenta regresiva” de cinco a cero al pulsar el botón **REINICIAR**, y también al soltarlo. En estos dos rangos menores, el operario debe pulsar el botón **REINICIAR** durante cinco segundos, para que la corriente transitoria se disipe.

Exponga el instrumento a una fuente de control. Observe que la lectura se eleva a medida que el instrumento se acerca a la fuente de control.

**NOTE**

Las depresiones en el lateral del bastidor del instrumento indican el centro de la cámara.

Abra el escudo beta y exponga el centro de la ventana de la cámara a la fuente de control. La lectura del instrumento debe mantenerse dentro del 20% del valor de referencia de la fuente de control, tras el período de asentamiento.

**CAUTION**

Si el instrumento no se usa con cuidado, la ventana metalizada de poliéster, en la parte posterior, puede dañarse al abrir la tapa corrediza. La ventana es frágil y puede perforarse con facilidad.

**Sección****4**

## Concepto técnico de operación

---

### Cámara

El bastidor de la cámara es de acrílico, revestido interna y externamente con carbono. La pared interna mantiene una tensión aproximada de -90 voltios. La externa cuenta con un potencial de protección (cercano a 1,5 voltios).

El electrodo está conectado a la entrada del electrómetro, el cual aporta el potencial de protección.

### Ventana de la cámara

La ventana de la cámara consta de tres piezas. El escudo beta es fenólico de 1000 mg/cm<sup>2</sup>. La base tiene adherida una capa de poliéster metalizado aluminizado de 3,5 mg/cm<sup>2</sup>. La cámara de ionización está protegida con una capa de poliéster metalizado aluminizado de 3,5 mg/cm<sup>2</sup>, por lo que el espesor de la ventana es 7 mg/cm<sup>2</sup> con la tapa corrediza abierta, y 1000 mg/cm<sup>2</sup> con dicha tapa cerrada.

### Electrómetro

El electrómetro consta de U1, R2 y los componentes de respaldo. En la escala  $\times 1$ , RL1 y RL2 se encuentran abiertos. Con la conducción de la cámara hacia la pared negativa, la clavija 8 de U1 queda ligeramente negativa, hace que la clavija 4 de U1 sea positiva, absorbe corriente a través de R2 y deja la clavija 8 de U1 con una tensión cercana a la de protección (+1,5 voltios).

Con la cámara expuesta a un campo de 5 mR/h, la corriente de la cámara es de unos 70 fA ( $70 \times 10^{-15}$  A), y la tensión de salida del electrómetro queda en 35 mV (0,035 V) en relación con la tensión de protección. A 50 mR/h en el rango  $\times 10$ , la tensión de salida es 350 mV (0,35 V) en relación con la tensión de protección.

## Cambio de rango

Cuando el instrumento pasa al rango  $\times 100$ ,  $\times 1K$  ó  $\times 10K$ , RL1 se cierra y reduce la resistencia a cerca de  $4,2 \times 10^9$  ohmios. A 500 mR/h en el rango  $\times 100$ , la corriente de la cámara es de unos 7 pA ( $7 \times 10^{-12}$  A), y la salida de tensión en la clavija 6 de U1 es de aproximadamente 30 mV (0,03 V). Las salidas de tensión a escala completa en relación con la tensión de protección en los rangos  $\times 1K$  y  $\times 10K$  son 300 mV (0,3 V) y 3 V, respectivamente.

## Reinicio

El relé RL2 permite que la cámara quede en corto con la protección, y que se aisle el electrómetro para compensar la corriente de entrada de derivación.

## Regulación de la desviación

El amplificador operativo del electrómetro presentará cierta tensión de desvío. El control interno de calibración R111 aporta una tensión de desvío que puede regularse para anular la del electrómetro. Coloque el instrumento en un campo con menos de 0,1 mR/h, seleccione la escala  $\times 100$  y regule R111 hasta que la lectura del medidor sea cero.

## Regulación del cero

La función principal de la regulación del cero es controlar la corriente de entrada de desviación del electrómetro. Con el **REINICIO** (SW1) cerrado, el relé de reinicio (RL2) abre la entrada del electrómetro y genera un corto entre la salida de la cámara y la protección. Manteniendo el **REINICIO** cerrado, la corriente de entrada de desviación se regula con el control del cero hasta lograr una lectura igual a cero en el medidor.

### NOTE

Antes y después de usar el botón **REINICIO** en las escalas  $\times 1$  y  $\times 10$ , espere cinco segundos para que el medidor se estabilice.



## Calibración de los rangos

Con la salida de tensión a escala completa en el electrómetro, la clavija 4 de U1 (panel del electrómetro 5293-711) tiene cerca de +0,03 V en el rango  $\times 1$ ; 0,3 V en el rango  $\times 10$ ; +0,03 V en el rango  $\times 100$  y +0,3 V en el rango  $\times 1K$ . El rango  $\times 10K$  tendrá algo menos de +3 V, debido a la toma no lineal.

En la escala  $\times 1$ , la tensión del electrómetro, mediante el interruptor analógico U102A, se acopla a una serie de amplificadores operativos. U101 aporta una amplificación. U100 aporta una amplificación y reduce la salida y la referencia respecto de la tensión de protección a 0,2 V. La tensión de salida en la clavija 1 de U100 es de unos 2 V a escala completa. Las escalas mayores siguen el mismo patrón a través de los interruptores analógicos seleccionados mediante el selector de rangos.

La tensión de salida de U100 se conecta al microprocesador U110, el cual controla la calibración, la corrección de temperatura y la compensación por altitud.

La tensión de referencia de la señal es 0,2 V a la salida del convertidor DA U112, lo que permite al medidor tomar una lectura inferior a cero al regular el control del cero.

## Cambio de rango

El microprocesador U110 detecta el rango seleccionado y escoge el interruptor analógico adecuado (U102A, U102B o U103A) para la señal.

Después, para cada rango, el microprocesador aporta una constante de calibración.

En el caso especial de la escala  $\times 10K$ , el microprocesador brinda también una corrección de la linealidad.

Cada rango puede calibrarse con un juego de calibración, al conectarse a P102.

## Alimentación eléctrica

El instrumento recibe seis tensiones distintas para funcionar.

U108 y los componentes afines generan -90 V para la tensión de la pared de la cámara. El suministro funciona constantemente, aunque el instrumento esté apagado, si el puente se coloca entre las clavijas 1 y 2 de JP100. Si el operario prefiere apagar la tensión de la pared cuando el instrumento se apaga, el puente debe colocarse entre las clavijas 2 y 3 de JP100.

U105 y los componentes afines generan +5 V para los circuitos del panel principal.

U106 aporta una referencia controlada de +2,5 V.

VR100 entrega +4,85 V para el electrómetro.

U107 y los componentes afines proporcionan una tensión de protección de 1,5 V para el electrómetro.

U104 entrega una referencia para el medidor de 0,2 V.

**Sección****5**

## Limpieza y mantenimiento

---

### Precauciones

El mantenimiento del instrumento consiste en mantenerlo limpio, y en revisar periódicamente las baterías, el desecante y la calibración. El Modelo 9-4 (excepto por la ventana de la cámara) puede limpiarse por fuera con un paño humedecido sólo con agua. No sumerja el instrumento en ningún líquido. Al limpiarlo o mantenerlo, respete las siguientes precauciones:

1. Apague la alimentación eléctrica del instrumento y quite las baterías.
2. Déjelo reposar un minuto antes de limpiar el exterior o acceder a los componentes internos para llevar a cabo mantenimiento.

**⚠ WARNING**

Si no se respetan estos pasos, acceder a los componentes internos para efectuar mantenimiento eleva el riesgo de recibir descargas eléctricas.

---

### Mantenimiento

**RECALIBRACIÓN**

La recalibración debe efectuarse tras el mantenimiento o la regulación del instrumento. No suele ser necesaria tras la limpieza del equipo, el mantenimiento del desecante o el cambio de baterías.

**NOTE**

Ludlum Measurements, Inc. recomienda que los intervalos de recalibración de la unidad no superen un año. Consulte los intervalos de recalibración requeridos en la normativa correspondiente.

---

Ludlum Measurements cuenta con un departamento de reparaciones y calibración que brinda servicios completos. No sólo reparamos y calibramos nuestros propios instrumentos, sino la mayoría de los equipos de los demás fabricantes. Los clientes que escojan calibrar sus propios equipos pueden solicitar los procedimientos de calibración.

#### **ALMACENAMIENTO**

Las baterías pueden quitarse en cualquier momento en que el instrumento se guarde. Las fugas en las baterías pueden corroer los contactos, por lo que estos deben rasparse o limpiarse con una solución en pasta de soda cáustica y agua.

#### **CAUTION**

Si bien este instrumento funciona con temperaturas ambientales muy elevadas, el sello de la batería puede dañarse con temperaturas tan bajas como 37 °C (100 °F). Si esto ocurre, los contactos de las baterías pueden corroerse.

#### **DESECANTE**

Extraiga el instrumento y observe la caja plástica transparente de desecante. Si el desecante está de color azul, cierre la cámara y use el instrumento normalmente. Si está rosa, cambie la caja por una nueva. La correa de sujeción se afloja presionando la lengüeta central hacia la correa.

#### **⚠ WARNING**



En caso de contacto directo, la sílice que contiene la caja de desecante puede irritar la piel. Tome las precauciones necesarias para evitar el contacto físico prolongado con la sílice. Si es necesario tocar el producto, no se frote los ojos ni se toque la boca con las manos, ya que la sílice también puede irritar el tracto digestivo. Después, lávese con agua y un jabón suave.

El desecante rosa (húmedo) puede reciclarse colocándolo en el horno a 55 °C (240 °F) durante dos horas, o 10 segundos en el microondas con máxima potencia. Si aún observa vapor de agua, seque el agua y caliente durante 10 segundos más.

Repita el proceso hasta que la caja y el desecante luzcan secos. Cuando esté completamente seco, el color del desecante será azul.



Al sacarla del horno o del microondas, la caja de desecante puede estar CALIENTE. Cuide de no quemarse.

---

Si el instrumento se guarda en una zona muy húmeda, deben evitarse los cambios bruscos de temperatura. Una manera de mantener el instrumento en un ambiente cuya temperatura sea ligeramente mayor que la ambiental es guardarlo en un gabinete de almacenamiento con un foco de luz dentro; esto permite prevenir los problemas derivados de los cambios rápidos en la temperatura y la humedad.

## Sección

## 6

## Especificaciones

---

**Linealidad:** lectura dentro del 10% del valor verdadero.

**Rango:** 0-500 mSv/h (0 - 50.000 mR/h).

**Cámara:**

**Material de la pared de la cámara:** acrílico revestido con carbono.

**Volumen de la cámara:** 220 cm<sup>3</sup> (13,4 pulg.<sup>3</sup>).

**Ventana:** poliéster metalizado de 7 mg/cm<sup>2</sup>.

**Superficie de la ventana:** 40 cm<sup>2</sup> (6,2 pulg.<sup>2</sup>).

**Escudo beta:** tapa corrediza retráctil fenólica de 1000 mg/cm<sup>2</sup>.

**Factor beta:** con el instrumento expuesto a una plancha de uranio empobrecido de 234 mrad/h:

Lectura con la tapa corrediza abierta: 50 mR/h

Lectura con la tapa corrediza cerrada: 1,2 mR/h

Por lo tanto, Factor beta = 234 dividido por (50 menos 1,2) = 4,8

**Respuesta energética:** dentro del 20% del valor verdadero entre 40 keV y 2 MeV.

**Interferencia magnética:** el funcionamiento en campos magnéticos ambientales intensos puede hacer que los relés de lengüeta (utilizados por el selector del cero y los rangos) se cierren. Use una fuente radioactiva de control para garantizar que el funcionamiento sea adecuado.

**Multiplicadores:** ×1, ×10, ×100, ×1K y ×10K, seleccionados mediante un interruptor selector de rangos en el panel frontal. Al cambiar entre los rangos ×10 y ×100 se produce una corriente transitoria; espere tres segundos para que el medidor se estabilice hacia arriba, y quince para que lo haga hacia abajo.

**Ruido:** cada tres minutos, aproximadamente, en la escala  $\times 1$  puede advertirse un “golpe” ascendente en la escala. Esto se debe a la radiación cósmica normal de fondo.

**Respuesta:** cerca de cinco segundos para el 90% del desvío del medidor en las escalas  $\times 1$  y  $\times 10$ , y tres segundos en las escalas  $\times 100$ ,  $\times 1K$  y  $\times 10K$ .

**Período de calentamiento:** en la escala  $\times 1$ , y si la opción de tensión en la pared con el instrumento apagado está activa, la escala se estabiliza en un entorno de 0,1 mR/h en un lapso de tres minutos. Con la opción de tensión en la pared desactivada, el plazo de espera para que la escala  $\times 1$  se estabilice en un entorno de 0,1 mR/h es de quince minutos.

**Reinicio:** este circuito conecta la cámara a tierra y abre la conexión de la cámara con el electrómetro. Normalmente, esto genera una corriente transitoria en la escala  $\times 1$  o  $\times 10$ . En ambos rangos, la aguja del medidor muestra una “cuenta regresiva” de cinco a cero al pulsar el botón **REINICIAR**, y también al soltarlo. En estos dos rangos menores, el operario debe pulsar el botón **REINICIAR** durante cinco segundos, para que la corriente transitoria se disipe.

**Regulación del cero:** control que permite restar un valor limitado del fondo, y que se usa también para compensar la desviación del electrómetro.

**Control de la batería:** el estado de las baterías es adecuado si la aguja del medidor supera la marca **BAT OK** al pulsar el botón **PRUEBA DE BATERÍAS**. Al pulsar dicho botón con 2,1 V CC, la aguja desciende hasta el límite de la zona **BAT OK**.

**Dependencia de la batería:** el cambio en la calibración del instrumento es inferior al 5% dentro de los límites de control de la batería en el medidor.

**Duración de las baterías:** cerca de 400 horas de uso normal sin la luz del visor; la duración de las baterías con el instrumento apagado pero con la tensión de la pared activa es de unos seis meses.

**Fabricación:** aluminio estirado y fundido, con revestimiento en polvo color beige y etiquetas de Lexan en bajo relieve.

**Dimensiones:** 23,4 x 8,9 x 21,6 cm (9,2 x 3,5 x 8,5 pulg.) (H x A x L), con el mango del instrumento.

**Rango de humedad:** con una humedad relativa del 40% al 90%, las lecturas se mantienen dentro del 15% de las condiciones estándar (H. R. 40% a 22 °C).

**Medidor:** 6,4 cm (2,5 pulg.), escala de 1 mA, suspensión de pivote y engrane.

**Dial del medidor:** PRUEBA DE BATERÍAS, 0-5 mR/h lineal para los rangos  $\times 1$  a  $\times 10K$ .

**Contaminación:** grado 3 (según IEC 664), (Debido a la condensación, se produce polución conductiva o polución seca no conductiva que se transforma en conductiva. Esto sucede en ámbitos industriales o sitios de construcción, los cuales se consideran entornos rigurosos).

**Alimentación eléctrica:** dos baterías “D” alojadas en un compartimiento sellado y muy accesible.

**Rango de temperatura:** -20 a 50 °C (-4 a 122 °F); la compensación de la temperatura mantiene la calibración dentro del 15% de las lecturas a 25 °C (77 °F), a lo largo de todo el rango de temperaturas.

**Peso:** 1,9 kg (4,2 lb), con baterías.



## Sección

## 7

## Reciclaje

Ludlum Measurements, Inc. apoya el reciclaje de los productos electrónicos que produce, a fin de proteger el ambiente y cumplir con todas las normas de los organismos regionales, nacionales e internacionales que fomentan sistemas de reciclaje sostenibles a nivel económico y ambiental. Para ello, Ludlum Measurements, Inc. se esfuerza por suministrar a los consumidores de sus productos información relativa a la reutilización y el reciclaje de las diversas clases de materiales empleados en sus instrumentos. Con la gran cantidad de organismos, públicos y privados, involucrados en este objetivo, queda claro que es posible utilizar un sinnúmero de métodos. Por lo tanto, Ludlum Measurements, Inc. no sugiere un método en particular, sino que simplemente desea informar a sus consumidores acerca del rango de materiales reciclables presentes en sus productos, a fin de que el usuario cuente con la flexibilidad necesaria para respetar todas las leyes locales y federales.

Los productos electrónicos de Ludlum Measurements, Inc. cuentan con los siguientes tipos de material reciclable, y deben reprocesarse de manera independiente. Esta lista no es exhaustiva, ni sugiere que todos estos materiales se encuentren en cada equipo:

Baterías	Vidrio	Aluminio y acero inoxidable
Paneles de circuitos	Plásticos	Pantalla de cristal líquido (LCD)

Los productos de Ludlum Measurements, Inc. que salieron al mercado después del 13 de agosto de 2005 tienen una etiqueta con un símbolo reconocido internacionalmente como el “contenedor de basura tachado”. Este símbolo informa que, al desecharse, el producto no debe mezclarse con desechos urbanos sin clasificar; cada material debe separarse. El símbolo se encuentra cerca del receptáculo de CA, excepto en las unidades portátiles, donde aparece en la tapa de las baterías.

Éste es el **símbolo**:



**Sección**  
**8**

**Lista de piezas**

Las siguientes piezas forman parte de la Cámara de Ionización de Cinco Rangos Modelo 9-4 (número de pieza 48-3739).

	Referencia	Descripción	Número de pieza
<b>Cámara de Ionización Modelo 9-4</b>	Figuras 1 y 4	Cámara de Ionización Modelo 9-4 sin accesorios	4293-646
<b>Baterías</b>	Figure 2-1 (x2)	Baterías alcalinas Duracell D	21-9313
<b>Manija</b>		Manija portátil (con empuñadura)	7363-139
<b>Tornillos</b>		Tornillos de ac. inoxidable y cab. semiesférica, 6-32 x 3/8	17-8519
<b>Arandelas</b>		Arandela dentada interna de fijación n° 6, de ac. inoxidable	20-9009
<b>Manual</b>		Manual de uso del Modelo 9-4	Modelo 9-4
<b>Certificado de calibración</b>		Certificado de calibración (1 año de validez)	FORM. C22A

Además de incluir todas las piezas de 48-3739, la Cámara de Ionización de Cinco Rangos Modelo 9-4 con Maletín (número de pieza 48-3701) contiene lo siguiente:

<b>Maletín de campo</b>	Maletín de campo CS-DSI-iM2300	2311063 Mediano negro
-------------------------	--------------------------------	--------------------------

**Panel principal de circuitos, dibujo 293 x 711**

	PANEL	Panel principal de circuitos completamente armado	5293-711
	Referencia	Descripción	Número de pieza
CAPACITORES	C100	1uF, 35V	04-5656
	C101	0.01uF, 200V	04-5747
	C102-C103	0.47uF, 50V	04-5760
	C104	10uF, 10V-DT	04-5766
	C105	1uF, 35V	04-5656
	C106	0.01uF, 200V	04-5725
	C107	1uF, 35V	04-5656
	C108	0.001uF, 100V	04-5659
	C109	68uF, 10V	04-5654
	C110	0.1uF, 100V	04-5792
	C111	1uF, 50V	04-5708
	C112	0.001uF, 100V	04-5659
	C113-C116	0.01uF, 200V	04-5765
	C117	100uf, 10V	04-5576
	C118-C119	0.01uF, 200V	04-5765
	C120	0.47uF, 50V	04-5760
	C121-C122	0.01uF, 200V	04-5765
	C123	68uF, 10V	04-5654
	C124-C125	0.1uF, 100V	04-5792
	C126	0.01uF, 200V	04-5725
C127	0.1uF, 100V	04-5792	
C128	1uF, 16V	04-5701	
C129	0.01uF, 50V	04-5664	
C130-C132	0.47uF, 100V	04-5760	
C133	0.1uF, 100V	04-5792	
TRANSISTORES	Q100-Q102	SI2301BDS-TI	07-6486
	Q103-Q104	2N7002LT1G	05-5840
CIRCUITOS INTEGRADOS	U100-U101	LMC7111BIM5X	06-6410
	U102-U103	MAX4542ESA	06-6453
	U104	LMC7111BIM5X	06-6410
	U105	LT1304CS8-5	06-6434
	U106	LT1790BIS6-2.5	06-6691
	U107	LMC7111BIM5X	06-6410
	U108	LT1617ES5-1	06-6760
	U109	SM5420-030-A-P-T	2311127

	Referencia	Descripción	Número de pieza
	U110	PIC18LF2520-I/SO	06-6696
	U111	INA126UA	06-6726
	U112	MCP4822-E/SN	06-6722
	U113	MCP9800AOT-M/OTG	06-6687
	U114	MAX809JTRG	06-6423
	U115	LMC7111BIM5X	06-6410
DIODOS	CR100	CMSH1-40M	07-6411
	CR101-CR103	CMPD2005S	07-6468
	CR104	MMBZ5270BL	07-6474
	CR105	CMPD2005S	07-6468
	CR106	CMPSH-3 TR	07-6489
	CR107	CMPD3003S	07-6515
RESISTORES	R100	100K, 250mW, 1%	12-7834
	R101	365K, 250mW, 1%	12-7049
	R102	61.9K, 250mW, 1%	12-7026
	R103	1M, 250mW, 1%	12-7844
	R104	22.1Ohm, 250mW, 1%	12-7055
	R105	100K, 250mW, 1%	12-7834
	R106	365K, 250mW, 1%	12-7049
	R107	15K, 250mW, 1%	12-7998
	R108	47.5K, 250mW, 1%	12-7872
	R109	27K, 250mW, 1%	12-7243
	R110	1M, 250mW, 1%	12-7844
	R111	100K, 3266X1-104	09-6823
	R112	154K, 250mW, 1%	12-7197
	R113	221Ohm, 250mW, 1%	12-7017
	R114	182K, 250mW, 1%	12-7860
	R115	82.5K, 250mW, 1%	12-7849
	R116	1.5M, 250mW, 1%	12-7987
	R117	27K, 250mW, 1%	12-7243
	R118	82.5K, 250mW, 1%	12-7849
	R119	1M, 250mW, 1%	12-7844
	R121	182K, 250mW, 1%	12-7860
	R122	90.9K, 250mW, 1%	12-7224
	R124	61.9K, 250mW, 1%	12-7026
	R125	499K, 250mW, 1%	12-7037
	R126	10M, 250mW, 1%	12-7996
	R128	750K, 250mW, 1%	12-7882
	R130	10M, 250mW, 1%	12-7996
	R131	3.01M, 250mW, 1%	12-7209

	Referencia	Descripción	Número de pieza
	R134	100K, 250mW, 1%	12-7834
	R135	221K, 250mW, 1%	12-7845
	R136	10K, 250mW, 1%	12-7839
	R137	1M, 250mW, 1%	12-7844
	R138	1K, 250mW, 1%	12-7832
	R139	1.96K, 250mW, 1%	12-7065
	R140	1K, 250mW, 1%	12-7832
	R141-R143	1M, 250mW, 1%	12-7844
	R144	1K, 250mW, 1%	12-7832
	R145	100Ohm, 250mW, 1%	12-7840
	R146-R149	1M, 250mW, 1%	12-7844
	R150	1K, 250mW, 1%	12-7832
	R151	221K, 250mW, 1%	12-7845
	R152-R153	1M, 250mW, 1%	12-7844
	R154	100Ohm, 250mW, 1%	12-7840
	R155	1M, 250mW, 1%	12-7844
	R156	100Ohm, 250mW, 1%	12-7840
	R157	1K, 250mW, 1%	12-7832
	R158	47.5K, 250mW, 1%	12-7872
	R159	100K, 3266X1-104	09-6823
	R160	124K, 250mW, 1%	12-7032
	R161	1MK, 250mW, 1%	12-7844
	R162	10K, 250mW, 1%	12-7839
	R163	301Ohm, 250mW, 1%	12-7863
CONECTORES	P100	1-640456-0 MTA100×10	13-8066
	P101	640456-3 MTA100×3	13-8081
	P102	53014-0610MOLEX	13-8974
	P103	640456-5 MTA100×5	13-8057
	P104	640456-4 MTA100×4	13-8088
INTERRUPTORES	SW100	3S1-SP9-B8-M2QE	7464-186
	SW101	D5G0206S-9802	08-6761
	SW102	3S1-SP9-B8-M2QE	7464-186
	SW103	A123S1CWCQ	08-6781
VARIOS	JP100	5-146280-3	13-8571
	L100, L101	22uH	21-9808

**Panel del  
electrómetro, dibujo  
293 x 670**

	PANEL	Panel del electrómetro completamente armado	5293-442
CAPACITORES	C1	2pF, 200V	04-5726
CIRCUITOS INTEGRADOS	U1	IC-LMP7721MA	06-6728
DIODOS	CR1-CR2	CMPSH-3	07-6489
RESISTORES	R1	1M, 1/4W, 1%	12-7844
	R2	500G, 330mW, 20%	12-7248
	R3	4,2G, 1W, 10%	12-8022
	R6	27K, 1/4W, 1%	12-7243
	R7	500G, 330mW, 20%	12-7248
	R8	1M, 1/4W, 1%	12-7844
	R9	27K, 1/4W, 1%	12-7243
RELÉS	RL1	Conjunto de bobina	4293-541
		Conj. de lengüeta SPST-NC MDSR-7	7293-532
	RL2	Conjunto de bobina	4293-538
		Conj. de lengüeta SPDT MDRR-DT	7293-543
CONECTORES	P1	1-640456-0 MTA100×10	13-8066
	P2	103186-1	13-8471

**Sección****9****Dibujos**

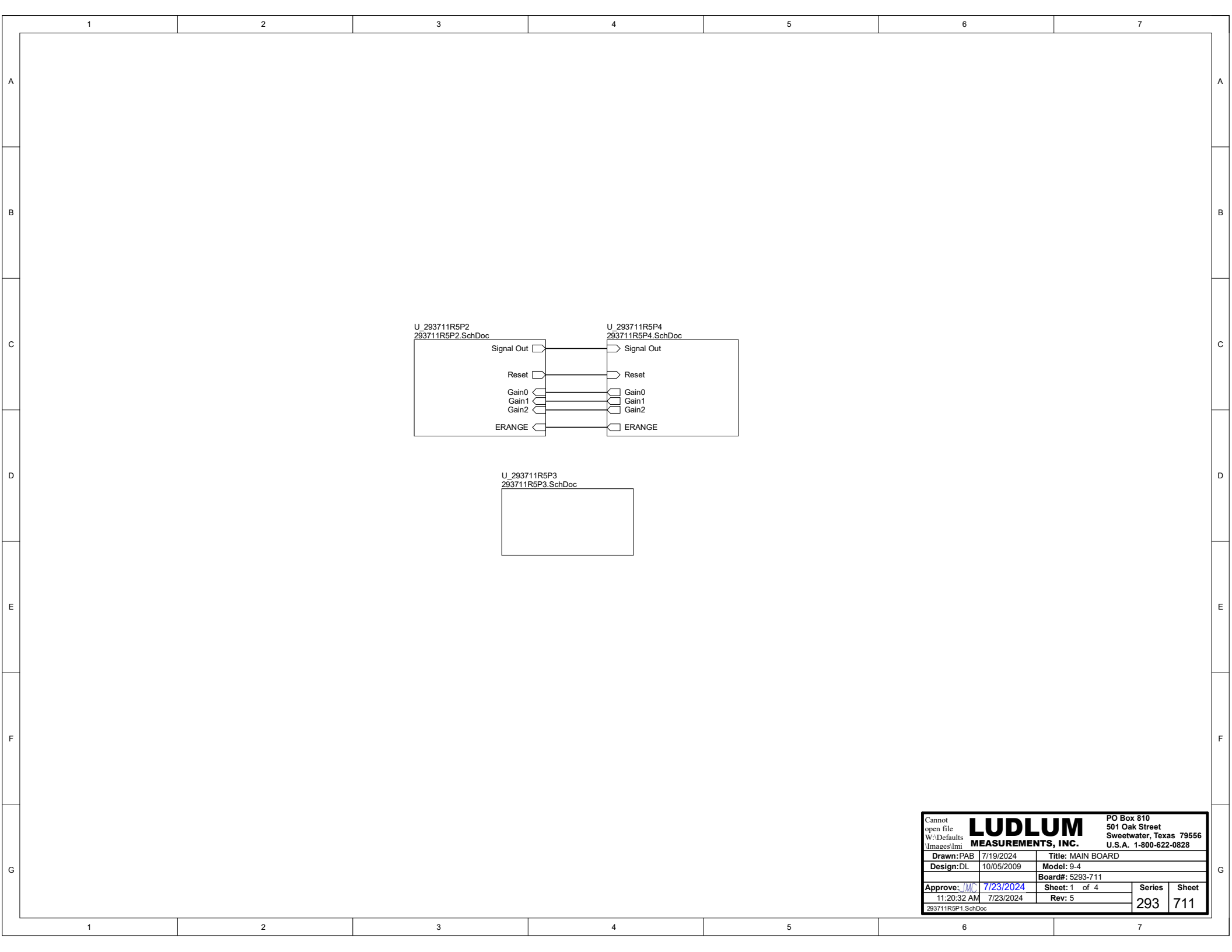
---

ESQUEMA DEL PANEL PRINCIPAL, dibujo 293 × 711 (4 hojas)

DISEÑO DEL PANEL PRINCIPAL 293 × 712A (2 hojas)

PANEL DEL ELECTRÓMETRO, dibujo 293 × 670

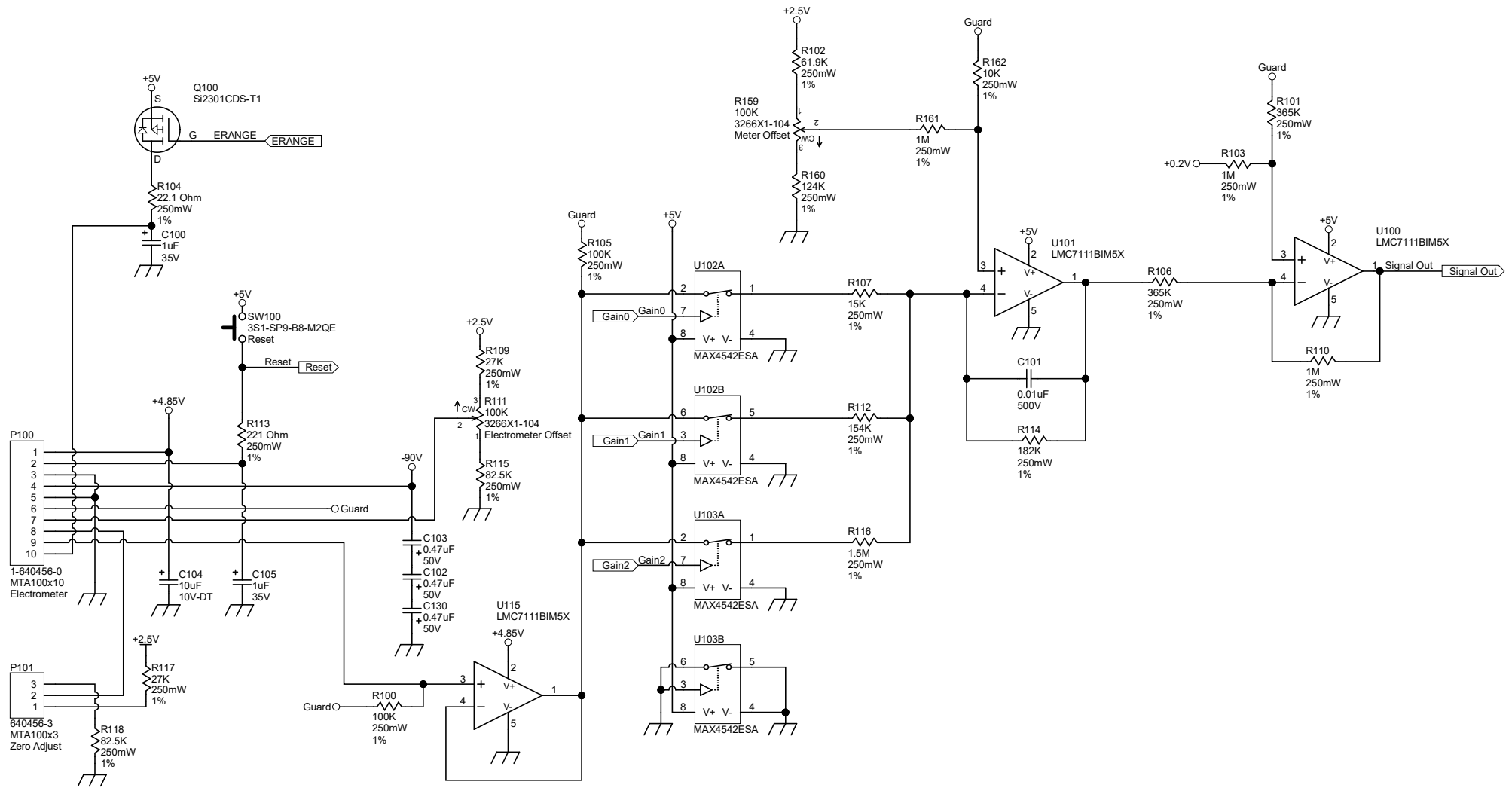
DISEÑO DEL PANEL DEL ELECTRÓMETRO 293 × 672



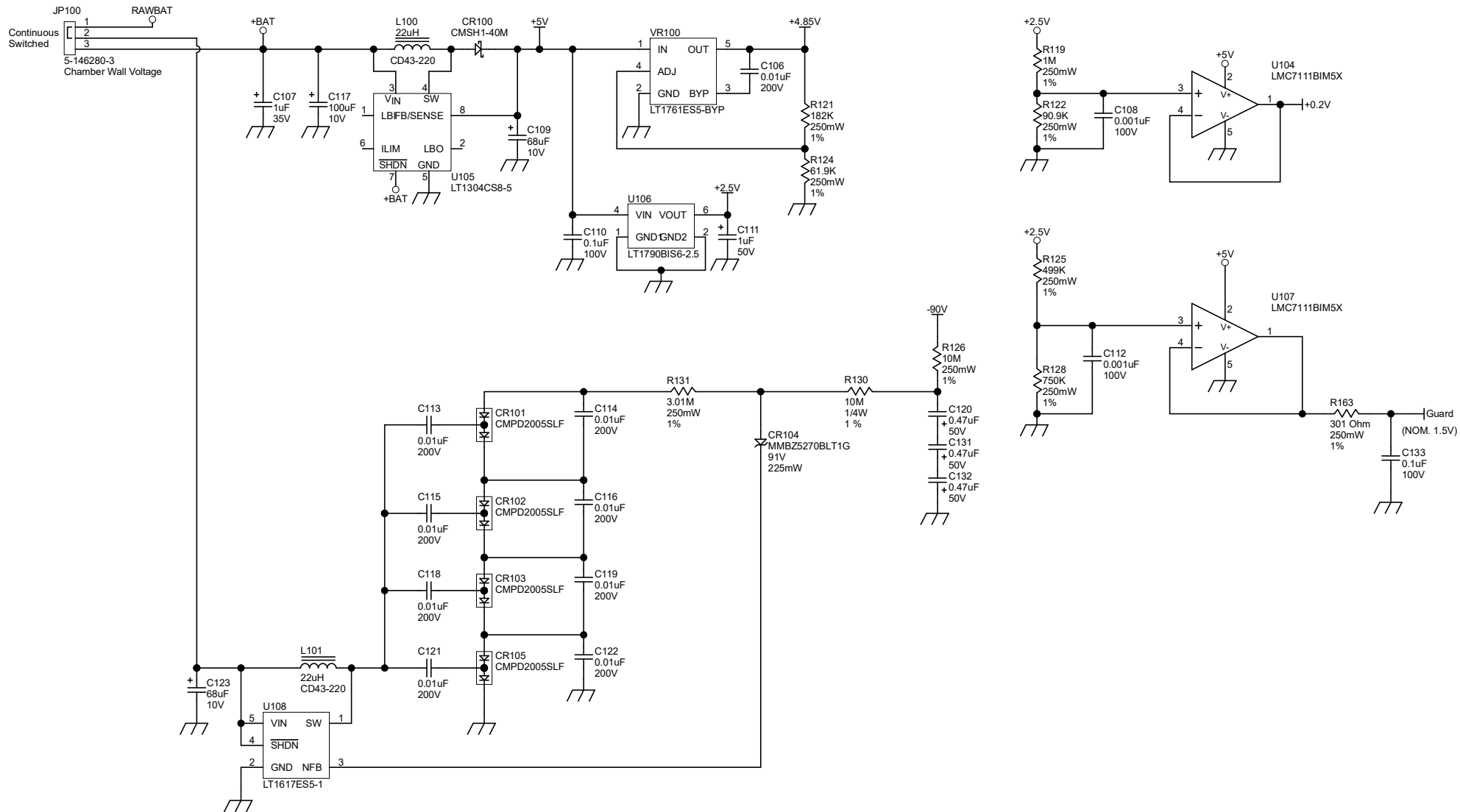
Cannot open file W:\Defaults\Images\lmi		<b>LUDLUM MEASUREMENTS, INC.</b>		PO Box 810 501 Oak Street Sweetwater, Texas 79556 U.S.A. 1-800-622-0828	
Drawn: PAB	7/19/2024	Title: MAIN BOARD			
Design: DL	10/05/2009	Model: 9-4			
		Board#: 5293-711			
Approve: JMC	7/23/2024	Sheet: 1 of 4		Series	Sheet
11:20:32 AM 7/23/2024		Rev: 5		293	711

293711R5P1.SchDoc

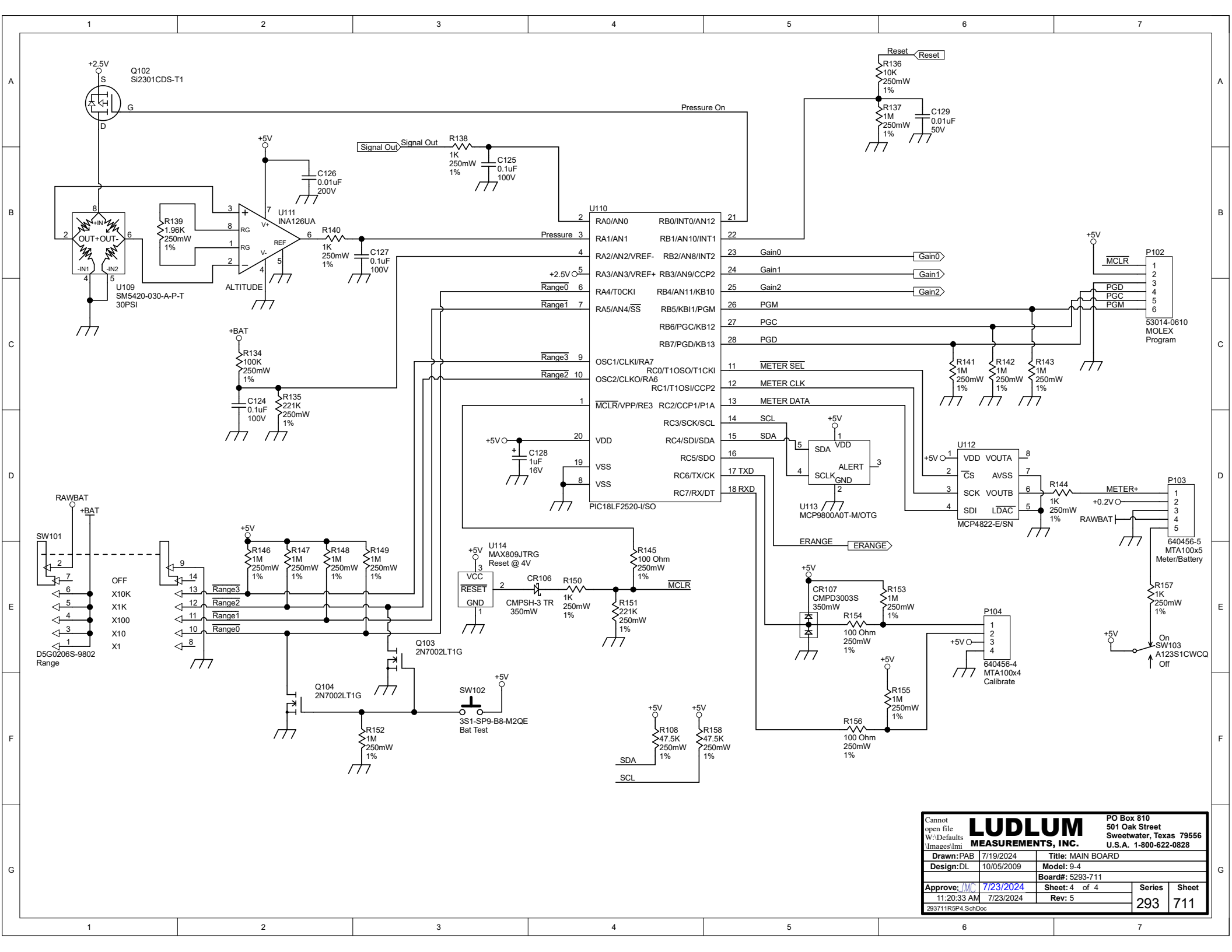




Cannot open file W:\Defaults Images\lmi		<b>LUDLUM</b> MEASUREMENTS, INC.		PO Box 810 501 Oak Street Sweetwater, Texas 79556 U.S.A. 1-800-622-0828	
Drawn: PAB	7/19/2024	Title: MAIN BOARD			
Design: DL	10/05/2009	Model: 9-4	Board#: 5293-711		
Approve: JMC	7/23/2024	Sheet: 2 of 4	Series	Sheet	
11:20:33 AM 7/23/2024		Rev: 5	293	711	
293711R5P2.SchDoc					



Cannot open file W:\Defaults Images\lmi		<b>LUDLUM MEASUREMENTS, INC.</b>		PO Box 810 501 Oak Street Sweetwater, Texas 79556 U.S.A. 1-800-622-0828	
Drawn: PAB	7/19/2024	Title: MAIN BOARD			
Design: DL	10/05/2009	Model: 9-4	Board#: 5293-711		
Approve: JMC	7/23/2024	Sheet: 3 of 4	Series	Sheet	
11:20:33 AM	7/23/2024	Rev: 5	293	711	
293711R5P3.SchDoc					



Cannot open file  
 W:\Defaults\Images\lmi

**LUDLUM MEASUREMENTS, INC.**

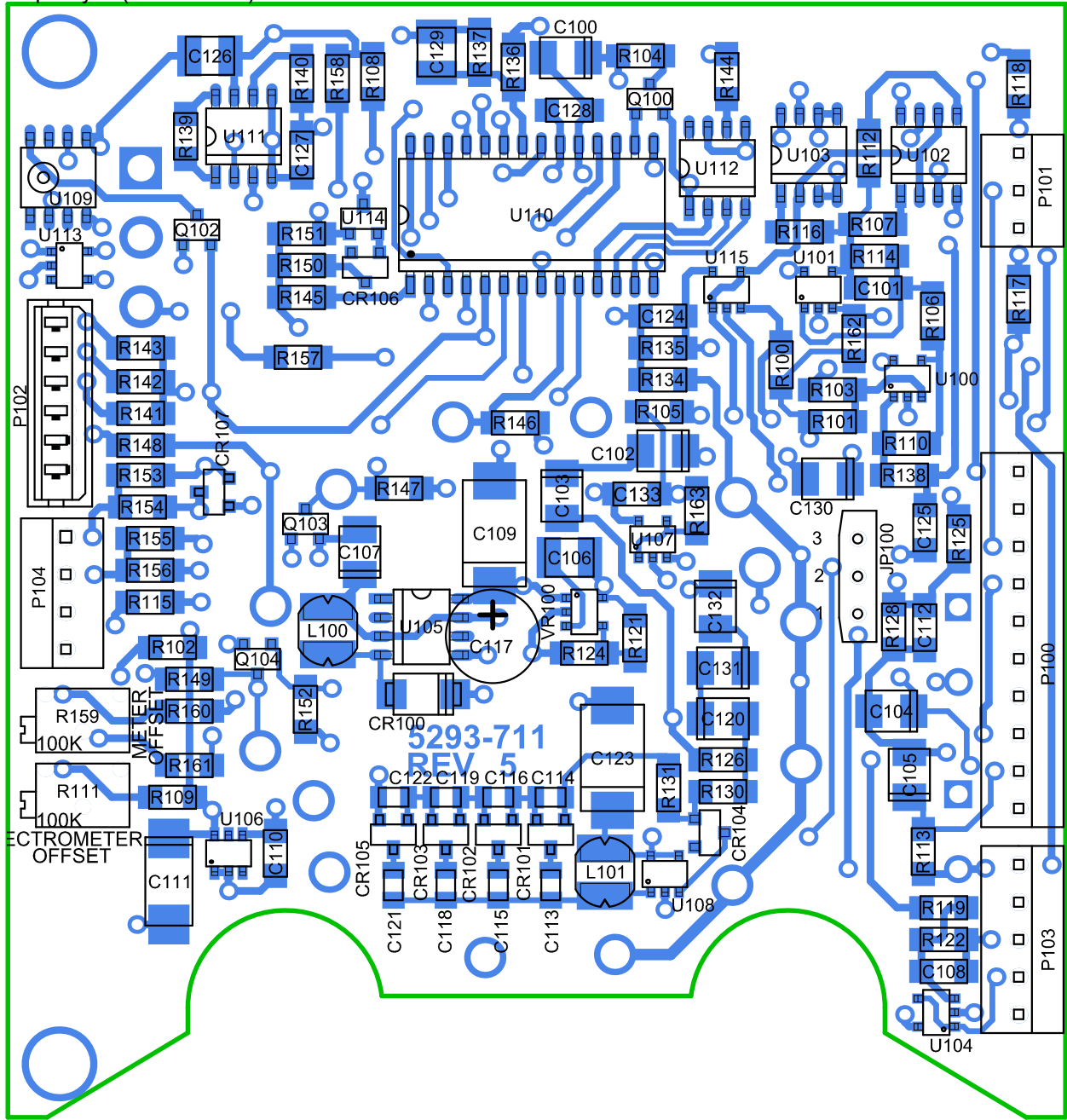
PO Box 810  
 501 Oak Street  
 Sweetwater, Texas 79556  
 U.S.A. 1-800-622-0828


Drawn: PAB	7/19/2024	Title: MAIN BOARD	
Design: DL	10/05/2009	Model: 9-4	
Approve: JMC	7/23/2024	Board#: 5293-711	
11:20:33 AM	7/23/2024	Sheet: 4 of 4	Rev: 5

293711R5P4.SchDoc

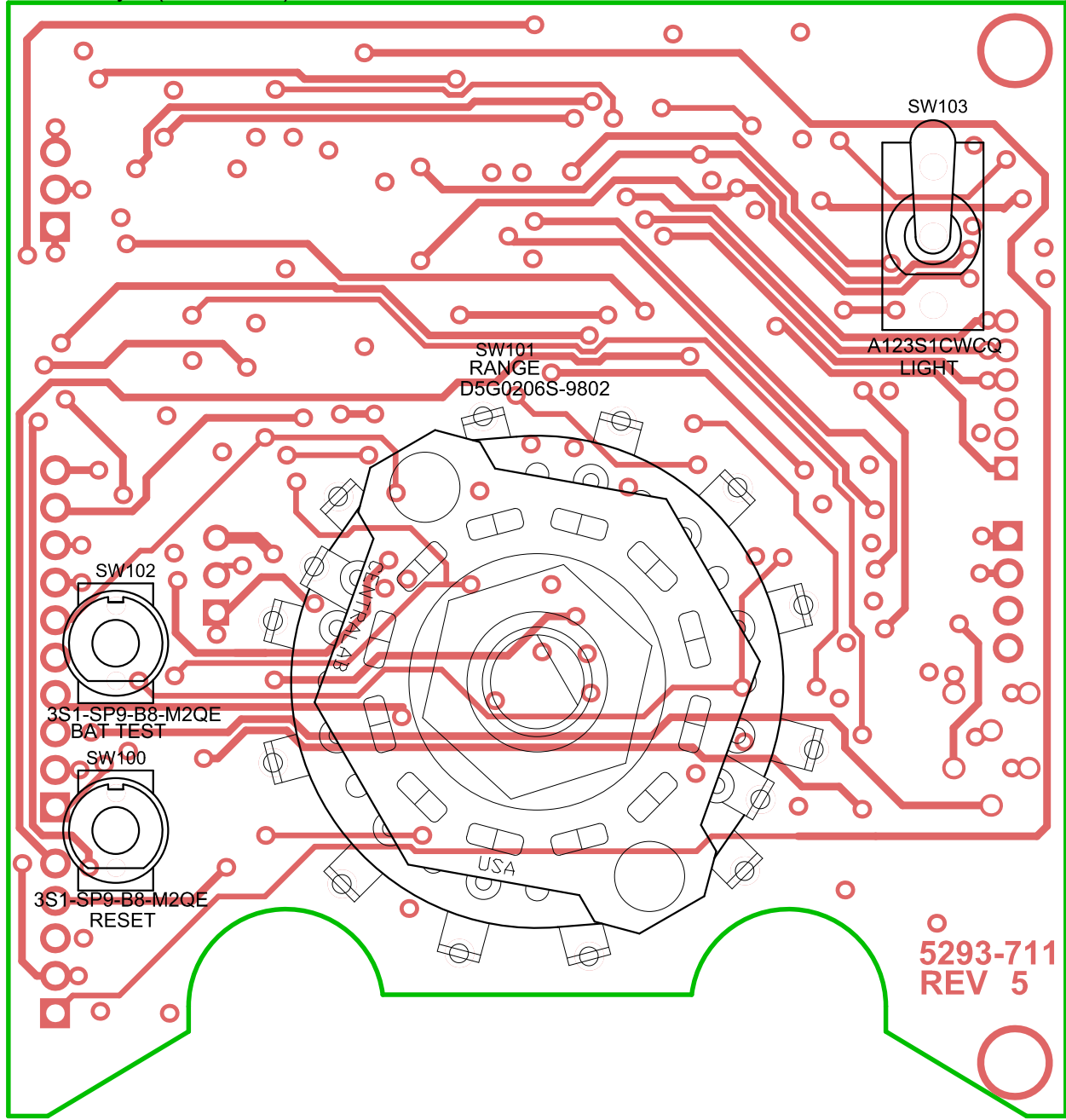
Series	Sheet
293	711


Top Layer (Scale 2.3:1)



 <b>LUDLUM MEASUREMENTS</b>				
Part: 5293-711			Model: 9-4	
Desc: MAIN BOARD				
Design: DL	Date: 10/05/2009	Rev:	5	
Drawn: PAB	Date: 7/19/2024	SHEET	SERIES	SHEET
Apr: JMC	Date: 7/23/2024	1 of 4	293	712A
W:\Projects\LM\IM 9-4\5293-711\Rev5\293711R5.PcbDoc				

Bottom Layer (Scale 2.3:1)



 <b>LUDLUM MEASUREMENTS</b>				
Part: 5293-711		Model: 9-4		
Desc: MAIN BOARD				
Design: DL	Date: 10/05/2009	Rev:	5	
Drawn: PAB	Date: 7/19/2024	SHEET	SERIES	SHEET
Apr: JMC	Date: 7/23/2024	2 of 4	293	712A
W:\Projects\LM\9-4\5293-711\Rev5\293711R5.PcbDoc				

1

2

3

4

5

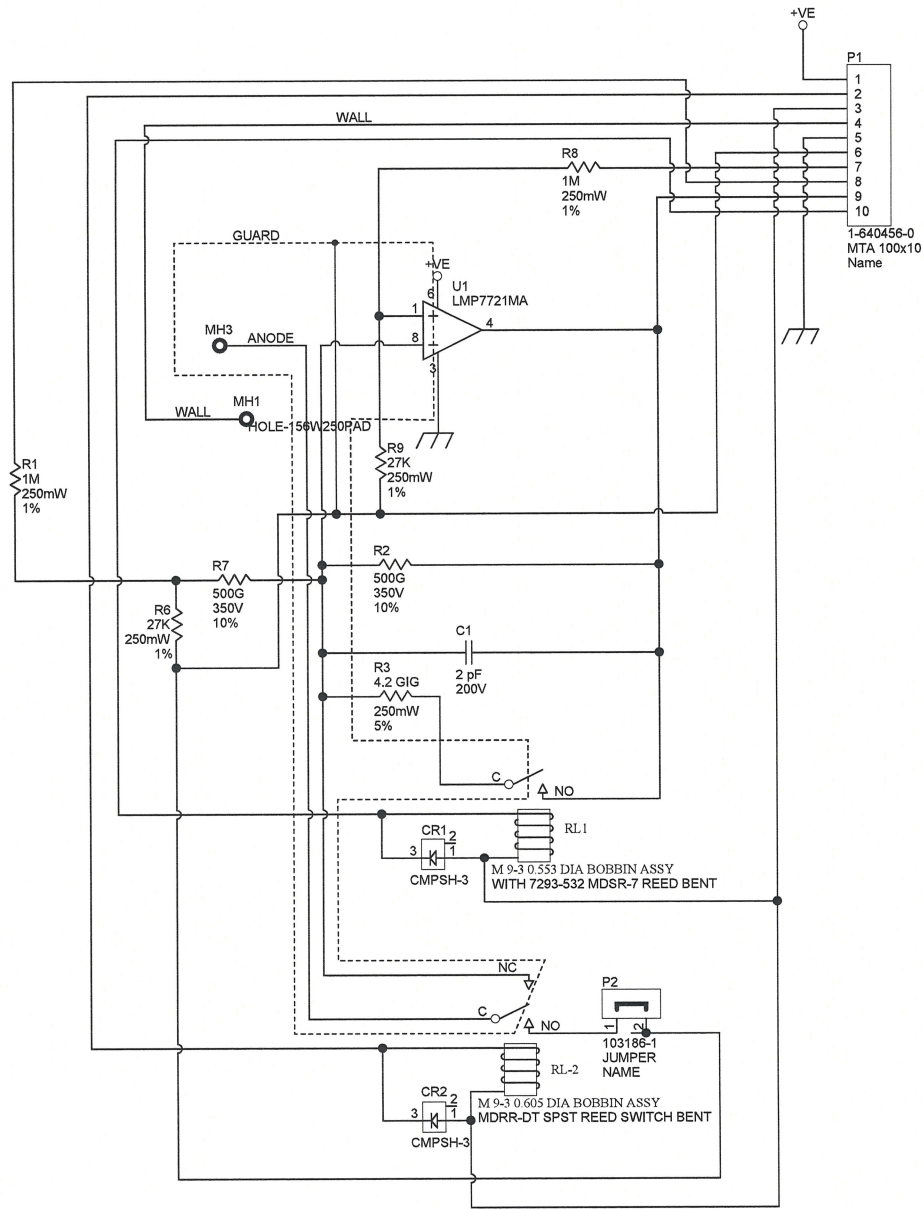
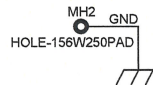
A

B

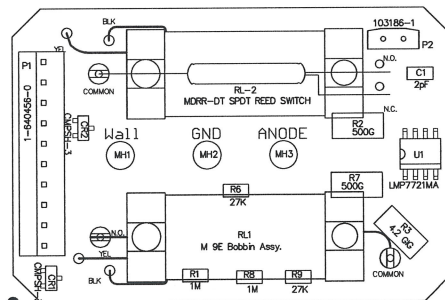
C

D

E



<b>LUDLUM MEASUREMENTS, INC.</b>		PO Box 810 501 Oak Street Sweetwater, Texas 79556 U.S.A. 1-800-622-0828	
Drawn: ALC	10/16/2012	Title: ELECTROMETER BOARD	
Design: DL	10/16/2012	Model: 9-3/9-4	
Approve: <i>DL</i>		Board#: 5293-670	
Print Date: 10/17/2012 8:07:15 AM	Sheet: 1 of 1	Series	Sheet
W:\Project\LMIM 9-3\5293-670\Rev2\293670R2P1.SchDoc		293	670



		PO Box 810 501 Oak Street Sweetwater, TX 79556 U.S.A. 1-800-622-0828	
		<b>Title:</b> ELECTROMETER BOARD	
<b>Drawn:</b> ALC	10/16/2012	<b>Model:</b> 9-3/9-4	
<b>Design:</b> DL	10/16/2012	<b>Board#:</b> 5293-670	
<b>Approve:</b> <i>v6w</i>	<i>10-17-12</i>	<b>Rev:</b> 2	
<b>Print Date:</b> 10/17/2012 8:07:19 AM		<b>SCALE:</b> 1.00 Top Overlay	<b>Series</b> Sheet 293 671
W:\Projects\LM\IM 9-315293-670\Rev2\293670R2_Manual.PcbDoc			