



**Motor Stirling, transparente**

**Unidad Motor / Generador**

**Medidor de par**

**Departamento de Máquinas y Motores Térmicos**

**Traducción: Antonio J Rivera Valdés / Francisco Sibón Pereira**

Las imágenes y gráficos que aparecen en este documento han sido obtenidas del manual original del fabricante (PHYWE)

<https://repository.curriculab.net/files/bedanl.pdf/04372.00/0437200e.pdf>

<b>Motor Stirling, transparente</b>	<b>04372-00</b>
<b>Unidad de motor / generador</b>	<b>04372-01</b>
<b>Medidor de par</b>	<b>04372-02</b>

**PHYWE**  
excellence in science



## Instrucciones de uso

### 1. Observaciones de seguridad

- Lea cuidadosa y completamente estas instrucciones de uso antes de utilizar este instrumento. Esto es necesario para evitar dañarlo, así como para una manipulación segura.
- No utilizar si existen daños visibles en la unidad.
- Utilizar el instrumento exclusivamente para la función para la que fue diseñado.

### 2. Propósito y descripción

Un motor Stirling (motor de aire caliente) convierte la energía térmica en energía mecánica. Cuando se activa mecánicamente, actúa como una bomba de calor o máquina de refrigeración, demostrando la reversibilidad de los procesos termodinámicos.

En la figura 2 se explica el principio de funcionamiento del motor Stirling. Los pistones principal y de desplazamiento están montados en una configuración tipo V de 90 °. El pistón principal (A) está hecho de metal y encaja exactamente en el tubo de vidrio. El pistón de desplazamiento de vidrio (V) también proporciona la función de regenerador que es importante para el funcionamiento del motor Stirling. Éste enfría el gas caliente que fluye a través de él, almacena su energía y pasa esta energía en el gas frío de retorno.

La energía mecánica producida por el motor Stirling es convertida en energía eléctrica en forma de luz con la ayuda de una unidad de motor/generador. El motor Stirling puede, por lo tanto, ser impulsado también mecánicamente.

El motor Stirling se puede cargar con un par determinado utilizando el medidor de par. Si también se mide la velocidad, se puede calcular la potencia mecánica producida.

### **3. Elementos funcionales y operativos**

#### **3.1. Motor Stirling 04372-00**

Artículos suministrados:

- 1 motor Stirling
- 1 placa base azul
- 1 quemador de alcohol
- 1 llave Allen
- 4 tornillos moleteados (2 en la placa base, 2 en el motor Stirling)

El motor Stirling está situado sobre la placa base y firmemente atornillado desde la parte inferior mediante dos tornillos moleteados. Otros dos tornillos de este tipo se utilizan en la parte superior de la placa base para fijar la unidad del motor/generador o la escala del medidor de par. El volante (rueda) normalmente permanece sujeto al eje. Éste puede aflojarse con la ayuda de la llave Allen. Una vez que el volante se ha vuelto a montar, el eje debe empujarse ligeramente hacia fuera, dejando solamente un pequeño espacio de aire, del ancho de una hoja de papel, entre el volante y el alojamiento del motor, de forma que el eje no tenga demasiado juego cuando esté en funcionamiento.

En el cilindro de desplazamiento se encuentran situados dos puntos de medición de temperatura. Los agujeros en los tubos metálicos tienen un diámetro de 0,6mm para aceptar termopares de NiCr/Ni con funda (Ref. 13615-01).

#### **3.2 Unidad de motor/generador 04372-01**

Artículos suministrados:

- 1 motor/generador sobre su soporte de montaje
- 1 correa
- 1 lámpara de incandescencia 4 V / 40 mA

La unidad M/G tiene dos poleas de diferente tamaño con las que puede demostrarse la influencia de la relación de transmisión en la potencia y velocidad del motor Stirling. Una correa une la rueda al motor.

Los modos de funcionamiento del motor y generador se seleccionan mediante un interruptor.

En el modo generador se enciende la lámpara de incandescencia. Dos enchufes de salida están conectados en paralelo al enchufe de la lámpara, posibilitando la conexión de una resistencia variable. El generador es descargado con el interruptor en la posición "0". Para el funcionamiento como motor, se aplica un voltaje de corriente continua en los enchufes de entrada.

#### **3.3 Medidor de par 04372-02**

Artículos suministrados:

- 1 puntero
- 1 escala

La parte metálica interior del puntero (freno Prony con un peso de inclinación) se fija al eje del motor Stirling, en frente del volante, utilizando la llave Allen. El rozamiento entre la parte metálica y el puntero puede variarse con el tornillo de ajuste, sobre el puntero.

Cuando el motor Stirling arranca, el puntero es dirigido cuidadosamente sobre el eje. El rozamiento debería incrementarse entonces lentamente; éste debería no ser excesivo, de forma que el motor no se pare. El ajuste de la torsión se indica sobre la escala.

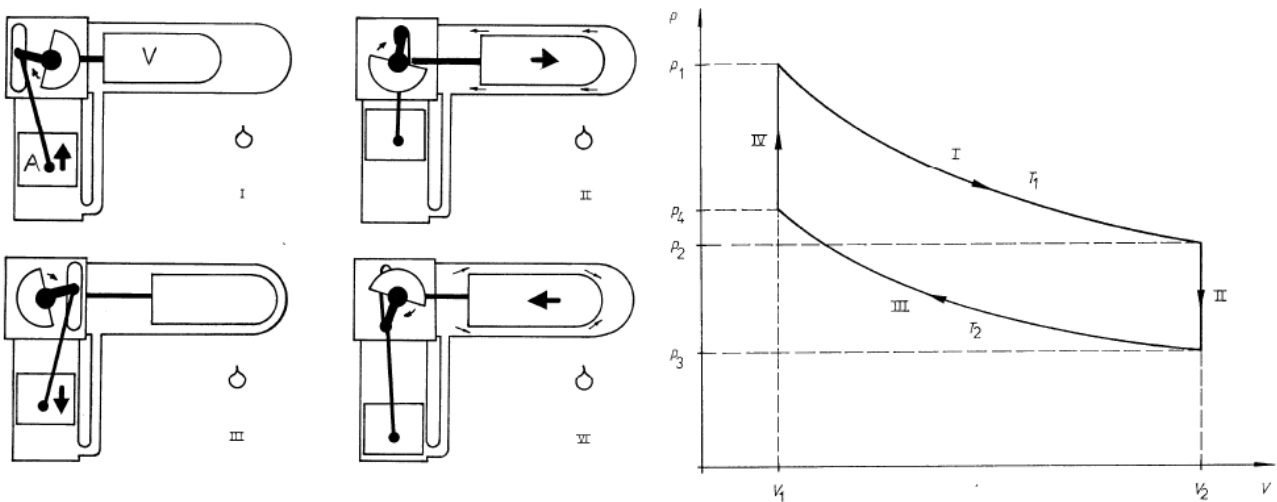


Figura 2. Principio del funcionamiento del motor Stirling

- |   |  |
|---|--|
| 1. Expansión isotérmica, calor absorbido, trabajo realizado   | $V_1 \rightarrow V_2$ $p_1 \rightarrow p_2$ y $T_1 = \text{constante}$ |
| 2. Emisión de calor isocórica, sin trabajo transferido        | $T_1 \rightarrow T_2$ $p_2 \rightarrow p_3$ y $V_2 = \text{constante}$ |
| 3. Compresión isotérmica, emisión de calor, trabajo absorbido | $V_2 \rightarrow V_1$ $p_3 \rightarrow p_4$ y $T_2 = \text{constante}$ |
| 4. Absorción de calor isocórica, sin trabajo transferido      | $T_2 \rightarrow T_1$ $p_4 \rightarrow p_1$ y $V_1 = \text{constante}$ |

#### 4. Información importante

El pistón principal no debe ser engrasado. Ha sido ajustado exactamente al cilindro de vidrio. El aceite conduciría a una mayor fricción y la potencia del motor se reduciría. El cilindro de desplazamiento se ha montado de tal manera que se produce un espacio de aire uniforme entre él y el pistón de desplazamiento, optimizando la potencia del motor. Por lo tanto, los tornillos de fijación no deben alterarse.

El vástago del pistón debe lubricarse con una gota de aceite fino de máquinas si la potencia del motor Stirling disminuye. Esta operación se realiza mejor con una jeringa (número de pedido 02593-03) con una aguja hueca (Nº de pedido 02597-04), para que no caiga aceite sobre el pistón principal.

## 5. Datos técnicos

### Motor Stirling

Velocidad sin carga	al menos 800 rpm
Potencia máxima	aprox. 1 W

### Unidad M/G

Voltaje del motor	máx. 12 V
Lámpara incandescente	4 V / 40 mA
Diámetro de la correa	150 mm

### Medidor de par

Rango de medición	$25 \cdot 10^{-3}$ Nm
Resolución	$1 \cdot 10^{-3}$ Nm

## 6. Listado de material

Motor Stirling, transparente	04372-00
Unidad Motor/Generador	04372-01
Medidor de par	04372-02
Tubo de lámpara para motor Stirling	04372-04
Unidad Sensor pVn	04371-00
Instrumento pVnT	04371-97
Termopar, NiCr-Ni, enfundado (2x)	13615-01
Osciloscopio, 20 MHz, 2 canales	11454-93
Cable apantallado BNC (2x)	07542-11
Reostato, 330 $\Omega$	06116-02
Cables de conexión	

## 7. Experiencias

Los dispositivos complementarios que se adaptan al motor Stirling permiten una gran variedad cualitativa y cuantitativa de experiencias a realizar.

- Conversión: calor – energía mecánica - luz
- Operación como bomba de calor o máquina de refrigeración.
- Potencia mecánica en relación a la velocidad (Fig. 3)

- Potencia eléctrica en relación a la velocidad (Fig. 3)
- Medición de temperatura
- Grabación de la curva pV.

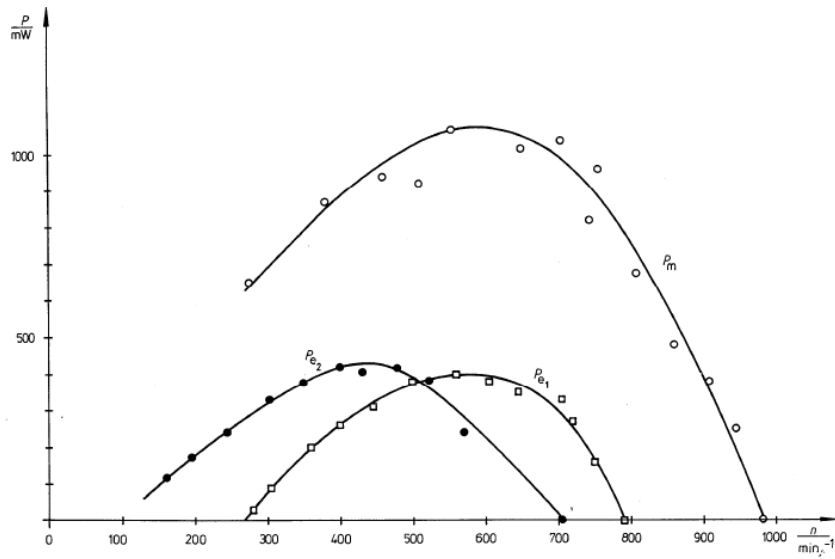


Figura 3. Potencia mecánica  $P_m$  y Potencia eléctrica  $P_e$  en relación a la velocidad ( $P_{e1}$  = polea grande,  $P_{e2}$  = polea pequeña)