

CAMBIO DEL MUELLE DE BARRILETE.

El cambio del muelle del barrilete es una operación de las que llamaríamos “delicada”, por su trascendencia en el funcionamiento final del reloj.

Una buena amplitud en el movimiento oscilante, o sea una buena marcha, del reloj dependerá mucho de la operación antes mencionada.

Pero los relojeros reparadores no disponen a veces de la tecnología necesaria para proceder a una buena instalación del muelle, lo que a la larga conlleva un mal funcionamiento de los relojes.

Para evitar estos problemas es necesario un conocimiento lo más amplio posible sobre las características de los muelles, así como efectuar los cálculos más acertados posibles para determinar las características del nuevo muelle.

Hay que tener en cuenta que algunas grandes manufacturas de relojes, que vigilan constantemente la buena calidad de sus muelles reales, proceden a reponer el barrilete en su conjunto, no cambian, ni limpian, ni engrasan el muelle real.



Fig. 1 – Barrilete

Motivos para el cambio del muelle real.

El principal motivo para el cambio de un muelle real resulta evidente: que esté roto. Sin embargo, en el caso de restauraciones de relojes antiguos puede resultar interesante repararlos; evidentemente el momento de fuerza que van a proporcionar será inferior a uno nuevo, pero en cualquier restauración hay que intentar mantener el reloj con sus piezas originales.

En relojes nuevos deberemos proceder a la sustitución del muelle real cuando no proporcione la fuerza necesaria para el buen funcionamiento del reloj: rajado, oxidado, desgastado, deformado, “fatigado”, etc.

Recomendaciones de seguridad.

El cambio del muelle real es una operación delicada, no sólo por su repercusión en el funcionamiento del reloj, sino por su peligrosidad.

Efectivamente, la manipulación del muelle puede resultar peligrosa para el relojero reparador al tratarse de un dispositivo lleno de energía potencial a la

espera de ser liberada. Al “saltar” puede causar laceraciones, lesiones en los ojos y destruir partes del reloj.

Por eso, **SIEMPRE**:

- Quite la fuerza del muelle antes de manipularlo,
- Utilice equipos de protección individual (EPIs) para su manipulación: gafas protectoras y guantes (preferiblemente de cuero),
- Proceda muy cuidadosamente.

CÁLCULO DEL MUELLE.

La intuición y el cálculo teórico nos dice que la fuerza proporcionada por un muelle en espiral aumenta regularmente con el número de vueltas de armado, es decir, cuantas más veces está enrollado sobre si mismo más tensión/fuerza proporcionará. Esto es así para un muelle que se desarrolla libremente, como es el muelle espiral del volante del reloj.

Las características no son las mismas para un muelle que se encuentra encerrado dentro del barrilete, ya que las espiras del muelle presionan fuertemente las unas contra las otras, lo cual introduce un rozamiento que falsea los cálculos. En este caso particular el rozamiento juega un papel regulador, las primeras vueltas de armado presentan grandes variaciones de fuerza, mientras que para las últimas vueltas la fuerza suministrada es más constante.

Por esta razón buscamos un muelle de un número de vueltas de desarrollo grande como por ejemplo 7, de estas siete vueltas las tres últimas se utilizarán para una marcha de 24 horas y las cuatro restantes como+ la reserva de marcha.

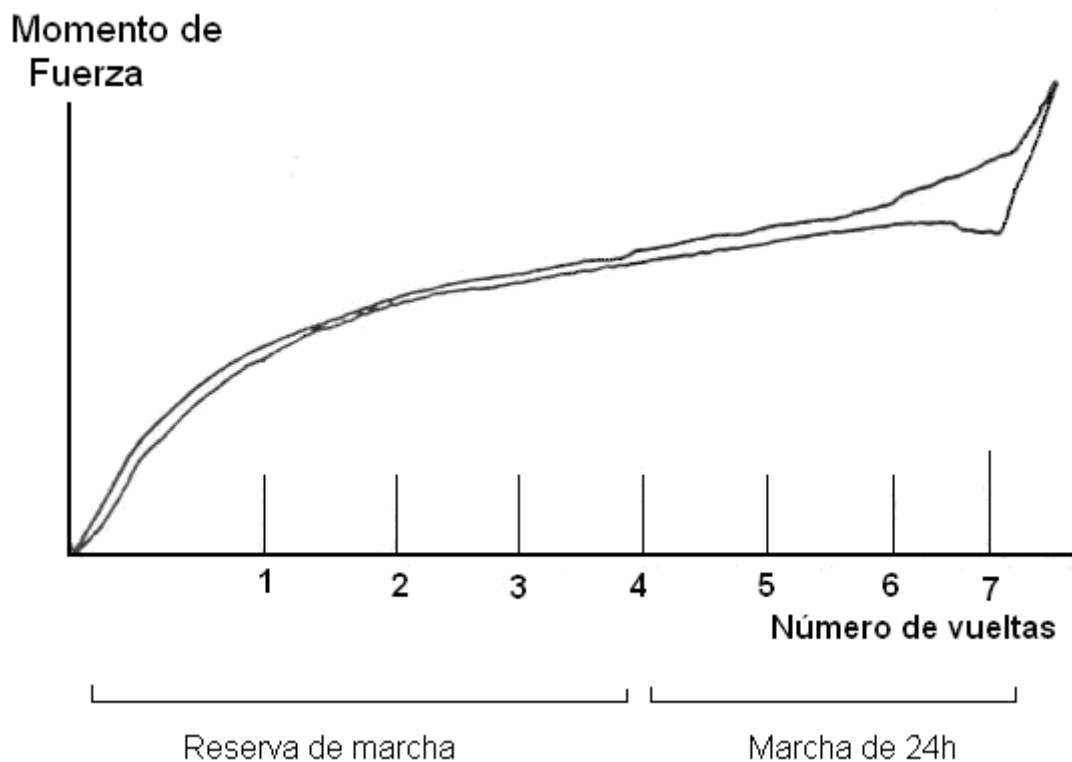


Fig. 2 – Momento de fuerza del muelle de un reloj de bolsillo.

Evidentemente, dos muelles idénticos pero contruidos con materiales diferentes tendrán un rendimiento diferente, el momento de fuerza proporcionado será distinto, pero la forma de la curva será prácticamente la misma, desplazada un poco más arriba o un poco más abajo.

En la Fig.2 se aprecia claramente que el momento de fuerza proporcionado por el muelle real resulta particularmente elevado y estable en las últimas vueltas de armado; en las primeras vueltas la fuerza proporcionada es menor y más variable, es por esto que deben considerarse como reserva de marcha. Hay que procurar que el reloj funcione siempre con el muelle en las últimas vueltas, con tensión. De ahí la costumbre de muchos usuarios de estar dando cuerda al reloj de manera casi continua.

El reloj deberá marchar 24 horas como mínimo, pero hay que prever una marcha teórica de 36 o 42 horas. Es sobre esta base que calculamos el muelle a sustituir.

Para proceder al cálculo empezamos contando el número de dientes del barrilete y las alas del piñón de la rueda de centro. Supongamos que son 84 y 12 respectivamente. Su relación es:

$$84 / 12 = 7$$

Lo que indica que 1 vuelta del barrilete se corresponde con 7 vueltas de la rueda de centro. Recordar que la rueda de centro es la que lleva encastada la aguja de minutos, por lo tanto tendremos:

1 vuelta de barrilete corresponde a 7 horas de marcha,
6 vueltas de barrilete corresponden a $6 \times 7 = 42$ horas de marcha,
7 vueltas de barrilete corresponden a $7 \times 7 = 49$ horas de marcha.

Lo que intentamos conocer son las dimensiones del muelle real que deberemos usar, usualmente los datos de que dispondremos serán:

- Las horas de reserva de marcha que consideramos debe tener el reloj,
- El tamaño del barrilete: su radio y su altura.

Para realizar los cálculos a la antigua usanza podemos usar la siguiente tabla que los facilita enormemente:

Número de vueltas máximo de desarrollo para un radio interior de barrilete de 1mm

Número de vueltas de desarrollo	e – Grosor del muelle	L - Longitud del muelle	d – Diámetro del árbol
5	0,0249	53,085	0,7968
5 ¼	0,0241	55,607	0,7698
5 ½	0,0239	56,088	0,7648
5 ¾	0,0235	57,361	0,7520
6	0,0231	58,791	0,7382
6 ¼	0,0227	60,133	0,7256
6 ½	0,0225	61,619	0,7120
6 ¾	0,0219	62,648	0,7018
7	0,0215	64,260	0,6888
7 ½	0,0209	66,800	0,6690
8	0,0203	69,400	0,6490
9	0,0192	74,200	0,6130
10	0,0182	79,100	0,5820
11	0,0173	83,800	0,5540
12	0,0165	88,400	0,5290

Conviene indicar que al número de vueltas obtenido mediante la utilización de la tabla anterior, hay que sumarle una más para los números de vueltas desde el 5 al 6; y por encima de 6 vueltas habrá que sumarle una vuelta y media más. La razón está en que esta tabla nos proporciona valores ideales, sin contar con los espacios que ocupan la brida de frenado y el coquillón (anillo de árbol de cubo o *bonde*) del muelle real.

Además, la altura del muelle no será la misma que la altura del barrilete (medida del vaciado interior del cubo de barrilete) hay que deducir, como seguridad a fin de evitar su rozamiento con la tapa del cubo de barrilete:

- 0,05 mm. en los pequeños movimientos (reloj de pulsera).
- 0,10 mm. para los movimientos grandes (reloj de bolsillo).
- 1,00 mm. en los de Pared y de sobremesa (reloj de péndulo).

Resulta práctico utilizar esta tabla para los cálculos, ya que es suficiente con multiplicar las cifras que nos da como resultado por el radio interior del barrilete para obtener los valores buscados del muelle.

Ejemplo: El diámetro interior del barrilete mide 17,50 mm y su vaciado interior (altura) es de 2,65 mm.

En este caso el radio interior del barrilete será de 8,75 mm.

Realizaremos el cálculo para $6 + 1 = 7$ vueltas ya que convenimos que la reserva de marcha que deseamos es de 42h, que se corresponde con 6 vueltas del barrilete y le añadimos una vuelta (estamos de 5 a 6 vueltas).

Buscamos en la tabla en la fila de 7 vueltas y obtenemos los siguientes valores:

e – Grosor del muelle	L - Longitud del muelle	d – Diámetro del árbol
0,0215	64,260	0,6888

Dado que estos valores se corresponden a un radio interior de 1mm. no tendremos más que multiplicarlos por el radio del barrilete de nuestro ejemplo para obtener los valores que deseábamos conocer:

<i>E</i>	Grosor del muelle	$e = 0,0215 \times 8,75 = \mathbf{0,188 \text{ mm.}}$
<i>L</i>	Longitud del muelle	$L = 64,26 \times 8,75 = \mathbf{562 \text{ mm.}}$
<i>D</i>	Diámetro del coquillón	$d = 0,6888 \times 8,75 = 6,02 \text{ mm.}$
<i>h</i>	Altura del muelle	$h = 2,65 - 0,10 \text{ mm} = \mathbf{2,55 \text{ mm.}}$

Otro ejemplo. *Un reloj de pulsera con un barrilete de 70 dientes y piñón de centro de 10 alas. Diámetro interior del barrilete de 5,20 mm, vaciado interior (altura) del barrilete 0,95 mm.*

La relación entre los dientes de la rueda de barrilete y las alas de la ruda de centro es:

$$70 / 10 = 7$$

La misma que antes: una vuelta de barrilete se corresponde con 7 horas.

En este caso usaremos 5 vueltas de desarrollo del muelle real, con lo cual obtendremos:

$$5 \times 7 = 35 \text{ horas de marcha.}$$

Para el cálculo del muelle correcto buscamos en la tabla en la fila de 6 vueltas (recordar que debemos sumar una vuelta más $5 + 1 = 6$, por movernos en un número de vueltas de 5 a 6).

El radio del barrilete es de 2,60 mm.

Las mediadas que obtenemos son:

<i>e</i>	Grosor del muelle	$e = 0,0231 \times 2,60 = \mathbf{0,06 \text{ mm.}}$
<i>L</i>	Longitud del muelle	$L = 58,791 \times 2,60 = \mathbf{153 \text{ mm.}}$
<i>d</i>	Diámetro del coquillón	$d = 0,7382 \times 2,60 = 1,92 \text{ mm.}$
<i>h</i>	Altura del muelle	$h = 0,95 - 0,05 = \mathbf{0,90 \text{ mm.}}$

INFLUENCIA DEL GROSOR, DE LA ALTURA Y DE LA LONGITUD EN EL MUELLE.

Grosor.

De estas tres características del muelle su grosor e es el que afecta de una forma más importante en el momento de fuerza proporcionado el muelle. Esto se muestra claramente al observar la fórmula matemática que nos relaciona el grosor con el momento de fuerza: figura en la fórmula elevado al cubo, lo que demuestra su importancia en los cálculos a realizar. En un escrito posterior expondremos esta y otras fórmulas utilizadas para el cálculo del muelle real.

Ejemplo: Un reloj de 19" que dispone de un muelle de grosor 0,19 mm y el momento de fuerza medio es de 2800 gramos / mm.

Si cambiamos el muelle y lo sustituimos por uno de 0,18 mm de grosor la fuerza motriz se verá reducida, manteniéndose aproximadamente en un 85%:

$$0,18 / 0,19 = 0,85$$

El momento de fuerza que era de 2800 gramos / mm, pasará ahora a:

$$2800 \times 0,85 = 2380 \text{ gramos / mm}$$

Altura.

La altura del muelle, tiene un papel menos importante y nos basaremos en las normas que marca la tabla y los cálculos anteriores.

Longitud.

En cuanto a la longitud, le momento de fuerza no se ve sensiblemente afectado aunque, en un momento dado, se le puedan añadir o quitar algunos milímetros o incluso en algunos casos centímetros, pero siempre sin afectar sensiblemente al número de vueltas de desarrollo del muelle.

INFLUENCIA DEL LUBRICANTE EN EL RENDIMIENTO DE UN MUELLE.

Realizando pruebas con distintos tipos de grasa utilizada, obtendremos distintos rendimientos.

Aquí mostramos los lubricantes más utilizados junto con los resultados rendimientos obtenidos.

Tipo de lubricante	Rendimiento obtenido
a Grasa grafitada	94,0%
b Grasa sintética	93,5%
c Lubricante estabilizado	91,0%
d Grasa S.D.	88,0%
e Aceite para barrilete	90,5%

BIBLIOGRAFÍA

Notes pratiques pour l'horloger, G.-ABemer.