

RELOJ DE ENGRANAJES DE MADERA Y PÉNDULO ELECTROMAGNÉTICO

“MARIPOSA”

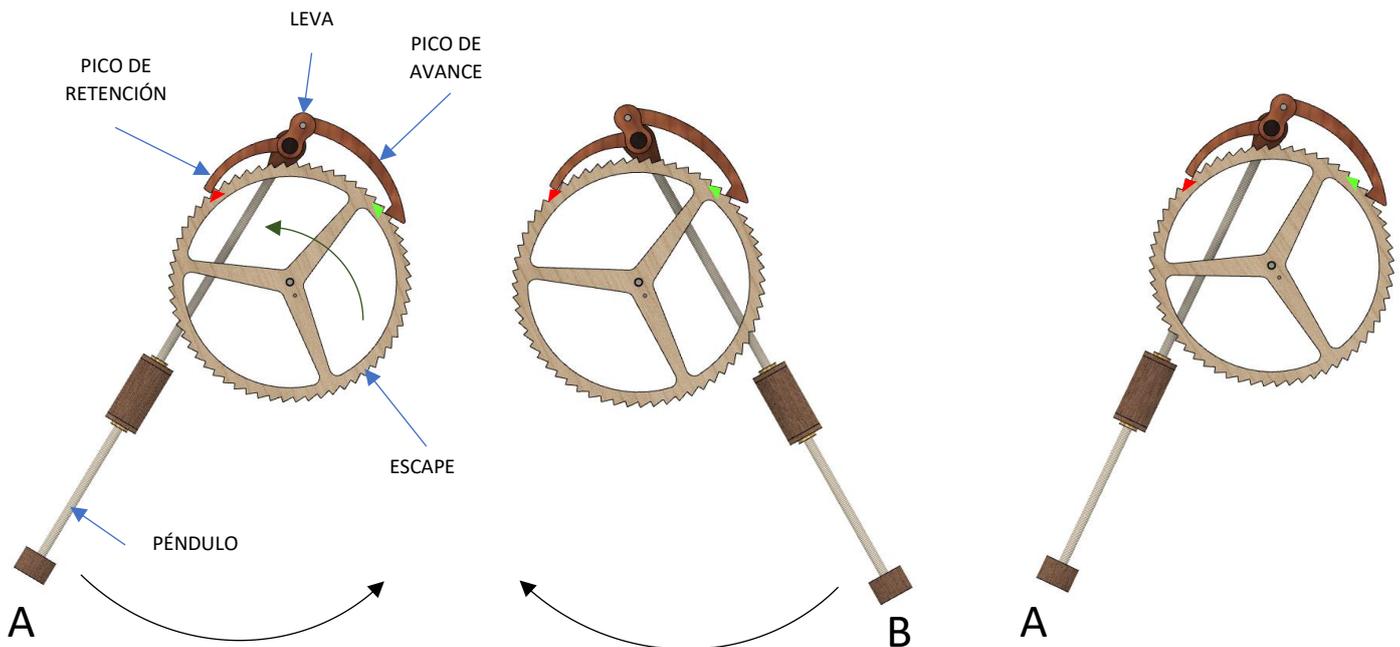
- GUIA DE OPERACIÓN -



1. PRINCIPIOS BÁSICOS DE FUNCIONAMIENTO DEL RELOJ

A diferencia de los relojes tradicionales, en los que bien a través de un muelle o bien a través de un peso se transmite la acción al escape para que este otorgue impulso al péndulo, en este reloj el mecanismo es justamente el opuesto. El péndulo es el que otorga impulso y movimiento al tren de engranajes. Esto se consigue con un movimiento pendular permanente que se obtiene a través de un sistema electromagnético que se detalla más adelante.

El empuje del péndulo se transmite a través de un conjunto formado por una leva y un “pico” de avance que arrastra a la rueda de escape, haciéndola girar en sentido antihorario. Otro “pico” (de retención) evita que la rueda de escape pueda retroceder.

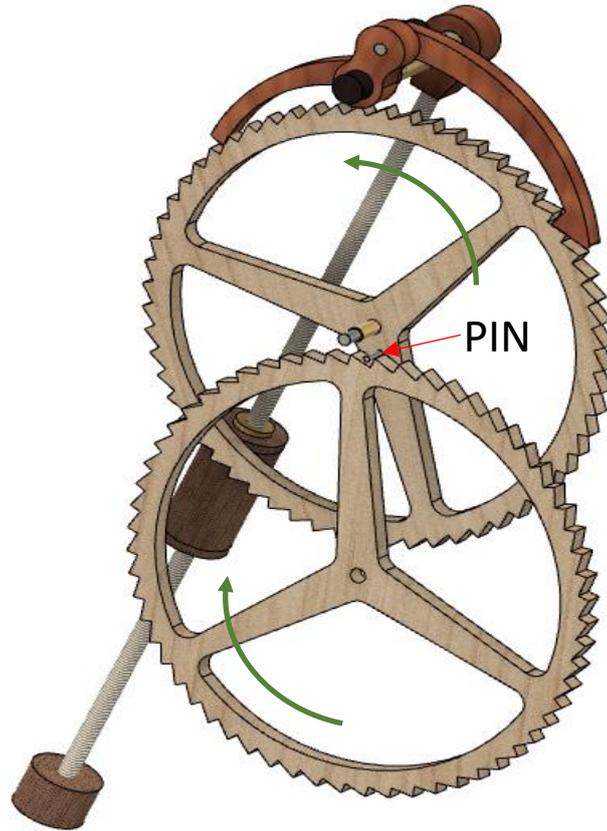


En la posición A el péndulo inicia su camino hacia B. En ese movimiento de A hacia B, el pico de avance arrastra al diente marcado en verde y tira del escape en sentido antihorario. Cuando el péndulo inicia el viaje opuesto desde B hacia A, la fricción entre el pico de avance y la rueda de escape tiende a mover el escape en sentido horario, pero el pico de retención lo evita y el pico de avance salta al siguiente diente. Cuando el péndulo vuelve a la posición A, la rueda de escape se ha movido el equivalente a un diente en sentido antihorario.

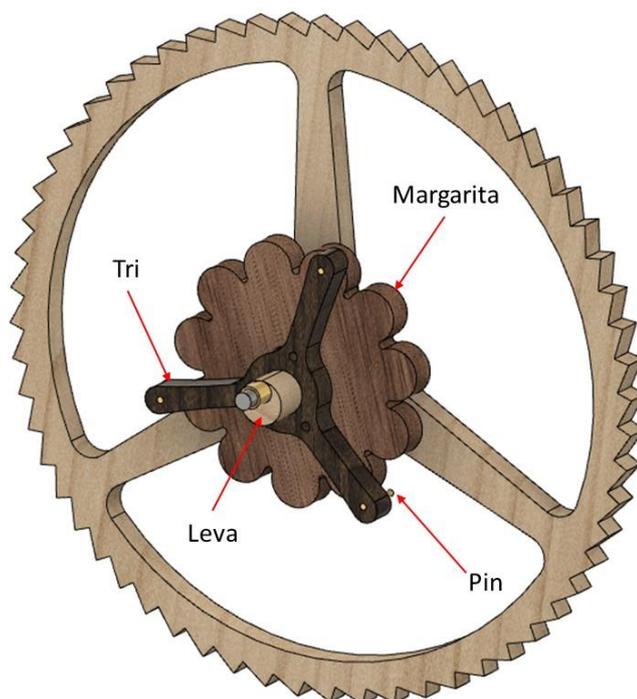
El péndulo está calibrado para que tenga un pulso de un segundo, esto es que tarde un segundo en ir desde A y volver a A, pasando por B. Dado que la rueda de escape tiene 60 dientes, esta tarda 60 segundos en dar una vuelta completa. El escape funciona como el segundero del reloj.

El movimiento del minuterero se obtiene gracias a una segunda corona (corona principal) que es accionada por un pequeño “pin” que sobresale desde uno de los brazos de la rueda de escape. Este “pin” mueve un diente de la rueda principal cada vez que la rueda de escape da una vuelta completa.

La rueda principal dispone también de 60 dientes por lo que tarda una hora en completar una vuelta. Al eje de esta rueda principal se fija la manilla del minuterero.



Finalmente, para obtener el movimiento de la manecilla de las horas, el reloj dispone de un sistema de “margarita” y “tri”. La manecilla del minuterero va unida solidariamente a una leva sobre la que gira libremente la manecilla de la hora. Esta última a su vez es solidaria a un “tri” que es forzado a moverse sobre una margarita con el movimiento que marca la leva. Cada vez que el minuterero da una vuelta completa (cada hora), la manecilla de la hora gira sobre la margarita 30° . De esta forma se consigue marcar las horas ($360^\circ/30^\circ = 12$).

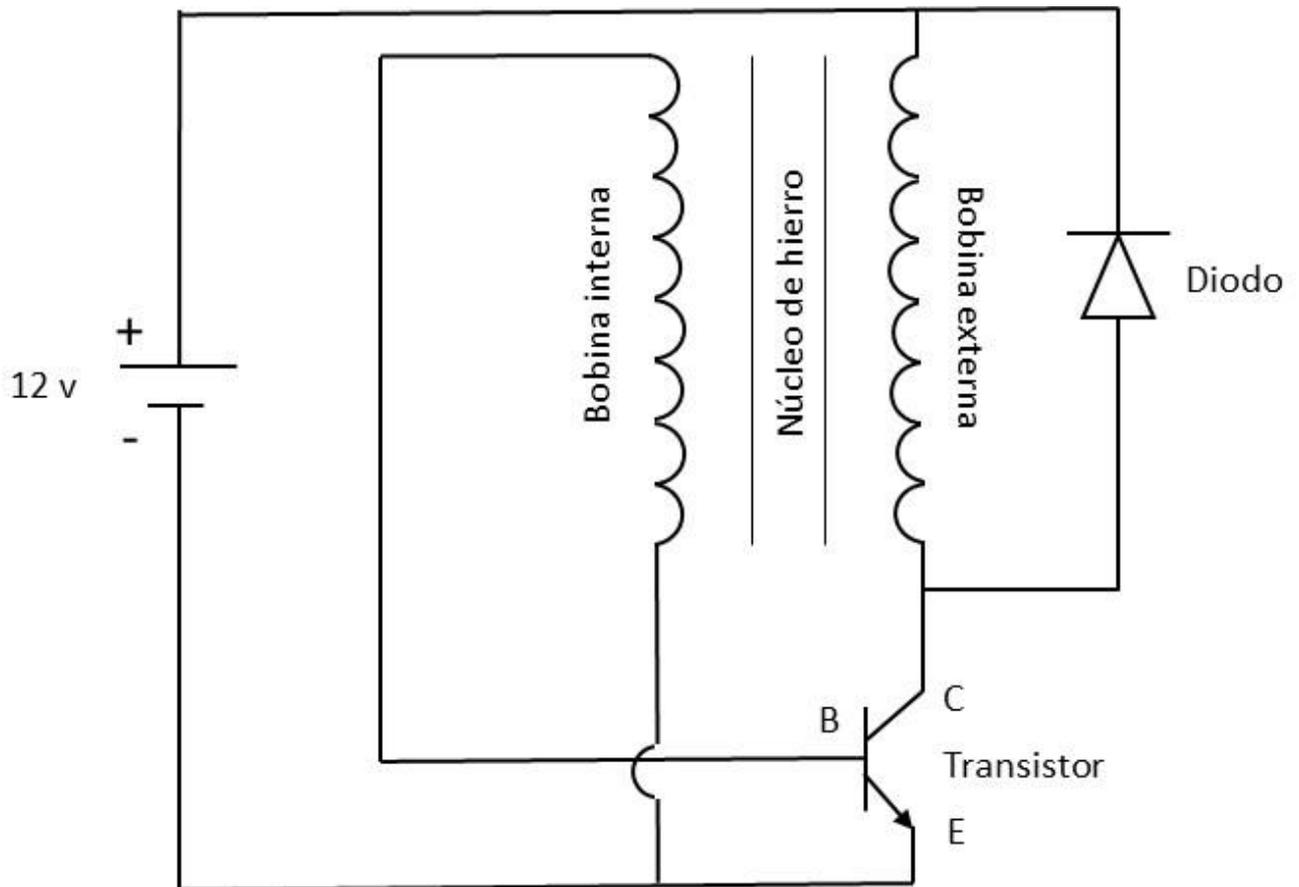


El movimiento perpetuo del péndulo se obtiene con un sistema electromagnético que se oculta en la base del reloj. Este sistema consta de una bobina con dos bobinados, de un transistor y de un diodo. El circuito se alimenta con una fuente de 12 v de corriente continua.

En la parte inferior del péndulo va acoplado un imán de neodimio. Cuando el imán pasa por encima de la bobina, el campo magnético induce a uno de los bobinados que “abre” el transistor y activa el segundo bobinado. Este segundo bobinado induce un campo electromagnético que hace repeler el imán y que por tanto empuja al péndulo. Cada vez que el imán pasa por encima del bobinado es repelido en uno y otro sentido según el vaivén del pendulo.

El diodo no tiene una función especial, simplemente se ha incluido para proteger al transistor.

En el siguiente diagrama se detalla el circuito eléctrico:



2. ESPECIFICACIONES

- Peso total: 1,3 kg aprox.
- Dimensiones:
 - Alto: 38.5 cm
 - Ancho: 26.5 cm
 - Profundo: 14 cm
- Tipo de escape: péndulo electromagnético
- Periodo del péndulo: 1s
- Tren de engranajes: 2 coronas de 60 dientes, margarita y tri
- Transistor: BC547B
- Diodo: 1N4148
- Hilo de cobre: calibre 0.3; 122 metros
- Fuente de alimentación: 12v DC
- Materiales:
 - Contrachapado de tilo
 - Contrachapado fenólico de abedul
 - Tablero de manzonía
 - Redondos de haya
 - Varillas de acero
 - Varilla roscada de latón
 - Tubos de latón y de aluminio
 - Evergreen
 - Cable y aislante eléctrico
 - Clavija jack hembra
 - Rodamientos
 - Imán de neodimio
 - Tornillos y arandelas
 - Tintes varios y barniz mate

Las piezas de madera están cortadas bien con láser, bien con sierra de marquetería o bien con sierra circular y se han superpuesto para dar el grosor necesario a cada elemento.

Algunas piezas se han taladrado en el torno para asegurar la mejor perpendicularidad posible.

Se han aplicado tintes de diferentes colores y barniz en acabado mate a todas las piezas de madera.

Los tubos de latón y los ejes de acero han sido pulidos con lija de grano 2000-3000 para reducir en lo posible la fricción en las rotaciones.

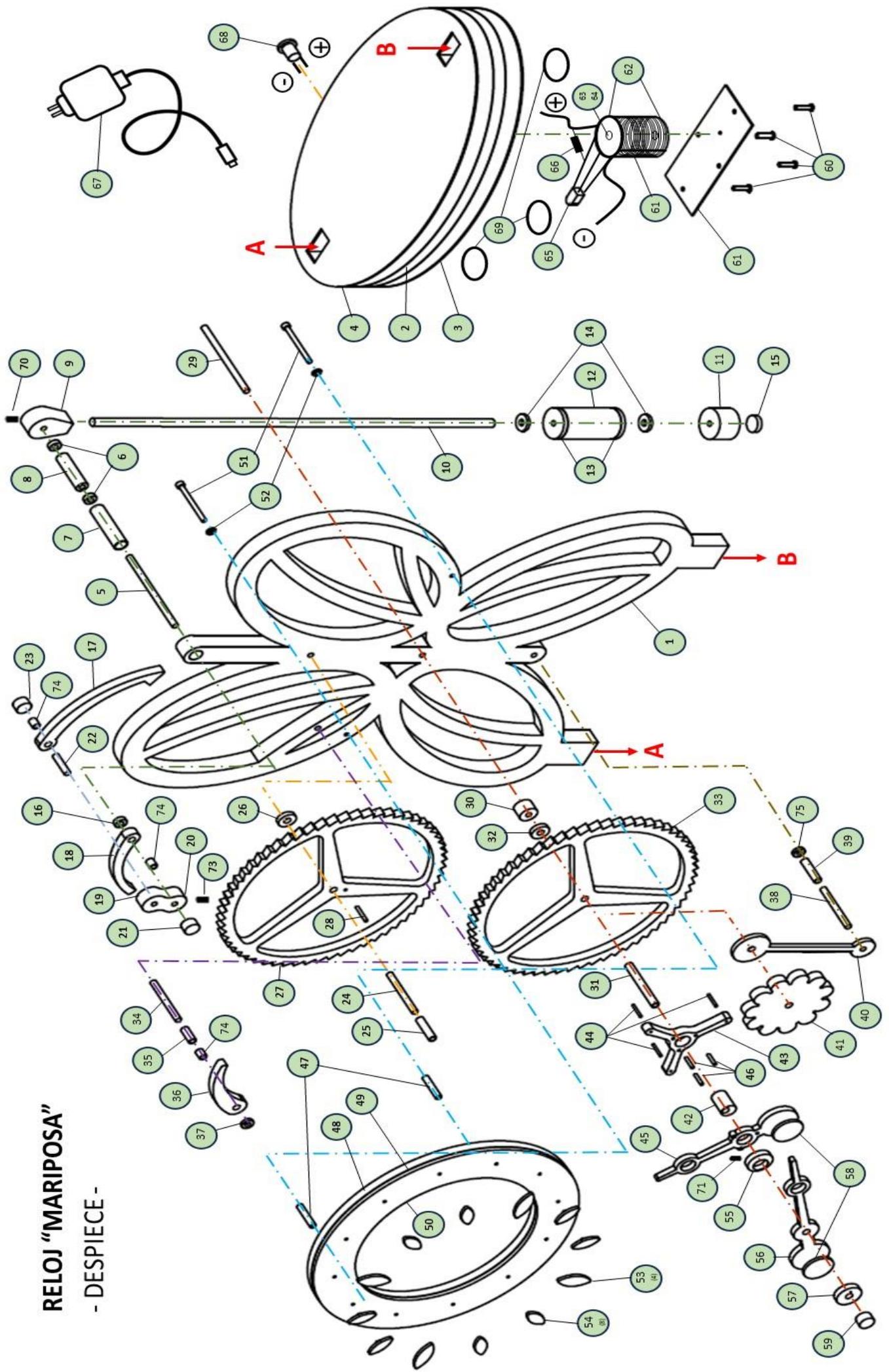
En la tabla y en el despiece que se muestran a continuación se enumeran los diferentes elementos que conforman el reloj.

COMPONENTES

#	Elemento	Cantidad piezas	Total Grosor/Largo (mm)	Diámetro ext. (mm)	Diámetro taladro (mm)	Color tinte	Material
1	Mariposa	4	12	Según plano	Según plano	Cerezo	Contrachapado tilo 3 mm
2	Base centro	3	36	Según plano	Según plano	Cerezo	Contrachapado fenólico 12 mm
3	Base inferior	1	1	Según plano	Según plano	Cerezo	Contrachapado fenólico 1 mm
4	Base superior	1	1	Según plano	Según plano	Cerezo	Contrachapado fenólico 1 mm
5	Eje del péndulo	1	69	4	n.a	n.a	Redondo de acero
6	Rodamientos	2	3	11	4	n.a	Redondo de acero
7	Separador de rodamientos	1	30	5	4	n.a	Tubo de aluminio
8	Tubo latón péndulo	1	36	12	11	n.a	Tubo de latón
9	Cabeza del péndulo	3	9	Según plano	Según plano	Cerezo	Contrachapado tilo 3 mm
10	Varilla roscada	1	300	5	n.a	n.a	Varilla roscada de latón M5
11	Base del péndulo	1	15	22	12 imán y 5 varilla	Caoba/Nogal	Redondo de haya
12	Contrapeso	1	35	22	7	Caoba/Nogal	Redondo de haya
13	Tapas del contrapeso	2	3	22	4	n.a	Contrachapado tilo 3 mm
14	Embellecedores	2	n.a	n.a	n.a	n.a	Arandela cónica de latón
15	Imán	1	3	12	n.a	n.a	Neodimio
16	Arandela de la leva	1	3	12	4	n.a	Contrachapado tilo de 2 mm
17	Pico de avance	2	6	Según plano	Según plano	Cerezo	Contrachapado tilo 3 mm
18	Pico suelto	2	6	Según plano	Según plano	Cerezo	Contrachapado tilo 3 mm
19	Leva frontal	1	3	Según plano	Según plano	Cerezo	Contrachapado tilo 3 mm
20	Leva posterior	2	6	Según plano	Según plano	Cerezo	Contrachapado tilo 3 mm
21	Tapón frontal del péndulo	1	6	12	4	Caoba/Nogal	Redondo de haya
22	Eje superior de la leva	1	15	4	n.a	n.a	Redondo de acero
23	Tapón posterior de la leva	1	6	12	4	Caoba/Nogal	Redondo de haya
24	Eje del escape	1	38	4	n.a	n.a	Redondo de acero
25	Tubo latón del escape	1	19.5	5	4	n.a	Tubo de latón
26	Arandela del escape	1	3	12	5	n.a	Contrachapado tilo 3 mm
27	Escape	2	6	Según plano	Según plano	n.a	Contrachapado tilo 3 mm
28	Pin del escape	1	14	2	n.a	n.a	Redondo de acero
29	Eje de la corona principal	1	68	4	n.a	n.a	Redondo de acero
30	Soporte de la corona principal	1	9	14	4	n.a	Redondo de haya
31	Tubo de latón de la corona	1	43	5	4	n.a	Tubo de latón
32	Arandela de la corona principal	1	3	14	5	n.a	Contrachapado tilo 3 mm
33	Rueda principal	2	6	Según plano	Según plano	n.a	Contrachapado tilo 3 mm
34	Eje del pico lateral	1	38	4	n.a	n.a	Redondo de acero
35	Latón posterior del pico lateral	1	12	5	4	n.a	Tubo de latón
36	Pico lateral	2	6	Según plano	Según plano	Cerezo	Contrachapado tilo 3 mm
37	Arandela frontal del pico lateral	1	2	8	4	n.a	Contrachapado tilo de 2 mm
38	Eje conector de la margarita	1	38	4	n.a	n.a	Redondo de acero
39	Latón del eje conector margarita	1	20	5	4	n.a	Tubo de latón
40	Conector de la margarita	1	3	Según plano	Según plano	Caoba/Nogal	Contrachapado tilo 3 mm
41	Margarita	2	6	Según plano	Según plano	Caoba/Nogal	Contrachapado tilo 3 mm
42	Conector del minuterero y del tri	5	15	Según plano	Según plano	n.a	Contrachapado tilo 3 mm
43	Tri	2	6	Según plano	Según plano	Wengue	Contrachapado tilo 3 mm
44	Pin del tri	3	11	1.5	n.a	n.a	Redondo de latón
45	Hora	2	6	Según plano	Según plano	n.a	Contrachapado tilo de 2 mm
46	Pines de la hora	3	12	2	n.a	n.a	Redondo de latón
47	Tubos laterales del dial	2	20	4	3	n.a	Tubo de latón
48	Dial trasera	1	3	Según plano	Según plano	Wengue	Contrachapado tilo 3 mm
49	Dial interior	1	3	Según plano	Según plano	Wengue	Contrachapado tilo 3 mm
50	Dial frontal	1	3	Según plano	Según plano	Wengue	Contrachapado tilo 3 mm
51	Tornillos del dial	2	37	3	n.a	n.a	Tornillo M3
52	Arandelas del dial	2	1	5	4	n.a	Arandela de latón
53	Ovalos grandes	4	2	Según plano	Según plano	n.a	Contrachapado tilo de 2 mm
54	Ovalos pequeños	8	2	Según plano	Según plano	n.a	Contrachapado tilo de 2 mm
55	Trasera del minuterero	2	6	Según plano	Según plano	n.a	Contrachapado tilo de 2 mm
56	Minuterero	2	6	Según plano	Según plano	n.a	Contrachapado tilo de 2 mm
57	Delantera del minuterero	2	6	Según plano	Según plano	n.a	Contrachapado tilo de 2 mm
58	Contrapesos de las manecillas	2	2	20	n.a	n.a	Manzonía 2 mm
59	Tapón del eje central	1	6	12	4	Caoba/Nogal	Redondo de haya
60	Tornillos de la base	4	n.a	n.a	n.a	n.a	Tornillo de latón
61	Hilo de cobre del bobinado	2	12,200	0.3	n.a	n.a	Hilo de cobre aislado
62	Tapas de la bobina	2	1	27	4	n.a	Chapa de evergreen
63	Núcleo de la bobina	1	37	4	n.a	n.a	Redondo de acero
64	Aislante del núcleo	1	35	n.a	n.a	n.a	Aislante eléctrico
65	Transistor	1	n.a	n.a	n.a	n.a	BC547B
66	Diodo	1	n.a	n.a	n.a	n.a	1N4148
67	Fuente de alimentación	1	n.a	n.a	n.a	n.a	12 v
68	Clavija hembra de alimentación	1	n.a	n.a	n.a	n.a	Clavija jack
69	Redondos de la base	3	2	30	n.a	n.a	Manzonía 2 mm
70	Tornillo de apriete del péndulo	1	5	n.a	n.a	n.a	Tornillo pasante M2
71	Tornillo de apriete del minuterero	1	5	n.a	n.a	n.a	Tornillo pasante M2
72	Tapas del hueco de la bobina	1	0.6	Según plano	Según plano	n.a	Contrachapado fenólico 1 mm
73	Tornillo de apriete de la leva	1	5	n.a	n.a	n.a	Tornillo pasante M2
74	Tubos de latón de picos	3	6	5	4	n.a	Tubo de latón
75	Arandela conector en eje principal	1	2	15	5	n.a	Contrachapado tilo de 2 mm

RELOJ "MARIPOSA"

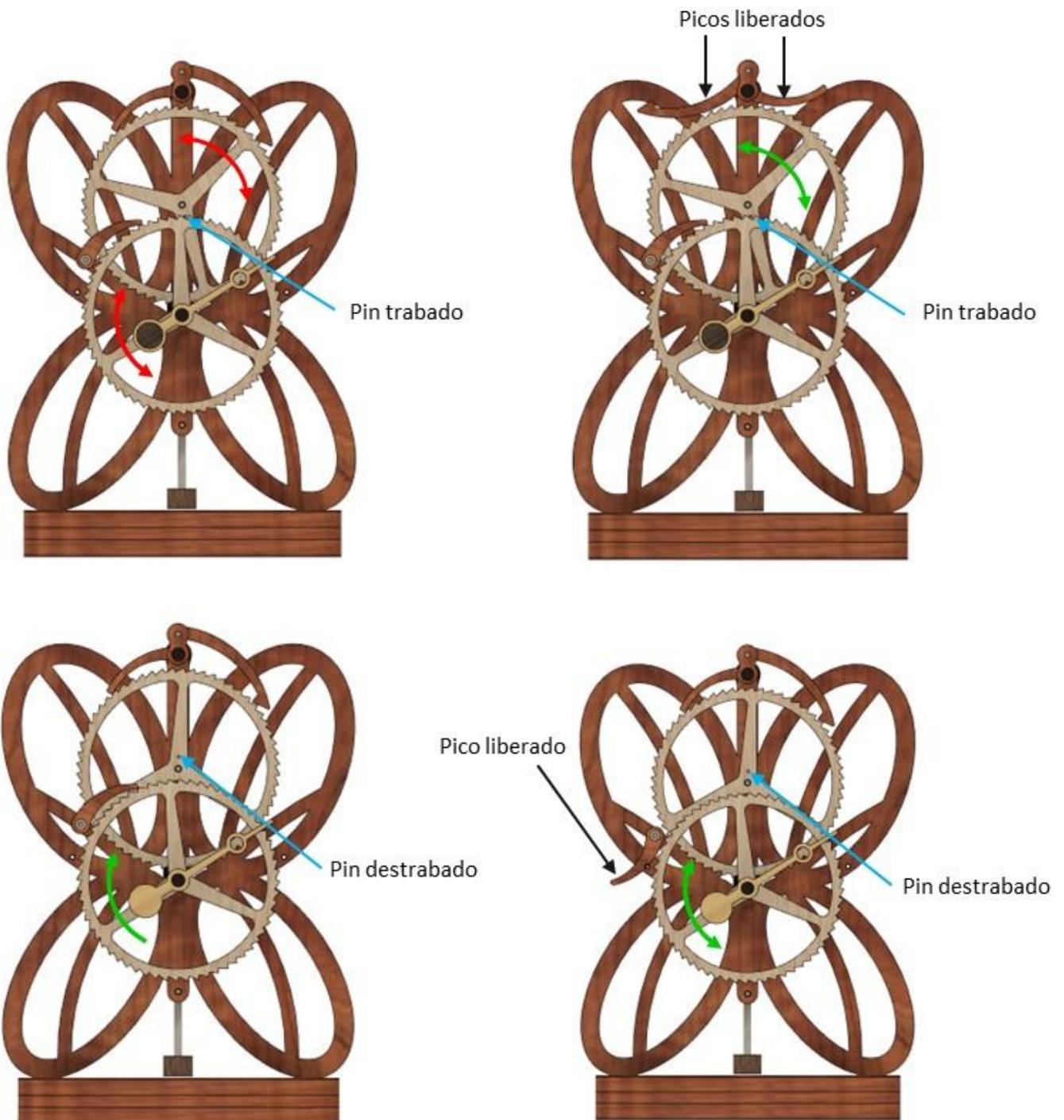
- DESPIECE -



3. AJUSTES Y MANTENIMIENTO

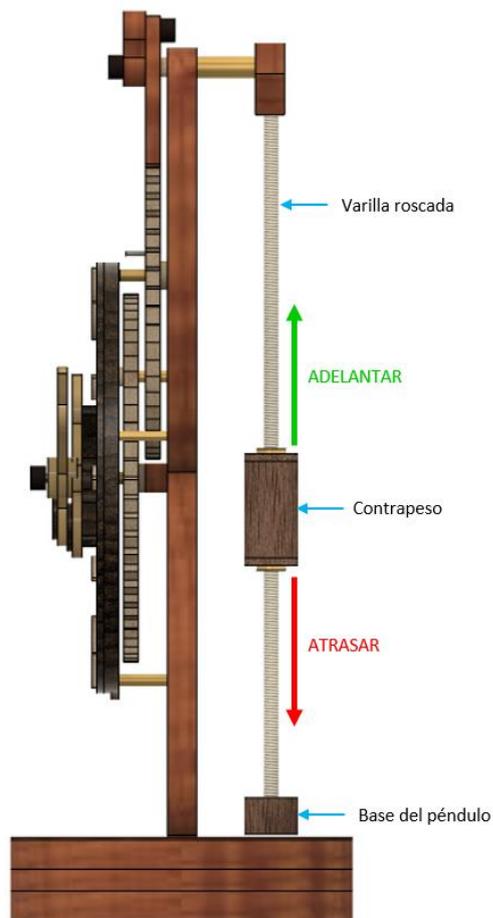
Para poner el reloj “en hora” basta con mover únicamente la manecilla del minuterero dado que la misma ya arrastra a la manecilla de la hora a través de la leva, del tri y de la margarita. No es necesario mover la manecilla de la hora.

Ahora bien, para poder mover la manecilla del minuterero es necesario que el pin del escape no esté interactuando con los dientes de la corona principal. Si este fuera el caso es necesario levantar los picos de avance y antirretroceso del escape y girar el escape para destrabar el pin de la corona principal. Una vez que la corona principal este libre del pin del escape, el minuterero se puede mover libremente en sentido horario. Si se quiere mover el minuterero en sentido antihorario es preciso levantar el pico lateral de la corona principal.



El reloj se puede adelantar o atrasar manipulando el contrapeso del péndulo. Si se gira el contrapeso en sentido antihorario este sube y lo contrario, si se gira en sentido horario el contrapeso baja. Al **subir el contrapeso se adelanta el reloj y al bajarlo se retrasa**.

La varilla roscada puede girarse para variar la altura a la que se conecta con la cabeza del péndulo y cambiar con ello la distancia del imán a la base del reloj. Esta distancia está calibrada (1 mm aprox.) para que el péndulo oscile sin interferencias. Si la distancia es muy grande no se activa el campo electromagnético de repulsión y por tanto el péndulo termina parándose. De igual forma si la distancia es muy pequeña entonces el núcleo de la bobina ejerce una atracción mayor a la que genera el campo de repulsión e igualmente el péndulo termina parándose. Es por ello necesario evitar girar la varilla roscada a la hora de manipular el contrapeso. Eso se consigue sujetando firmemente la base del péndulo al girar el contrapeso.



Por lo que se refiere al mantenimiento el reloj no necesita de ninguna atención especial. Simplemente hay que limpiar el polvo periódicamente con una brocha fina. Si el reloj está protegido con una urna entonces esta labor no será necesaria.

El reloj no precisa de lubricación alguna.