



---

# MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DEL LABORATORIO DE FÍSICA

---



## Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>9</b>
<b>2. Objetivos</b>	<b>9</b>
<b>3. Descripción de los equipos de laboratorio</b>	<b>9</b>
3.1. Adaptador de Caída Libre . . . . .	10
3.1.1. Propósito del equipo . . . . .	10
3.1.2. Especificaciones técnicas . . . . .	10
3.1.3. Principios de operación . . . . .	11
3.1.4. Mantenimiento general . . . . .	15
3.2. Aparato de Ley de Boyle . . . . .	16
3.2.1. Propósito del equipo . . . . .	16
3.2.2. Especificaciones técnicas . . . . .	16
3.2.3. Principios de operación . . . . .	16
3.2.4. Servicios requeridos para su instalación y operación . . . . .	18
3.2.5. Mantenimiento general . . . . .	18
3.3. Balanza Granataria . . . . .	19
3.3.1. Propósito del equipo . . . . .	19
3.3.2. Especificaciones técnicas . . . . .	19
3.3.3. Principios de operación . . . . .	20
3.3.4. Mantenimiento general . . . . .	21
3.4. Caja de Resonancia . . . . .	22
3.4.1. Propósito del equipo . . . . .	22
3.4.2. Especificaciones técnicas . . . . .	22
3.4.3. Principios de operación . . . . .	22
3.4.4. Mantenimiento general . . . . .	23
3.5. LabQuest2 . . . . .	24
3.5.1. Propósito del equipo . . . . .	24
3.5.2. Especificaciones técnicas . . . . .	24
3.5.3. Principios de operación . . . . .	27
3.5.4. Servicios requeridos para su instalación y operación . . . . .	30
3.6. Generador de Funciones . . . . .	31
3.6.1. Propósito del equipo . . . . .	31
3.6.2. Especificaciones técnicas . . . . .	31
3.6.3. Principios de operación . . . . .	31



3.6.4. Mantenimiento general . . . . .	32
3.7. Giroscopio . . . . .	33
3.7.1. Propósito del equipo . . . . .	33
3.7.2. Especificaciones técnicas . . . . .	33
3.7.3. Principios de operación . . . . .	33
3.7.4. Mantenimiento general . . . . .	35
3.8. Guías de Aire . . . . .	36
3.8.1. Propósito del equipo . . . . .	36
3.8.2. Especificaciones técnicas . . . . .	36
3.8.3. Principios de operación . . . . .	38
3.8.4. Servicios requeridos para su instalación y operación . . . . .	38
3.8.5. Conexión a servicios . . . . .	39
3.8.6. Mantenimiento general . . . . .	40
3.9. Kit Reparación Bomba Vacío . . . . .	41
3.9.1. Propósito del equipo . . . . .	41
3.9.2. Especificaciones técnicas . . . . .	41
3.9.3. Principios de operación . . . . .	41
3.10. Suministro de Aire . . . . .	43
3.10.1. Propósito del equipo . . . . .	43
3.10.2. Especificaciones técnicas . . . . .	43
3.10.3. Principios de operación . . . . .	43
3.10.4. Servicios requeridos para su instalación y operación . . . . .	45
3.10.5. Mantenimiento general . . . . .	46
3.11. Bomba de vacío . . . . .	47
3.11.1. Propósito del equipo . . . . .	47
3.11.2. Especificaciones técnicas . . . . .	47
3.11.3. Principios de operación . . . . .	48
3.11.4. Servicios requeridos para su instalación y operación . . . . .	48
3.11.5. Mantenimiento general . . . . .	49
3.12. Equivalente Mecánico de Calor . . . . .	50
3.12.1. Propósito del equipo . . . . .	50
3.12.2. Principios de operación . . . . .	51
3.12.3. Servicios requeridos para su instalación y operación . . . . .	54
3.12.4. Mantenimiento general . . . . .	54
3.13. Laser Switch . . . . .	55
3.13.1. Propósito del equipo . . . . .	55



3.13.2. Especificaciones técnicas . . . . .	55
3.13.3. Principios de operación . . . . .	55
3.13.4. Servicios requeridos para su instalación y operación . . . . .	56
3.13.5. Mantenimiento general . . . . .	57
3.14. Software Logger Pro 3 . . . . .	58
3.14.1. Propósito del equipo . . . . .	58
3.14.2. Principios de operación . . . . .	58
3.14.3. Servicios requeridos para su instalación y operación . . . . .	60
3.15. Metrologic Neon Laser ML810 . . . . .	61
3.15.1. Propósito del equipo . . . . .	61
3.15.2. Especificaciones técnicas . . . . .	61
3.15.3. Principios de operación . . . . .	61
3.15.4. Servicios requeridos para su instalación y operación . . . . .	63
3.15.5. Conexión a servicios . . . . .	64
3.15.6. Mantenimiento general . . . . .	64
3.16. Mini Lansador ME-6825 . . . . .	65
3.16.1. Propósito del equipo . . . . .	65
3.16.2. Especificaciones técnicas . . . . .	66
3.16.3. Principios de operación . . . . .	66
3.16.4. Servicios requeridos para su instalación y operación . . . . .	67
3.16.5. Mantenimiento general . . . . .	67
3.17. Motor Drive ME-8955 . . . . .	68
3.17.1. Propósito del equipo . . . . .	68
3.17.2. Especificaciones técnicas . . . . .	68
3.17.3. Principios de operación . . . . .	68
3.17.4. Servicios requeridos para su instalación y operación . . . . .	70
3.17.5. Conexión a servicios . . . . .	70
3.17.6. Mantenimiento general . . . . .	70
3.18. Optic System . . . . .	71
3.18.1. Propósito del equipo . . . . .	71
3.18.2. Especificaciones técnicas . . . . .	71
3.18.3. Principios de operación . . . . .	71
3.18.4. Servicios requeridos para su instalación y operación . . . . .	72
3.18.5. Conexión a servicios . . . . .	72
3.18.6. Mantenimiento general . . . . .	72
3.19. Photogate Timer ME-9215B . . . . .	73



3.19.1. Propósito del equipo . . . . .	73
3.19.2. Especificaciones técnicas . . . . .	73
3.19.3. Principios de operación . . . . .	73
3.19.4. Servicios requeridos para su instalación y operación . . . . .	75
3.19.5. Conexión a servicios . . . . .	75
3.19.6. Mantenimiento general . . . . .	75
3.20. Picket Fence ME-9377A . . . . .	76
3.20.1. Propósito del equipo . . . . .	76
3.20.2. Especificaciones técnicas . . . . .	76
3.20.3. Principios de operación . . . . .	76
3.20.4. Servicios requeridos para su instalación y operación . . . . .	77
3.20.5. Mantenimiento general . . . . .	77
3.21. Amplificador de Potencia II . . . . .	78
3.21.1. Propósito del equipo . . . . .	78
3.21.2. Especificaciones técnicas . . . . .	78
3.21.3. Principios de operación . . . . .	78
3.21.4. Servicios requeridos para su instalación y operación . . . . .	79
3.21.5. Conexión a servicios . . . . .	80
3.21.6. Mantenimiento general . . . . .	80
3.22. Plataforma Giratoria ME-8951 . . . . .	81
3.22.1. Propósito del equipo . . . . .	81
3.22.2. Especificaciones técnicas . . . . .	81
3.22.3. Principios de operación . . . . .	82
3.22.4. Servicios requeridos para su instalación y operación . . . . .	82
3.22.5. Mantenimiento general . . . . .	84
3.23. Sensor de Aceleración CI-6558 . . . . .	85
3.23.1. Propósito del equipo . . . . .	85
3.23.2. Especificaciones técnicas . . . . .	85
3.23.3. Principios de operación . . . . .	86
3.23.4. Servicios requeridos para su instalación y operación . . . . .	87
3.23.5. Conexión a servicios . . . . .	88
3.23.6. Mantenimiento general . . . . .	89
3.24. Sensor de Carga Eléctrica . . . . .	90
3.24.1. Propósito del equipo . . . . .	90
3.24.2. Especificaciones técnicas . . . . .	90
3.24.3. Principios de operación . . . . .	90



3.24.4. Servicios requeridos para su instalación y operación . . . . .	91
3.24.5. Conexión a servicios . . . . .	91
3.24.6. Mantenimiento general . . . . .	92
3.25. Sensor de Fuerza C1-6537 . . . . .	93
3.25.1. Propósito del equipo . . . . .	93
3.25.2. Especificaciones técnicas . . . . .	93
3.25.3. Principios de operación . . . . .	94
3.25.4. Servicios requeridos para su instalación y operación . . . . .	94
3.25.5. Conexión a servicios . . . . .	94
3.25.6. Mantenimiento general . . . . .	94
3.26. Sensor de Fuerza DFS-BTA . . . . .	95
3.26.1. Propósito del equipo . . . . .	95
3.26.2. Especificaciones técnicas . . . . .	95
3.26.3. Principios de operación . . . . .	96
3.26.4. Servicios requeridos para su instalación y operación . . . . .	96
3.26.5. Conexión a servicios . . . . .	97
3.26.6. Mantenimiento general . . . . .	97
3.27. Sensor de Luz CI-6504A . . . . .	98
3.27.1. Propósito del equipo . . . . .	98
3.27.2. Especificaciones técnicas . . . . .	98
3.27.3. Principios de operación . . . . .	99
3.27.4. Servicios requeridos para su instalación y operación . . . . .	99
3.27.5. Conexión a servicios . . . . .	101
3.27.6. Mantenimiento general . . . . .	101
3.28. Sensor de Movimiento . . . . .	102
3.28.1. Propósito del equipo . . . . .	102
3.28.2. Especificaciones técnicas . . . . .	102
3.28.3. Principios de operación . . . . .	103
3.28.4. Servicios requeridos para su instalación y operación . . . . .	103
3.28.5. Conexión a servicios . . . . .	105
3.28.6. Mantenimiento general . . . . .	106
3.29. Sensor de Movimiento . . . . .	107
3.29.1. Propósito del equipo . . . . .	107
3.29.2. Especificaciones técnicas . . . . .	107
3.29.3. Principios de operación . . . . .	107
3.29.4. Servicios requeridos para su instalación y operación . . . . .	108

3.29.5. Conexión a servicios . . . . .	108
3.29.6. Mantenimiento general . . . . .	108
3.30. Sensor de Presión Absoluta . . . . .	109
3.30.1. Propósito del equipo . . . . .	109
3.30.2. Especificaciones técnicas . . . . .	109
3.30.3. Principios de operación . . . . .	110
3.30.4. Servicios requeridos para su instalación y operación . . . . .	112
3.30.5. Conexión a servicios . . . . .	112
3.30.6. Mantenimiento general . . . . .	113
3.31. Sensor de Rotación . . . . .	114
3.31.1. Propósito del equipo . . . . .	114
3.31.2. Especificaciones técnicas . . . . .	114
3.31.3. Principios de operación . . . . .	115
3.31.4. Servicios requeridos para su instalación y operación . . . . .	115
3.31.5. Conexión a servicios . . . . .	116
3.31.6. Mantenimiento general . . . . .	117
3.32. Sensor de Sonido . . . . .	118
3.32.1. Propósito del equipo . . . . .	118
3.32.2. Especificaciones técnicas . . . . .	118
3.32.3. Principios de operación . . . . .	118
3.32.4. Servicios requeridos para su instalación y operación . . . . .	119
3.32.5. Conexión a servicios . . . . .	120
3.32.6. Mantenimiento general . . . . .	120
3.33. Sensor de Temperatura . . . . .	121
3.33.1. Propósito del equipo . . . . .	121
3.33.2. Especificaciones técnicas . . . . .	121
3.33.3. Principios de operación . . . . .	122
3.33.4. Servicios requeridos para su instalación y operación . . . . .	122
3.33.5. Conexión a servicios . . . . .	122
3.33.6. Mantenimiento general . . . . .	122
3.34. Sensor de Temperatura . . . . .	123
3.34.1. Propósito del equipo . . . . .	123
3.34.2. Especificaciones técnicas . . . . .	123
3.34.3. Principios de operación . . . . .	123
3.34.4. Servicios requeridos para su instalación y operación . . . . .	124
3.34.5. Conexión a servicios . . . . .	124

3.34.6. Mantenimiento general . . . . .	124
3.35. Sensor de Temperatura . . . . .	125
3.35.1. Propósito del equipo . . . . .	125
3.35.2. Especificaciones técnicas . . . . .	125
3.35.3. Principios de operación . . . . .	126
3.35.4. Servicios requeridos para su instalación y operación . . . . .	126
3.35.5. Conexión a servicios . . . . .	126
3.35.6. Mantenimiento general . . . . .	126
3.36. Sensor de Voltaje . . . . .	127
3.36.1. Propósito del equipo . . . . .	127
3.36.2. Especificaciones técnicas . . . . .	127
3.36.3. Principios de operación . . . . .	127
3.36.4. Servicios requeridos para su instalación y operación . . . . .	127
3.36.5. Conexión a servicios . . . . .	128
3.36.6. Mantenimiento general . . . . .	128
3.37. Sensor Magnético . . . . .	129
3.37.1. Propósito del equipo . . . . .	129
3.37.2. Especificaciones técnicas . . . . .	129
3.37.3. Principios de operación . . . . .	129
3.37.4. Servicios requeridos para su instalación y operación . . . . .	130
3.37.5. Conexión a servicios . . . . .	130
3.37.6. Mantenimiento general . . . . .	130
3.38. Disparador a Meta . . . . .	131
3.38.1. Propósito del equipo . . . . .	131
3.38.2. Especificaciones técnicas . . . . .	131
3.38.3. Principios de operación . . . . .	131
3.38.4. Servicios requeridos para su instalación y operación . . . . .	132
3.38.5. Conexión a servicios . . . . .	133
3.38.6. Mantenimiento general . . . . .	133
3.39. Accesorio Tiempo de Vuelo . . . . .	134
3.39.1. Propósito del equipo . . . . .	134
3.39.2. Especificaciones técnicas . . . . .	134
3.39.3. Principios de operación . . . . .	134
3.39.4. Servicios requeridos para su instalación y operación . . . . .	135
3.39.5. Conexión a servicios . . . . .	135
3.39.6. Mantenimiento general . . . . .	135





---

3.40. Manómetro 476A . . . . .	136
3.40.1. Propósito del equipo . . . . .	136
3.40.2. Especificaciones técnicas . . . . .	136
3.40.3. Principios de operación . . . . .	137
3.40.4. Conexión a servicios . . . . .	137
3.40.5. Mantenimiento general . . . . .	137
 4. Referencias	 138

## 1. Introducción

El presente manual está dirigido a todo el personal que opera o proporciona mantenimiento preventivo a los equipos del laboratorio de física de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Anáhuac México, Campus Sur; y ha sido desarrollado con el fin de apoyar en la comprensión de los requerimientos técnicos relacionados con la instalación, uso y mantenimiento de un grupo de equipos que resultan de gran importancia para la realización de prácticas de laboratorio y actividades de investigación.

En el manual se describen algunos de los equipos más comúnmente usados y sus principales funciones.

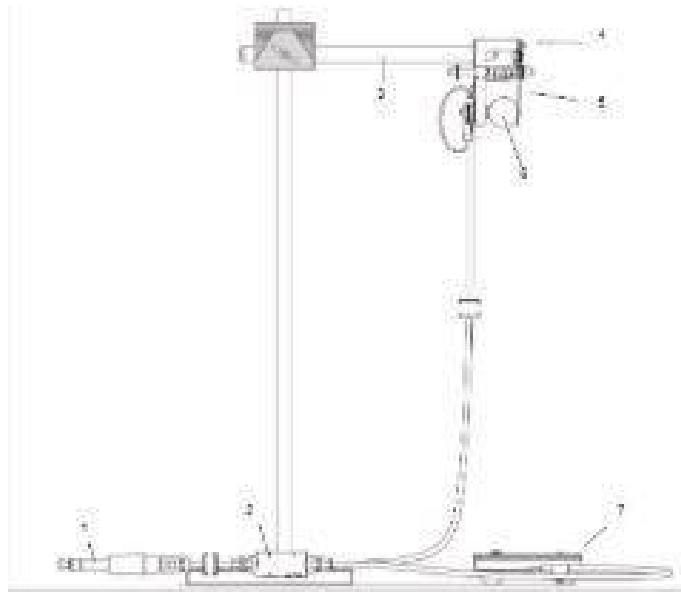
Es importante hacer notar que este manual no pretende ser un sustituto del manual del fabricante, sino por el contrario un complemento de él.

## 2. Objetivos

- Describir la operación de los equipos usados en el laboratorio.
- Mostrar al operador el uso, mantenimiento y cuidado adecuado de los equipos, fomentando el seguimiento de las recomendaciones del fabricante.

## 3. Descripción de los equipos de laboratorio

### 3.1. Adaptador de Caída Libre



#### 3.1.1. Propósito del equipo

El adaptador de caída libre modelo ME-9207B de PASCO es un mecanismo de liberación automática que se conecta a las interfaces de una computadora PASCO Photogate Timer, Smart Timer o PASCO, lo que le permite medir la aceleración debido a la gravedad ( $g$ ) con un 1 % de precisión.

En el experimento básico de caída libre, se sujeta una bola de acero al mecanismo de liberación con resorte. La pelota está en serie con el circuito de disparo para el dispositivo temporizador. Cuando se afloja el tornillo de mariposa, el mecanismo se abre, libera la bola y enciende el dispositivo de sincronización. Cuando la pelota golpea la almohadilla del receptor, la placa superior de la almohadilla se fuerza contra la base metálica. Esto detiene automáticamente el tiempo. El dispositivo de sincronización muestra el tiempo que le tomó a la pelota caer del mecanismo de liberación a la plataforma.

#### 3.1.2. Especificaciones técnicas

1. Enchufe de teléfono
2. Controlador
3. Varilla de soporte del adaptador
4. Mecanismo de liberación de la bola
5. Placa de liberación

6. Bola de acero
7. Almohadilla del receptor

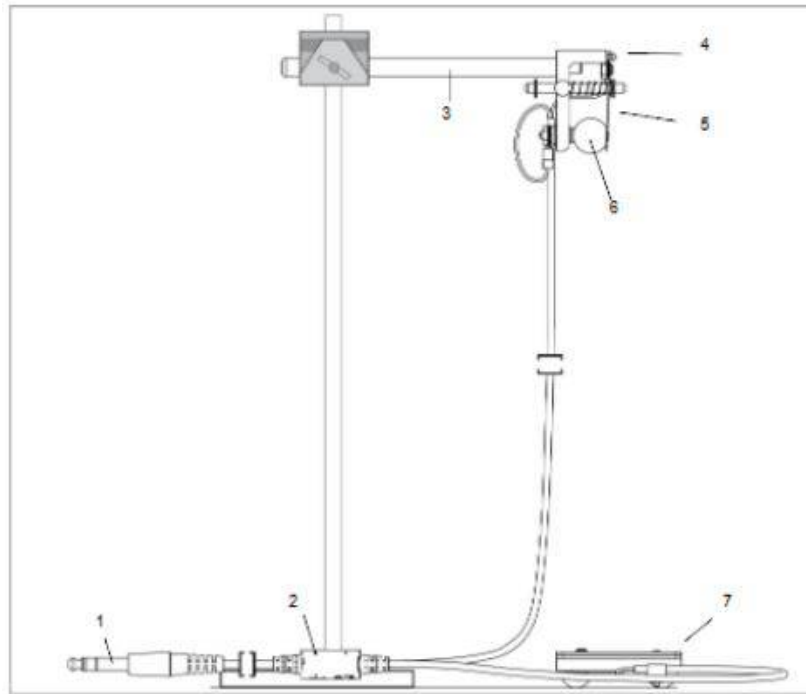


Figura 1: Partes.

### Equipo incluido

- Adaptador de caída libre
- 2 Bolas de acero, 15.87 mm de diámetro (0.625 in)
- 2 Bolas de acero, 19.05 mm de diámetro (0.750 in)

### 3.1.3. Principios de operación

El mecanismo de liberación de la bola sostiene una bola de acero entre la placa de liberación y el tornillo de contacto. El pasador de espiga se empuja en su lugar para sostener la placa de liberación. Un tornillo de mariposa mantiene el pasador en su lugar. Un resorte en el pasador empuja la placa de liberación lejos de la bola cuando se afloja el tornillo. Consultar la figura 2.

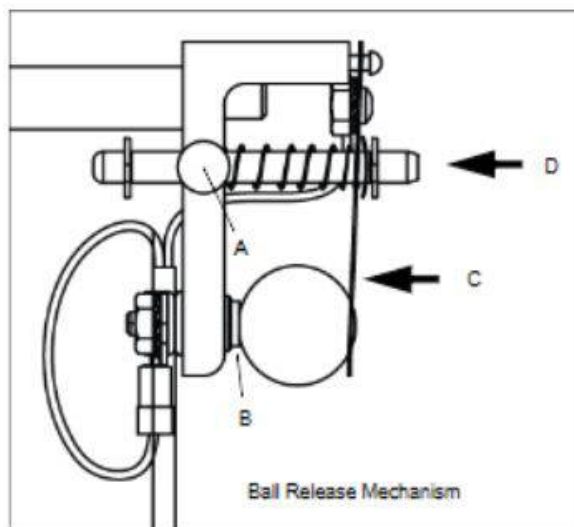


Figura 2: Principio de operación.

1. Sujetar el mecanismo de liberación de la bola a una varilla de soporte, o cualquier otro dispositivo que lo mantenga vertical y a la altura deseada sobre el piso o la mesa.
2. Aflojar ligeramente el tornillo de mariposa (A). Para obtener los mejores resultados, la altura de caída ( $y$ ) debe ser de los dos metros completos permitidos por el cable. Las alturas más cortas funcionarán bien, pero la precisión se reduce ligeramente.
3. insertar una de las bolas de acero en el mecanismo de liberación entre el tornillo de contacto y el orificio en la placa de liberación (B). Presionar la placa de liberación contra la bola para mantenerla en su lugar (C).
4. Presionar contra el extremo del pasador de espiga para que se comprima el resorte en el pasador de espiga y la bola se sujete entre el orificio en la placa de liberación y el tornillo de contacto (D). Apretar el tornillo.
5. Colocar la almohadilla del receptor de bola directamente debajo de la pelota. NOTA: es posible que desee colocar la almohadilla del receptor en una caja poco profunda para que la pelota no se salga después de caer y golpear la almohadilla.
6. Conectar el enchufe del teléfono a su dispositivo de sincronización.

### Conexión a un dispositivo de sincronización

El adaptador de caída libre se conecta a un dispositivo de temporización electrónico insertando el enchufe del teléfono en una toma de teléfono del dispositivo. Interfaz solo PASPORT

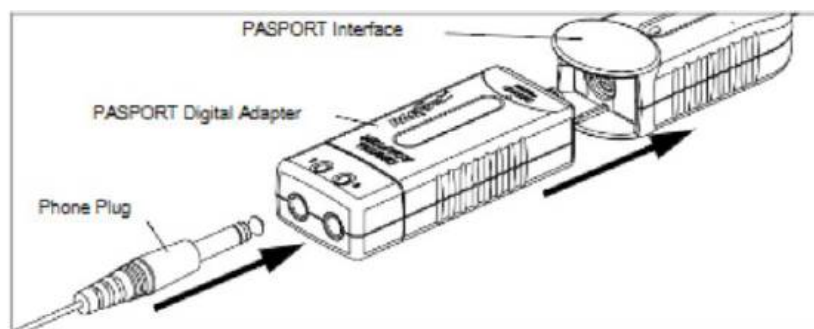


Figura 3: Sincronización.

Si el dispositivo es una interfaz PASCO solo PASPORT, primero inserte el enchufe del teléfono en un adaptador digital PASPORT PS-2159 y luego conecte el adaptador digital a la interfaz.

Si el dispositivo o la interfaz tienen un conector telefónico de un cuarto de pulgada (6,3mm), inserte el enchufe del teléfono en el conector telefónico del dispositivo de sincronización o interfaz.

#### Recolección de dato

El proceso para recopilar datos varía según el dispositivo de temporización.

En el caso del PASCO Photogate Timer (ME-9215B) es el siguiente:

1. Encender el temporizador y configurarlo en modo GATE.
2. Tocar el teclado del receptor para restablecer la electrónica del Adaptador de caída libre.
3. Presionar el botón RESET para restablecer el temporizador.
4. Aflojar el tornillo del adaptador de caída libre para liberar la bola. NOTA: la pelota debe golpear en el centro de la almohadilla del receptor. De lo contrario, restablezca la hora, vuelva a colocar la almohadilla e intente nuevamente.
5. Leer la hora en la pantalla digital. Este es el tiempo que le tomó a la pelota caer del mecanismo de liberación a la almohadilla del receptor.

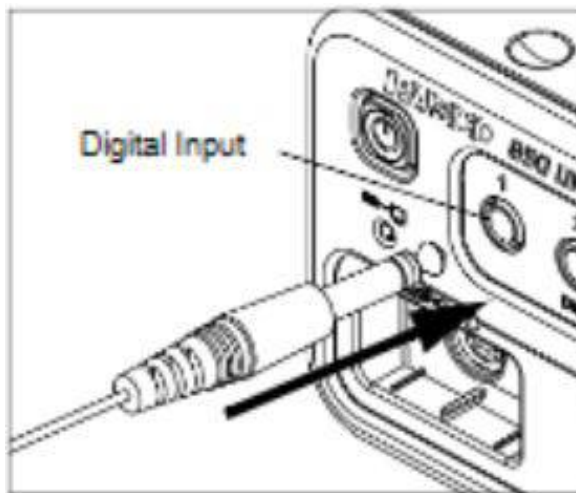


Figura 4: Conexión con el temporizador.

PASCO Smart Timer (ME-8930):

1. Encender el temporizador.
2. Presionar el botón Seleccionar medición varias veces hasta que se muestre el tiempo.
3. Presionar el botón Seleccionar modo varias veces hasta que se muestre el modo de cronómetro.
4. Presionar el botón Iniciar / Parar una vez. RESULTADO: aparecerá un asterisco en la pantalla que indica que el Smart Timer está listo para recopilar datos.
5. Aflojar el tornillo del adaptador de caída libre para liberar la bola.
6. Leer el tiempo en la pantalla digital.
7. Para prepararse para otra medición, volver a colocar la pelota en el mecanismo de liberación de la pelota. Presionar el botón Start / Stop en el Smart Timer.

### Configuración de la interfaz PASCO

1. Conectar el enchufe del teléfono a una interfaz PASCO.
2. Conectar la interfaz PASCO a un dispositivo informático.
3. Iniciar el software de recopilación de datos.

### **Configuración del software**

Para obtener información sobre la recopilación, grabación, visualización y análisis de datos, consulte la Guía del usuario o el sistema de ayuda en línea para el software.

1. Configurar el adaptador de caída libre en el software de recopilación de datos.
2. Abrir una pantalla como una pantalla de dígitos para mostrar el tiempo de caída de la pelota.
3. Iniciar los datos de grabación.
4. Aflojar el tornillo del adaptador de caída libre para liberar la bola.
5. Detener la grabación de datos después de que la pelota golpee el pad receptor. Leer la hora en la pantalla de dígitos.

#### **3.1.4. Mantenimiento general**

##### **Solución de problemas**

En caso de dificultad si el dispositivo de cronometraje no comienza a cronometrarse cuando se suelta la pelota, o no detiene el cronometraje cuando la pelota golpea la almohadilla del receptor, verificar lo siguiente:

1. Comprobar que la pelota haga buen contacto eléctrico con el tornillo de contacto y la placa de liberación. Si es necesario, limpiar el tornillo de contacto, la placa de liberación y la bola. PRECAUCIÓN: No usar un solvente para limpiar los artículos.
2. Verificar que la parte superior de la almohadilla del receptor no toque la base metálica de la almohadilla del receptor, sino que esté dentro de 1 o 2 milímetros para que entre en contacto con el metal cuando la bola lo golpea.

Problema con el temporizador PASCO Photogate: Si la lectura del temporizador tiene segmentos faltantes o extra en la pantalla, o el temporizador no cuenta o sigue contando incluso después de verificar las condiciones anteriores, entonces las baterías probablemente necesiten reemplazarse.



### 3.2. Aparato de Ley de Boyle



#### 3.2.1. Propósito del equipo

Esta herramienta se utiliza para demostrar la relación entre la presión y el volumen de un gas a temperatura constante. Consiste en un cilindro graduado con un pistón. El cilindro presiona el gas encerrado contra un manómetro a través de un pequeño orificio. Se suministra con una válvula de tornillo para liberar la presión. Dim. Ø 100x350 mm..

#### 3.2.2. Especificaciones técnicas

- Base, tanque, medidor de 400 kPa y conjunto de columna.
- Botella de líquido de color para llenar hasta la mitad el tanque.
- Bomba pequeña como la utilizada para bombear neumáticos de automóviles.
- Manguera de goma corta con pinza y accesorio para la fijación de la bomba.

#### 3.2.3. Principios de operación

La ley de Boyle establece que la relación entre la presión de un gas y su volumen mientras se mantiene a una temperatura constante es " $PV = k$ " la presión por volumen es una constante. La mayoría de los instrumentos legales de Boyle funcionan a presiones muy bajas y se utiliza

una columna de mercurio para comprimir el volumen de gas y también para medir la presión creada. Este instrumento demuestra La ley de Boyle tiene una presión más alta de lo normal y no se requiere el uso de mercurio.

Un pequeño depósito de metal está conectado a un tubo de vidrio vertical que está sellado en el extremo superior. Este tubo de vidrio de alta presión de pared gruesa se coloca dentro de un tubo de plástico para que si el vidrio del tubo se rompe durante un experimento este sea contenido.

Se coloca una escala métrica detrás del tubo de vidrio para poder medir el volumen del espacio de aire. El depósito de metal contiene colores fluido y, cuando el depósito es presurizado por una pequeña bomba de aire, el fluido es forzado hacia arriba tubo de vidrio y se puede ver que comprime el aire dentro del tubo.

El depósito está equipado con un orificio de llenado, una tapa de sellado y un pequeño manómetro. También es provisto de una manguera corta con un clip de cierre y un accesorio para conectar la alta presión del aire. El fluido coloreado se vierte en el orificio de llenado y la tapa de sellado se atornilla con firmeza. La bomba está conectada al accesorio provisto al final de la manguera corta. Mientras que la bomba es utilizada, el manómetro indica el aumento de presión y el líquido coloreado se ve que sube por el tubo de vidrio y comprime el aire residual.

Cuando la presión de aire es suficiente, el clip de cierre se puede atornillar para pellizcar la goma pequeña de la manguera para dejarla bien cerrada, formando un sello perfecto sin fugas.

**PRECAUCIÓN:** El depósito no debe presurizarse más allá de la lectura máxima en el manómetro.

#### **Realizando un experimento**

1. Conectar la manguera de la bomba al accesorio de conexión provisto en la manguera corta. Abrir el clip de apriete para que el aire pueda pasar por la manguera.
2. Operar la bomba de modo que la presión en el depósito aumente hasta casi el máximo en el medidor. Se debe ver que el líquido sube en el tubo de vidrio a medida que la presión aumenta. Atornillar el clip de apriete para que la manguera corta se apriete para hacer un sello perfecto y quite la bomba del accesorio.
3. Usar la escala provista, medir la longitud de la columna de aire desde la parte inferior del pasador de sellado de metal en el extremo superior del tubo de vidrio a la superficie del líquido.

4. Tener en cuenta también la presión del sistema como se indica en el manómetro. Desenroscar un poco el clip de presión, liberar el aire muy lentamente del depósito para reducir la presión en aproximadamente 40 kPa y nuevamente tomar lecturas de la columna de aire y presión.
5. Repetir hasta que la presión finalmente sea cero en el manómetro.

#### **3.2.4. Servicios requeridos para su instalación y operación**

##### **Llenado inicial del reservorio de fluido**

Para preparar un nuevo instrumento para la operación, desenroscar la tapa moleteada en la parte superior del depósito, vierta el fluido de color suministrado y vuelva a colocar la tapa de forma segura.

**PRECAUCIÓN:** El fluido NO debe llenar completamente el depósito. Cualquier nivel que exceda la mitad lleno es suficiente para que el equipo funcione correctamente.

##### **La escala**

La escala debe colocarse de manera que la línea cero esté nivelada con la PARTE INFERIOR del pasador de sellado de metal que sobresale en el tubo de vidrio en el extremo superior.

#### **3.2.5. Mantenimiento general**

Para limpiar, utilizar un paño seco y suave.

### 3.3. Balanza Granataria



#### 3.3.1. Propósito del equipo

Balanza granataria manual de 3 brazos, abarca las necesidades generales en el trabajo de laboratorios escolares de física y química, facilita las pesadas continuas.

#### 3.3.2. Especificaciones técnicas

- Capacidad 610g (2610 g con pesas)
- Sensibilidad  $\pm 0.1g$
- Linealidad  $\pm 0.2g$
- Graduación
  - 1er barra 10g (0.1g)
  - 2da barra 500g (100g)
  - 3ra barra 100g (10g)
- Calibración manual
- Tamaño de la plataforma  $\varnothing 152mm$
- Peso del equipo 3Kg
- Dimensiones 470 x 150 x 180 mm
- Funciones adicionales
  - Conteo de piezas

■ Accesorios incluidos

- Instructivo de operación.
- 3 pesas.

#### 3.3.3. Principios de operación

Colocar la muestra en el centro de la plataforma y realizar lo siguiente:

1. Comenzar por el brazo de mayor capacidad(500g), mover la pesa de 500g hacia la derecha hasta la primera muesca lo que hará caer el indicador. Luego hacerla retroceder una muesca, haciendo que el indicador suba.
2. Repetir el procedimiento con la pesa de 100g.
3. Deslizar la pesa de 10g hasta la posición que haga descansar el indicador en cero. El peso de la muestra es la suma de los valores de todas las posiciones de pesa, léidas directamente en los brazos graduados.

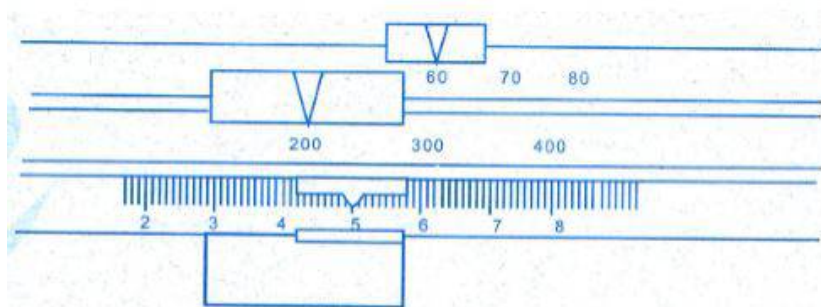


Figura 5: Medición.

#### Pesas accesorias

La capacidad total es de 2610g cuando se suspenden las pesas accesorias de los pivotes. Sin las pesas, la capacidad es del 610g.

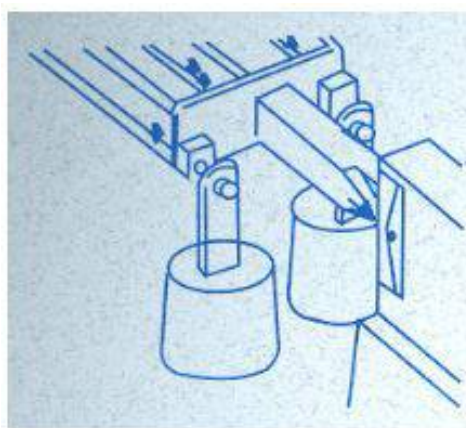


Figura 6: Colocación de pesas.

#### Empleo de la tara

Ciertos modelos están equipados con una pesa patentada de tara. La pesa contrapesará recipientes vacíos de un peso no mayor de 225 g al deslizarla hasta el equilibrio apropiado, girándola luego en cualquier sentido para su exacta ubicación. Luego podrá leerse el peso neto del contenido del recipiente, del modo usual.

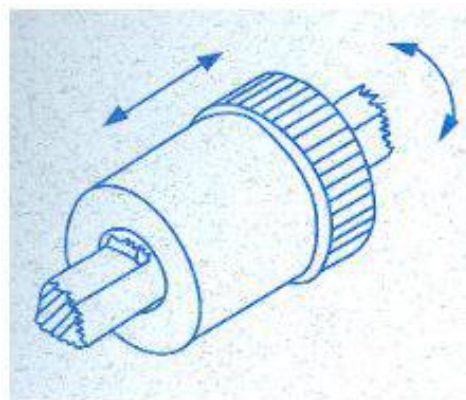


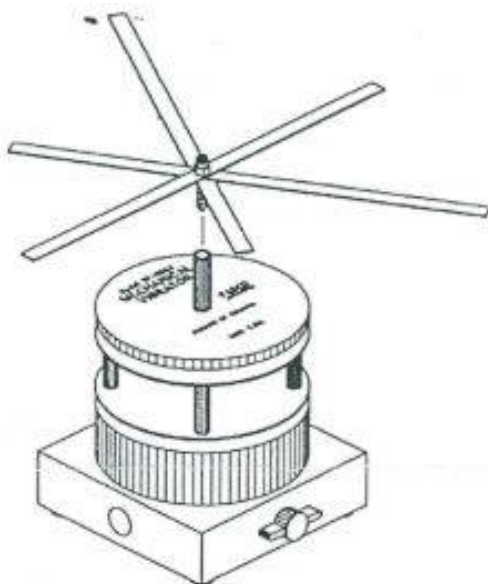
Figura 7: Empleo de la tara.

#### 3.3.4. Mantenimiento general

Mantenga la balanza limpia en todo momento.

Jamás aplicar lubricantes a las cuchillas ni a los cojinetes ni permitir la acumulación de sustancias.

### 3.4. Caja de Resonancia



#### 3.4.1. Propósito del equipo

Las tiras de resonancia están diseñadas para demostrar la relación entre la frecuencia y la longitud de onda. El aparato proporciona seis vigas de diferente longitud pero con la misma masa por longitud.

#### 3.4.2. Especificaciones técnicas

Requiere de equipo adicional:

- Conductor mecánico PASCO MODEL SF.9324
- Generador de funciones con amplificador PASCO Model PI-9587A o PI-9598.

#### 3.4.3. Principios de operación

1. Girar las tiras de metal para que estén en ángulos iguales entre sí.
2. Insertar el conector banana en el eje del controlador del controlador mecánico PASCO.
3. Conectar el controlador mecánico a un generador de funciones capaz de controlar un altavoz (el Generador / Amplificador de funciones digitales PASCO PI.9587A o el generador de funciones estudiantiles PI.9598 son excelentes para este propósito).

4. Comenzar a conducir el controlador mecánico a aproximadamente 5 HZ con aproximadamente 1 mm de amplitud y aumente lentamente las frecuencias a las que cada una de las tiras vibra con la máxima amplitud (cuando se alcanza la resonancia, puede ser necesario disminuir la amplitud de conducción).
5. Trazar la frecuencia de resonancia en función de la longitud de la tira de metal.

**3.4.4. Mantenimiento general**

Para limpiar, utilizar un paño seco y suave.



### 3.5. LabQuest2



#### 3.5.1. Propósito del equipo

Interfaz independiente utilizada para recoger datos de los sensores con su aplicación integrada de gráficos y análisis. El gran tamaño y alta resolución de la pantalla táctil hace que sea fácil e intuitivo para recopilar, analizar y compartir datos de los experimentos. Su conectividad inalámbrica fomenta la colaboración y el aprendizaje personalizado. Compatible con más de 70 sensores.

#### 3.5.2. Especificaciones técnicas

##### HARDWARE DEL LABQUEST 2

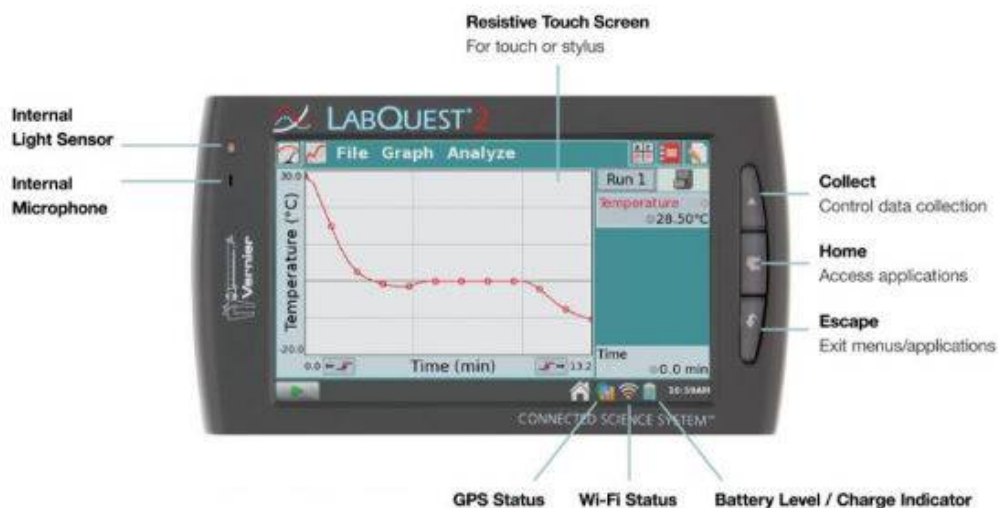


Figura 8: Hardware.



Figura 9: Hardware.



Figura 10: Hardware.

#### ■ Visualización

- Pantalla 11.2 cm x 6.7 cm (13,1 cm en diagonal)
- 800 x 480 píxeles de pantalla de color a 188 dpi
- Retroiluminación LED
- Retrato o pantalla de orientación horizontal
- Modo de alto contraste para una visibilidad al aire libre

#### ■ Procesador

- Procesador de aplicaciones 800 MHz

- Conectividad
  - Wi-Fi 802.11 b/g/n
  - Inteligente Bluetooth para wdss y Sensores Inalámbricos Go Direct.
- Interfaz de usuario
  - Pantalla táctil resistente
  - Pantalla Touch y navegación a través de un stylus para la eficiencia y la precisión
- Adquisición de datos
  - 100.000 muestras por segundo
  - Resolución de 12 bits
  - Sensores integrados de GPS, acelerómetro de 3 ejes, la temperatura ambiente, la luz y micrófono
- Durabilidad ambiental
  - Temperatura de funcionamiento: 0 - 45°C
  - Temperatura de almacenamiento: -30 - 60°C
  - Splash resistente
  - Caja robusta diseñada para resistir una caída desde la mesa de un laboratorio
- Tamaño y peso
  - Tamaño: 8,8 cm x 15,4 cm x 2,5 cm
  - Peso: 350 g
- Puertos
  - 5 puertos para sensores (3 Análogos – 2 Digitales)
  - Puerto USB para sensores, unidades flash y periféricos
  - Puerto mini USB
  - DC jack de alimentación
  - MicroSD / MMC
  - Audio de entrada y salida

- Almacenamiento
  - 200 MB
  - Ampliable con tarjetas microSD y USB flash drive
- Energía
  - Recargable, batería de alta capacidad
  - DC de carga / alimentación a través de adaptador externo (incluido)

### **3.5.3. Principios de operación**

#### **Características principales del LabQuest 2:**

- Recoger, analizar y compartir datos de sensores sin cables en cualquier dispositivo con un navegador web Bluetooth Inteligente para Sensores Inalámbricos.
- Resolución de la pantalla más grande y alto, con orientación vertical y horizontal.
- Sensores incorporados como GPS, acelerómetro de 3 ejes, de temperatura ambiental, de luz y micrófono.
- Análisis de gran alcance con estadística y ajuste de curvas.
- Pantalla táctil grande y de alta resolución.
- Conectividad inalámbrica con Wi-Fi y Bluetooth inteligente para conectividad con sensores inalámbricos, tabletas, computadores y teléfonos móviles.
- Recopilación de datos rápida, con 100.000 muestras por segundo.
- 5 puertos para sensores (3 análogos, 2 digitales).
- Puerto USB para sensores, unidades flash y periféricos.
- Puerto mini USB.
- Puerto MicroSD / MMC.
- Audio de entrada y salida.
- Batería recargable de alta capacidad.

## Software

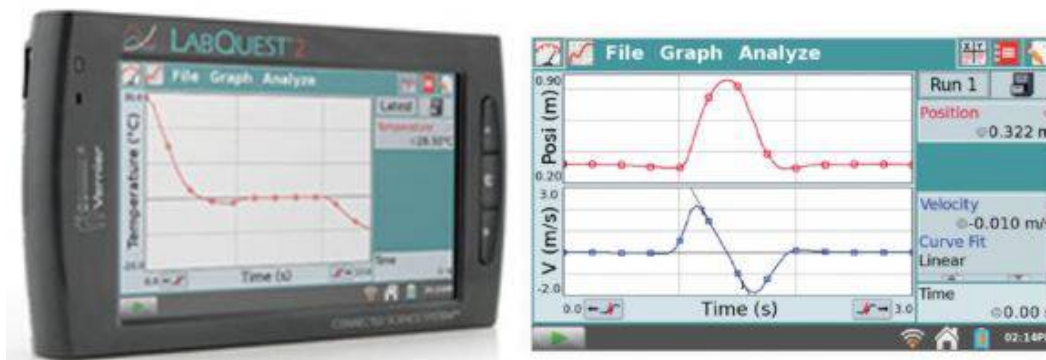


Figura 11: Software.

## Recolección de datos en tiempo real

Los alumnos pueden recopilar datos y verlos en una vista de tabla gráfico, medidas y datos de tabla.



Figura 12: Recolección de datos.

## Análisis de datos y aplicaciones integradas

Recoge datos de posición. Muestra a los estudiantes cómo la pelota rebota y ajusta una curva a los datos, Recopila y muestra datos de varios sensores o se ejecutan en un gráfico, incluye tabla periódica.

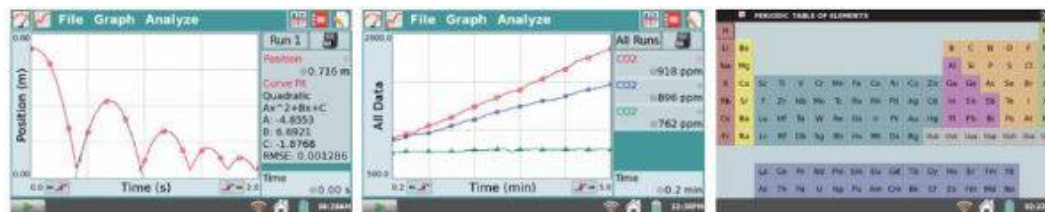


Figura 13: Análisis de datos.

### Generador de funciones de audio, cronometro, calculadora científica



Figura 14: Extras.

### Análisis

- Realizar lineales y curvas ataques.
- Vista horizontal y vertical.
- Soporta sensores integrados-GPS, micrófono, acelerómetros, sensores de luz relativas.
- Dibuja una predicción antes de la recogida de datos.
- Muestra dos gráficos a la vez.
- Mostrar una línea tangente a la gráfica.
- Función Integral.
- Estadística.

### Amplificador de Potencia

- Herramientas versátiles y recursos.
- Más de 100 instrucciones de laboratorio precargados de libros de laboratorio populares de Vernier.
- Campo Notas.
- Capturas de pantalla de correo electrónico y archivos de datos para su uso en los informes de laboratorio o enviar directamente a un instructor.
- Exportar datos a Logger Pro , Excel y registro , y otro software de análisis de datos.
- Datos de forma inalámbrica a Chromebook, iPad y dispositivos Android.

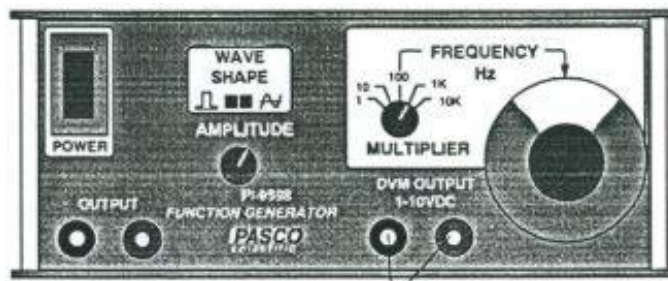


Figura 15: Envío de datos.

#### 3.5.4. Servicios requeridos para su instalación y operación

Ver tutorial de uso en <https://youtu.be/yNyKZaPFwXQ>

### 3.6. Generador de Funciones



#### 3.6.1. Propósito del equipo

El generador de funciones de estudiante PASCO PI-9598 proporciona salidas de onda sinusoidal y cuadrada a frecuencias de 1 Hz a 100 kHz. A diferencia de la mayoría de los generadores de funciones, tiene una función incorporada de amplificador de potencia, que proporciona hasta 0.5 amperios de corriente en hasta a 24 V.

Aparte de los usos habituales de un generador de funciones, como suministro de señales de onda sinusoidal y cuadrada para laboratorios de electrónica, el generador de funciones del estudiante es particularmente adecuado para experimentos en ondas y acústica. Usted puede manejar un altavoz, o varios altavoces, directamente y con precisión de ajuste de frecuencia a cualquier nivel en el rango acústico. Esto hace que la unidad sea particularmente conveniente para experimentos como medir la velocidad del sonido, observar la interferencia y difracción de ondas sonoras, e investigar la resonancia acústica en una cavidad.

#### 3.6.2. Especificaciones técnicas

- Frecuencia: 1-100 kHz en rangos de 5 décadas; el control de giro sencillo varía la frecuencia durante una década.
- Salida de voltaje de CC (1-10 V) es proporcional a la frecuencia en la década seleccionada (leer con un voltímetro digital).
- Amplitud: Voltaje continuamente variable desde 0- 24 V p-p; corriente hasta 0.5 A.
- Formas de onda: seno (0-24 V p-p) y cuadrado (0-12 V).
- Potencia de entrada: 110 VAC (220 VAC opcional), 50-60 Hz.

#### 3.6.3. Principios de operación

1. Colocar el interruptor de encendido / apagado en la posición de apagado.

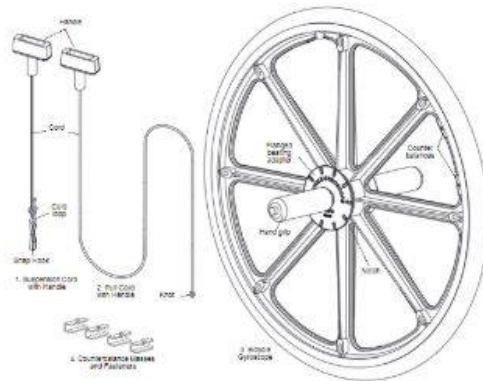


2. Conectar el cable de alimentación a una toma de corriente con conexión a tierra el voltaje apropiado (110 VAC, 60 Hz o 220V, 50 Hz; Verificar la etiqueta en el panel posterior de su unidad).
3. Girar la amplitud a cero girando la perilla de Amplitud en sentido antihorario hasta el tope.
4. Usar conectores tipo banana o cable de conexión, conectar la salida del generador al circuito o al dispositivo al que desea aplicar la señal.
5. Ajustar el interruptor Wave Shape para seleccionar un seno o onda cuadrada.
6. Encender el interruptor de encendido. El interruptor de encendido se iluminará.
7. Ajustar la perilla del multiplicador de frecuencia a la década deseada (1,10 o 100 Hz, o 1 o 10 kHz). Girar la frecuencia grande para variar la frecuencia dentro de la década seleccionada. Los números en el dial dan la frecuencia aproximada.
8. Para medir la frecuencia de salida dentro del 1 %
  - a) Conectar un voltímetro digital en las tomas de salida DVM usando tapones de banana.
  - b) Establecer el rango de voltaje del voltímetro para que mida voltajes de 0 a 10 voltios.
  - c) Para determinar la frecuencia de salida, simplemente multiplicar la lectura en el voltímetro por el rango seleccionado, por ejemplo, si la perilla del multiplicador se establece en 100 Hz, y el voltímetro lee 5,75 voltios, la frecuencia de salida es de 575 Hz. Si la perilla del multiplicador está configurada en 10 kHz y el voltímetro lee 7.84 voltios, la frecuencia de salida es 78.4 kHz.

#### **3.6.4. Mantenimiento general**

Desconectar el sistema antes de realizar el mantenimiento. Para limpiar, utilizar un paño seco y suave. No utilizar productos abrasivos.

### 3.7. Giroscopio



#### 3.7.1. Propósito del equipo

El giroscopio de bicicleta PASCO ME-6837 se puede utilizar para demostrar las propiedades divertidas y sorprendentes de un giroscopio giratorio de alta masa.

#### 3.7.2. Especificaciones técnicas

1. Cable de suspensión con asa
2. Cable de tracción con asa (111 cm o 44 pulgadas)
3. Giroscopio de bicicleta
4. Masas y sujetadores de contrapeso

#### 3.7.3. Principios de operación

##### Girar el giroscopio con el mango de arranque

- Colocar el extremo anudado del cable de tracción en la muesca del borde del adaptador de rodamiento con bridas.
- Envolver el cable alrededor de la polea del adaptador.
- Hacer que una persona sostenga el giroscopio por las empuñaduras y que la segunda persona tire rápidamente del asa para que el cable haga girar el giroscopio.

1. Demostrar la precesión colgando el giroscopio giratorio por el cable.
  - Primero, demostrar que un giroscopio que no gira, gira si se suspende un extremo del eje del cordón y suelta el otro extremo del eje. Comenzar con un giroscopio que no gire. Conectar el gancho de seguridad del cable de suspensión a través del orificio en un extremo del eje para que el giroscopio pueda ser suspendido por el cable. Sujetar la otra empuñadura para que el eje quede horizontal. Soltar la empuñadura para que el cable suspenda el giroscopio.
  - Luego, mostrar que un giroscopio giratorio no se cae cuando suelta la empuñadura. Mantener el cable de suspensión sujeto al eje. Sujetar la otra empuñadura de modo que el eje del giroscopio esté horizontal. Envolver el cable de tracción alrededor de la polea del adaptador de rodamiento con bridas. Tirar del cordón para hacer girar el giroscopio. Soltar la empuñadura. En lugar de caerse, el giroscopio gira lentamente en un círculo alrededor del cordón del que cuelga (ver Figura 16).
2. Determinar la inercia rotacional del giroscopio. Sujetar las empuñaduras del giroscopio para sostener las varillas de modo que el giroscopio esté vertical y libre de girar. Asegurar una cuerda a la muesca en el adaptador de rodamiento con bridas y enrollar la cuerda alrededor de la polea. Adjuntar una masa a la cuerda y deje que la masa caiga para acelerar el giroscopio. Se puede medir la aceleración del giroscopio con un Photogate
  - Nota: Los nueve orificios y una muesca en el borde del adaptador de rodamiento con bridas están espaciados de manera uniforme y hay suficiente espacio para insertar un cabezal Photogate entre la brida y la rueda. Conectar el cabezal Photogate a un temporizador inteligente o una interfaz PASCO para cronometrar el movimiento del giroscopio (consultar la figura 17).
3. Demostrar la conservación del momento angular. Sentarse en una silla giratoria (como la ME-6856) mientras se sostiene las empuñaduras del giroscopio giratorio con los brazos extendidos. Sostener el giroscopio de modo que quede vertical. Girar las empuñaduras del giroscopio para girar el eje en sentido horario o antihorario y observar lo que sucede. Con cuidado, evite que el giroscopio gire frotando contra el borde exterior del giroscopio y observar el impulso angular resultante de usted y la silla giratoria.
4. Usar el giroscopio como parte superior: después de girar el giroscopio, colocar el extremo redondeado de agarre con la mano el piso o una mesa y dejar que el giroscopio gire horizontalmente como una tapa.

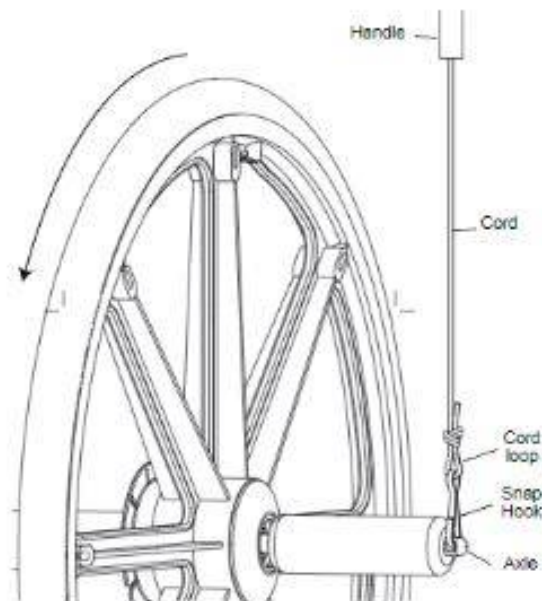


Figura 16: Hacer girar un giroscopio.

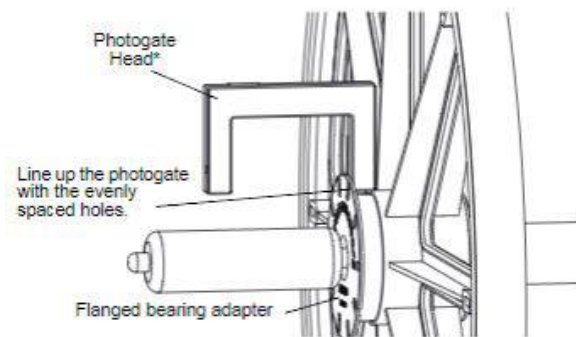


Figura 17: Conexión del Photogate entre la brida y la rueda.

#### 3.7.4. Mantenimiento general

Para limpiar, utilizar un paño seco y suave. No utilizar productos abrasivos.

### 3.8. Guías de Aire



#### 3.8.1. Propósito del equipo

El PASCO modelo SF-9214 Air Track es de 2.0 metros largo con una rectitud garantizada dentro de 0.04 mm en toda su longitud. La construcción de la pista es una gran extrusión cuadrada de aluminio de paredes de 3 mm de espesor que se fortalecen aún más con un canal U de soporte.

Un solo soporte de pie en un extremo y un pie doble en el otro extremo permite a lo largo y a los lados arrasamiento.

#### 3.8.2. Especificaciones técnicas

##### Equipamiento incluido

- 2 m de pista de aire
- Accesorios
  - Sobre: 2 banderas (100 mm)
  - Capa superior: 1 bandeja de accesorios
  - Capa de en medio: 2 planeadores, herrajes de montaje (2 tornillos de una pierna, 2 dobles tornillos de pata, (1) llave de 4 mm, (1) llave de 5 mm)
  - Capa inferior: 1 sola pierna, 1 pierna doble con pies ajustables, 2 paradas finales
- Equipo adicional requerido
  - Suministro de aire (modelo SF-9416)

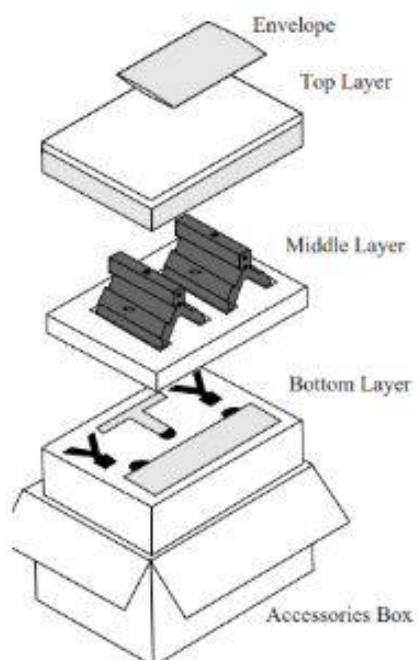


Figura 18: Accesorios.

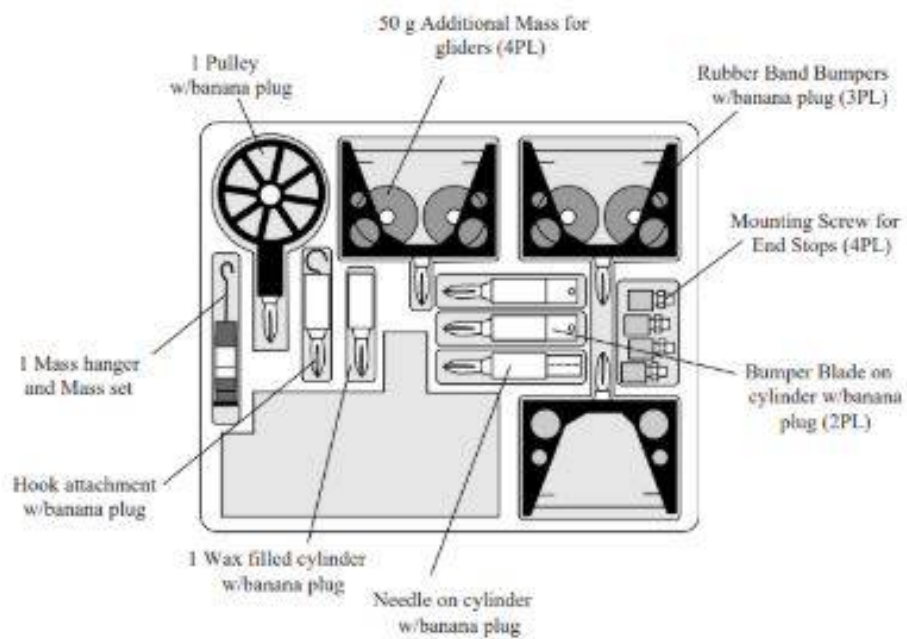


Figura 19: Bandeja de accesorios.

### 3.8.3. Principios de operación

#### Nivelando la pista de aire

Colocar el Air Track en una mesa estable y nivelada y girar los dos pies ajustables hasta que el Air Track esté tan nivelado como posible. Se puede usar un nivel de burbuja para aproximadamente nivelar la pista.

La nivelación final, sin embargo, debe realizarse de la siguiente manera:

1. Conectar la pista de aire al suministro de aire y girar el suministro de aire encendido.
2. Colocar un planeador en el medio de la pista sin velocidad inicial.
3. Ajustar los tornillos niveladores hasta que el planeador permanezca en su posición inicial, sin acelerar dirección.

**NOTA:** el planeador puede oscilar ligeramente sobre su posición. Este movimiento es causado por corrientes de aire de los agujeros de aire en la pista y debe considerarse normal.

### 3.8.4. Servicios requeridos para su instalación y operación

El SF-9214 Air Track se envía en dos contenedores, un tubo grande (que contiene la pista) y una caja de cartón (que contiene los accesorios).

Retirar suavemente un extremo del tubo de envío de la vía aérea y tirar con cuidado de la pista, con la viga de alineación adjunto, desde el tubo.

#### Ensamblar la pista de aire

1. Usar los tornillos y las llaves Allen provistas y sujetar el pie nivelador simple y doble al aire. Seguir el canal en U como se muestra en la figura 20.
2. Instalar un tope final en cada extremo de la pista aérea usando el montaje tornillos incluidos en la bandeja de accesorios, como se muestra en la figura 21.

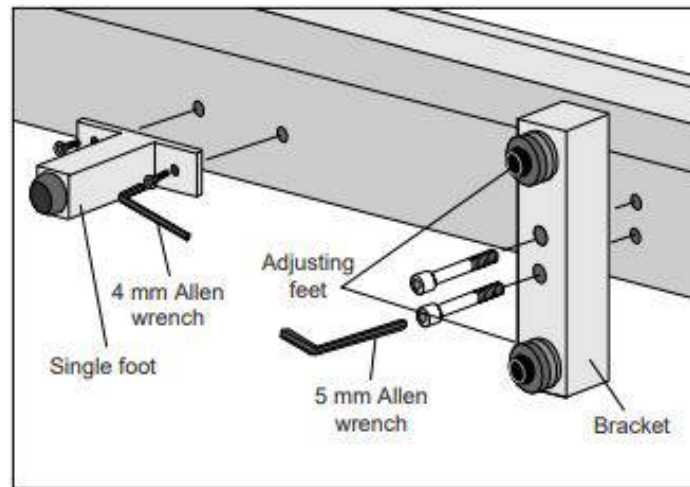


Figura 20: Adjuntar los pies niveladores.

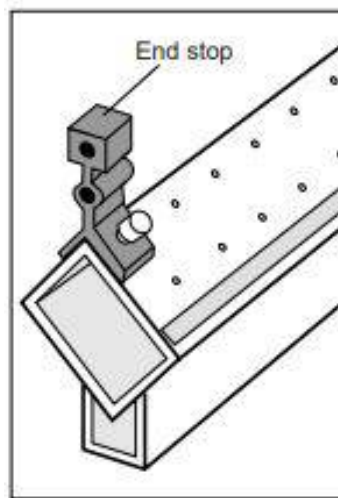


Figura 21: Instalación de paradas finales.

### 3.8.5. Conexión a servicios

#### Ajuste del suministro de aire

El Air Supply PASCO Modelo SF-9216 está conectado a la pista de aire por la conexión de aire en un extremo de la pista. La salida del soplador debe ajustarse de manera que el planeador simplemente flote en la pista. Aire excesivo la presión puede hacer que el planeador deambule por la pista, incluso en ausencia de una fuerza de aceleración.

El suministro de aire calentará ligeramente la pista de aire, haciendo que se expanda. La viga de ajuste debajo de la pista se ha configurado de manera tal que la pista será directa a  $\pm 0.04$  mm cuando está caliente, o después de 5 minutos de operación con el suministro de aire.



### **3.8.6. Mantenimiento general**

#### **Pista de aire**

El único mantenimiento requerido es mantener el Air Track en una superficie limpia y libre de arañazos o muescas. Cuando la unidad está almacenada, asegurarse de que nada pueda dañar la superficie de la pista de aire. Si hay alguna protuberancia en la superficie que dificulte el movimiento libre del planeador, limar suavemente o lijar la protuberancia.

#### **Planeador**

Los planeadores deben manejarse con cuidado para mantener un movimiento sin fricción en el Air Track. Si hay rasguños o se desarrollan mellas en esas superficies que flotan en la pista deben eliminarse con una lima o papel de lija. Si el planeador se cae o se desalinea, debe ser enderezado para que su perfil coincida con el aire de la pista. Si el ángulo entre los dos lados del planeador es demasiado pequeño, el planeador se adherirá a la pista. Si el ángulo es demasiado grande, el planeador se tambaleará a medida que avanza la pista.

#### **Tope de goma**

Las gomas pueden deteriorarse con el tiempo, las cuales pueden ser reemplazadas con cualquier banda elástica que produzca las características deseadas de lanzamiento y rebote".

Para extender la vida de las bandas de caucho, retirarlas de la banda de goma parachoques cuando no están en uso. Además, el manejo excesivo de las bandas de goma puede eliminar el polvo protector usado para recubrir el caucho.

### 3.9. Kit Reparación Bomba Vacío



#### 3.9.1. Propósito del equipo

Las bombas de vacío mecánicas requieren técnicas de montaje muy finas para lograr tolerancias cercanas que garanticen un bombeo adecuado y eficiente, para ello se utiliza este kit de reparación marca Marvac, el cual mantiene excelentes instalaciones de reparación que aseguran un servicio rápido.

#### 3.9.2. Especificaciones técnicas

- 1 Junta del tanque
- 2 Sellos del eje
- 1 Anillo de retención
- 1 Conjunto de resorte y pasador
- 2 Paletas de rotor
- 1 Válvula de escape

#### 3.9.3. Principios de operación

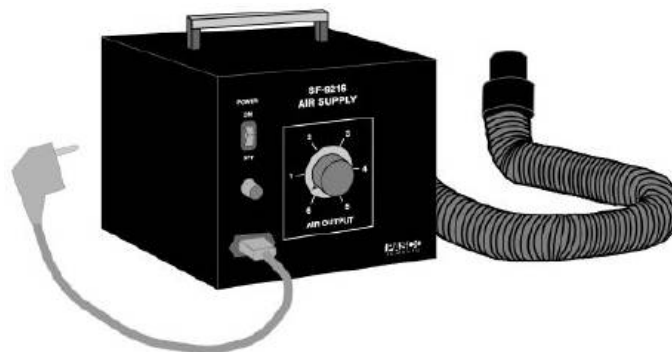
Se recomienda leer completamente estas instrucciones antes de intentar cualquier reparación, independientemente del modelo. Se mencionan varias comprobaciones a lo largo de los datos escritos que se aplican a todas las bombas.

Los problemas de campo generalmente se desarrollan después de que la bomba ha estado en el campo por algún tiempo. Normalmente, el usuario de la bomba conoce bien su unidad y notará inmediatamente cualquier cambio en la operación o el sonido. Cualquiera de los dos indica un posible problema de la bomba.

Afortunadamente, muchos problemas pueden corregirse sin ningún desmontaje de la bomba. Se recomiendan las siguientes comprobaciones para encontrar y corregir problemas externos:

1. La bomba se cae o sufre un choque severo para causar el desplazamiento del ajuste interno de funcionamiento entre la etapa y el rotor. Si el abeto se abre, la bomba no logrará aspiradas profundas. Si el ajuste se cierra, la bomba puede congelarse para que no gire. Se requerirá el desmontaje para restablecer el ajuste de funcionamiento adecuado.
2. El aceite de la bomba debe ser del tipo adecuado y mantenerse siempre limpio. NO USAR aceites de motor, fluidos de transmisión o la mayoría de los aceites para compresores. Consultar con la fábrica para obtener sustitutos si no hay aceite mecánico para bombas de alto vacío. El aceite debe reemplazarse siempre que se observe un cambio en el color o el olor. El aceite sucio, especialmente si hay agua presente (el aceite parece lechoso), puede dañar severamente cualquier bomba y es la causa principal de fallas. Siempre almacene la bomba con aceite limpio.
3. Las fugas en la entrada de la bomba son comunes. Este es un punto de control obligatorio, especialmente cuando se han alterado los accesorios de admisión. Todas las superficies de ajuste abocinadas deben revisarse para detectar muescas y daños. Revise todas las juntas y conexiones para ver si hay fugas.
4. Asegurar que la fuente de energía eléctrica coincida con las necesidades de cableado del motor. Inspeccionar el cable eléctrico en busca de daños o conexiones sueltas. No usar un cable de extensión largo sin verificar el tamaño de cable adecuado para evitar una caída de voltaje.
5. Cualquier bomba de vacío que esté funcionando correctamente debería desarrollar un sonido de golpe mecánico cuando se encuentre bajo un vacío profundo. Cada usuario de la bomba se sintonizará con los sonidos de la bomba a medida que pasa por los diversos niveles de presión desde la atmósfera hasta el apagado. Cualquier cambio en el sonido de funcionamiento generalmente indica un cambio en el rendimiento y un posible problema.

### 3.10. Suministro de Aire



#### 3.10.1. Propósito del equipo

Suministro de aire silencioso, con salida variable que permite ajustar el flujo de aire al experimento. Al agregar otros elementos se puede utilizar para operar dos pistas de aire al mismo tiempo.

#### 3.10.2. Especificaciones técnicas

- Se incluye una manguera de 2.0 metros.
- Salida variable.
- Entrega 3,2 m<sup>3</sup>/min a 0.122 PSI
- Peso Bruto: 9,154546 kg.
- Longitud: 2 m (distancia de trabajo 1.9 m).
- Base: tres puntos con tornillos de nivelación bilaterales.
- Escalas milimétricas: 2 metros de largo a cada lado.

#### 3.10.3. Principios de operación

##### Configuración:

- Insertar el acoplamiento corto de pared gruesa en un extremo de la manguera en el orificio en la parte posterior del suministro de aire. El otro extremo de la manguera, con el acoplamiento de pared delgada más largo, encaja en el orificio de la pista de aire de precisión PASCO de 2 metros (sección transversal cuadrada, color aluminio).
- Conectar el suministro de aire a una toma de corriente (115 VCA, 60 Hz o 220/240 VCA, 50 Hz). Los respectivos voltajes de línea están marcados en el panel posterior.

- Encender la unidad con el interruptor de encendido.

**Ajuste de flujo de aire:**

- Se ajusta mediante la perilla en el panel frontal. Cuando la pista de aire está configurada y en funcionamiento, ajuste el flujo hasta que los planeadores se deslicen libremente en la pista.
- Si el flujo es demasiado bajo, el planeador tocará la pista y perderá energía.
- Un flujo de aire más alto puede provocar turbulencia alrededor de la superficie de la pista y hacer que los planeadores se muevan aleatoriamente.

**Ajuste de velocidad del motor:**

Girar la perilla de control completamente en sentido contrario a las manecillas del reloj. Después de encender el motor, girar lentamente la perilla de control en SENTIDO HORARIO. El motor debe comenzar a funcionar cuando el puntero en la perilla de control está cerca de la posición “2”. De no ser así, seguir este procedimiento:

- Retirar el panel de control para separarlo de la unidad principal.
- En un extremo de la placa de circuito impreso hay dos potenciómetros de compensación designados como TR1 y TR2 (Ver Figura 22).
- Ajustar TR1 y TR2 a su posición media y gire el interruptor de encendido a “ON”.
- Ajustar la perilla de control de velocidad (P1) completamente en sentido antihorario (“1”) y gire TR1 en sentido horario hasta que el motor comience a girar suavemente.
- Ajuste el control de velocidad con perilla en sentido horario (“6”) y ajustar TR2 hasta que el motor funcione a la velocidad máxima.
- Volver a ensamblar el panel de control.

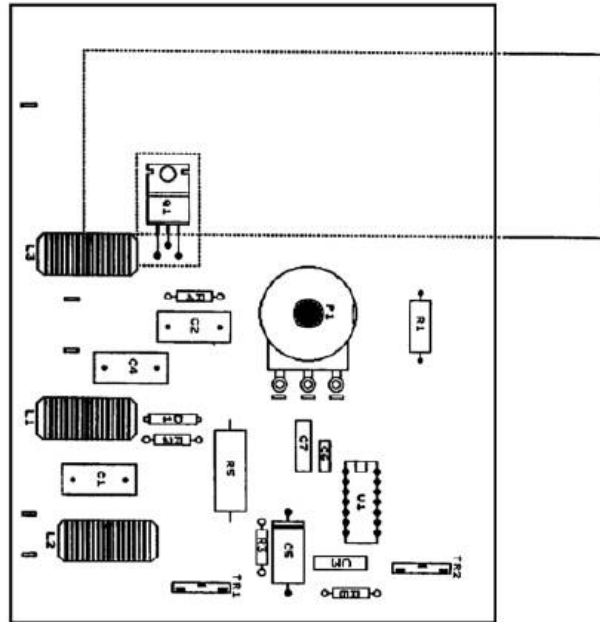


Figura 22: Componentes internos.

#### Reemplazo de fusibles:

El fusible es un tipo de retardo de doble elemento. Reemplace con las siguientes capacidades de fusibles:

- Para la versión de 110V, use un fusible de 5A / 117V.
- Para la versión de 220V, use un fusible de 2.5A / 250V.

#### 3.10.4. Servicios requeridos para su instalación y operación

- Cuando se abre la caja, habrá altos voltajes expuestos, por lo que debe ser reparada o ajustada solo por técnicos capacitados.
- Dejar al menos tres pulgadas de espacio libre alrededor de todos los lados del soplador para la entrada de aire y enfriamiento.
- El aparato está calibrado a 220 V CA, 50 Hz y debe recalibrarse para 220 V CA, 60 Hz. Se debe seguir detalladamente las instrucciones de Ajuste de velocidad del motor.
- Si se usa con una pista diferente al modelo SF-9214, el área total de los orificios de flujo de aire debe ser:

$$\geq 2.6cm^2(0.4in^2). \quad (1)$$



### 3.10.5. Mantenimiento general

- Esta unidad debe ser reparada o ajustada solo por técnicos capacitados.
- Limpieza rutinaria para evitar empolvamiento.

**3.11. Bomba de vacío****3.11.1. Propósito del equipo**

El siguiente equipo, está diseñado para extraer gases, humedad o aire del interior de recipientes o sistemas utilizados durante las prácticas del laboratorio de física.

**3.11.2. Especificaciones técnicas**

Contiene:

- Bomba eléctrica para estudios de física del vacío AA1-9 Marvac Scientific.
- Junta del tanque.
- Dos sellos de eje.
- Anillo de retención.
- Dos aletas de rotor.
- Válvula de escape.



**3.11.3. Principios de operación**

- El manifold al que se conectará debe estar cerrado antes de que se encienda la bomba.
- La bomba comenzará a realizar el vacío de la manguera del sistema conectada al manifold.
- Se debe abrir el cierre del manifold, esto permitirá que comience correctamente el proceso de vacío del sistema.
- El vacuómetro medirá las presiones inferiores a la presión atmosférica durante el proceso de vacío al que se somete el sistema.
- Se debe haber dejado encendida la bomba por un tiempo preestablecido.
- Al acabar el tiempo preestablecido, se debe cerrar el manifold y apagar la bomba.

**En caso de usar manómetro de refrigeración:**

- Se debe conectar la manguera del manómetro en la entrada de escala baja o alta, dependiendo de las escalas de medición que se utilicen.
- Escala baja: Manómetro y manguera color azul. La manguera se conecta al equipo al que se le hará el vacío.
- Escala alta: Manómetro y manguera color rojo. La manguera se conecta al equipo al que se le hará el vacío.

**3.11.4. Servicios requeridos para su instalación y operación**

- Las reparaciones o ajustes solo pueden ser realizadas por técnicos capacitados.
- Se requieren técnicas de montaje muy finas para lograr tolerancias cercanas que garanticen un bombeo adecuado y eficiente.
- La fuente de energía eléctrica debe coincidir con las necesidades de cableado del motor.
- No usar un cable de extensión largo sin verificar el tamaño de cable adecuado para evitar una caída de voltaje.
- Verificar que el nivel de aceite se encuentre un poco arriba del punto medio marcado en el visor de nivel de aceite como se muestra en la Figura 23.

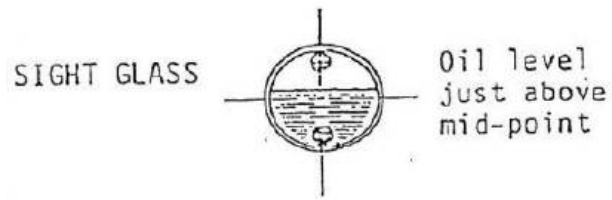
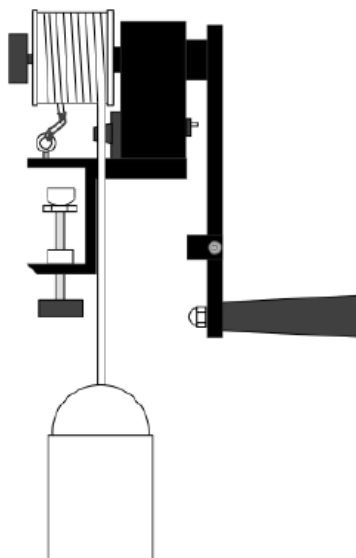


Figura 23: Nivel de aceite.

#### **3.11.5. Mantenimiento general**

- Limpieza rutinaria para evitar empolvamiento.
- Se debe hacer cambio de aceite cada vez que se observe un cambio en el color o el olor.
- El aceite de la bomba debe ser del tipo adecuado y mantenerse siempre limpio.
- Inspeccione el cable eléctrico en busca de daños o conexiones sueltas.
- Verificar que al estar en uso no haya cambios en su operación o sonido. En caso de presentarse estos cambios, se debe contactar con el proveedor para hacer las reparaciones o ajustes requeridos.

### 3.12. Equivalente Mecánico de Calor



#### 3.12.1. Propósito del equipo

El aparato científico PASCO Modelo TD-8551A Equivalente mecánico de calor permite la determinación precisa del Equivalente mecánico de calor (dentro del 5 %), basado en el principio de conservación de la energía.

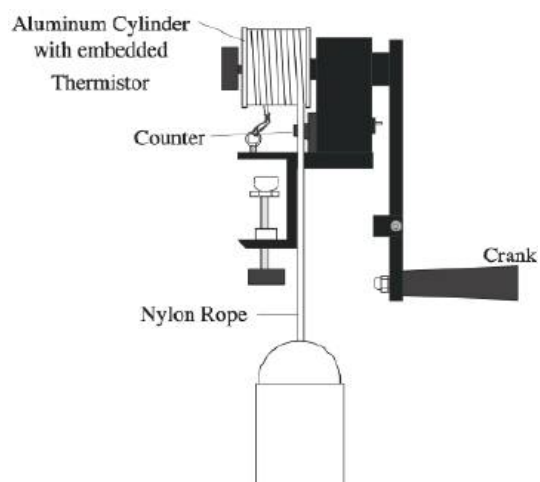


Figura 24: Partes del Equivalente mecánico.

### 3.12.2. Principios de operación

#### Medición de temperatura con el termistor:

Para medir la temperatura del cilindro de aluminio, se incorpora un termistor (resistencia dependiente de la temperatura) en su interior.

Los cables del termistor en el cilindro están soldados a los anillos colectores de cobre en el costado del cilindro, tal como se muestra en la Figura 25. Los cepillos proporcionan una conexión eléctrica entre los anillos colectores y los conectores tipo banana. Al enchufar un ohmímetro en estos conectores, la resistencia del termistor y su temperatura, se puede controlar, incluso cuando el cilindro está girando.

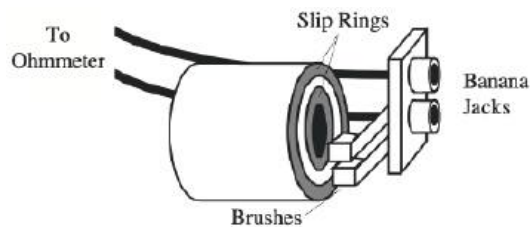


Figura 25: Medición de temperatura con el termistor.

Aunque la dependencia de la temperatura del termistor es precisa y confiable, no es lineal. Por lo que se debe usar la tabla de Temperatura versus Resistencia que está fijada a la base del aparato, para convertir sus mediciones de resistencia en lecturas de temperatura. A continuación se muestra una versión más completa de esta tabla (ver Figura 26), que cubre un rango de temperatura mayor.

Res. ( $\Omega$ )	Temp. ( $^{\circ}\text{C}$ )	Res. ( $\Omega$ )	Temp. ( $^{\circ}\text{C}$ )	Res. ( $\Omega$ )	Temp. ( $^{\circ}\text{C}$ )
351,020	0	66,356	34	16,689	68
332,640	1	63,480	35	16,083	69
315,320	2	60,743	36	15,502	70
298,990	3	58,138	37	14,945	71
283,600	4	55,658	38	14,410	72
269,080	5	53,297	39	13,897	73
255,380	6	51,048	40	13,405	74
242,460	7	48,905	41	12,932	75
230,260	8	46,863	42	12,479	76
218,730	9	44,917	43	12,043	77
207,850	10	43,062	44	11,625	78
197,560	11	41,292	45	11,223	79
187,840	12	39,605	46	10,837	80
178,650	13	37,995	47	10,467	81
169,950	14	36,458	48	10,110	82
161,730	15	34,991	49	9,767.2	83
153,950	16	33,591	50	9,437.7	84
146,580	17	32,253	51	9,120.8	85
139,610	18	30,976	52	8,816.0	86
133,000	19	29,756	53	8,522.7	87
126,740	20	28,590	54	8,240.6	88
120,810	21	27,475	55	7,969.1	89
115,190	22	26,409	56	7,707.7	90
109,850	23	25,390	57	7,456.2	91
104,800	24	24,415	58	7,214.0	92
100,000	25	23,483	59	6,980.6	93
95,447	26	22,590	60	6,755.9	94
91,126	27	21,736	61	6,539.4	95
87,022	28	20,919	62	6,330.8	96
83,124	29	20,136	63	6,129.8	97
79,422	30	19,386	64	5,936.1	98
75,903	31	18,668	65	5,749.3	99
72,560	32	17,980	66	5,569.3	100
69,380	33	17,321	67		

Figura 26: Temperatura versus resistencia.

### Operación:

- Rociar ligeramente la superficie del cilindro de aluminio con el grafito en polvo seco incluido para garantizar que la cuerda se deslice suavemente sobre el cilindro. Esto facilita el suministro de un par constante y uniforme, y disminuye en gran medida el desgaste del cilindro de aluminio.

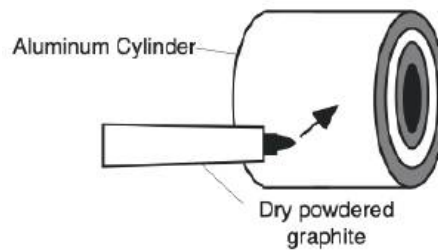


Figura 27: Lubricación de cilindro.

- Montar el equivalente mecánico de calor en una mesa nivelada. Si el aparato no está nivelado, la cuerda tenderá a deslizarse y amontonarse en el cilindro, lo que dificulta el mantenimiento de un par constante.

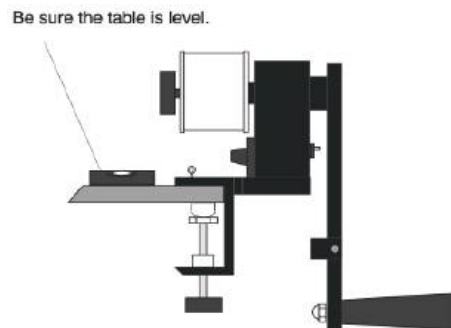


Figura 28: Mesa nivelada.

- Al girar la manivela, nunca elevar la masa a más de unos 3 cm del piso. Si la masa se eleva más, la manivela puede retroceder cuando se suelta, lo que no es saludable para el equipo o para las personas cercanas. Además, si se le permite subir, la cuerda probablemente comenzará a superponerse en el siguiente giro, lo que hace que suba aún más, produciendo una situación peligrosa.

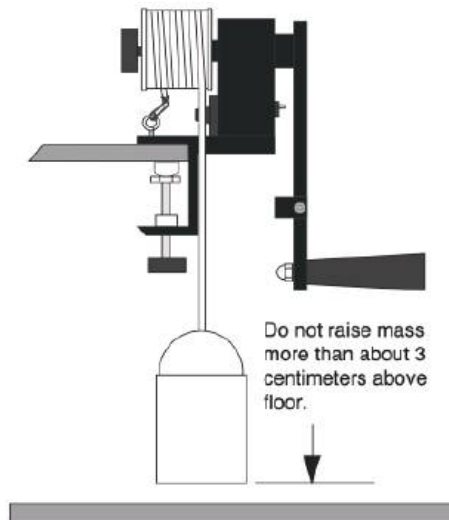


Figura 29: No levantar la masa demasiado alto.

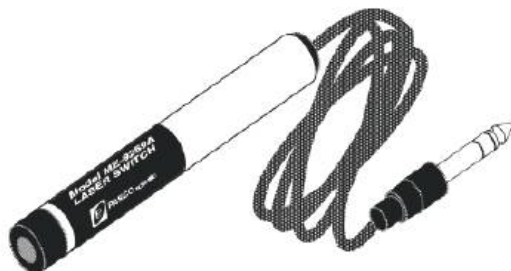
### 3.12.3. Servicios requeridos para su instalación y operación

Antes de realizar un experimento, rocíe ligeramente la superficie del cilindro de aluminio con el grafito en polvo seco incluido. Después de varias aplicaciones, la cuerda de fricción quedará impregnada, por lo que no necesita continuar aplicando el lubricante en cada uso.

### 3.12.4. Mantenimiento general

- Se debe lubricar el cilindro de aluminio periódicamente para garantizar que la cuerda de fricción se deslice libremente.
- Si el anillo colector o los cepillos se ensucian lo suficiente como para que no se conduzcan bien y afecten la resistencia del termistor, simplemente se deben limpiar con alcohol (si no tiene alcohol a mano, un trapo húmedo probablemente sea suficiente).
- En caso de detectar fallas con el aparato, debe comunicarse con el proveedor.

### 3.13. Laser Switch



#### 3.13.1. Propósito del equipo

El conmutador láser PASCO modelo ME-9259A es un conmutador fotográfico de alto rendimiento que utiliza un láser como fuente de luz.

#### 3.13.2. Especificaciones técnicas

- Tiempo de subida del detector: 150 nanosegundos.
- Estados de salida: Alta cuando el detector está iluminado. Bajo cuando el detector no está iluminado. Compatible con TTL y CMOS.
- Requisitos de alimentación: 5 V CC a 45 mA.

#### 3.13.3. Principios de operación

##### Configuración y alineación:

- Si la distancia entre el láser y el interruptor láser es de 5 m o menos, un láser de 0.5 mW probablemente sea suficiente. Más allá de 5 m, se debe utilizar un láser más potente.
- Se debe alinear el interruptor láser de modo que el rayo láser incida sobre el puerto de entrada al final del láser.
- Conectar el enchufe del teléfono estéreo del interruptor láser a un temporizador PASCO Photogate, contador / temporizador / medidor de frecuencia o interfaz de computadora.
- Interrumpir el rayo manualmente para verificar que el temporizador cambia de estado (comienza o se detiene) a medida que ocurre la interrupción.



- En el tubo del interruptor, indicado por la etiqueta, hay un pequeño DOT (LED) verde. Con el rayo láser dirigido hacia abajo del eje del tubo, alinee el interruptor láser de manera que el DOT se ilumine lo más brillante posible.
- El interruptor láser ahora está correctamente alineado con el láser.

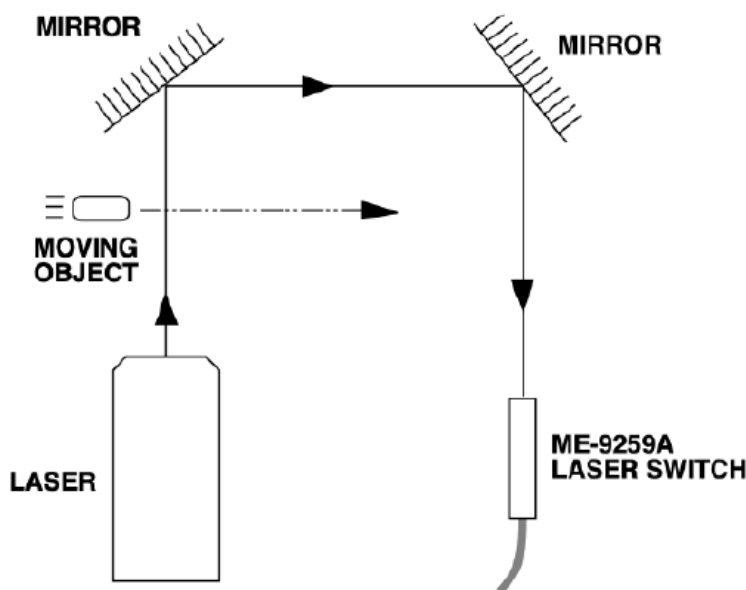


Figura 30: Alineación del láser.

#### 3.13.4. Servicios requeridos para su instalación y operación

- El equipo debe estar bien conectado, antes de su uso.
- Verificar que la fuente de energía cumpla con los requerimientos de voltaje del equipo.
- Nunca intentar alinear el interruptor láser al verlo con su ojo o mirarlo directamente al láser.
- Nunca usar un láser con una potencia superior a 0,5 mW a menos que esté usando gafas de seguridad láser.
- Si se utiliza un temporizador PASCO o una interfaz de computadora, consultar el esquema de la Figura 31 para conocer las conexiones de alimentación y señal adecuadas.

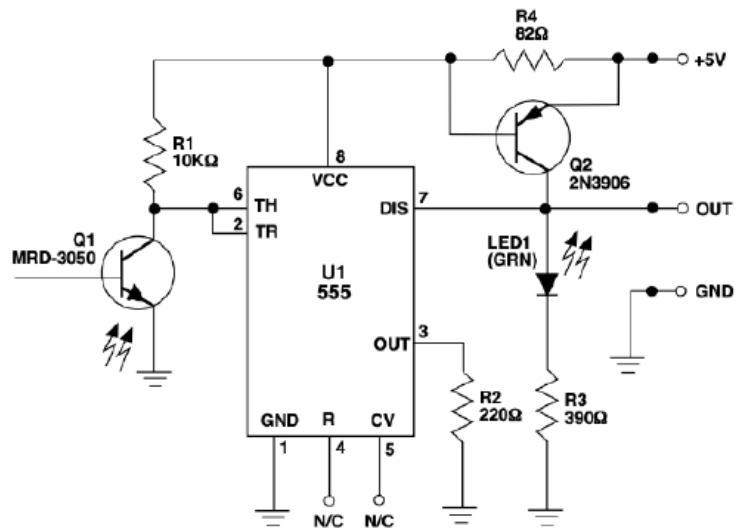


Figura 31: Esquema.

### 3.13.5. Mantenimiento general

Al devolver el equipo para su reparación, las unidades deben empacarse adecuadamente.

### 3.14. Software Logger Pro 3



#### 3.14.1. Propósito del equipo

Es un programa que te permite recolectar y analizar datos de Vernier LabQuest, LabPro, Go! Link, Go!Temp, Go! Motion, Vernier/ Ocean Optics Spectrometers, Vernier WDSS y balanzas Ohaus. Gracias a sus características, los datos pueden ingresarse manualmente desde el teclado, pegarse desde el portapapeles o recuperarse de un archivo guardado en el disco. Logger Pro también es un creador de documentos, con la capacidad de incluir varias páginas en un documento, además de hacer cálculos, análisis de información, entre muchsa otras cosas.

#### 3.14.2. Principios de operación

##### Adquirir datos:

Configurar Logger Pro para su experimento: Existen varias maneras de configurarlo aunque la mayoría son automáticos, algunos son: Archivos de experimento de sensores, sondas y sensores de identificación automática, archivos de experimento del libro de laboratorio Vernier y diálogo del sensor.

##### Almacenamiento de datos:

- La opción “Guardar la última ejecución” en el menú “Experimento” guarda los datos recopilados más recientemente en la memoria.
- La ejecución etiquetada como “Último” siempre contiene los datos recopilados más recientemente y se sobrescribe cuando recopila más datos. Cuando almacena la última ejecución, se crea un nuevo conjunto de datos denominado Ejecución 1, 2, etc.

- Las columnas en el último conjunto de datos se dibujan con líneas gruesas en el gráfico, mientras que otras columnas se dibujan con líneas finas.
- El uso de Store Latest Run no guarda datos en el disco, se debe seleccionar “Guardar como” en el menú “Archivo” para guardar su sesión (datos y análisis) en el disco.

**Recolección de datos y modos:**

- Modificar los parámetros de recopilación de datos para su experimento se realiza desde “Recopilación de datos” en el menú “Experimento”.
- Basado en el tiempo: Establecer la velocidad de recopilación de datos en función del tiempo.
- Eventos con entrada: Se registra un punto de datos cada vez que se hace clic en el botón “Conservar”. Luego se le solicita que ingrese valores para una nueva columna de datos.
- Eventos seleccionados: Se registra un punto de datos cada vez que se hace clic en el botón “Conservar”.
- Eventos digitales: Se puede configurar la recopilación de datos para que se ejecute continuamente (hasta que se haga clic en el botón “Detener”) o en un determinado número de eventos.

**Entrada manual de datos:**

- Se pueden escribir datos directamente en la tabla de datos desde el teclado.
- Para ingresar datos manualmente, se debe desconectar todas las interfaces e iniciar Logger Pro.
- Hacer clic en una celda y escribir un número. Se puede usar el mouse o la tecla Intro / Retorno para moverse y editar dentro de la tabla.
- Sus valores también se trazarán en el gráfico.

**Datos remotos:**

LabQuest, LabPro, Go! Motion y WDSS pueden recopilar datos sin una computadora conectada. Puedes usar Logger Pro para configurar el experimento, desconectar el dispositivo, recopilar datos de forma remota y luego volver a conectar el dispositivo a la computadora para recuperar los datos. Seleccione “Remote” -> “Setup” en el menú “Experiment” para configurar LabQuest, LabPro, Go! Motion o WDSS para la recolección remota de datos.


**3.14.3. Servicios requeridos para su instalación y operación****Requerimientos:**

- Para recoger datos necesitará una fuente de datos como LabQuest, LabPro o Go! Link con un sensor Vernier, o un Go! Motion o Go! Temp.
- Logger Pro no se puede usar con la interfaz ULI o Serial Box.
- Computadora Windows o Macintosh.
- Antes de recopilar datos, se deben realizar los pasos de Configuración inicial para su interfaz.

**Cargar Logger Pro en Windows:**

- Colocar el Logger Pro CD en la unidad de CD-ROM de su computadora.
- Si se tiene Autorun habilitado, la instalación se iniciará automáticamente; de lo contrario, inicie Setup.exe desde el CD.
- Se iniciará el instalador de Logger Pro, y una serie de cuadros de diálogo lo guiarán a través de la instalación del software Logger Pro. Se recomienda aceptar el directorio predeterminado.

**Cargar Logger Pro en Macintosh:**

- Colocar el CD de Logger Pro en la unidad de CD-ROM de su computadora y hacer doble clic en el icono del CD.
- Hacer doble clic en el icono  Instalar Logger Pro y seguir las instrucciones.

### 3.15. Metrologic Neon Laser ML810



#### 3.15.1. Propósito del equipo

Láser visible con una potencia de menos de 1 mW. Generalmente se utiliza como láser de laboratorio, escáneres de supermercado y punteros láser.

#### 3.15.2. Especificaciones técnicas

##### Potencia (mW)

- Min. :0.6
- Typ. :0.8
- Max. :0.95

##### Diámetro del haz

- En mm (1-1 / e2):0.48

##### Divergencia

- (mRad):1.7

##### Alojamiento

- L x W x H (mm): 239 x 72 x 74

#### 3.15.3. Principios de operación

##### Controles de haz:

- Las únicas partes móviles en el extremo frontal del láser son el tope del haz y el soporte óptico ajustable.

- La montura óptica ajustable consiste en un anillo roscado sostenido por dos juegos de retenedores que ayudarán a montar lentes, telescopios con forma de haz y filtros espaciales.
- El tope de haz o atenuador de haz, es una barra deslizante de metal ubicada en el soporte óptico. Cuando se empuja en una dirección, el atenuador bloqueará el haz. Cuando se empuja hacia el otro lado, el atenuador permitirá que pase el haz.



Figura 32: Controles de haz.

#### Controles de potencia:

- Se encuentran en la parte posterior de la carcasa del láser.
- El interruptor de encendido tiene dos posiciones: encendido y apagado.
- La lámpara piloto muestra que la potencia está llegando al láser.
- Entrada de video: ML 868, ML 869 únicamente.



Figura 33: Controles de potencia.

**Instrucciones de operación:**

- Apuntar el láser hacia una pared u otra superficie opaca.
- Enchufar el cable de línea a una toma de corriente con la tensión adecuada. Una etiqueta en la unidad identifica el rango de voltaje correcto.
- Colocar el interruptor de encendido / apagado en la posición de encendido.
- Buscar el rayo en la pared hacia el cual apunta el láser.

**3.15.4. Servicios requeridos para su instalación y operación**

El láser y la fuente de alimentación están diseñados para funcionar a:

- Temperaturas que oscilan entre  $-20^{\circ}\text{C}$  y  $50^{\circ}\text{C}$ .
- Altitudes de 3.000 metros.
- Humedad del 99 % sin condensación.



**3.15.5. Conexión a servicios**

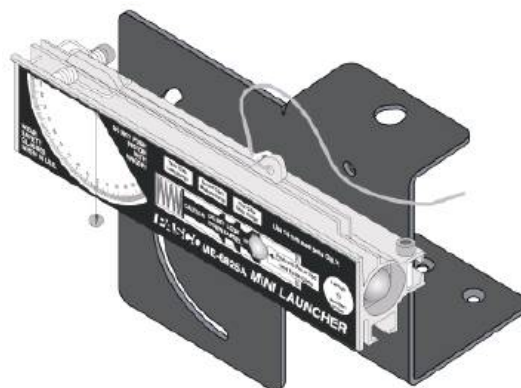
El rango de voltaje de entrada de la fuente de alimentación del láser se encuentra en la etiqueta que especifica el modelo y el número de serie.

- Las fuentes de alimentación funcionan entre rangos de 105-125 VCA o 210-250 VCA con un transformador reductor externo.
- Cada láser funciona entre 45 y 1000 Hz.
- Ni el tubo láser ni la fuente de alimentación están garantizados para operar fuera de estos límites.

**3.15.6. Mantenimiento general**

No se requieren operaciones periódicas, mantenimiento y servicio de este láser.

### 3.16. Mini Lansador ME-6825



#### 3.16.1. Propósito del equipo

El mini lanzador PASCO está diseñado para realizar experimentos y demostraciones de proyectiles. Sus características incluyen:

- Lanzar en cualquier ángulo entre  $-45^\circ$  y  $90^\circ$ .
- Ajuste entre tres rangos: Se puede elegir trabajar entre rangos de aproximadamente de 0,5 metros, 1,0 metros y 2,0 metros, cuando el ángulo es de 45 grados y se mide desde la mesa hasta la mesa, tal como se muestra en la Figura 34.

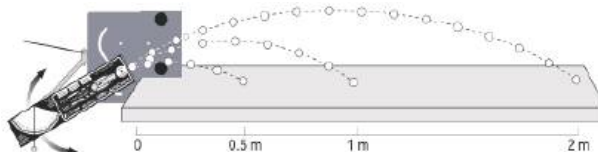


Figura 34: Rangos de lanzamiento.

- Elevación fija independiente del ángulo: La elevación de la pelota cuando sale del cañón no cambia a medida que varía el ángulo.
- Resultados repetibles: No hay giro en la pelota ya que el pistón evita que la pelota se frote contra las paredes mientras sube por el cañón. La base resistente se puede asegurar a una mesa con una abrazadera en C, por lo que hay muy poco retroceso. Se aprieta el gatillo con una cuerda para minimizar los tirones.

- Compatible con la computadora: Se pueden unir photogates con un soporte accesorio para conectar el equipo a una computadora para medir la velocidad del hocico o cronometrar el vuelo de la pelota.

### **3.16.2. Especificaciones técnicas**

El mini lanzador ME-6825 incluye lo siguiente:

- Lanzador y base (ensamblados).
- (2) Bolas de acero de 16 mm.
- Cadena (para apretar el gatillo).
- Accesorio de colisión.
- Gafas protectoras.
- Varilla de empuje.

### **3.16.3. Principios de operación**

#### **Preparación:**

- Atar la cuerda al gatillo antes de cargar.
- El equipo se puede montar para disparar sobre la mesa de modo que la posición de lanzamiento de la pelota esté a la misma altura que la mesa.
- La base del mini lanzador se puede sujetar al borde de una mesa con la abrazadera que elija.
- Existen diferentes posiciones en las que se puede colocar el equipo.

#### **Apuntar:**

- El ángulo de inclinación se ajusta aflojando los tornillos de mariposa y girando el lanzador al ángulo deseado por encima o por debajo de la horizontal.
- Cuando se haya seleccionado el ángulo, se debe apretar el tornillo de mariposa.

**Carga:**

- Siempre se debe levantar el lanzador con la pelota en el pistón.
- Colocar la pelota en el barril y empuje por el cañón con la varilla de empuje hasta que el gatillo atrape el pistón.
- Un clic audible indica que el pistón está armado en la configuración de rango más corto.
- Dos clics indican el rango medio.
- Tres clics configuran el pistón en la configuración de rango largo.
- Retirar la varilla de empuje.

**Disparar:**

- Para lanzar la pelota, se debe jalar hacia arriba la cuerda que está unida al gatillo.
- Solo es necesario jalarlo aproximadamente un centímetro.

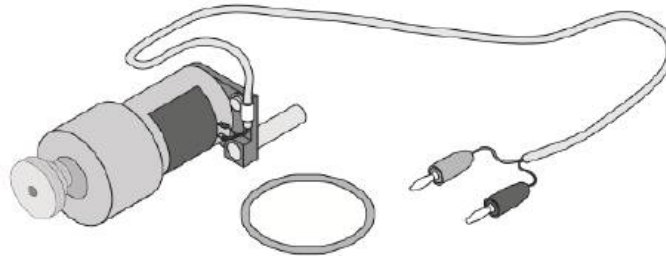
**3.16.4. Servicios requeridos para su instalación y operación**

- Almacenar el lanzador con el resorte sin comprimir.
- Verificar que el equipo esté correctamente asegurado a la mesa de base.
- Antes de lanzar la pelota, se debe asegurar de que no haya nadie en el camino.

**3.16.5. Mantenimiento general**

Desconectar el sistema antes de realizar el mantenimiento. Para limpiar, utilizar un paño seco y suave. No utilizar productos abrasivos.

### 3.17. Motor Drive ME-8955



#### 3.17.1. Propósito del equipo

El motor rotativo ME-8955 fue diseñado como accesorio de la plataforma giratoria modelo ME-8951. Se puede usar para conducir experimentos usando el accesorio de fuerza centrífuga ME-8952, el accesorio de efecto Coriolis ME-8956 y el tanque de aceleración rotacional ME-8957.

#### 3.17.2. Especificaciones técnicas

- Velocidad base del husillo: 10-600 rpm
- Motor: 15 voltios DC máximo. Mínimo de 2 amperios - máximo de 1,5 amperios.

#### 3.17.3. Principios de operación

- Insertar la varilla de montaje del motor en uno de los orificios de montaje accesorios en la base de la plataforma giratoria, tal como se muestra en la Figura 35

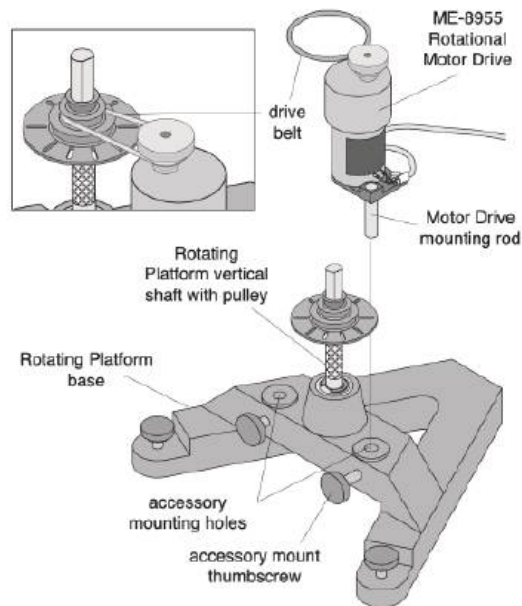


Figura 35: Conjunto de accionamiento de motor rotativo.

- Tomar en cuenta la orientación del accionamiento del motor giratorio.
- Pasar la correa de transmisión alrededor de la polea vertical de la plataforma giratoria y una de las tres poleas del motor, tal como se muestra en la Figura 36.

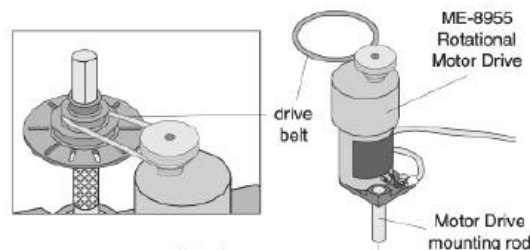


Figura 36: Colocación de correa de transmisión.

- Girar el motor en su orificio de montaje hasta que la correa esté tensa.
- Apretar el tornillo de montaje del accesorio. Tener en cuenta la orientación del accionamiento del motor giratorio.

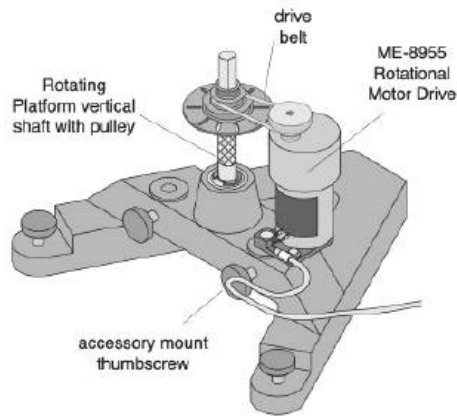


Figura 37: Configuración de accionamiento de motor rotativo.

- Configurar su experimento.
- Conectar el motor a una fuente de alimentación de CC.

#### 3.17.4. Servicios requeridos para su instalación y operación

Para evitar daños o lesiones, limpie el área alrededor de su plataforma giratoria antes de conectar el motor a la fuente de alimentación.

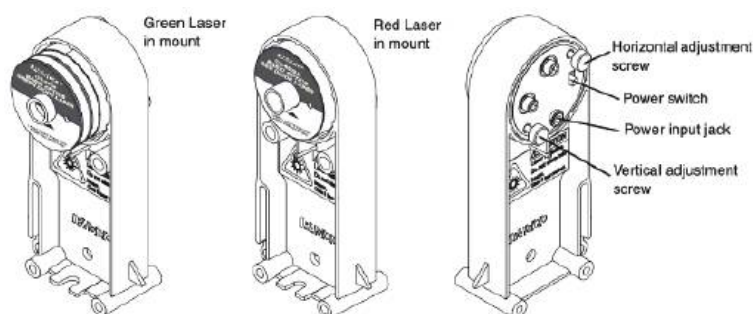
#### 3.17.5. Conexión a servicios

El motor de rotación puede ser alimentado por un suministro de voltaje de CC, un generador de funciones o un amplificador de potencia .

#### 3.17.6. Mantenimiento general

Desconectar el sistema antes de realizar el mantenimiento. Para limpiar, utilizar un paño seco y suave. No utilizar productos abrasivos.

### 3.18. Optic System



#### 3.18.1. Propósito del equipo

Los modelos PASCO OS-8458 y OS-8525A son láseres de diodo clase II diseñados para su uso con sistemas PASCO Basic Optics. Cada láser está montado permanentemente en un soporte que se puede encajar en un banco de Óptica Básica o se puede usar de forma independiente sobre una mesa.

#### 3.18.2. Especificaciones técnicas

El soporte incluye tornillos de ajuste verticales y horizontales para ajustar el ángulo del rayo láser.

- Longitud de onda: 532 nm (verde) y 650 nm (rojo)
- Salida máxima: <1 mW.

#### 3.18.3. Principios de operación

- Conectar el láser a un banco de óptica básica alineando la base del soporte con el canal central del banco y presionando hacia abajo para que encaje en su lugar.
- Apretar la base del soporte y deslice el láser a lo largo del banco hasta la ubicación deseada.
- Conectar el adaptador de CA a una toma de corriente y al conector de entrada de alimentación.
- Deslizar el interruptor de encendido en la parte posterior del láser para encender o apagar el haz.
- Girar los tornillos de ajuste vertical y horizontal para apuntar la viga.



**3.18.4. Servicios requeridos para su instalación y operación**

- Estos láseres están diseñados para su uso en ambientes a temperatura ambiente (10°C a 35°C).
- Para la estabilidad de la potencia óptica, se debe permitir que el láser se caliente durante 5 a 10 minutos.

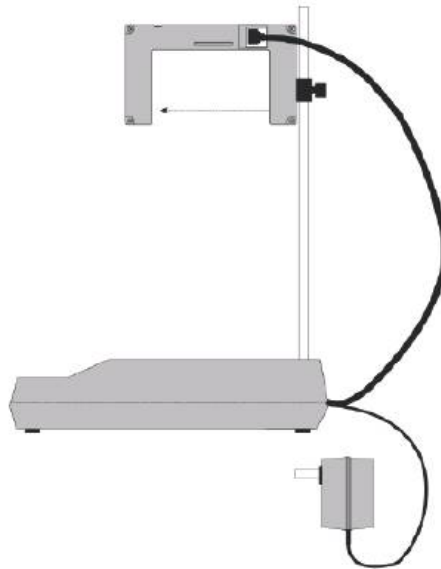
**3.18.5. Conexión a servicios**

- Para maximizar la vida útil del láser, se debe apagar el láser cuando esté desatendido o no esté en uso.
- Se incluye un adaptador de CA que proporciona energía.

**3.18.6. Mantenimiento general**

Desconectar el sistema antes de realizar el mantenimiento. Para limpiar, utilizar un paño seco y suave. No utilizar productos abrasivos.

### 3.19. Photogate Timer ME-9215B



#### 3.19.1. Propósito del equipo

El temporizador Photogate es un temporizador digital preciso y versátil para el laboratorio de estudiantes. La función de memoria ME-9215B facilita el cronometraje de eventos que suceden en rápida sucesión, como un planeador de pista aérea que pasa dos veces a través del photogate, una antes y luego otra vez después de una colisión.

#### 3.19.2. Especificaciones técnicas

- Tiempo de subida del detector: 200 ns máx.
- Tiempo de caída: 200 ns máx.
- Fuente de infrarrojos: salida máxima a 880 nm; 10.000 horas de vida.

#### 3.19.3. Principios de operación

- Enchufar el conector para teléfono RJ12 del temporizador en el conector para teléfono RJ12 en la cabeza del Photogate.
- Enchufar el adaptador de corriente en el receptáculo pequeño en la parte posterior del temporizador y en un enchufe de pared estándar.
- Colocar la cabeza del Photogate de modo que el objeto a medir pase a través de los brazos del Photogate, bloqueando el haz del Photogate.

- Ajustar el tornillo de la abrazadera de acuerdo a las necesidades del experimento.
- Deslizar el interruptor de “Modo” al modo de temporización deseado: Gate, Pulse o Pendulum.
- Poner el interruptor MEMORY en OFF.
- Presione el botón RESET para restablecer el temporizador a cero.
- Realizar una prueba bloqueando el rayo del photogate con su mano para asegurarse de que el temporizador comience a contar cuando el rayo se interrumpa y se detenga en el momento apropiado.
- Presionar el botón RESET nuevamente.
- Ya está listo para comenzar a cronometrar.

**Memoria:**

Cuando se deben hacer dos mediciones en una sucesión rápida, use la función de memoria. Se puede utilizar en modo Gate o Pulse.

- Girar el interruptor MEMORY a ON.
- Presionar RESET.
- Ejecutar el experimento.
- Cuando se mide la primera vez ( $t_1$ ), se mostrará de inmediato. La segunda vez ( $t_2$ ) se medirá automáticamente por el temporizador, pero no se mostrará en la pantalla.
- Grabar  $t_1$ , luego presionar el interruptor MEMORY para LEER.
- La pantalla ahora mostrará el tiempo TOTAL,  $t_1 + t_2$ . Restar  $t_1$  del tiempo mostrado para determinar  $t_2$ .

**Modos de tiempo:**

- Modo Gate: En el modo Gate, el tiempo comienza cuando el rayo se bloquea por primera vez y continúa hasta que se desbloquea el rayo.

- **Modo de pulso:** En el modo de pulso, el temporizador mide el tiempo entre interrupciones sucesivas del photogate. El tiempo comienza cuando el rayo se bloquea por primera vez y continúa hasta que el rayo se desbloquea y luego se vuelve a bloquear.
- **Modo de péndulo:** En el modo de péndulo, el temporizador mide el período de una oscilación completa.
- **Cronómetro manual:** Usar el botón START / STOP en modo Gate o Pulse. En el modo Gate, el temporizador comienza cuando se presiona el botón START / STOP. El temporizador se detiene cuando se suelta el botón. En modo Pulso, el temporizador actúa como un cronómetro normal. Comienza a cronometrarse cuando se presiona el botón START / STOP por primera vez y continúa hasta que se presiona el botón por segunda vez.

#### **3.19.4. Servicios requeridos para su instalación y operación**

- Antes de comenzar el experimento, se deberá verificar que todas las conexiones estén correctamente conectadas a los componentes.
- Aflojar el tornillo de la abrazadera si desea cambiar el ángulo o la altura del photogate, luego apriételo firmemente.
- Verificar que el tornillo de la abrazadera esté correctamente ajustado antes de comenzar el experimento.

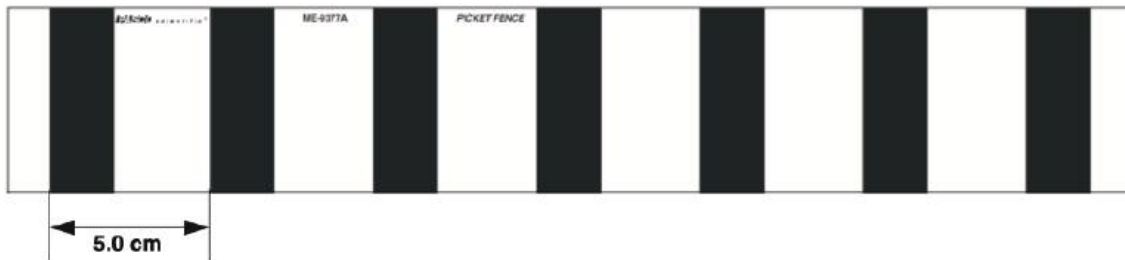
#### **3.19.5. Conexión a servicios**

- El Photogate Timer se puede alimentar con el adaptador de 7.5 V incluido.
- También funcionará con 4 baterías tamaño C de 1,5 voltios.
- Enchufar el adaptador de corriente de 7.5 voltios en el receptáculo pequeño en la parte posterior del temporizador y en un enchufe de pared estándar de 110 VCA, 60 Hz (o 220/240 VCA, 50 Hz).

#### **3.19.6. Mantenimiento general**

Desconectar el sistema antes de realizar el mantenimiento. Para limpiar, utilizar un paño seco y suave. No utilizar productos abrasivos.

### 3.20. Picket Fence ME-9377A



#### 3.20.1. Propósito del equipo

La cerca de piquete es una pieza rectangular de plástico transparente con bandas opacas espaciadas uniformemente. Está diseñado para usarse con un cabezal Photogate para medir el movimiento.

#### 3.20.2. Especificaciones técnicas

- La distancia desde el borde delantero de cada barra negra hasta el borde delantero de la barra negra siguiente es de 5.0 cm.
- La cerca de piquete tiene ocho barras negras y mide 40 cm de largo.

#### 3.20.3. Principios de operación

- Al realizar experimentos de caída libre, se debe colocar una almohadilla suave para que pueda amortiguar la caída de la cerca de piquete.
- Al soltar la cerca de piquete para una medición de caída libre, se debe sostener el borde superior de la cerca de piquete entre el pulgar y el índice.
- Para obtener mejores resultados, se debe dejar caer la valla de piquete a través del cabezal de la puerta de fotos verticalmente, sin inclinarlo.
- Si la cerca de piquete no es vertical, la distancia efectiva entre las bandas opacas puede no ser de 5.0 cm.

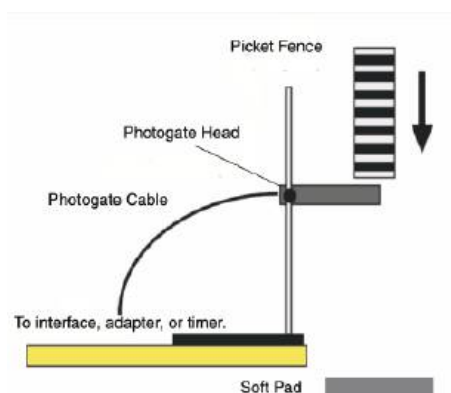


Figura 38: Modo de uso de la cerca de piquete.

#### 3.20.4. Servicios requeridos para su instalación y operación

- Se puede usar una pinza de ropa con resorte o un pequeño clip de carpeta para sostener el borde superior de la cerca de piquete, tal como se muestra en la Figura 39.
- Apretar el pasador o clip para liberar la cerca.

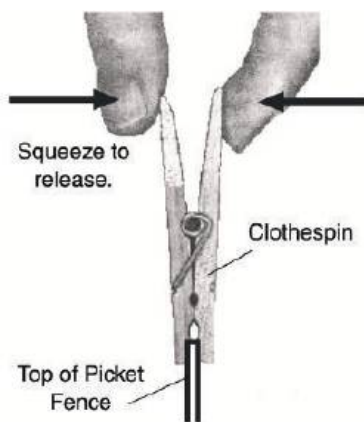
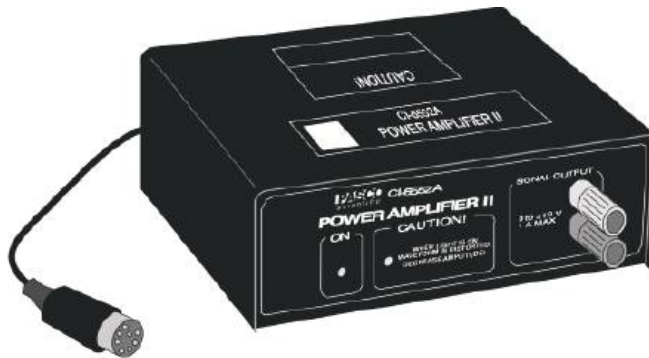


Figura 39: Pinza sosteniendo la cerca de piquete.

#### 3.20.5. Mantenimiento general

Limpiar ambos lados de la cerca con un trapo húmedo sin frotar demasiado.

### 3.21. Amplificador de Potencia II



#### 3.21.1. Propósito del equipo

El amplificador de potencia CI-6552A II amplifica la salida de la computadora, lo que le permite ser utilizada como una fuente de alimentación de CC controlada o un generador de funciones de CA.

#### 3.21.2. Especificaciones técnicas

##### Salida de señal:

- 0 a  $\pm 10$  V
- máx. 1 A

#### 3.21.3. Principios de operación

##### Interruptor de selección de filtro:

- El amplificador de potencia tiene un interruptor de selección de filtro que está configurado para usarse con la interfaz de señal CI-6560 II (Mac65). El ancho de banda en esa posición del interruptor es de aproximadamente 100 kHz, limitado por la sección de compensación de realimentación del amplificador de potencia y la carga.
- Cuando se utiliza el amplificador de potencia II con la interfaz de señal CI-6510 (serie 6500), el ancho de banda debe limitarse a 1,5 kHz.
- Para cambiar la posición del interruptor, se debe presionar el interruptor de selección de filtro en la ranura del panel posterior hacia la izquierda, como se muestra en la Figura

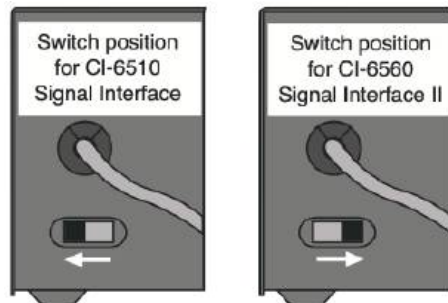


Figura 40: Cambios de posición del interruptor.

**Uso:**

- Instalar el amplificador de potencia II, tal como se menciona en la sección de Conexión a servicios.
- Para usar la salida del amplificador de potencia II, conecte la carga a las tomas tipo banana en la parte frontal del equipo.
- Hay un interruptor de encendido en la esquina posterior izquierda del equipo.
- Cuando está funcionando, se encenderá una luz verde indicadora de energía en el panel frontal del equipo.
- También hay una luz roja de sobrecarga de corriente que se enciende cada vez que se excede la corriente máxima de 1 A.
- Si esta luz de advertencia está encendida, la forma de onda está distorsionada y debe reducir el voltaje de salida.
- El software controla este voltaje: el “Programa de monitoreo de datos” establece el voltaje predeterminado en cero y el Programa de amplificador de potencia establece el voltaje pico de CA predeterminado en 5 voltios.

**3.21.4. Servicios requeridos para su instalación y operación**

- Para usar el equipo con la serie 6500, el programa del amplificador de potencia se calibra para el canal C.
- El equipo se puede conectar al canal A o B, pero estos canales no se calibran automáticamente para leer la corriente.



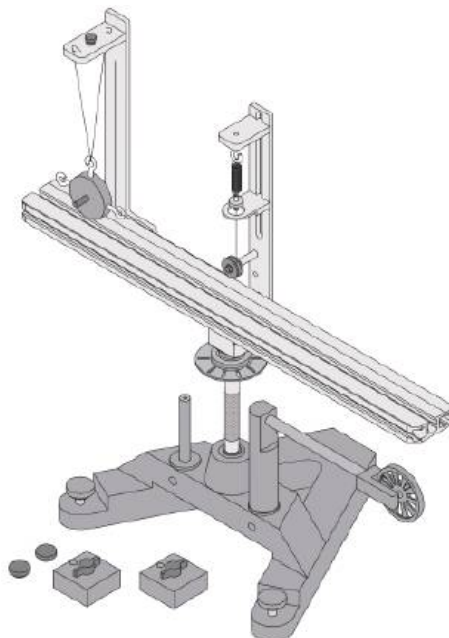
**3.21.5. Conexión a servicios**

- Conectar el cable de alimentación y el enchufe DIN en el canal A, B o C de la caja de interfaz de señal adecuada (CI-6510 o CI-6560).
- No encender el interruptor de alimentación hasta que se haya ejecutado un programa y se haya seleccionado el voltaje de salida deseado.

**3.21.6. Mantenimiento general**

Desconectar el sistema antes de realizar el mantenimiento. Para limpiar, utilizar un paño seco y suave. No utilizar productos abrasivos.

### 3.22. Plataforma Giratoria ME-8951



#### 3.22.1. Propósito del equipo

La plataforma giratoria sirve como una base versátil para experimentos de rotación, sobre la cual se puede montar cualquier cosa (que tenga una masa inferior a 3 kg).

#### 3.22.2. Especificaciones técnicas

- Base sólida de 4 kg con cojinetes de baja fricción y un brazo giratorio.
- Base de hierro fundido PASCO “A” con eje giratorio y polea con 10 agujero.
- Pista de aluminio.
- Dos masas cuadradas (aproximadamente 300 g) con tornillo de mariposa y tuerca cuadrada.
- Dos tornillos adicionales de bajo perfil y tuercas cuadradas para actuar como topes para la masa cuadrada en el experimento de Conservación del momento angular.
- Varilla de montaje de accesorios para el montaje de una polea de 10 radios con o sin el cabezal opcional Photogate de PASCO.

- Varilla de montaje de photogate para montar un cabezal PASCO Photogate (ME-9498A).

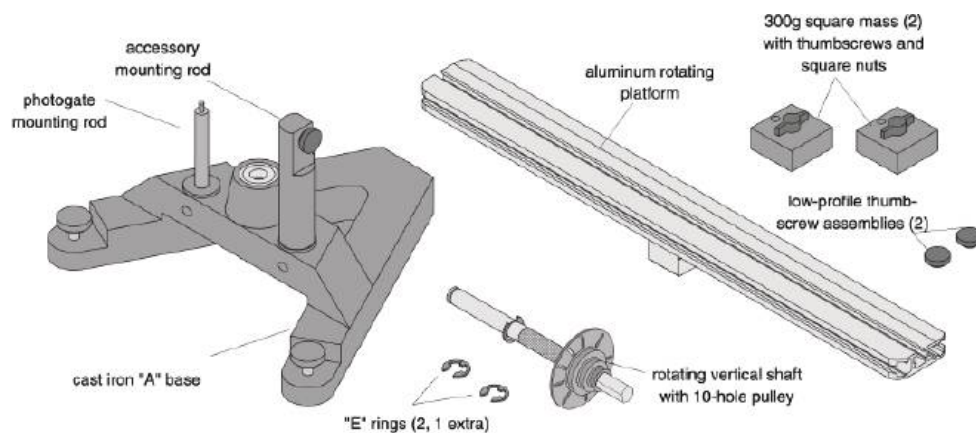


Figura 41: Equipo de plataforma giratoria ME-8951.

### 3.22.3. Principios de operación

Las ranuras en T en el riel proporcionan una forma conveniente de montar objetos en el riel utilizando tornillos y tuercas cuadradas. Ya que estén fijados los objetos de experimento, se procede a girar la plataforma.

Se puede utilizar una interfaz de computadora PASCO con un cabezal Photogate para medir el movimiento del aparato. Algunos de los experimentos describen cómo usar DataStudio, el programa de software que admite todas las interfaces de computadoras PASCO.

### 3.22.4. Servicios requeridos para su instalación y operación

#### Montaje de la plataforma giratoria:

- Inserte el extremo cilíndrico del eje en los cojinetes en el lado superior de la base de hierro en forma de “A”.
- Asegure el eje en su lugar insertando el anillo “E” en la ranura en la parte inferior del eje.
- Monte la pista con el tornillo y apriete el tornillo de empuje contra el lado plano de la “D” en el eje.

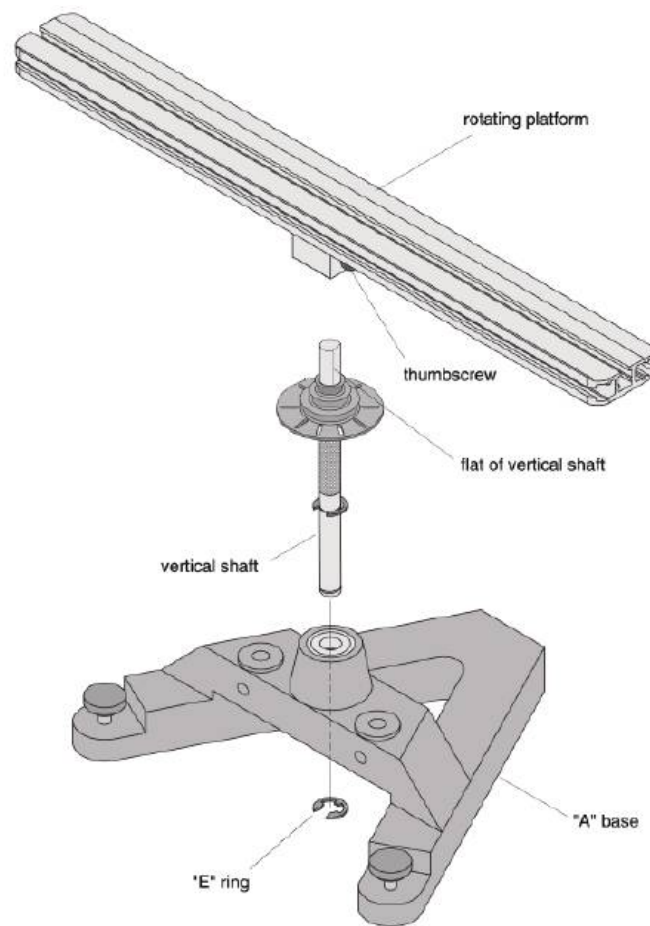


Figura 42: Fijación del eje vertical a la base y ensamblaje.

#### Nivelando la base:

- A propósito, haga que el aparato no esté equilibrado por el accesorio.
- Poner la masa cuadrada de 300 g en cada extremo de la pista de aluminio.
- Apretar el tornillo para que la masa no se deslice.
- Ajustar los tornillos de nivelación de una de las patas de la base hasta que el extremo de la pista con la masa cuadrada esté alineado sobre el tornillo nivelador en la otra pata de la base.
- Girar la pista a 90 grados de forma paralela al lado de la “A” y ajustar el otro tornillo nivelador hasta que la pista permanezca en esta posición.

- La pista conocida como “Cleveland” debería permanecer más tranquila independientemente de su orientación.

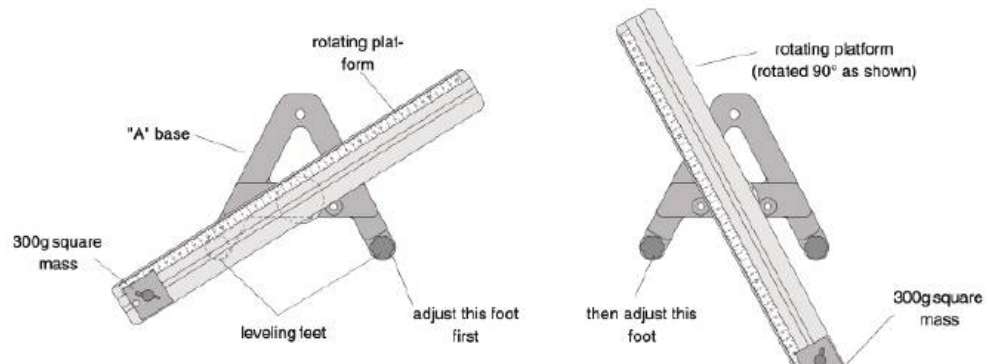
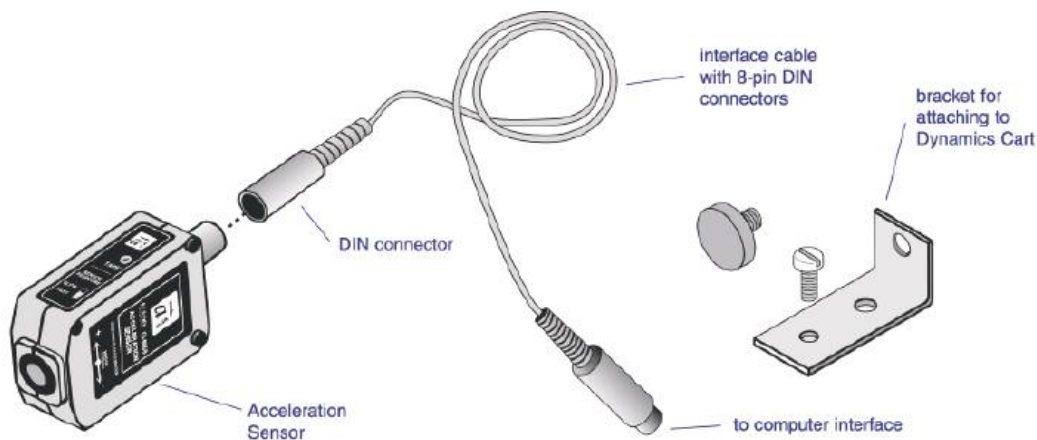


Figura 43: Nivelando la base.

### 3.22.5. Mantenimiento general

Para limpiar, utilizar un paño seco y suave. No utilizar productos abrasivos.

### 3.23. Sensor de Aceleración CI-6558



#### 3.23.1. Propósito del equipo

Está diseñado para usarse con cualquier interfaz de computadora PASCO y Data Studio para medir aceleraciones que van hasta 5 veces el campo gravitacional de la Tierra con una precisión de 0.01 g ( $g = \text{aceleración de la gravedad, } 9.8 \text{ m/s}^2$ ).

#### 3.23.2. Especificaciones técnicas

##### Conector DIN:

1. Salida analógica (+), 0 a 10 V.
2. Salida analógica (-), señal de fondo.
3. (sin conexión).
4. + 5V DC de potencia.
5. Tierra de potencia.
6. Alimentación de +12 V CC.
7. -12 V CC de potencia.
8. (sin conexión).

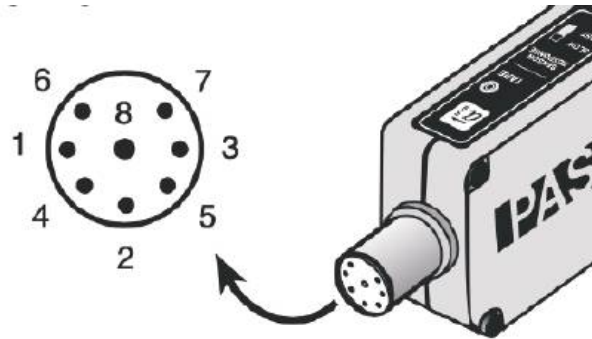


Figura 44: Conector DIN.

**Operación:**

- Aceleración máxima utilizable:  $\pm 5g$  o  $50 \text{ m/s}^2$ .
- Salida del sensor:  $1 \text{ V/g}$ .
- Precisión:  $0.01 \text{ g}$  o  $0.1 \text{ m/s}^2$ .
- Resolución:  $0.001 \text{ g}$  o  $0.01 \text{ m/s}^2$ .
- Aceleración máxima absoluta sin dañar el elemento sensor:  $1000 \text{ g}$  durante  $0,5 \text{ ms}$ .
- Error de alineación del elemento sensor de aceleración:  $\pm 1^\circ$

**3.23.3. Principios de operación**

El sensor produce una salida bipolar que puede variar de  $+5 \text{ g}$  a  $-5 \text{ g}$ , dependiendo de la dirección de aceleración. Es capaz de resolver cambios en la aceleración del orden de  $1 \text{ mili-g}$  cuando se aplica una ganancia de 10 en Data Studio.

Ya que esté correctamente conectado el sensor, se debe colocar en dirección al objetivo que se desea estudiar. Las lecturas del sensor se irán directamente a la computadora a la que esté conectada para poder hacer un correcto análisis de las mismas.

**Mantener la dirección de la sensibilidad:**

La unidad de detección del sensor está orientada de modo que la línea de mayor sensibilidad sigue la flecha que indica la dirección de la aceleración, es por esto que los experimentos deben realizarse con la flecha en la etiqueta del sensor de aceleración orientada a lo largo de la misma línea que la dirección de la aceleración a medir.

### 3.23.4. Servicios requeridos para su instalación y operación

#### Configurar Data Studio:

- Conectar el Canal de Aceleración del Sensor en una caja de interfaz de la computadora.
- Abrir el programa Data Studio, dirigirse a la ventana de configuración, hacer clic y arrastrar el icono del conector analógico al icono de canal analógico que corresponde al puerto en el que está conectado el sensor de aceleración.
- Seleccionar del menú desplegable y abrir una ventana de visualización, como la visualización de Gráficos, arrastrando y soltando el ícono de visualización apropiado al ícono del Sensor de Aceleración.
- Para seleccionar unidades de  $g$  o  $m/s^2$  para la pantalla, hacer doble clic en el icono y seleccionar la pestaña Mediciones.
- Para seleccionar unidades de  $g$ , hacer clic en la casilla de verificación junto a Aceleración ( $g$ ). Para seleccionar unidades de  $m/s$ , hacer clic en la casilla de verificación junto a Aceleración, A ( $m / s / s$ ).

Si se van a medir aceleraciones de menos de  $1 g$  o  $10 m/s^2$ , la sensibilidad se puede aumentar a media (ganancia 10X) de la siguiente manera:

- Hacer doble clic en el icono del sensor de aceleración en la ventana de configuración para abrir el cuadro de diálogo “Sensor de aceleración”.
- Hacer clic en la flecha debajo de la pestaña “Calibración para Sensibilidad” y seleccione Med (10x) en el menú emergente.

La frecuencia de muestreo predeterminada es de 10 muestras / segundo. Cambiar la frecuencia de muestreo, si es necesario, haciendo clic en la pestaña “General” y usando los botones - y + para seleccionar la frecuencia de muestreo deseada.

#### Ajuste del sensor de aceleración:

- Establecer el interruptor del filtro en lento para la mayoría de las aplicaciones.
- Configurar el sensor en alto para experimentos de colisión o experimentos mecánicos similares.



- Presionar el botón de tara para establecer el sensor en 0 en las condiciones actuales.

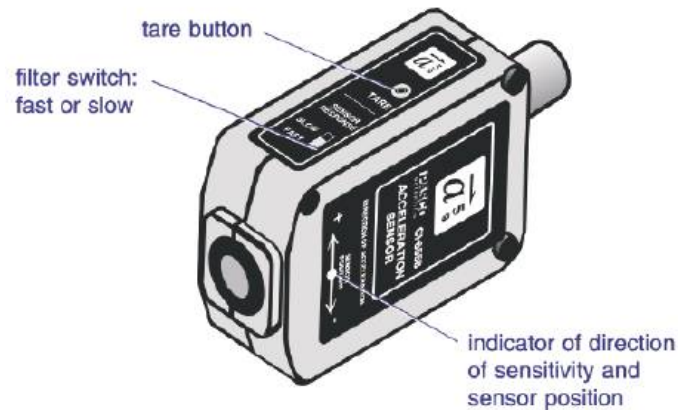


Figura 45: Controles de configuración e indicador de flecha de la dirección de la sensibilidad.

#### Calibración:

El sensor está calibrado de fábrica y tiene una precisión de aproximadamente 0,05 g o 0,5 m/s. Para la mayoría de los experimentos, no se requiere más calibración.

#### 3.23.5. Conexión a servicios

Conectar el Canal de Aceleración del Sensor en una caja de interfaz de la computadora con el cable de interfaz o insertar el enchufe DIN del Sensor de Aceleración en el conector de cualquier canal analógico en la caja de interfaz de la computadora, tal como se muestra en la Figura 46.

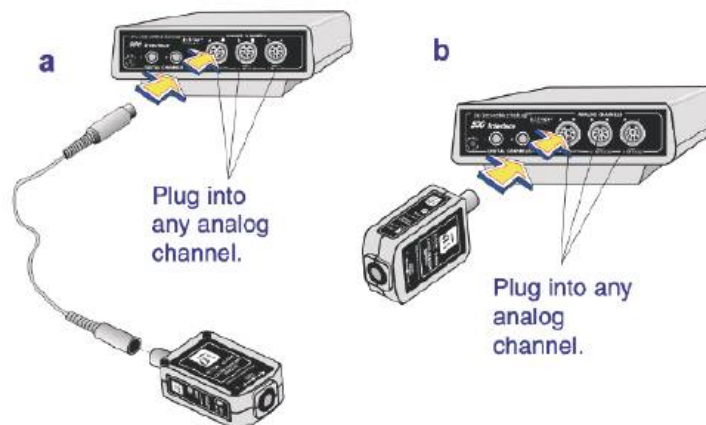
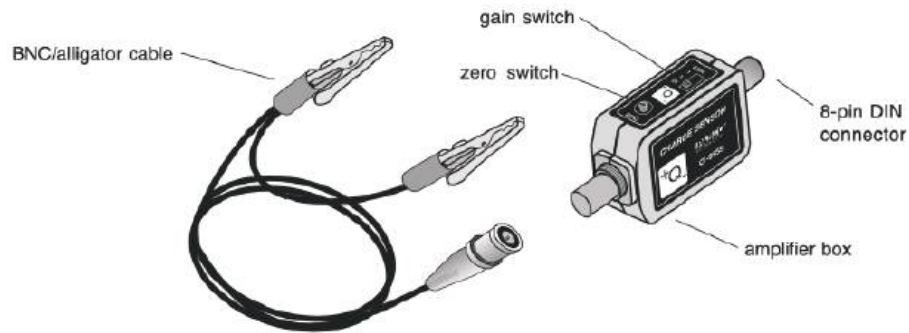


Figura 46: Conexión del sensor de aceleración a la interfaz de la computadora.

**3.23.6. Mantenimiento general**

Desconectar el sistema antes de realizar el mantenimiento. Para limpiar, utilizar un paño seco y suave. No utilizar productos abrasivos.

### 3.24. Sensor de Carga Eléctrica



#### 3.24.1. Propósito del equipo

El sensor de carga mide los voltajes de fuentes donde la cantidad total de carga disponible es muy pequeña, por ejemplo, muchos experimentos electrostáticos. Es esencialmente un amplificador de voltaje con una resistencia de entrada extremadamente alta.

#### 3.24.2. Especificaciones técnicas

- Resistencia de entrada:  $10^{12}$  ohmios, mínimo.
- Capacitancia de entrada:  $0.01 \mu\text{F} \pm 5 \%$ .
- Rango de voltaje de entrada:  $\pm 10$  voltios.
- Voltaje de entrada máximo:  $\pm 150$  voltios CC, continuo.

#### 3.24.3. Principios de operación

Cuando se usa en el rango más sensible (X20), el sensor de carga puede mostrar un pequeño voltaje de compensación. Es decir, presionar el interruptor ZERO puede no hacer que el voltaje vaya exactamente a cero.

Para minimizar la influencia de los campos estáticos y para la mayor precisión, se recomienda lo siguiente:

- Conectar el sensor de carga directamente a una interfaz.
- Estabilizar el sensor montándolo en un soporte de barra usando la tuerca de montaje en la caja del sensor.

- Colocar el sensor y la caja de interfaz lo más lejos posible del experimento.
- Envolver la caja del sensor en papel de aluminio.

Se deben hacer las conexiones del sistema al sensor para poder realizar las mediciones deseadas.

#### 3.24.4. Servicios requeridos para su instalación y operación

##### Procedimiento de configuración:

- Insertar el conector DIN de 8 pines en la entrada analógica A, B o C de la caja de interfaz de Science Workshop.
- Conectar la sonda de pinza BNC / cocodrilo al conector BNC en la caja del amplificador, alineando los pines de alineación.
- Empujar ligeramente el conector BNC y girar un cuarto de vuelta en sentido horario para bloquear.
- Descargar el capacitor de entrada presionando el interruptor ZERO.
- Configurar la sensibilidad del sensor cambiando la posición del interruptor GAIN.
- Configurar el sensor de carga en su adquisición de datos y abrir una pantalla de medidor.

Posición del interruptor de ganancia	Entrada a escala completa ( $\pm$ voltios)
1	10.0
5	2.0
20	0.5

Tabla 1: Relación entre la posición de GAIN y el voltaje de entrada.

#### 3.24.5. Conexión a servicios

El sensor de carga se conectará directamente a la caja de interfaz, o se puede usar un cable de extensión (CI-6516), tal como se muestra en la Figura 47.

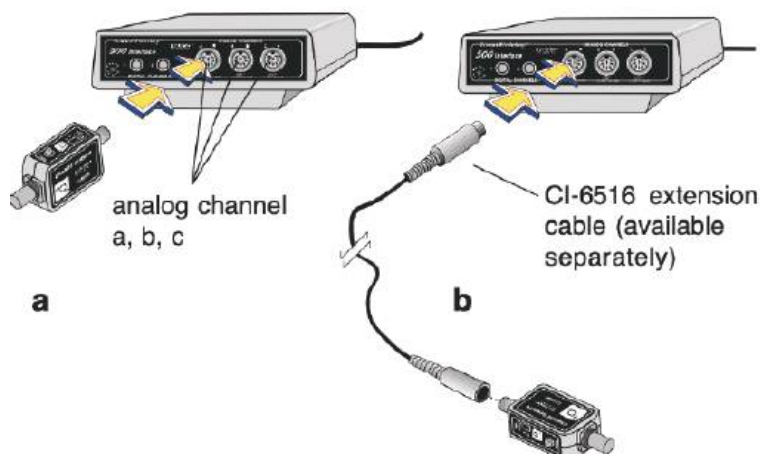


Figura 47: Formas de conectar el sensor a la caja de interfaz de Science Workshop.

#### 3.24.6. Mantenimiento general

Desconectar el sistema antes de realizar el mantenimiento. Para limpiar, utilizar un paño seco y suave. No utilizar productos abrasivos.

### 3.25. Sensor de Fuerza C1-6537



#### 3.25.1. Propósito del equipo

El sensor CI-6537 *pm* 50 newton está diseñado para usarse con una interfaz de computadora [ScienceWorkshop 500 o 750]. Esta versión del sensor tiene una salida entre -8 voltios y +8 voltios y un rango entre -50 newtons y +50 newtons.

#### 3.25.2. Especificaciones técnicas

- Tensión de salida: +8 V para +50 newtons (empujando). + 8 V para -50 newtons (tirando).
- Ruido de salida: +/- 2 millivoltios.
- Velocidad de subida: 25 newtons / milisegundo.
- Rango\*: +/- 50 newtons.
- Resolución\*\*: 0.0305 newtons (o 3.1 gramos).
- Límite de ancho de banda: 2 kilohercios (filtro interno de paso bajo).
- Unidad de salida: 8 metros de cable sin inestabilidad.

\* El rango del sensor es de +/- 50 newtons con una salida entre -8 a +8 voltios, o 160 millivoltios por newton.

\*\* La resolución del sensor se refiere al cambio de fuerza más pequeño que el sensor puede medir.

**3.25.3. Principios de operación**

Para realizar los cálculos de fuerza se debe colocar el sensor sobre un carro dinámico y amarrar al gancho desmontable una carga que ejerza una fuerza que hale al carro dinámico.

Otra manera de utilizar el sensor, es fijarlo sobre una base y atar el carro dinámico al gancho desmontable del sensor sobre una pista inclinada, de esta manera el carro ejercerá fuerza sobre el sensor y se harán las mediciones.

**3.25.4. Servicios requeridos para su instalación y operación****Tarar el sensor de fuerza:**

- Presionar el botón de tara en el costado del sensor y luego soltar.
- Al presionar el botón Tara, el voltaje del sensor se establecerá en aproximadamente cero voltios.
- Se puede tarar el sensor mientras se aplica una fuerza al sensor.
- El sensor puede mantener su condición “puesta a cero” durante más de treinta minutos.
- Se puede verificar el procedimiento de tara monitoreando la fuerza usando DataStudio.

**3.25.5. Conexión a servicios**

Verificar que el sensor esté correctamente conectado a una interfaz de la computadora para poder registrar los datos obtenidos durante la práctica.

**3.25.6. Mantenimiento general**

Desconectar el sistema antes de realizar el mantenimiento. Para limpiar, utilizar un paño seco y suave. No utilizar productos abrasivos.

### 3.26. Sensor de Fuerza DFS-BTA



#### 3.26.1. Propósito del equipo

El sensor de fuerza de doble rango es un dispositivo de uso general para medir fuerzas de empuje y tracción. Se puede usar como reemplazo de una balanza de resorte manual o montarse en un soporte de anillo. También se puede montar en un carro dinámico para estudiar colisiones.

#### 3.26.2. Especificaciones técnicas

Se incluyen varios accesorios con el sensor de fuerza de doble rango:

- Hardware para conectar el sensor de fuerza de doble rango a un carro dinámico Vernier se incluye con el carro.
- Mango de utilidad proporciona un mango conveniente para el sensor de fuerza y también se puede usar para montarlo en varias abrazaderas.
- Parachoques utilizado principalmente para experimentos de colisión o en cualquier momento que desee medir las fuerzas de empuje.





Figura 48: Accesorio y sensor de fuerza.

**3.26.3. Principios de operación**

- Conectar el sensor de fuerza de doble rango a la interfaz.
- Iniciar el software de recopilación de datos.
- El software identificará el sensor de fuerza de doble rango y cargará una configuración de recopilación de datos predeterminada.
- Ahora está listo para recopilar datos.

**3.26.4. Servicios requeridos para su instalación y operación****Configuración de dos interruptores- Resolución y rango :**

- En general, se debe usar el rango de 10 N si puede.
- Si las fuerzas superan los diez newtons, se debe usar el rango de 50N.
- En uso normal, la resolución con los dos conjuntos de interruptores diferentes será como se muestra en la Tabla 2.

$\pm 10 \text{ N}$	0.01 N	Calibración almacenada	Pendiente: -4.9 N/V. Interceptar: 12.25 N
$\pm 50 \text{ N}$	0.05 N	Calibración almacenada	Pendiente: -24.5 N/V. Interceptar: 61.25 N0

Tabla 2: Resolución con los dos conjuntos de interruptores.

**Montaje en un soporte de anillo:**

- Usar una varilla de 13 mm extendida a través del orificio en el sensor de fuerza de doble rango.
- Apretar el tornillo de mariposa.



Figura 49: Montaje vertical y horizontal para recolección de datos.

**Montaje en un carro dinámico:**

- Primero se debe montar el poste en el carrito y se debe apretar.
- Montar el sensor de fuerza de doble alcance en la publicación con la costura del pulgar.



Figura 50: Montaje en carros dinámicos.

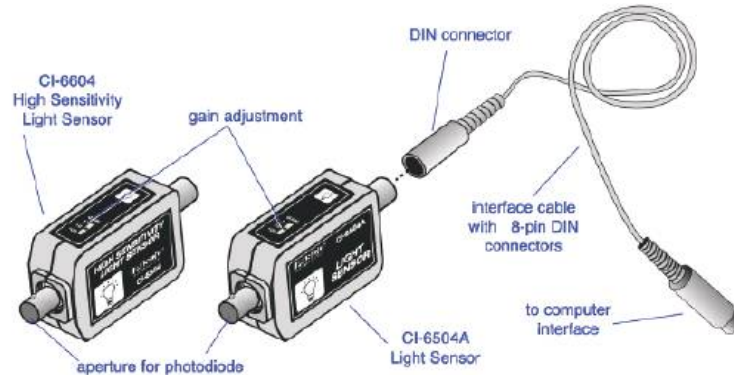
**3.26.5. Conexión a servicios**

Verificar que el sensor esté correctamente conectado a una interfaz de la computadora para poder registrar los datos obtenidos durante la práctica.

**3.26.6. Mantenimiento general**

Desconectar el sistema antes de realizar el mantenimiento. Para limpiar, utilizar un paño seco y suave. No utilizar productos abrasivos.

### 3.27. Sensor de Luz CI-6504A



#### 3.27.1. Propósito del equipo

Está diseñado para usarse con una interfaz de computadora para realizar mediciones de la intensidad de luz relativa, y es el más adecuado para experimentos realizados a niveles de luz ambiental.

#### 3.27.2. Especificaciones técnicas

- Elemento de detección: Si fotodiodo PIN.
- Respuesta espectral: 320 nm a 1100 nm.
- Niveles de ganancia: 100x, 10x, 1x, seleccionable por interruptor.
- Voltaje de salida: 0 V a 5 V.
- Configuración de clavijas: Conector DIN de 5 clavijas en la caja.
- Niveles máximos de intensidad de luz (lux): Aproximado Lux 500 50 5.
- Resolución: 0.0001 lux máximo

#### Conector DIN:

1. Salida analógica (+), 0 a 5 V
2. Salida analógica (-), señal de fondo.
3. (sin conexión).
4. + 5V DC power.
5. Tierra de potencia.

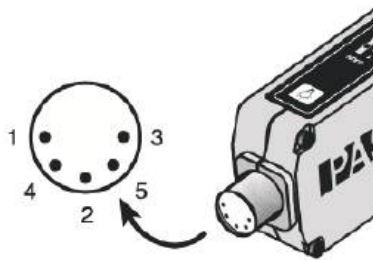


Figura 51: Conector DIN.

### 3.27.3. Principios de operación

- Conectar el sensor a la interfaz de computadora.
- Montar el sensor debidamente para realizar la práctica.
- Encender la interfaz e iniciar el software de adquisición de datos.
- Realizar prueba.

### 3.27.4. Servicios requeridos para su instalación y operación

#### Configuración:

- Conectar el sensor de luz y cualquier canal analógico de la caja de interfaz.
- Si se va a utilizar la sonda de fibra óptica, se debe conectar deslizando el conector de la sonda de fibra óptica sobre el conector de entrada del sensor, tal como se muestra en la Figura 52.

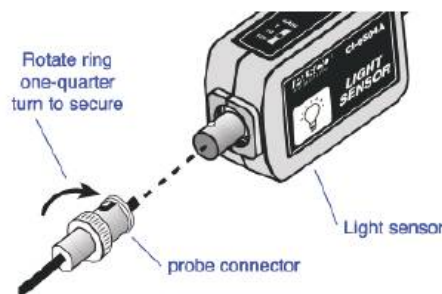


Figura 52: Conexión de la sonda de fibra óptica al sensor.

- Un cuarto de giro en el sentido de las agujas del reloj bloquea la sonda al Sensor de luz.

- Para desconectar, se debe presionar el conector hacia la caja del sensor, girando un cuarto de vuelta en sentido antihorario y retirando de la caja.
- Abrir la ventana de configuración del experimento en Taller de ciencias.
- Hacer clic y arrastrar el icono del conector al icono del canal que coincida con el puerto analógico que está utilizando para el sensor.
- Seleccionar Sensor de luz en el menú desplegable.
- Abrir una ventana de visualización, arrastrando y soltando el icono de visualización apropiado en el icono del sensor de luz.
- Seleccionar la configuración de ganancia adecuada en la caja del sensor para los niveles de luz a medir, tal como se muestra en la Figura 53.

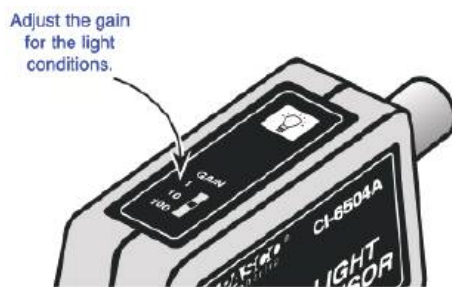


Figura 53: Configuración de la ganancia en el sensor.

#### Montaje en un aparato experimental:

- Usar el conector roscado 1/4 - 20, ubicado en la parte inferior de la caja del sensor para asegurar el sensor.
- El orificio de alineación se ajusta sobre un pasador de alineación incluido en algunos aparatos.

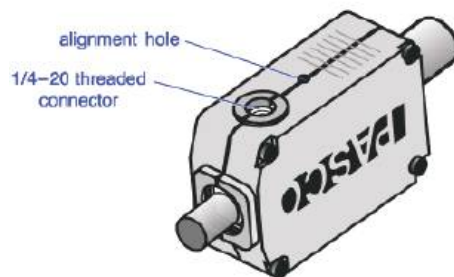


Figura 54: Conector de montaje y orificio de alineación.

### 3.27.5. Conexión a servicios

El sensor de luz se puede enchufar directamente en cualquier caja de interfaz de computadora PASCO o se puede conectar a la caja de interfaz usando el cable suministrado con conectores DIN.

Conectar el sensor de luz a cualquier canal analógico de la caja de interfaz con el cable de interfaz, o inserte el enchufe DIN del sensor de luz en el conector de cualquier canal analógico de la caja de interfaz, tal como se muestra en la Figura 55.

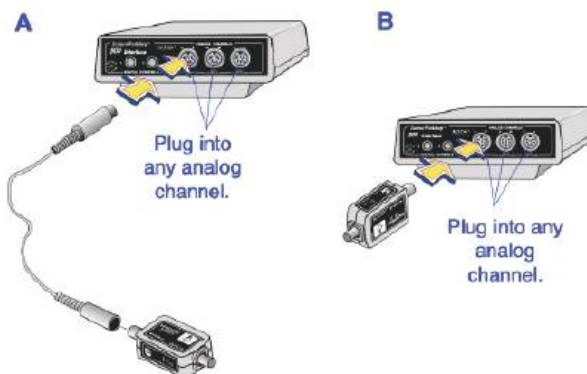
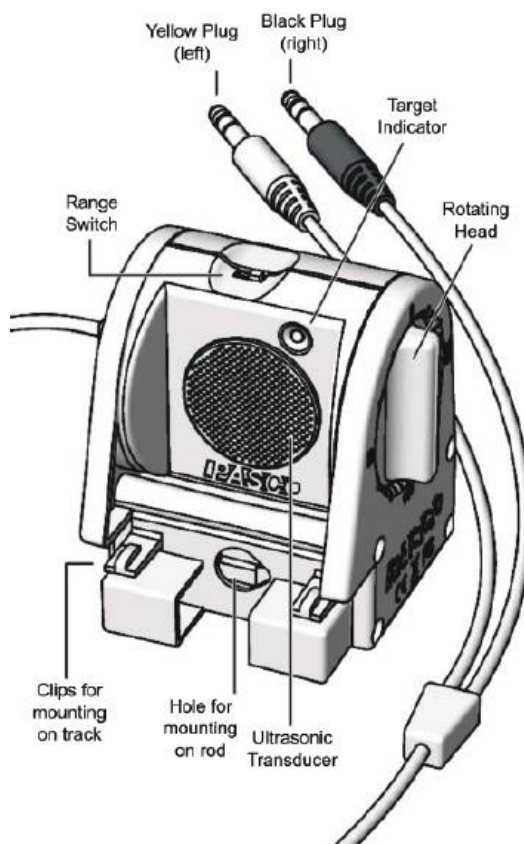


Figura 55: Conexión del sensor de luz y la interfaz de la computadora.

### 3.27.6. Mantenimiento general

Desconectar el sistema antes de realizar el mantenimiento. Para limpiar, utilizar un paño seco y suave. No utilizar productos abrasivos.

### 3.28. Sensor de Movimiento



#### 3.28.1. Propósito del equipo

El sensor de movimiento CI-6742A funciona con una interfaz compatible con ScienceWorkshop y un software de adquisición de datos PASCO para medir y registrar datos de movimiento. Produce una serie de pulsos ultrasónicos y detecta el sonido que se refleja desde un objeto frente a él. La interfaz mide los tiempos entre los pulsos salientes y los ecos de retorno. A partir de estas mediciones, el software de adquisición de datos determina la posición, la velocidad y la aceleración del objeto.

#### 3.28.2. Especificaciones técnicas

- Rango mínimo: 15 cm.
- Rango máximo: 8 m.
- Rotación del transductor: 360°.

- Configuraciones de rango: Alcance corto - Para mediciones de distancia de hasta 2 m con rechazo mejorado de señales de objetivos falsos y ruido de vía aérea. Largo alcance - para medir distancias de hasta 8 m.
- Opciones de montaje: En varilla de hasta 12,7 mm de diámetro. Directamente a las pistas dinámicas PASCO. En la mesa.
- Conector: Enchufe dual para teléfono estéreo para interfaces compatibles con ScienceWorkshop.

**3.28.3. Principios de operación**

- Conectar el sensor a su interfaz compatible con ScienceWork-shop.
- Si se está utilizando una computadora, conectar la interfaz PASCO a ella.
- Encender la interfaz e iniciar el software de adquisición de datos.
- Colocar un objeto frente al sensor al menos a 15 cm de distancia.
- Hacer clic en “Grabar” o presionar “Iniciar” para comenzar a grabar datos.
- Mover el objeto en línea recta directamente lejos o hacia el sensor.

**3.28.4. Servicios requeridos para su instalación y operación****Apuntar el sensor de movimiento a un objeto:**

- Ajustar el interruptor de rango a la configuración de corto alcance o largo alcance.
- Seleccionar el icono del carro dinámico para medir un carrito en una pista o seleccionar el icono en forma de persona para medir la mayoría de los otros objetos.
- Organizar el sensor de movimiento y el objeto de manera que el transductor del sensor de movimiento quede frente al objeto.
- El objeto debe estar al menos a 15 cm del transductor.



- Si el objeto se moverá, se debe mover directamente hacia o lejos del sensor de movimiento.
- Apuntar el sensor de movimiento ligeramente hacia arriba para evitar detectar la superficie de la mesa.
- Retirar los objetos que puedan interferir con la medición.

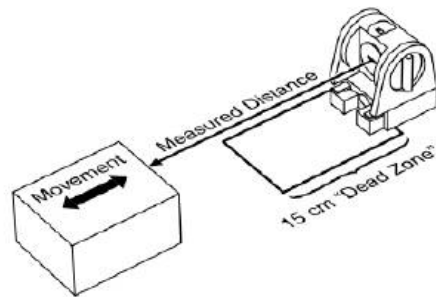


Figura 56: Apuntar el sensor a un objeto.

#### Montaje:

Para resaltar el montaje del sensor, se sugiere colocarlo como en las siguientes opciones, todas se ven ilustradas en la Figura 57.

- Montar el sensor de movimiento en una barra vertical (a) o una barra horizontal (b).
- Los clips integrados permiten que se adjunte al final de una pista dinámica (c).
- Se proporciona un orificio roscado en la parte inferior de la unidad (d) para su fijación al soporte magnético (e), el adaptador de carro (f) y otros dispositivos de montaje roscado de 1 / 4-20, como un trípode de cámara.
- Para proteger el sensor de movimiento de ser golpeado por un objeto, se debe utilizar un dispositivo como el protector del sensor de movimiento (g) o el soporte con una banda de goma (h).

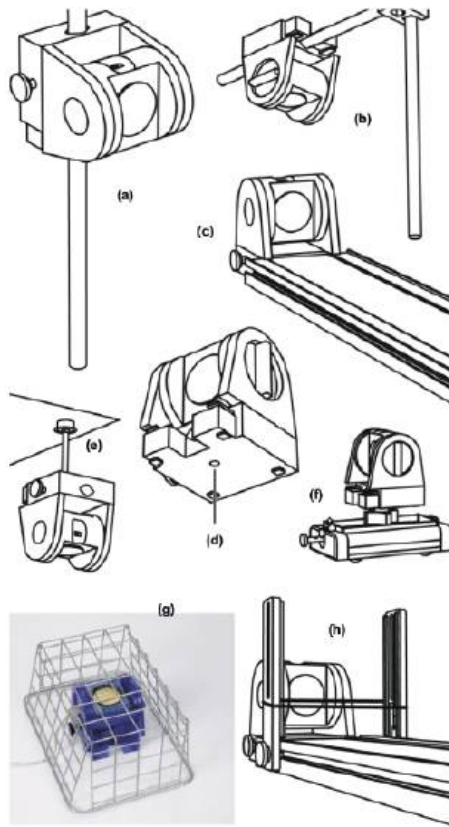


Figura 57: Tipos de montaje.

### 3.28.5. Conexión a servicios

**Para conectarse a una interfaz PASCO:**

- Conectar el enchufe amarillo del sensor de movimiento a la ENTRADA DIGITAL 1 de la interfaz compatible con ScienceWorkshop.
- Conectar el enchufe negro a la ENTRADA DIGITAL 2.
- Colocar el enchufe amarillo en el puerto de entrada 1 y el enchufe negro en el puerto de entrada 2.

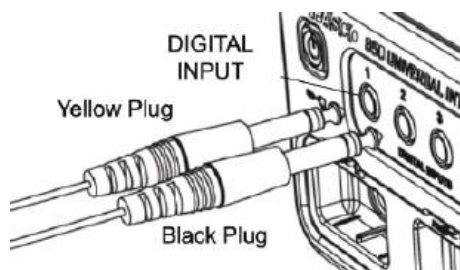


Figura 58: Conexión a una interfaz.

#### 3.28.6. Mantenimiento general

Desconectar el sistema antes de realizar el mantenimiento. Para limpiar, utilizar un paño seco y suave. No utilizar productos abrasivos.

### 3.29. Sensor de Movimiento



#### 3.29.1. Propósito del equipo

El detector de movimiento MD-BTD se utiliza para recopilar datos de posición, velocidad y aceleración de objetos en movimiento.

#### 3.29.2. Especificaciones técnicas

- Alcance: 0,15 a 6 m.
- Resolución: 1 mm.

#### 3.29.3. Principios de operación

- Conectar el sensor a la interfaz (LabQuest Mini, LabQuest 2, etc.).
- Iniciar el software de recopilación de datos apropiado, si aún no se está ejecutando.
- Elegir “Nuevo” en el menú Archivo.
- El software identificará el sensor y cargará una configuración predeterminada de recopilación de datos.
- Ahora está listo para recopilar datos.

**3.29.4. Servicios requeridos para su instalación y operación**

- Colocar al objetivo a una corta distancia mínima, permitirá que los objetos se acerquen al detector, lo que reduce los reflejos parásitos.
- Ajustar el cabezal giratorio, para que el sensor apunte con precisión.
- Se puede acceder al interruptor de sensibilidad que se encuentra debajo del cabezal giratorio del detector de movimiento, simplemente girando la cabeza del detector lejos del cuerpo del detector.
- Deslizar el interruptor de sensibilidad hacia la derecha para establecer el interruptor en la configuración de Ball / Walk.
- La configuración de sensibilidad de la pista funciona bien cuando se estudia el movimiento de los carros en pistas como Dynamics Cart y Track System, o los movimientos en los que desea eliminar los reflejos parásitos de los objetos cercanos al haz del sensor.

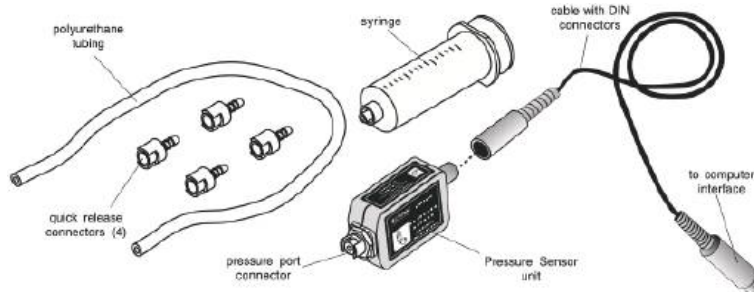
**3.29.5. Conexión a servicios**

- Conectar el detector de movimiento a la interfaz con el cable del sensor digital incluido.
- Conectar el cable al puerto DIG / SONIC en el costado del detector de movimiento.
- Conectar el otro extremo del cable a un puerto DIG en la interfaz.

**3.29.6. Mantenimiento general**

Desconectar el sistema antes de realizar el mantenimiento. Para limpiar, utilizar un paño seco y suave. No utilizar productos abrasivos.

### 3.30. Sensor de Presión Absoluta



#### 3.30.1. Propósito del equipo

El sensor de presión CI-6532A-absoluto está diseñado para usarse con una interfaz de computadora Science Workshop. El CI-6532A incluye la unidad de sensor de presión, cable de extensión con conectores DIN de 8 pines, conectores de liberación rápida, tubería de poliuretano y una jeringa.

#### 3.30.2. Especificaciones técnicas

##### Conector DIN:

1. Salida analógica (+), -10 a +10 V.
2. Salida analógica (-), señal de fondo.
3. (sin conexión).
4. + 5V DC de potencia.
5. Tierra de potencia.
6. Alimentación de +12 V CC.
7. -12 V CC de potencia 2.
8. (sin conexión).

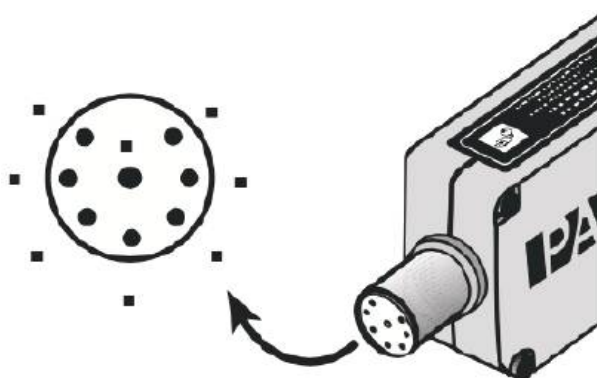


Figura 59: Conector DIN.

### 3.30.3. Principios de operación

#### Configurar el equipo:

- Conectar la unidad del sensor de presión a un canal analógico de la interfaz de computadora de Science Workshop.
- Conectar el conector de liberación rápida al conector del puerto de presión en la unidad del sensor de presión.
- El sensor tiene compensación de temperatura, por lo tanto, los cambios en la temperatura ambiente no interferirán con los datos.

#### Uso de la jeringa y los conectores de liberación rápida:

El sensor de presión está diseñado para experimentos como los que estudian las leyes de los gases o para la velocidad de una reacción química al monitorear el aumento o la disminución de la presión.

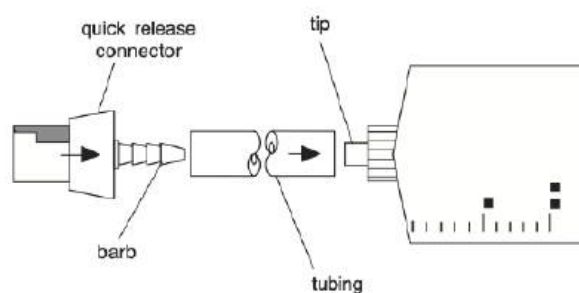


Figura 60: Usando la jeringa.

- Para conectar la jeringa al sensor, se debe cortar un tramo corto de tubo (aproximadamente una pulgada).
- Colocar el extremo con lengüeta de uno de los conectores de liberación rápida en un extremo del tubo corto.
- Colocar el otro extremo del tubo sobre la punta del extremo de la jeringa.
- Se puede lubricar el extremo de la lengüeta para que sea más fácil colocarlo en el tubo corto.
- Colocar una cantidad muy pequeña de aceite de silicio o saliva sobre la lengüeta.
- Limpiar la lengüeta con un paño para que solo quede una capa delgada de lubricante en la lengüeta.
- Alinear el conector de liberación rápida con el conector del puerto de presión del sensor.
- Empujar el conector hacia el puerto y luego girarlo en el sentido de las agujas del reloj hasta que haga clic.<sup>en</sup> su lugar (menos de un octavo de vuelta).
- La lengüeta del conector de liberación rápida puede girar incluso cuando el conector está firmemente conectado al puerto.

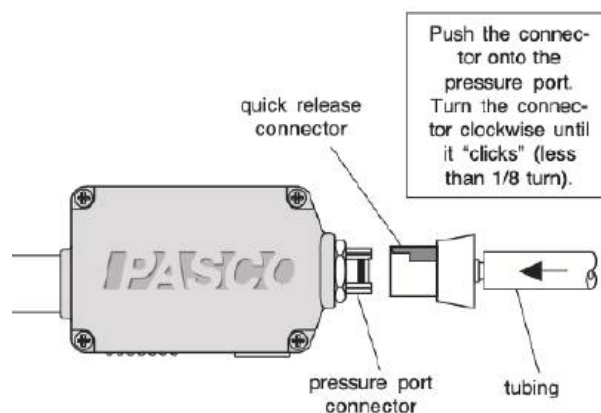


Figura 61: Usando los conectores de liberación rápida.



#### 3.30.4. Servicios requeridos para su instalación y operación

##### Montaje en un aparato experimental:

- Usar el conector roscado 1/4 - 20 ubicado en la parte inferior de la caja del sensor para asegurar el sensor de presión a un aparato experimental.
- El orificio de alineación se ajusta sobre un pasador de alineación incluido en algunos aparatos PASCO.

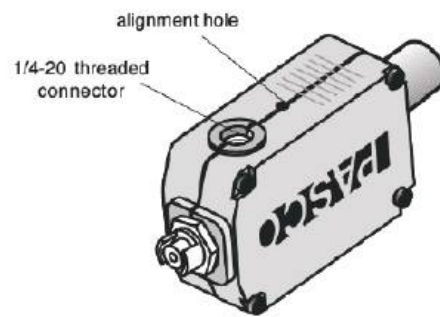


Figura 62: Conector de montaje y orificio de alineación.

#### 3.30.5. Conexión a servicios

Conectar la unidad del sensor de presión al canal analógico A, B o C de la caja de interfaz de computadora de Science Workshop usando el cable con los conectores DIN. Alternativamente, la unidad se puede enchufar directamente en el conector del canal analógico.

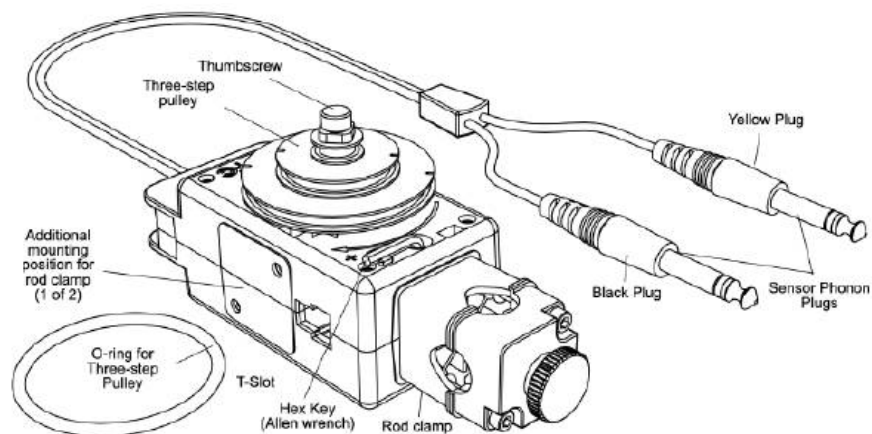


Figura 63: Conexión de la caja del amplificador a la caja de la interfaz.

**3.30.6. Mantenimiento general**

Desconectar el sistema antes de realizar el mantenimiento. Para limpiar, utilizar un paño seco y suave. No utilizar productos abrasivos.

### 3.31. Sensor de Rotación



#### 3.31.1. Propósito del equipo

El sensor de movimiento giratorio ScienceWorkshop CI-6538 es un dispositivo versátil de medición de posición y movimiento. Mide ángulos a una resolución de  $0.09^\circ$ , y detecta la dirección del movimiento.

#### 3.31.2. Especificaciones técnicas

##### Resolución:

- $1^\circ / 0.087 \text{ mm}$ .
- $0.25^\circ / 0.022 \text{ mm}$  (seleccionable por software).

##### Velocidad máxima:

- 13 rev / seg a  $1^\circ$  de resolución (360 puntos de datos / revolución)
- 3.25 rev / seg a una resolución de  $0.25^\circ$  (1440 puntos de datos / revolución)

##### Codificador óptico:

- Bidireccional, indica la dirección del movimiento.

##### Conector:

- Conector de teléfono estéreo dual para interfaces 850, 550 y ScienceWorkshop.

#### Polea de tres pasos:

- 10, 29 y 48 mm de diámetro.

#### Dimensiones:

- 10 cm x 5 cm x 3.75 cm, eje de 6.35 mm de diámetro

#### 3.31.3. Principios de operación

- Conectar los enchufes del teléfono del sensor en dos puertos adyacentes de ENTRADA DIGITAL de una interfaz.
- Iniciar el software de adquisición de datos PASCO.
- Configurar una pantalla de datos en el software.
- Hacer clic en “Grabar” o toque “Iniciar” para comenzar a grabar datos.
- Girar el eje del sensor de movimiento giratorio.

#### 3.31.4. Servicios requeridos para su instalación y operación

##### Montaje:

- La abrazadera de varilla se ajusta a varillas de hasta 12,7 mm de diámetro.
- La abrazadera de varilla se puede conectar al sensor en tres ubicaciones diferentes: en el extremo opuesto al cable y encendido a ambos lados del caso, tal como se muestra en la Figura 64.

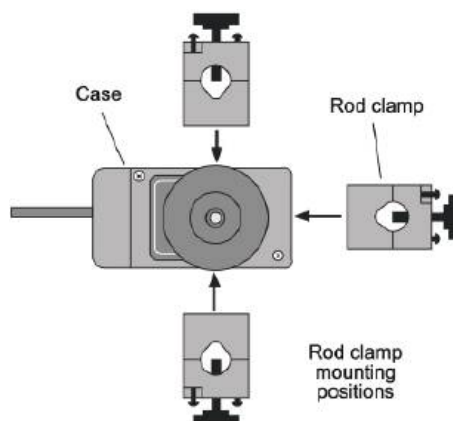


Figura 64: Conexión de abrazadera de varilla.

- Usar la llave hexagonal incluida para aflojar los dos tornillos que sujetan la abrazadera de la barra en la caja del sensor de movimiento giratorio.
- Los dos tornillos no necesitan salir por completo; se mantienen dentro de la abrazadera de la barra mediante pequeñas juntas tóricas.
- Mover la abrazadera de la barra a una de las posiciones de montaje adicionales a cada lado de la caja y usar la llave hexagonal para apretar los tornillos en su lugar.
- Es posible montar el sensor de movimiento giratorio horizontalmente en una barra de soporte con la polea de tres pasos hacia arriba o hacia los lados.
- Se puede montar el sensor verticalmente con la polea hacia adelante.

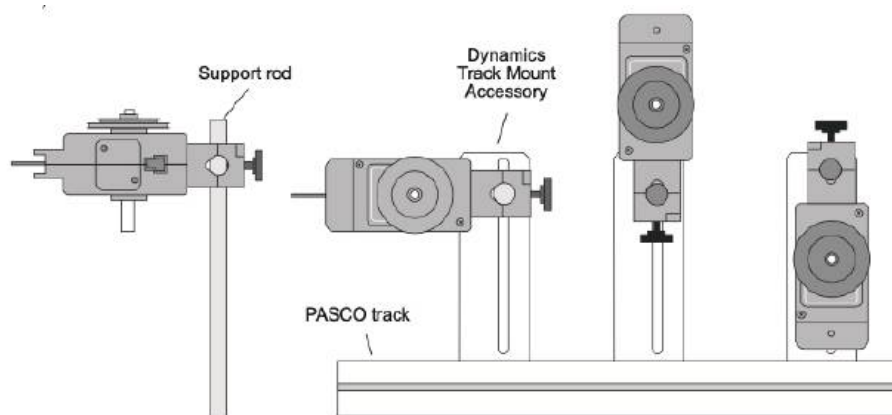


Figura 65: Tipos de montaje.

#### 3.31.5. Conexión a servicios

- Conectar los enchufes Phonon del sensor de movimiento giratorio en dos puertos de ENTRADA DIGITAL de una interfaz PASCO compatible.
- Conectar el enchufe amarillo en DIGITAL INPUT 1 y el enchufe negro en DIGITAL INPUT 2.

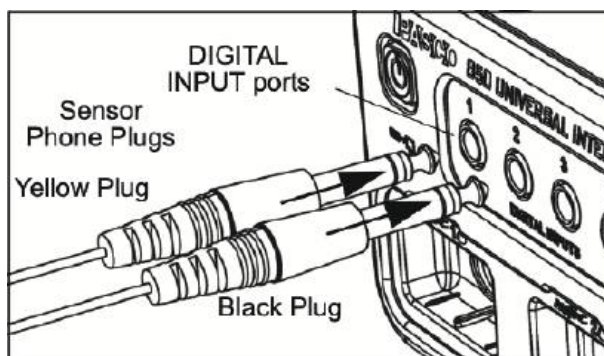


Figura 66: Conexión a interfaz.

#### 3.31.6. Mantenimiento general

Desconectar el sistema antes de realizar el mantenimiento. Para limpiar, utilizar un paño seco y suave. No utilizar productos abrasivos.

### 3.32. Sensor de Sonido



#### 3.32.1. Propósito del equipo

El sensor de sonido CI-6506B está diseñado para usarse con una interfaz de computadora PASCO para realizar mediciones de la intensidad relativa del sonido.

#### 3.32.2. Especificaciones técnicas

##### Conector DIN:

1. Salida analógica (+), 0 a 10 V.
2. Salida analógica (-), señal de fondo.
3. (sin conexión).
4. + 5V DC de potencia.
5. Tierra de potencia.
6. Alimentación de +12 V CC.
7. -12 V CC de potencia 2.
8. (sin conexión).

#### 3.32.3. Principios de operación

- Conectar el sensor de sonido a la interfaz de la computadora.
- Abrir la ventana de “configuración de experimentos” en ScienceWorkshop.
- Hacer clic y arrastrar el icono del conector analógico al icono del canal analógico que coincida con el puerto analógico que está utilizando.
- Seleccionar “Sensor de sonido” en el menú desplegable.

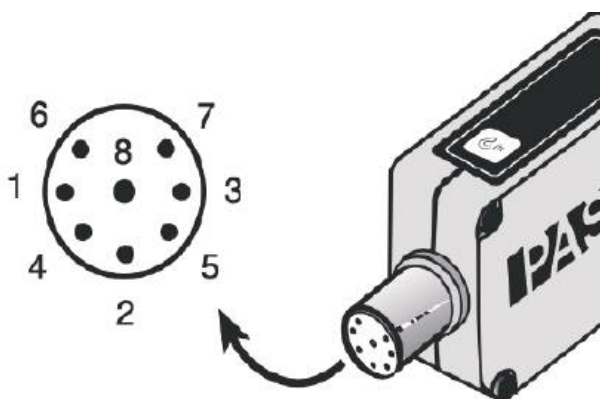


Figura 67: Conector DIN.

- Abrir la ventana de visualización, como la pantalla del osciloscopio, arrastrando y soltando el ícono de la pantalla correspondiente al ícono del sensor de sonido.

#### Calibración y ajuste de sensibilidad:

- Para abrir la ventana de calibración del sensor de sonido, se debe hacer doble clic en el icono del sensor de sonido en la ventana de configuración del experimento.
- La sensibilidad (ganancia) de los canales A y B de las interfaces 300, 500 y 700 en ScienceWorkshop se puede ajustar seleccionando el nivel apropiado en el menú desplegable.
- Si el sensor de sonido produce voltaje por encima de 1 V, la sensibilidad debe establecerse en Baja (1x).
- Si el sensor de sonido produce voltajes entre +1 V y -1 V, seleccione Medio (10x).
- Con la interfaz ScienceWorkshop 700, la sensibilidad se puede configurar en Alta (100x) si el voltaje es muy bajo (entre +0.1 V y -0.1 V)

#### 3.32.4. Servicios requeridos para su instalación y operación

##### Montaje en un aparato experimental:

- Usar el conector roscado 1/4 - 20 ubicado en la parte inferior de la caja del sensor para asegurar el sensor de presión a un aparato experimental.
- El orificio de alineación se ajusta sobre un pasador de alineación incluido en algunos aparatos PASCO.



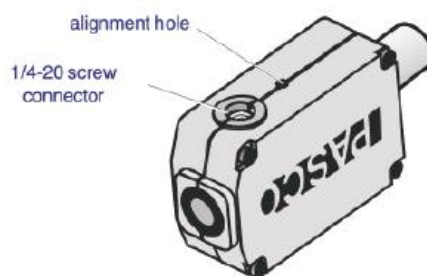


Figura 68: Conector de montaje y orificio de alineación.

### 3.32.5. Conexión a servicios

Conectar el sensor de sonido y cualquier canal analógico en la caja de interfaz de la computadora con el cable de interfaz, o insertar el enchufe DIN del sensor de sonido en el conector de cualquier canal analógico en la caja de interfaz de la computadora.

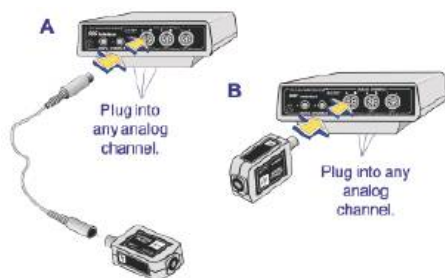
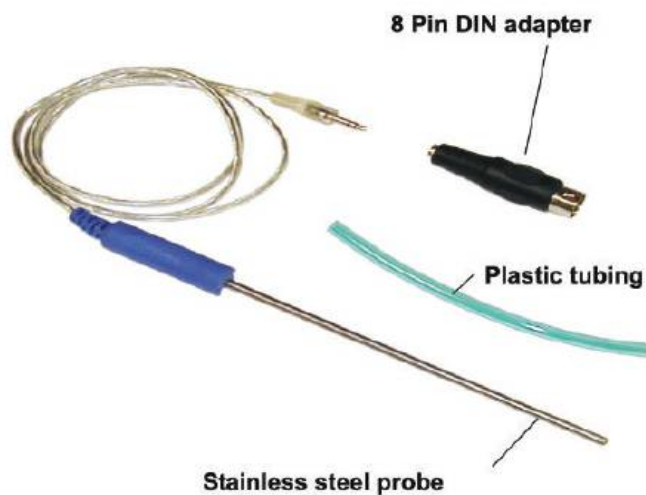


Figura 69: Conexión a interfaz.

### 3.32.6. Mantenimiento general

Desconectar el sistema antes de realizar el mantenimiento. Para limpiar, utilizar un paño seco y suave. No utilizar productos abrasivos.

### 3.33. Sensor de Temperatura



#### 3.33.1. Propósito del equipo

El sensor de temperatura de acero inoxidable PASCO modelo CI-6605A se utiliza para medir la temperatura de líquidos (como agua y soluciones químicas suaves), aire y otros materiales. La temperatura se puede medir en grados Celsius, Fahrenheit o Kelvin.

#### 3.33.2. Especificaciones técnicas

##### Rango de temperatura:

- $-35^{\circ}\text{C}$  a  $+135^{\circ}\text{C}$ .
- $-31^{\circ}\text{F}$  a  $+275^{\circ}\text{F}$ .
- 238 to 408 K.

##### Exactitud:

- $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  o mejor.

##### Resolución:

- $0.5^{\circ}$

##### Composición de la sonda:

- Acero inoxidable # 304

**3.33.3. Principios de operación**

- Conectar el conector DIN de 8 pines del sensor a la interfaz.
- Abrir Data Studio. En la ventana “Bienvenido a Data Studio”, haga doble clic en “Crear experimento”.
- En la lista Sensores de la ventana “Configuración del experimento”, se debe hacer clic y arrastrar el ícono de “Temperatura de acero inoxidable” al canal analógico en el que se tiene conectado el sensor.
- Para cambiar las unidades de medida o ver los valores de resistencia, se debe hacer doble clic en el icono de acero inoxidable en la ventana “Configuración”.
- En la pestaña “Medición”, seleccionar la unidad de medida deseada (°C, °F, K o Kohms) y hacer clic en el botón “Aceptar”.
- Colocar el extremo de la sonda en la solución, gas u objeto que está midiendo.

**3.33.4. Servicios requeridos para su instalación y operación**

- Para soluciones químicas: Usar una cubierta de teflón opcional al colocar el sensor (SST) en ácidos fuertes o soluciones químicas que pueden dañar la sonda.
- Para un sensor de pH, oxígeno disuelto o conductividad: Usar una funda de teflón opcional para aislar la sonda del sensor cuando se usa con sensores susceptibles a la electricidad.
- Para contenedores herméticos: Si se requiere un sello hermético en un tapón, se debe aumentar el diámetro de la sonda de acero inoxidable. Se incluye una pieza de tubo de plástico de 6 pulgadas con el sensor de temperatura de acero inoxidable para este propósito.

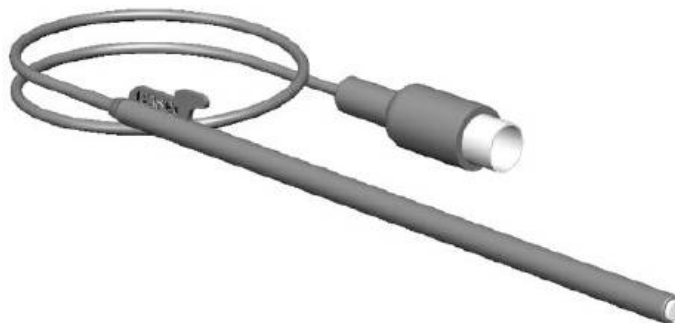
**3.33.5. Conexión a servicios**

Conectar el conector DIN de 8 pines del sensor en cualquier canal analógico (A, B o C) en una interfaz ScienceWorkshop o una interfaz USB PASPORT con un adaptador analógico (PS-2158).

**3.33.6. Mantenimiento general**

Desconectar el sistema antes de realizar el mantenimiento. Para limpiar, utilizar un paño seco y suave. No utilizar productos abrasivos.

### 3.34. Sensor de Temperatura



#### 3.34.1. Propósito del equipo

El sensor de temperatura PASCO modelo CI-6505B está diseñado para usarse con una interfaz de computadora Science Workshop. El sensor de temperatura utiliza un circuito integrado de precisión sensible a la temperatura cuyo voltaje de salida es proporcional a la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ).

#### 3.34.2. Especificaciones técnicas

- Rango:  $-5^{\circ}\text{C}$  a  $+105^{\circ}\text{C}$ .
- Precisión:  $\pm 0.8^{\circ}\text{C}$  Típico.
- Resolución:  $0.05^{\circ}\text{C}$ .
- Salida:  $10\text{ mV} / ^{\circ}\text{C}$ .

#### 3.34.3. Principios de operación

- Insertar el conector DIN en la interfaz.
- Tocar la punta de acero inoxidable del sensor con el objeto a medir o coloque la punta en la solución a medir.
- Al sumergir el sensor en un líquido, el nivel del líquido no debe estar por encima de la parte rígida del cuerpo del sensor.

**3.34.4. Servicios requeridos para su instalación y operación**

- Soluciones químicas: Tenga cuidado al usar el sensor de temperatura en productos químicos de laboratorio, particularmente durante largos períodos de tiempo. La varilla de plástico no cubre el extremo del sensor.
- No colocar el sensor en una llama directa o en una placa caliente.

**3.34.5. Conexión a servicios**

Insertar el conector DIN de 8 pines en el canal analógico A, B o C del cuadro de interfaz.

**3.34.6. Mantenimiento general**

Desconectar el sistema antes de realizar el mantenimiento. Para limpiar, utilizar un paño seco y suave. No utilizar productos abrasivos.

### 3.35. Sensor de Temperatura



#### 3.35.1. Propósito del equipo

El sensor de temperatura WRT-BTA está diseñado para usarse como lo haría con un termómetro para experimentos en química orgánica e inorgánica, física, biología, ciencias de la Tierra y ciencias ambientales.

#### 3.35.2. Especificaciones técnicas

Rango de temperatura	-20 a 330° C
Temperatura máxima que el sensor puede tolerar sin daños	380°C
Resolución de 12 bits	0.12°C
Elemento sensor de temperatura	Platinum RTD (100 $\Omega$ )
Exactitud	$\pm 0.5^{\circ}$ C o mejor
Tiempo de respuesta de 25 a 100° C en agua	30 segundos
Dimensiones de la sonda	Longitud de la sonda (mango más cuerpo): 24,5 cm. Cuerpo de acero inoxidable: longitud 17 cm, diámetro 6,4 mm. Mango de la sonda: longitud 6,8 cm, ancho 2,25 cm, grosor 1,3 cm.

Tabla 3: Especificaciones del sensor.

**3.35.3. Principios de operación**

- Conectar el sensor a la interfaz (LabQuest Mini, LabQuest 2, etc.).
- Iniciar el software de recopilación de datos apropiado (Logger Pro, Logger Lite, LabQuest App) si aún no se está ejecutando.
- Elegir “Nuevo” en el menú “Archivo”.

**3.35.4. Servicios requeridos para su instalación y operación****Calibración:**

- La sonda de temperatura de amplio rango nunca necesitará ser calibrada.
- Logger Pro permite una calibración aproximada, pero los resultados probablemente serían menos precisos que la calibración personalizada de fábrica

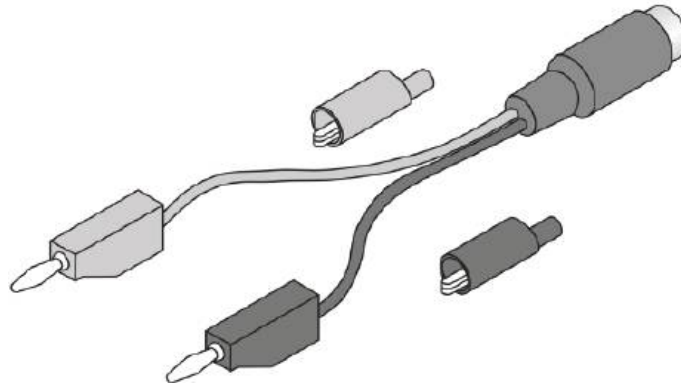
**3.35.5. Conexión a servicios**

- Conectar el sensor a la interfaz adecuada.
- Verificar que el sensor esté correctamente conectado.

**3.35.6. Mantenimiento general**

- Siempre lavar bien la sonda después de su uso.
- El uso continuo en agua salada causará solo una decoloración menor de la sonda, sin ningún efecto negativo en el rendimiento.
- Evitar sumergir la sonda en químicos más allá de la porción de acero inoxidable.
- Se puede dejar la sonda de forma continua en la mayoría de los compuestos orgánicos, como metanol, etanol, 1-propanol, 2 propanol, 1-butanol, n-hexano, ácido láurico, paradiclorobenceno, salicilato de fenilo y ácido benzoico.
- La sonda no debe dejarse en n-pentano durante más de una hora.

#### 3.36. Sensor de Voltaje



##### 3.36.1. Propósito del equipo

El sensor de voltaje CI-6503 está diseñado para usarse con una interfaz de computadora.

##### 3.36.2. Especificaciones técnicas

- Medición de voltajes de CA.
- Medición de voltajes de CC de  $-10$  voltios a  $+10$  voltios.
- Los extremos de la sonda son enchufes de plátano apilables estándar.

##### 3.36.3. Principios de operación

- Conectar el sensor a la interfaz adecuada.
- La pequeña sangría en un lado de la parte metálica del enchufe DIN debe mirar hacia arriba.
- Si los enchufes tipo banana no son convenientes para realizar una conexión eléctrica, se deben deslizar las pinzas de cocodrilo (incluidas) sobre los enchufes tipo banana.
- Realizar mediciones de la práctica.

##### 3.36.4. Servicios requeridos para su instalación y operación

- Instalar previamente la interfaz adecuada para el sensor.
- Verificar que las conexiones del equipo esté correctamente enchufadas.



**3.36.5. Conexión a servicios**

- Insertar el conector DIN de 5 pines en el canal analógico A, B o C de la interfaz de la computadora.
- Verificar que el sensor esté correctamente conectado.

**3.36.6. Mantenimiento general**

Desconectar el sistema antes de realizar el mantenimiento. Para limpiar, utilizar un paño seco y suave. No utilizar productos abrasivos.

### 3.37. Sensor Magnético



#### 3.37.1. Propósito del equipo

El sensor de campo magnético CI-6520A está diseñado para ser aplicado en el laboratorio de física para la medición y el trazado de campos en bobinas simples o Helmholtz, solenoides, electroimanes e imanes.

#### 3.37.2. Especificaciones técnicas

- Modos de medición: axial y radial.
- Longitud de sonda: 7.5 cm.
- Configuración de pines: enchufe DIN de 8 pines en la caja.

#### Sensibilidad:

- $\pm 10$  gauss (ganancia 100X), resolución de 50 mG, precisión de 1 G.
- $\pm 100$  gauss (ganancia 10X), resolución 50 mG, precisión 10 G.
- $\pm 1000$  gauss (ganancia 1X), resolución de 500 mG, precisión de 100 G.

#### 3.37.3. Principios de operación

- Conectar el sensor a la interfaz adecuada.
- Elegir modo axial o radial, presionando el botón en la caja del sensor.
- Un diodo emisor de luz (LED) indicará qué sensor está activo.
- Los dos sensores están ubicados en la punta de la barra en la caja del sensor.
- El sensor axial está en el extremo de la barra y el sensor radial está en el lado de la barra en la ubicación indicada por el punto blanco.

- Una lectura negativa indica un polo sur y una lectura positiva indica un polo norte.
- Los sensores están orientados de modo que las líneas de campo dirigidas hacia la barra produzcan una lectura positiva.
- Poner a cero el sensor cuando no haya ningún campo magnético (que no sea el campo de la Tierra).
- Mantener el sensor alejado de cualquier fuente de campo magnético.
- Presionar el botón CERO en la caja del sensor.

#### **3.37.4. Servicios requeridos para su instalación y operación**

- Dejar que el sensor llegue al equilibrio térmico antes de realizar mediciones con el sensor.
- Después de encender el aparato, se debe esperar uno o dos minutos antes de medir.
- Las lecturas de los sensores de efecto Hall dependen de la temperatura.
- Mantener las manos fuera de la varilla del sensor.

#### **Calibración:**

- El sensor está calibrado para producir un Volt para un campo magnético de 1000 Gauss.
- No se necesita calibrar el sensor con una fuente de campo magnético conocida.
- Se puede crear y guardar un archivo de calibración para usar con el programa Data Monitor y la interfaz CI-6500 (o AI-6501).

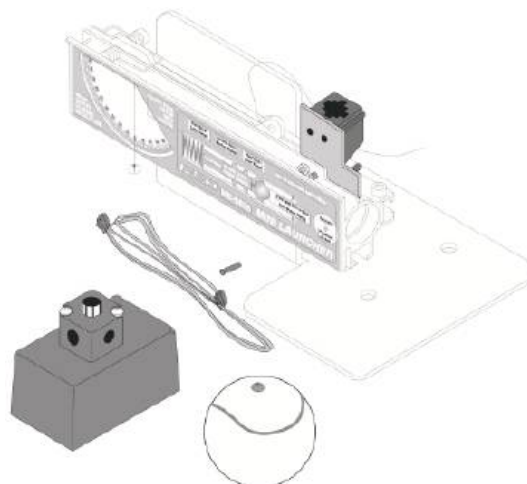
#### **3.37.5. Conexión a servicios**

- Conectar el enchufe DIN de la caja al canal analógico A, B o C en la interfaz de la computadora.
- El sensor funciona con la interfaz y no necesita baterías.

#### **3.37.6. Mantenimiento general**

Desconectar el sistema antes de realizar el mantenimiento. Para limpiar, utilizar un paño seco y suave. No utilizar productos abrasivos.

### 3.38. Disparador a Meta



#### 3.38.1. Propósito del equipo

El accesorio ME-6826 Shoot the Target II está diseñado específicamente para usarse con el Mini Launcher ME-6825 para realizar la demostración clásica de Monkey and Hunter en una mesa.

#### 3.38.2. Especificaciones técnicas

Este equipo cuenta con los siguientes componentes:

- Drop box / buzón.
- Remache de repuesto.
- Circuito de microinterruptor.
- Objetivo de la bola.
- Cable telefónico de 14'.

#### 3.38.3. Principios de operación

- Instalar correctamente el mini lanzador.
- Montar del circuito de microinterruptor.
- Montar el Drop box / buzón.
- Tirar de la cuerda del mini lanzador.

#### 3.38.4. Servicios requeridos para su instalación y operación

##### Montaje del Circuito de microinterruptor:

- Retirar el hardware de la placa de circuito.
- Deslizar la placa de circuito en el canal del gatillo en la parte superior del barril.
- Colocar una arandela plana sobre uno de los tornillos y atornillar en el orificio roscado (el orificio más cercano al hocico) hasta que el tornillo se asiente sin apretarlo completamente.
- Colocar una arandela plana sobre el segundo tornillo y deslizar el tornillo a través del orificio ranurado en el lanzador.
- Colocar una arandela de seguridad sobre el tornillo y fijar la tuerca hexagonal con alicates de punta fina o equivalente.
- Asentar pero no apretar el tornillo.
- Conectar el cable del teléfono a las tomas de teléfono de la placa de circuito y al buzón.
- Presionar ligeramente el pistón en el cañón. Se escuchará un chasquido cuando el pistón se deslice más allá del interruptor.
- El LED del microcircuito se iluminará para indicar que el circuito está activo.
- Apretar ambos tornillos para asegurar la placa de circuito firmemente.

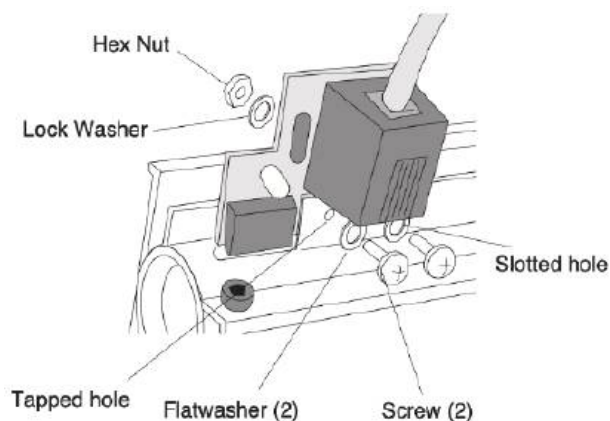


Figura 70: Montaje del circuito.

**Montaje del buzón:**

- Sujete la abrazadera de la varilla a una varilla estándar de 1/2 ".

**3.38.5. Conexión a servicios**

El sistema funciona con una batería de 9 voltios, por lo que se puede configurar en cualquier lugar.

**3.38.6. Mantenimiento general**

Para limpiar, utilizar un paño seco y suave. No utilizar productos abrasivos.

### 3.39. Accesorio Tiempo de Vuelo



#### 3.39.1. Propósito del equipo

El accesorio de tiempo de vuelo PASCO ME-6810 se utiliza con los lanzadores de proyectiles y con un Photogate para capturar datos de tiempo de vuelo de un proyectil.

#### 3.39.2. Especificaciones técnicas

El equipo incluye los siguientes componentes:

- Accesorio de tiempo de vuelo.
- Manual de instrucciones.
- Guía de experimento

#### 3.39.3. Principios de operación

- Montar el mini lanzador.
- Hacer conexiones a photogates o interfaces.
- Conectar y colocar el accesorio de manera estratégica, dependiendo del experimento que se realizará.
- Tirar de la cuerda del mini lanzador.

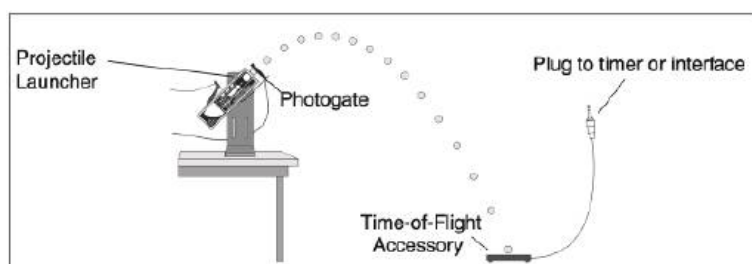


Figura 71: Configuración usando un Photogate.

#### Configuración para un estudio de tiempo de vuelo (con temporizador):

- Retirar el cabezal Photogate de la barra de soporte del temporizador Photogate.
- Colocar el soporte de montaje de Photogate en el Lanzador de proyectiles.
- Montar el Photogate Head en la parte delantera del Lanzador.
- Conectar el enchufe del teléfono estéreo accesorio de tiempo de vuelo en el lateral del temporizador Photogate.
- Establezca el temporizador Photogate en modo PULSE para medir el tiempo de vuelo del proyectil desde el lanzador hasta la plataforma.

#### 3.39.4. Servicios requeridos para su instalación y operación

- Conectar a la interfaz adecuada para capturar y analizar los datos obtenidos durante el experimento.
- Verificar que todos los componentes estén correctamente ensamblados antes de realizar el experimento.

#### 3.39.5. Conexión a servicios

- Conectar al un temporizador o una interfaz adecuada.

#### 3.39.6. Mantenimiento general

Desconectar el sistema antes de realizar el mantenimiento. Para limpiar, utilizar un paño seco y suave. No utilizar productos abrasivos.



### 3.40. Manómetro 476A



#### 3.40.1. Propósito del equipo

El manómetro digital de presión diferencial de presión única Serie 476A se puede utilizar para medir presiones bajas de -20 a 20 en w.c. con una precisión de  $\pm 1.5\%$  FS.

#### 3.40.2. Especificaciones técnicas

- Servicio: Aire y gases compatibles.
- Materiales húmedos: consultar a la fábrica.
- Precisión:  $\pm 1.5\%$  FS a 72°F (22.2°C). Incluye linealidad y repetibilidad.
- Histéresis de presión:  $\pm 0.1\%$  FS.
- Límites de presión: 5 psig (.74 bar).
- Límites de temperatura: 0 a 140°F (-17.8 a 60°C).
- Límites de temperatura compensados: 32 a 104°F (0 a 40°C).
- Efecto térmico: 0.05 % FS / °F.
- Pantalla: LCD de 4 dígitos (.425"H x .234"W dígitos).
- Requisitos de alimentación: batería alcalina de 9 V, instalada no funcional, reemplazable por el usuario.

- Conexiones de proceso: Para usar con tubos de 3/16" o 1/4" ID.
- Peso: 10.8 oz (306 g).
- Aprobaciones de agencias: CE.

**3.40.3. Principios de operación****Encendido y apagado:**

- Presionar ON / OFF para encender la unidad.
- Mantener presionado ON / OFF durante aproximadamente 2 segundos para apagarlo.
- El dispositivo se apagará automáticamente después de 20 minutos si no está en uso.

**Cero:**

- Ventilar ambos puertos de presión a la atmósfera.
- Presionar el botón ZERO hasta que la pantalla LCD muestre " — " y luego soltar.
- La pantalla LCD lee 0 si el desplazamiento cero es inferior a 10 % de FS.

**Unidades:**

- Para cambiar las unidades, se deben presionar los botones ON / OFF y ZERO simultáneamente.

**3.40.4. Conexión a servicios****Batería:**

- Retirar los tornillos de retención en la tapa del extremo en la base del instrumento para reemplazar la batería cuando se muestre "LOW BAT".
- Utilizar una batería alcalina de 9 V.

**3.40.5. Mantenimiento general**

Para limpiar, utilizar un paño seco y suave. No utilizar productos abrasivos.

## 4. Referencias

1. DWYER. Manómetro. 2019.
2. IEC. Boyles law High Pressur. 2006.
3. LabQuest. LabQuest 2. 2012.
4. MARVAC SCIENTIFIC. Bomba eléctrica para estudios de física del vacío. 1990.
5. OHAUS. Balanza. 2000.
6. Optics Fiber I. Metrologic Neon Laser. 2017.
7. PASCO. Air Supply. 1991.
8. PASCO. Air track standard accessory. 1988.
9. PASCO. Caja para resonancia. 1990.
10. PASCO. Free fall Adapter (adaptador de caída libre). 1988.
11. PASCO. Generador de Frecuencias. 1990.
12. PASCO. Giroscopio. 1990.
13. PASCO. Laser Switch. 1988.
14. PASCO. Mechanical Equivalent of heat. 1998.
15. PASCO. Mini Launcher (mini lanzador). 1988.
16. PASCO. Motor Drive. 1988.
17. PASCO. Optic System. 1988.
18. PASCO. Photogate timer with AC adapter. 1988.
19. PASCO. Picket Fence. 1988.
20. PASCO. Power amplifier II. 1988.
21. PASCO. Rotating Platform. 1988.
22. PASCO. Sensor de aceleración. 1988.
23. PASCO. Sensor de carga eléctrica. 1988.

- 
24. PASCO. Sensor de fuerza. 1988.
  25. PASCO. Sensor de luz. 1988.
  26. PASCO. Sensor de movimiento. 1988.
  27. PASCO. Sensor de presión. 1988.
  28. PASCO. Sensor de rotación. 1988.
  29. PASCO. Sensor de sonido. 1997.
  30. PASCO. Sensor de temperatura. 1988.
  31. PASCO. Sensor de voltaje. 1988.
  32. PASCO. Sensor magnético. 1988.
  33. PASCO. Shoot the Target II. 1988.
  34. PASCO. Time of flight accessory. 1988.
  35. VERNIER LABORATORIES. Sensor de fuerza. 2017.
  36. VERNIER LABORATORIES. Sensor de movimiento. 2017.
  37. VERNIER LABORATORIES. Sensor de temperatura. 2017.
  38. VERNIER LABORATORIES. Software Logger Pro 3. 2017.