

OPITEC

113.174

Motor funcional de aire caliente (Stirling)



NOTA

Las maquetas de OPITEC, una vez terminadas, no deberían ser consideradas como juguetes en el sentido comercial del término. De hecho, se trata de material didáctico adecuado para un trabajo pedagógico. Los menores sólo deben realizar los trabajos relacionados con este kit bajo la supervisión de un adulto. No apto para niños menores de 36 meses, ya que existe riesgo de asfixia.

Herramientas necesarias:

Lápiz, regla, punzón, granete
Sierra de marquetería, cutter, tijeras
Brocas $\varnothing 1$, $\varnothing 2,5$, $\varnothing 4$ + $\varnothing 10$ mm
Broca Forstner $\varnothing 20$ mm
Taladro vertical + Tornillo de banco
Papel de lija, lima de taller
Alicates de boca redonda y de corte lateral
Escuadra de tope y de centrado
Sierra de arco de metal
Destornillador de punta en cruz
Cola, pegamento instantáneo

MATERIAL SUMINISTRADO	Cantidad	Medidas (mm)	Aplicación	Pieza No.
Placa DM	1	8x100x100	Soporte, base cilindro	1
Contrachapado	1	3x160x160	Soporte inferior	2
Tapa para insertar	2	$\varnothing 110$	Base, tapa	3
Eje metálico	1	$\varnothing 3 \times 70$	Eje	4
Tornillo	6	2,9x6,5	Fijación	5
Casquillo de latón	1	$\varnothing 4 \times 8$	Soporte rodamiento	6
Tubo de papel rígido	1	$\varnothing 19,5 \times 65$	Cilindro	7
Guante	1		Membrana	8
Alambre muelle de acero	2	$\varnothing 1 \times 200$	Cigüeñales	9
Posavasos	1	$\varnothing 107$	Pistón mecánico	10
Recorte de goma espuma	1	$\varnothing 105 \times 10$	Pistón de impulsión (Regenerador)	11
Rueda dentada, Módulo 1, 58 dientes	1	$\varnothing 60$	Rueda giratoria grande	12
Anillo de goma	1	$\varnothing 40$	Membrana	13
Rueda dentada, Módulo 0,5, 30/10 dientes	1	$\varnothing 26$	Rueda giratoria pequeña	14
Arandela de separación	2	2,9x9,5	Soporte rodamiento	15
Tubo de silicona	1	ca. $\varnothing 1,7/0,7 \times 10$	Cigüeñal	16
Tubo de papel rígido	1	ca. $\varnothing 114 \times 43$	Cilindro de impulsión	17
Portalamparillas	2		Soporte inferior	18

INSTRUCCIONES DE MONTAJE

Descripción del funcionamiento

El motor de aire caliente funciona según el principio de combustión externa, es decir, sólo tiene lugar una circulación de calor, pero no de masa.

Principio:

El aire en la lata se calienta a través de las velas, y se expande. La membrana del pistón mecánico se abomba hacia arriba, y presiona el cilindro mecánico hacia fuera del cilindro.

Mediante los ejes del pistón, se mueve toda la rueda giratoria grande hacia el punto muerto superior. A la vez la rueda giratoria pequeña se mueve hacia el punto muerto inferior, y el aire calentado se mueve hacia arriba y se presiona hacia la tapa más fresca. Aquí se enfría y se contrae. Por ello, la membrana se abomba hacia adentro y estira del pistón mecánico con este movimiento. Mientras tanto el pistón mecánico ya está de nuevo de camino hacia arriba y empuja el aire enfriado hacia abajo. Aquí se vuelve a calentar y empieza el ciclo de nuevo. Para mejorar la eficiencia, se hace el pistón mecánico parcialmente de lana de acero. Esta absorbe, al circular, una parte de la energía, y la devuelve en dirección opuesta.

Elaboración de las piezas de madera

1. Escoger una plantilla de las dos variantes del soporte de máquina (1a) y pegarla de tal forma a la placa DM (1) que los pies del soporte de la máquina (1a) queden al borde de la placa de DM. Así se asegura que el canto inferior de los pies quede recto, a nivel y a ángulo recto.

Marcar los centros de los puntos de perforación con un punzón, incluidos los centros de la parte inferior del soporte de máquina (1a).

Recortar la plantilla para las piezas de contrachapado de madera y encolarla en la placa de contrachapado (2) de tal forma que los pies del soporte (2a) queden alineados con un canto de la placa de contrachapado. Así se asegura que el canto inferior de los pies quede recto, a nivel y a ángulo recto.

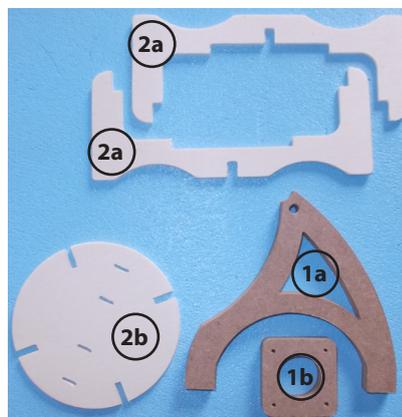
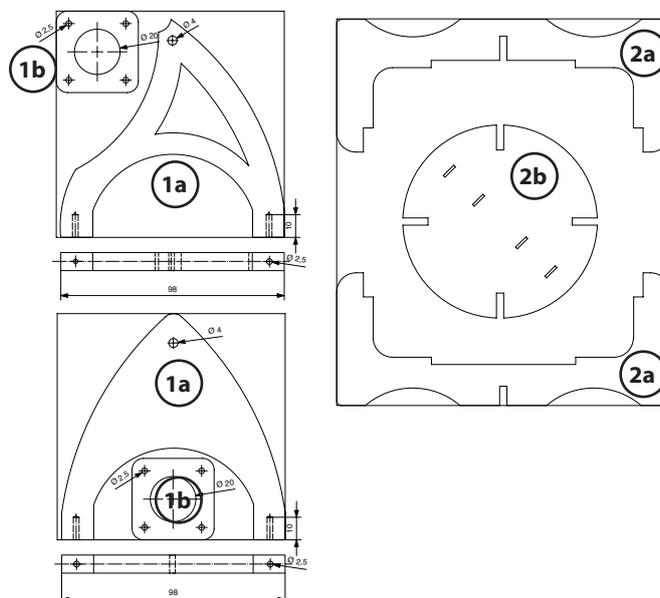
2. Primero hacer perforaciones de $\varnothing 2,5$, $\varnothing 4$ + $\varnothing 20$ mm en las piezas de DM.

Para las perforaciones verticales de $\varnothing 2,5$ mm, posicionar la placa de DM en el tornillo de banco de forma horizontal, cabeza abajo, y hacer las perforaciones de fijación con el taladro vertical a unos 10 mm de profundidad, con una distancia entre ellos de 85 mm.

Después de taladrar, serrar todas las piezas de DM y de contrachapado. Lijar bien los cantos de corte.

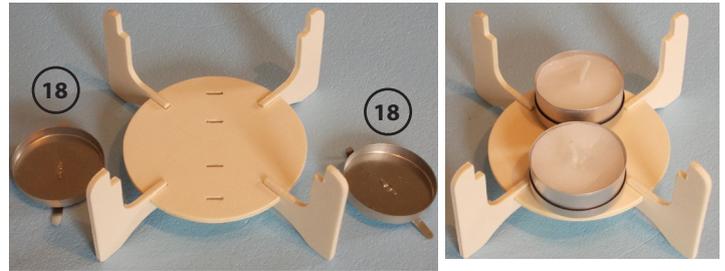
Placa DM

Placa contrach.



INSTRUCCIONES DE MONTAJE

3. Encolar el soporte inferior a partir de las piezas de contrachapado (2a + 2b). Insertar las lengüetas de las lamparillas (19) en las rendijas de la placa de soporte (2b) y doblar por el lado inferior.



Elaboración tapa

4. Recortar la plantilla de perforación (ver pág. 11) en el perímetro exterior y centrar bien en una de las tapas (3a). Sujetar y fijar bien la plantilla. Marcar los centros de los puntos de perforación con un punzón o un granete. Colocar la tapa en una placa nivelada de madera y primero hacer todas las perforaciones con una broca de 1 mm. A continuación, agrandar las perforaciones con los diámetros de brocas correspondientes ($\varnothing 3 + \varnothing 10\text{mm}$). Desbarbar bien las perforaciones.



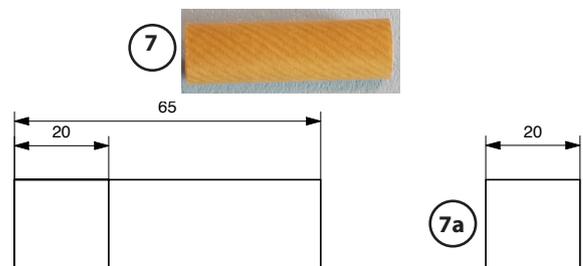
5. Insertar el casquillo de latón (6) cuidadosamente en el soporte de la máquina (1a), en ángulo recto.



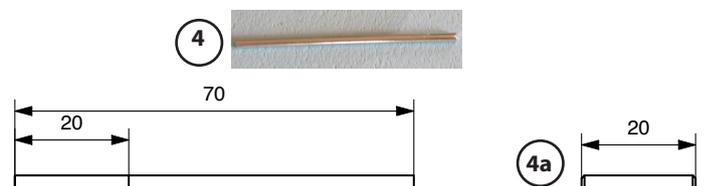
6. Fijar el soporte de la máquina (1a) con dos tornillos (5) en los agujeros correspondientes de la tapa (3a). Asimismo, fijar la base del cilindro (1b) con cuatro tornillos (5) en los agujeros correspondientes de la tapa (3a).



7. Recortar un trozo de 20 mm (7a) del tubo de papel rígido (7) con un cutter o una sierra de marquetería, aplicando poca presión. Prestar atención a que se haga un corte recto.

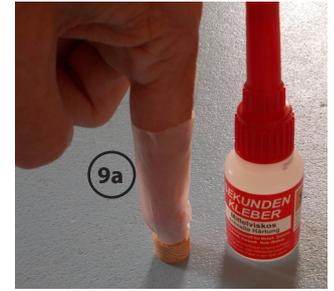
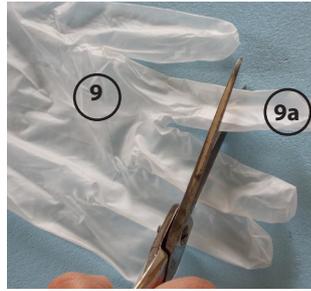


8. Recortar un trozo de 20 mm (4a) del eje de $\varnothing 3\text{mm}$ (4) y desbarbar bien con una lima de taller.

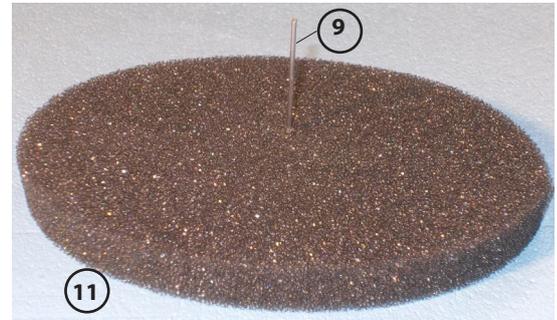
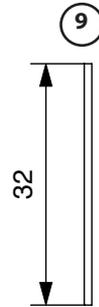


INSTRUCCIONES DE MONTAJE

9. Colocar la plantilla para el pistón de impulsión (ver pág. 9) centrada en el recorte de goma espuma (pieza 11) (el centro debe ser determinado con una precisión de 0,5 mm). Marcar la perforación del centro (\varnothing 1 mm) con una chincheta y taladrar hasta el final con la broca de \varnothing 1 mm.

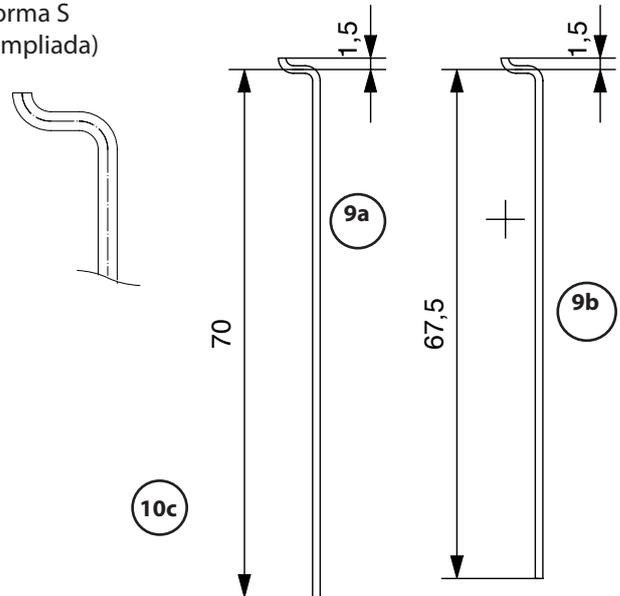


10. Cortar el cigüeñal (fig. 9) de uno de los alambres muelle de acero (pieza 9). Desbarbar bien los extremos con papel de lija o una lima de taller. Insertar el cigüeñal (9) en la perforación central. Encolar con un poquito de pegamento instantáneo en el centro del pistón de impulsión, asegurándose de tener el cigüeñal vertical (comprobar con la escuadra de tope).



11. En un extremo de cada uno de los alambres de muelle de acero (10), doblar una "S" como indica la ilustración. Debe mantenerse exactamente la forma de la "S", dado que si no, el alambre no se puede insertar a través de las perforaciones en las ruedas, o se puede quedar trabado. A continuación, cortar de forma exacta con unos alicates de corte lateral.

Forma S (ampliada)



Nota:

Las medidas indicadas de longitud dan exactamente la longitud total de la medida del cigüeñal.

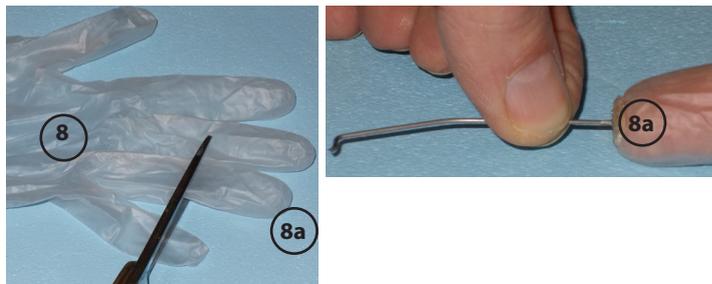
Desbarbar los extremos de los alambres con un papel fino de lija o con una lima de taller.

12. Del posavasos (pieza 10), utilizando un bisturí o unas tijeras, recortar un disco de \varnothing 10 mm y perforar en éste un agujero central de \varnothing 1 mm. Insertar el cigüeñal de 57 mm (9a) de forma vertical en el pistón mecánico (10 – posavasos \varnothing 10 mm) con pegamento instantáneo (comprobar el ángulo con la escuadra). Asegurarse que el alambre no pueda perforar la membrana (8a) posteriormente..



INSTRUCCIONES DE MONTAJE

13. Cortar el dedo meñique o el dedo anular (8a) del guante (8) a aprox. 28 mm. Deslizar este recorte encima del dedo índice. Poner una gota de pegamento instantáneo en la punta de este recubrimiento (8a) del dedo, y presionarlo en el centro del pistón (10).



Hasta que se haya endurecido, aplicar presión al pistón (aprox. 2 min,) y después retirar el recorte del dedo índice.

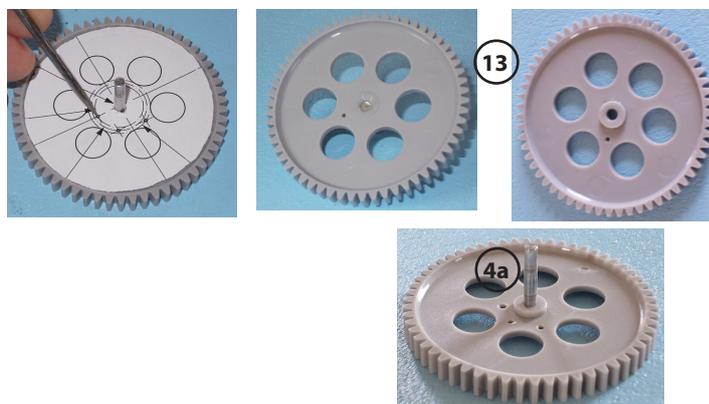
14. Empujar la unidad pistón-membrana como se ilustra por encima del recorte de tubo (7a, 20 mm)



15. En la rueda dentada grande (13), eliminar hasta la mitad el cilindro que sobresale en el centro por un lado, utilizando lentamente una broca de $\varnothing 10\text{mm}$. Recortar el resto al borde con un cutter afilado.

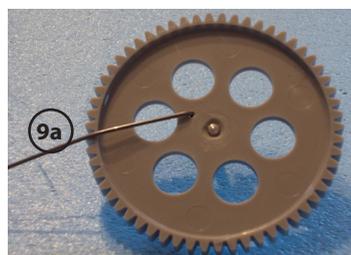
Recortar la plantilla de perforación (pág. 11) y marcar el centro ($\varnothing 3\text{mm}$) con una cruz. Insertar el eje (20 mm) en la rueda dentada y colocar de tal forma que en el lado en el que se ha retirado el cilindro (= Delante), sobresalga 5 mm. Ensartar la plantilla encima del eje desde el lado delantero, y fijar en el centro con cinta adhesiva.

Taladrar el agujero de $\varnothing 1\text{mm}$ en el disco (en un segmento de $\varnothing 14\text{mm}$). Retirar la plantilla. Colocar el eje (4a) al borde de la parte delantera de la rueda.

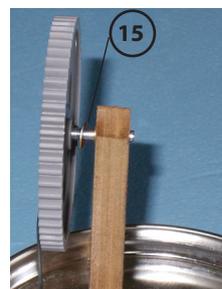


Rueda dentada (13) acabada de taladrar. Lado delantero (cilindro eliminado), Dorso

16. Insertar el extremo doblado del cigüeñal (9a) en esta perforación de la rueda dentada (13)

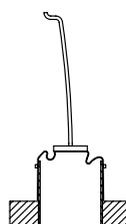


17. Ensartar una arandela U (15) en el eje (4a) y empujar el eje a través de la base (casquillo de latón, 6) en el soporte de máquina.



18. Insertar la unidad émbolo/membrana a modo de prueba en la base de cilindro (1b). El cigüeñal no debería estar torcido. Si ahora se gira la rueda, la membrana debe estar justo a punto de estirarse en el punto muerto inferior, pero no debe llegar al punto de estirarse (ver esquema A).

Esquema A



INSTRUCCIONES DE MONTAJE

19. En esta posición, enrolle una goma (13) cortada en el borde superior, alrededor del tubo, y hacer un nudo medianamente estirado. El tubo no debe, en ningún caso, verse apretado por la liga.

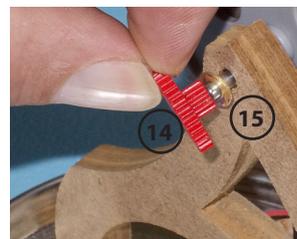


13

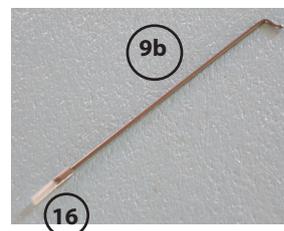
20. Si la membrana está bien fijada, el tubo (7a) se encola en la base de cilindro con pegamento instantáneo o universal. Prestar atención a que no caiga nada de pegamento en la membrana.



21. Desde el lado opuesto, ensartar una arandela U (15) y la rueda dentada pequeña (14) en el eje de tal forma, que el eje se pueda mover sin juego pero con fluidez



22. Ensartar el trozo de tubo (16) en el extremo recto del cigüeñal (9b), hasta la mitad. A continuación, insertar el cigüeñal en una de las perforaciones pequeñas de la rueda dentada pequeña



General:

El acople entre las tapas (3) y el tubo de papel rígido (17) ha sido escogido de tal forma que no pueda haber fugas incluso tras varias separaciones. Se ha intentado que la tapa no esté metida en el tubo de cartón tan rígidamente que no se pueda volver a separar sin causar daños y por tanto fugas.

23. Meter la segunda tapa (3) en el tubo de papel rígido (17) y comprobar el acople. Si la tapa se puede retirar una vez más con facilidad, se puede prescindir del paso de ensamblamiento.

Si la tapa se queda atorada, proceder de la siguiente forma:

Pasar cuidadosamente el filo de unas tijeras alrededor del borde de la tapa para poder tirar la tapa hacia afuera. Repetir este procedimiento de tres a cinco veces, hasta que se pueda retirar fácilmente la tapa.

La base inferior de la tapa no tiene que agrandarse, dado que después de que se haya insertado la base (3b), ésta ya no se tiene que levantar



INSTRUCCIONES DE MONTAJE

24. Insertar el pistón de impulsión desde abajo a través de la perforación de 1 mm de la tapa (3a).



25. Ahora presionar la segunda tapa (3b) como base en el lado no ensanchado del tubo de papel rígido (17)



26. Colocar todo el soporte superior cuidadosamente en el tubo de papel rígido (lado ensanchado).



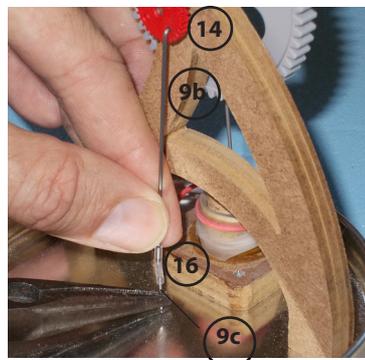
27. Soltar el cigüeñal (9c) del pistón de impulsión.

El pistón de impulsión se encuentra ahora en el punto muerto inferior. Girar el cigüeñal (9b) con la rueda giratoria pequeña (14) hasta que llegue al punto muerto inferior.

En esta posición, colocar el tubo (16) encima del cigüeñal (9c) para unirlo con el cigüeñal (9b).

Ahora levantar el cigüeñal (9c) un poco (máx. 2 mm) con unos alicates de boca plana, y levantar el tubo un poco más. Debe asegurarse que el pistón de impulsión libre justamente la base de la tapa (3b) en el punto muerto inferior de la rueda dentada pequeña.

Retirar una vez más la parte superior de la parte inferior de la lata (no desmontar el pistón de impulsión).



Atención:

Para sacar la parte superior del tubo de papel rígido (17), nunca tirar del montaje, sino siempre levantar por el borde de la tapa.

28. Después del desmontaje, girar la rueda dentada pequeña hacia el punto muerto superior. El pistón de impulsión como mucho debe tocar los tornillos ligeramente en esta posición. Si hay demasiada fricción, el motor no se pondrá en marcha correctamente.

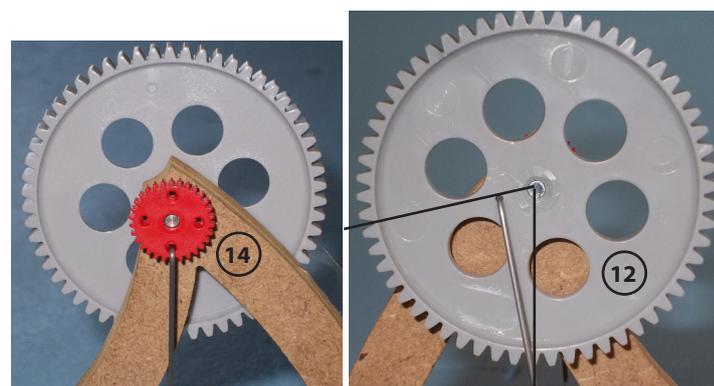


INSTRUCCIONES DE MONTAJE

31. Una vez se ha vuelto a colocar en su sitio la parte superior, el motor está listo para la primera puesta en marcha de prueba.

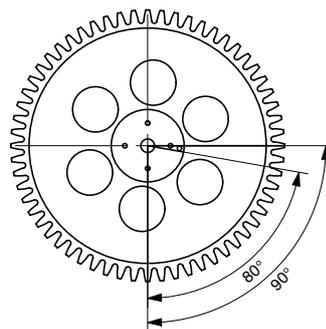
Ajustar los ángulos:

El ángulo entre ambos pistones es de 80-90 grados (ver esquema). Girar la pequeña rueda giratoria hacia el punto muerto inferior, y mantener fija en esta posición. Ahora girar la rueda giratoria grande hacia el punto muerto inferior en el eje. Para que pueda girar por sí sola mediante el calor, el pistón mecánico debe girar a 80-90° del pistón de impulsión. Para ello, posicionar la rueda dentada grande a 80-90° (ver figuras y esquema B pág. 11).
as ruedas se pueden girar en cualquier momento, por ello el ajuste y la corrección se pueden hacer fácilmente.



Delante (14)

Detrás (12)



Puesta en marcha de prueba:

Comprobar que giren libremente las ruedas, corregir en caso de que no sea así. Colocar dos lamparillas en las superficies para ello previstas, y encenderlas. Colocar el motor en el portalamparillas y girar la rueda pequeña de tal forma que el pistón mecánico esté en el punto muerto superior. Después de un tiempo de calentamiento de 20-30 segundos, el motor se puede poner en marcha accionando una de las dos ruedas giratorias.
La dirección del movimiento giratorio viene dada por la relación de la posición de las dos ruedas entre sí. El motor en sí tiene un rendimiento bastante pequeño. Por ello, se debe asegurar que la fricción sea lo mínima posible.

Importante:

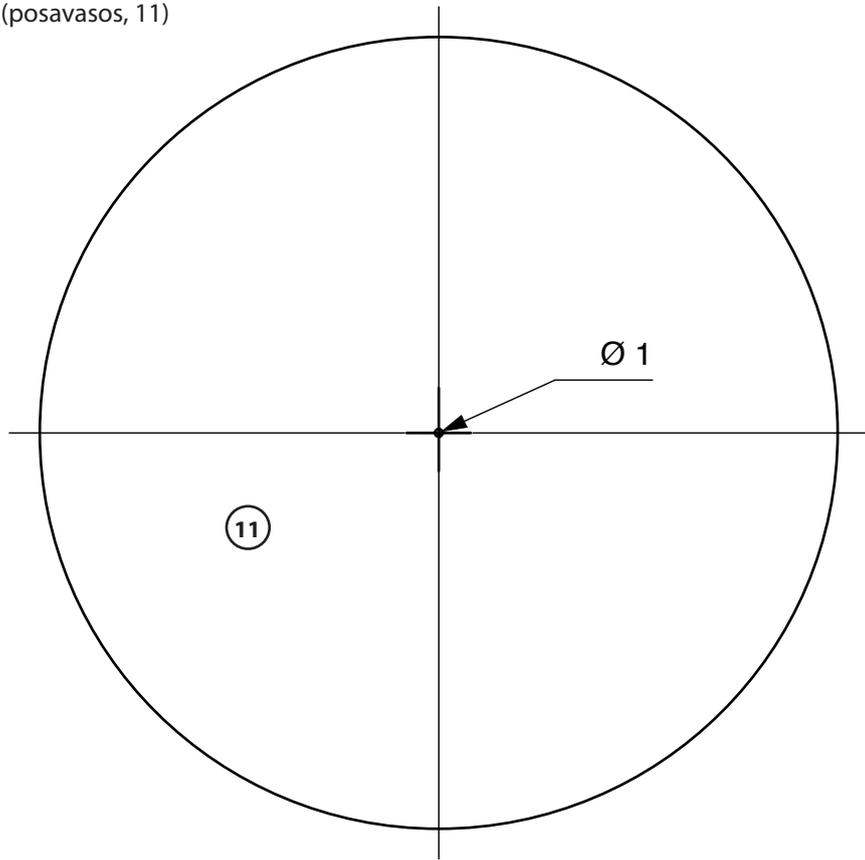
nunca dejar sin supervisión el motor con las velas encendidas.
Cuando están encendidas las velas, el pistón no se debe quedar en el punto muerto inferior, porque la goma espuma se podría quemar

Si el motor no se enciende, se deben analizar las siguientes posibles causas:

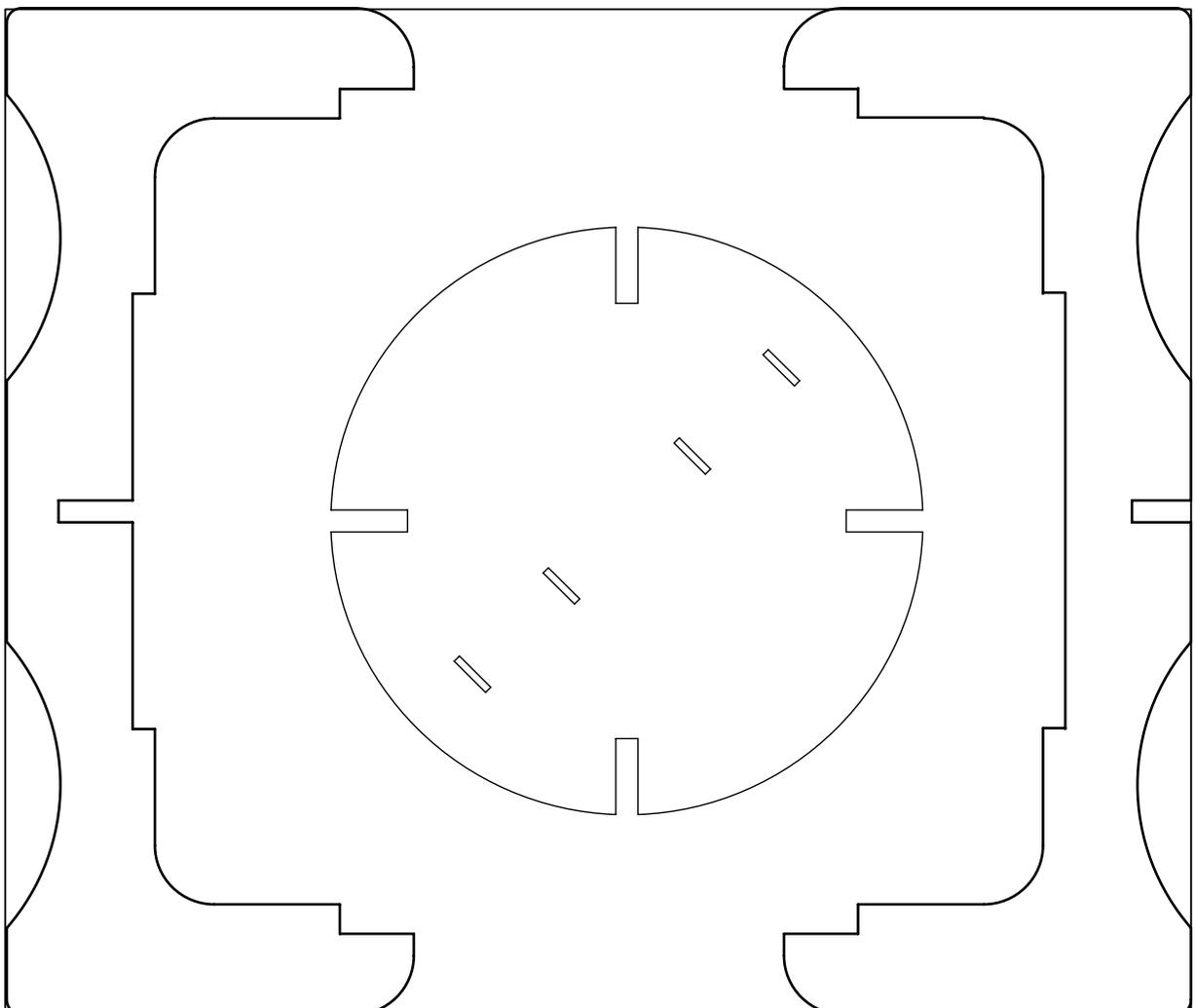
- ¿El pistón mecánico roza contra la base?
- ¿El pistón mecánico roza contra la tapa superior o contra los tornillos con demasiada fuerza?
- ¿El pistón mecánico se queda frenado contra la pared del cilindro, o roza?
- ¿El eje puede girar sin fricción en el casquillo de latón? Si fuera el caso, poner una gota de aceite en el soporte de rotación, y ajustar el juego.
- ¿La "S" de los pistones roza contra el soporte de la máquina?
- ¿El pistón mecánico se mueve sin fricción dentro del cilindro?
- ¿El eje del pistón está torcido dentro del pistón (de forma que se tuerce en la perforación de la rueda giratoria grande)?
- ¿El cigüeñal delantero está torcido en la perforación de la rueda giratoria pequeña?
- ¿El eje giratorio puede moverse sin fricción a través de la perforación de la tapa?
- ¿Hay fugas en la membrana?
- ¿El ángulo entre los pistones es correcto (aprox. 80-90°)?



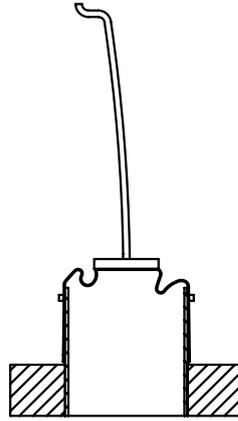
Plantilla Pistón de impulsión (posavasos, 11)
E 1:1



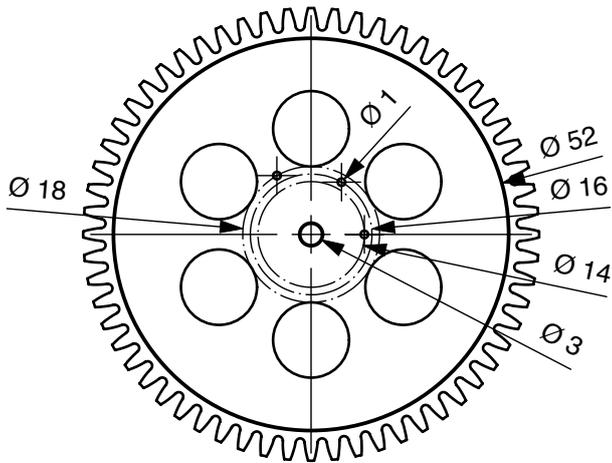
Plantilla Contrachapado (2)
E 1:1



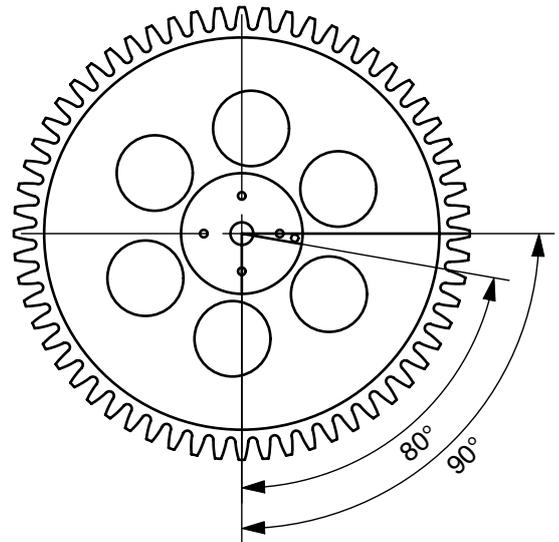
Esquema A
Tensionamiento membrana (9a)



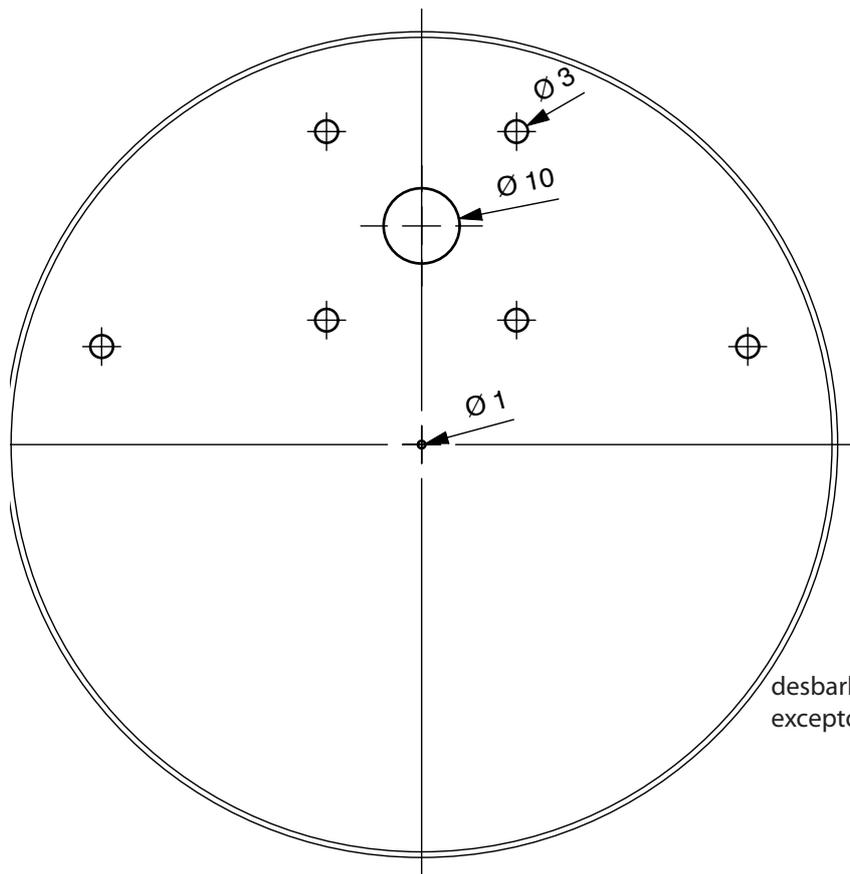
Plantilla Rueda giratoria dentada (13)
E 1:1



Ángulos (Esquema B)
E 1:1



Plantilla Tapa (3a)
E 1:1

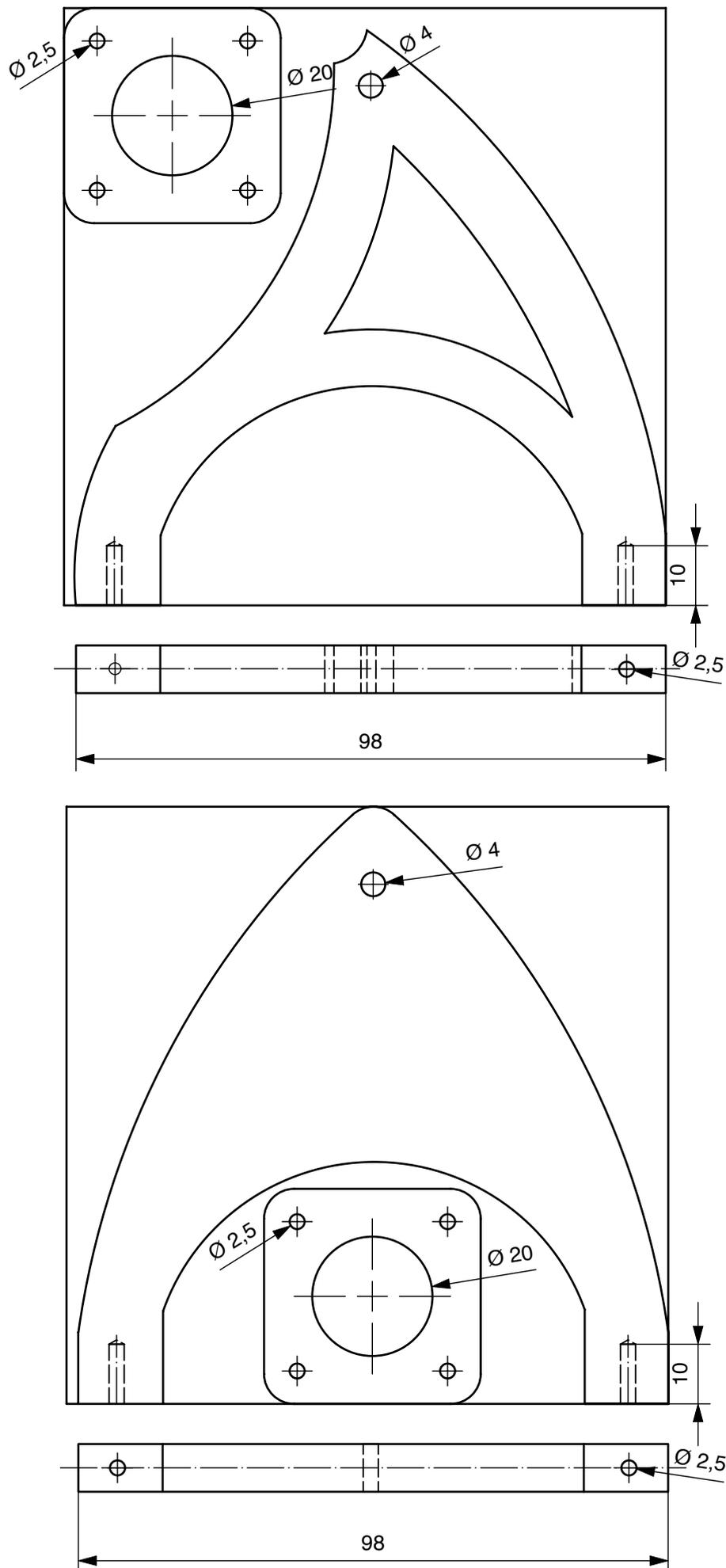


desbarbar todas las perforaciones
excepto la de Ø 1

Plantillas

Placa DM (1)

E 1:1



Vista alzado Motor Stirling

