

# CURSO DE RELOJOARIA

## TECNOLOGIA

*Por, LUÍS SILVA*

[Introdução](#)

1ª Parte (Capítulo 1 ao 17)

2ª Parte (Capítulo 18 ao 31)

3ª Parte (Capítulo 32 ao 44)

3ª Parte (Capítulo 45 ao 54)

# **CURSO DE RELOJOARIA**

## **I PARTE**

**CAPÍTULOS**

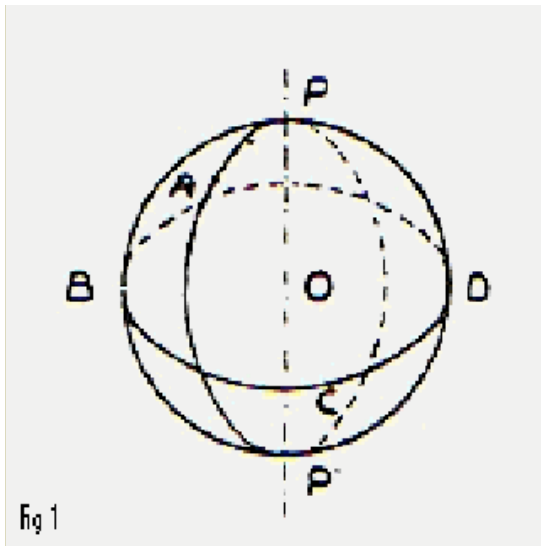
1. AS DIVISÕES DO TEMPO
2. ANTIGOS APARELHOS
3. OS RELÓGIOS
4. OS RELÓGIOS DE USO PESSOAL
5. A CAIXA
6. O “ÉBAUCHE” DO RELÓGIO
7. O MECANISMO DE DAR CORDA E DE ACERTAR O RELÓGIO
8. O MOTOR
9. A CORDA E AS BRIDAS
10. DIMENSÕES DA CORDA
11. AS RODAGENS
12. NOTAS SOBRE O CALCULO DAS RODAGENS
13. CÁLCULO DO NÚMERO DE ALTERNÂNCIAS POR HORA
14. OS DENTES DAS ENGRENAGENS
15. O MÓDULO
16. OS “PIVOTS”
17. AS PEDRAS

## **1. AS DIVISÕES DO TEMPO**

Noções do tempo. A relojoaria tem por objecto medir o tempo, ora, quem diz medir, diz unidade. A medição do tempo repousa na escolha de uma unidade de tempo, tal como uma medida de comprimento se baseia na escolha duma unidade de comprimento.

A unidade de tempo define-se pelo espaço de tempo que decorre entre dois fenómenos periódicos que se admitem como constantes. Os fenómenos astronómicos podem ser, também, tomados como padrão de tempo, e os mais frequentes desses fenómenos são a rotação da Terra sobre si mesma, o movimento de transladação da Terra em volta do Sol, o movimento dos planetas, a sucessão das estações, as fases da Lua.

Dia solar verdadeiro. O dia solar verdadeiro é o tempo que o Sol leva a voltar à mesma posição em relação a nós.



A Terra gira em torno de uma linha imaginária, o eixo da Terra, que a atravessa em dois pontos, P e P' chamados pólos ( Fig. 1)

O equador é a linha BCD que contém todos os pontos de superfície da Terra igualmente afastados dos dois pólos. O plano do equador passa pelo centro da Terra.

O plano que passa por um ponto A da superfície da Terra e que corta o eixo P P', é o plano do meridiano do ponto A; corta a superfície da Terra em duas partes iguais e determina a curva PAP' que é o meridiano de A.

O centro do Sol passa, em cada dia, no plano do meridiano PAP', por exemplo; o tempo que decorre entre duas passagens consecutivas, é o dia solar verdadeiro. Esta duração não pode ser empregada como unidade de tempo porque é irregular, visto ser variável a distância entre o Sol e a Terra.

Dia solar médio. Para obviar a este inconveniente, escolheu-se como. Unidade de tempo, o dia solar médio, cuja duração invariável se obtém por média de todos os dias solares verdadeiro contidos num ano. O dia solar médio refere-se a um sol fictício animado dum movimento uniforme.

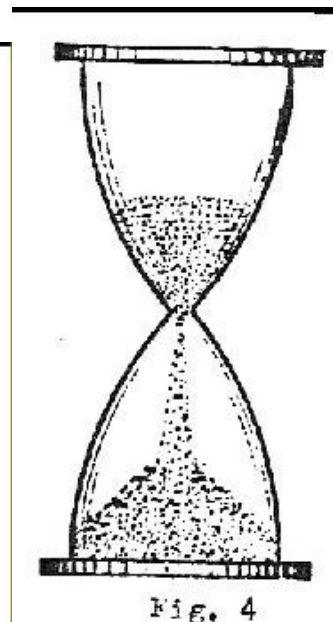
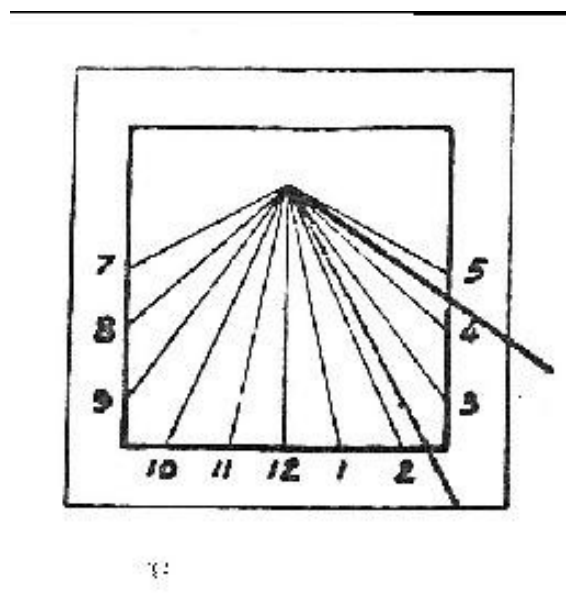
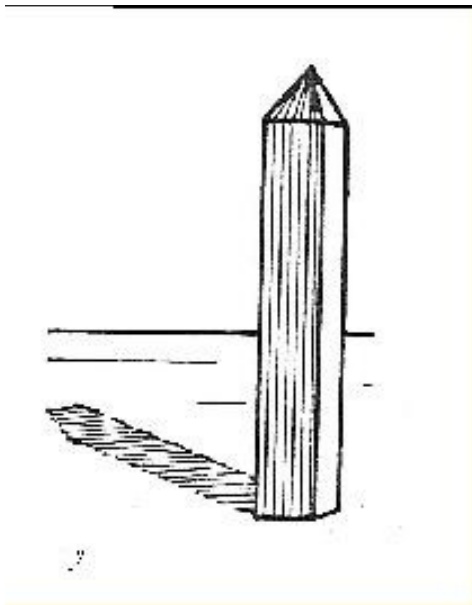
O dia solar médio está dividido em 24 horas, cada hora divide-se em 60 minutos de 60 segundos cada um.

O dia civil, é o dia solar médio que começa à meia noite média. È preciso, portanto não considerar senão o tempo médio, que é o indicado pelos relógios.

## 2. ANTIGOS APARELHOS DE MEDIR O TEMPO

Compreende-se facilmente que a observação dos astros não está ao alcance de todos para se determinar a hora. Desde os mais remotos tempos, os homens preocuparam-se em encontrar processos práticos para medirem o tempo.

Serviram-se do gnómon, do relógio de sol, da clepsidra e da ampulheta.



No gnómon (Fig. 2), como no relógio de sol (Fig. 3), o tempo é indicado pela orientação da sombra projectada por um corpo de forma apropriada, obelisco, ponteiro, convenientemente orientado.

A clepsidra ou relógio de água, é formada por um vaso constantemente alimentado de água. No fundo desse vaso há um pequeno orifício que deixa escorrer a água, gota a gota, num segundo recipiente, em cujo lado estão marcadas as horas. A água, atingindo sucessivamente cada uma das divisões, indica as diferentes horas do dia ou da noite.

Os chineses utilizaram ainda relógios de fogo, nos quais o tempo era indicado pela combustão regular duma mecha de composição especial.

Para medir os pequenos intervalos de tempo, imaginou-se a ampulheta. É um aparelho constituído por dois recipientes de vidro ligados entre si por um delgado canal (Fig. 4). O tempo é medido pela duração da passagem de areia fina dum recipiente para o outro.

A ampulheta ainda hoje é empregada para verificar aproximadamente a duração duma conversa telefónica, da cozedura de ovos, etc.

### 3. OS RELÓGIOS

A invenção do escape de roda de recontro e do regulador de balanceiro (foliot), por volta de século XVI, permitiu aplicar aos aparelhos horários um movimento periódico uniforme (fig. 5).

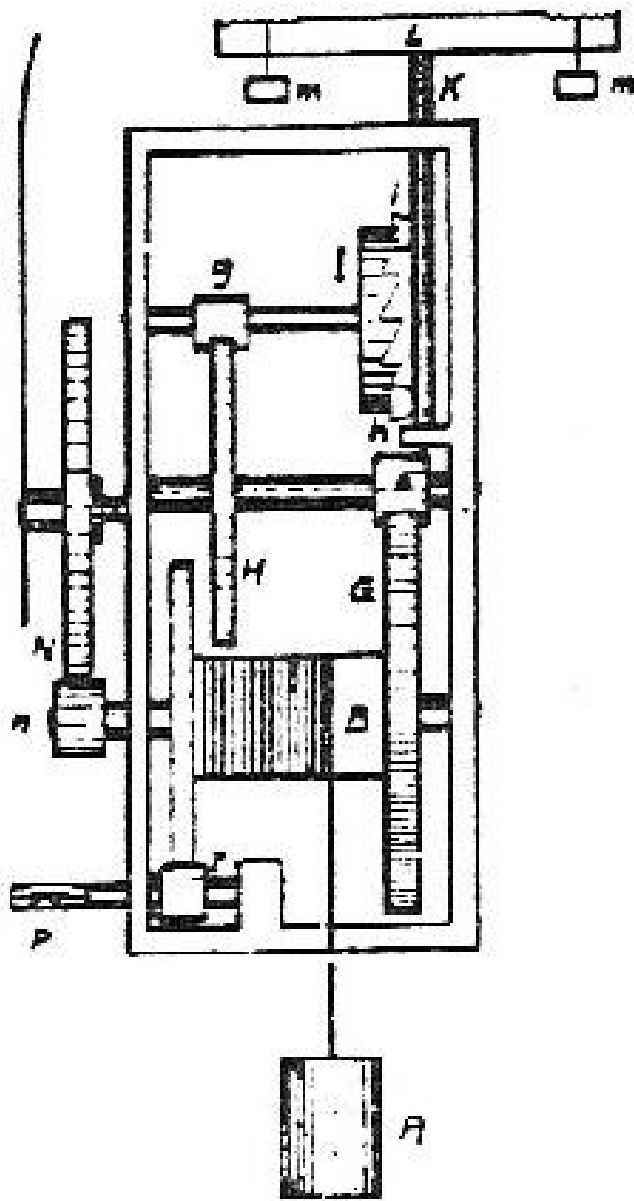


Fig. 5

Temos aqui o tipo do primeiro relógio no qual não aparece senão o ponteiro das horas para indicar os diferentes momentos do dia.

Tinha, contudo, já, mas sob uma outra forma, mais sumária, os mesmos órgãos que se encontram hoje nos relógios de pêndulo modernos.

A simplicidade da construção permite distinguir nele os órgãos por forma mais fácil, e compreende-los.

Aí se encontram:

O motor B, em cujo tambor se enrola a corda ligada ao peso-motor A.

A rodagem contadora, com as rodas G e H, depois os carretes e e g; que transmitem a energia do motor ao escape, efectuando um numero de voltas determinado.

A rodagem para o ponteiro das horas nN, completada depois, é chamada rodagem de minuteria. O escape, compreendendo a roda I, cujos dentes actuam sobre as palhetas h e i, solidários do eixo K, que tem o órgão

regulador. O foliot (substituído hoje pelo pêndulo) é constituído pela lamina L sobre a qual estão fixadas, a igual distancia do eixo, as massas m, cujo afastamento, mais ou menos pronunciado, regulava a duração dos movimentos oscilantes e, conseqüentemente, a marcha do relógio.

O eixo quadrado p, solidário do carrete r, serve para enrolar a corda do peso-motor, por acção do carrete sobre uma roda ajustada livremente no eixo do tambor, e provida dum linguete (dissimulado no tambor), de forma a só permitir a rotação no sentido do enrolamento da corda.

Cerca do ano 1600, graças à descoberta, por Galileu, das leis que regem as oscilações pendulares, o pêndulo substituiu vantajosamente o balanceiro, e constituiu, desde então até aos nossos dias, o órgão regulador geralmente mais aplicado em todos os grandes relógios mecânicos.

As experiências, resultantes da aplicação do pêndulo aos relógios, deram origem a diferentes tipos de pêndulos. A 3ª parte deste curso de relojoaria (regulação) dará todas as indicações a este respeito.

#### **4. OS RELÓGIOS DE USO PESSOAL**

Os primeiros relógios deste tipo parece terem sido construídos por volta de 1500. Não tinham senão o ponteiro das horas e eram de forma esférica ou óvoide. Os relógios com ponteiros das horas e dos minutos só apareceram por volta de 1700.

Na Suíça o fabrico de relógios de uso pessoal começou em Genebra por meados do século XVI. Daniel Jeanrichard introduziu-o depois no Jura Suíço, onde teve um rápido e grande desenvolvimento. Temos duas espécies destes relógios:

Os relógios simples, que indicam as horas, os minutos e os segundos. Incluem-se aqui, ainda, os relógios automáticos.

O relógio simples é formado pela caixa, platina, pontes, mecanismo de dar corda e acertar, motor, rodagens, escape e regulador.

Para os relógios automáticos, há que acrescentar o mecanismo previsto para o efeito.

Os relógios complicados, que além dos órgãos dos relógio simples, têm dispositivos mecânicos que permitem indicar ainda o calendário, simples ou perpétuo, as fases da lua e mais algumas indicações relativas à astronomia. Também aqui se encontram os relógios com campainhas, incluindo os despertadores, cronógrafos simples, cronógrafos contadores e cronógrafos de recuperação.

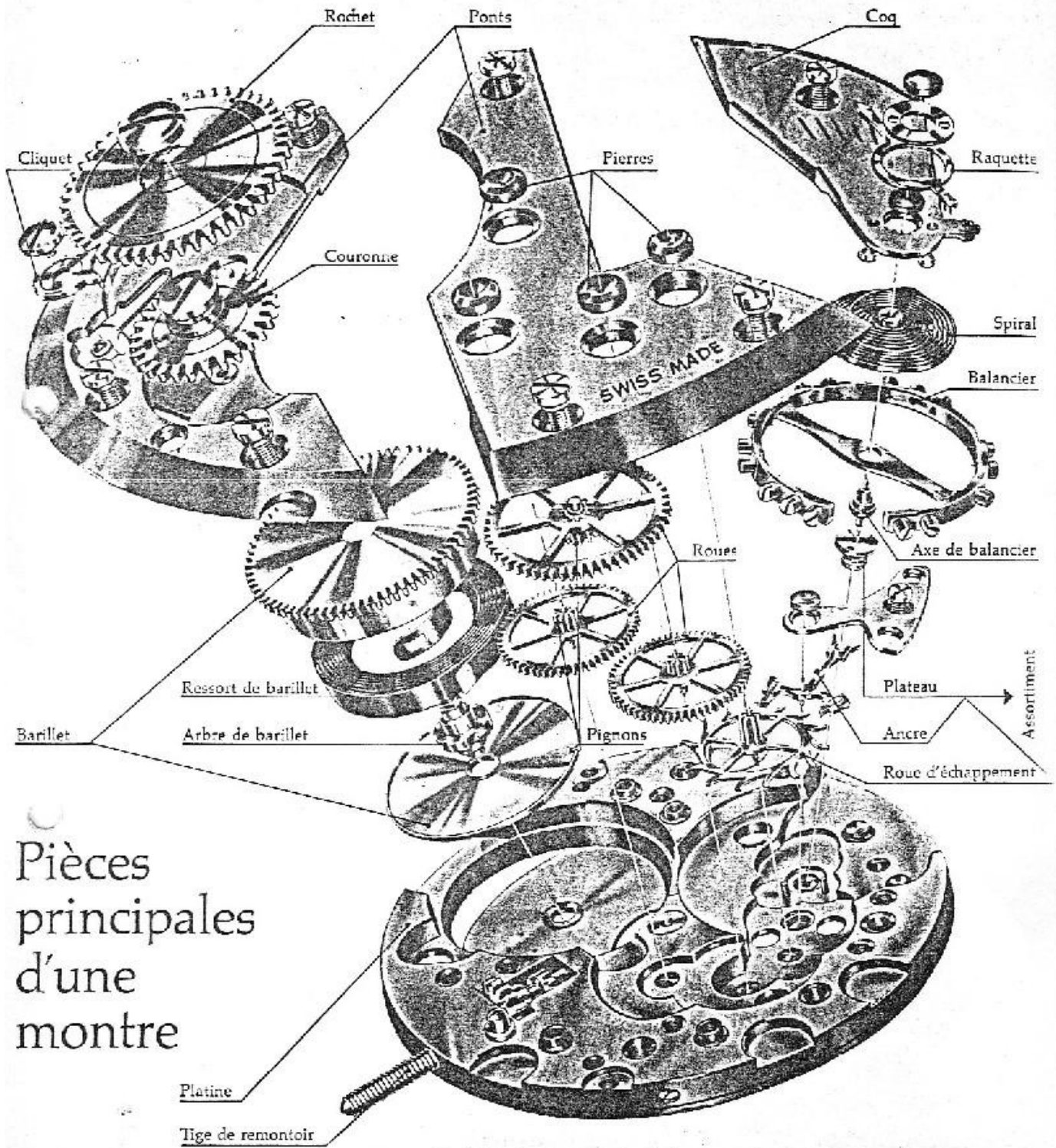
Os contadores, utilizados na indústria e no desporto, são destinados a medir com precisão tempos relativamente curtos.

Dá-se o nome de cronómetro a todo o relógio, simples ou complicado, que obtenha um certificado oficial nos departamentos Suíços de verificação ou nos observatórios cronométricos reconhecidos.

Os relógios eléctricos e electrónicos, apresentam uma fonte de energia eléctrica e certos dispositivos de manutenção do sistema regulador, que serão tratados noutra parte deste curso.



SOUS LE CADRAN D'UNE BONNE MONTRE SUISSE



Pièces principales d'une montre

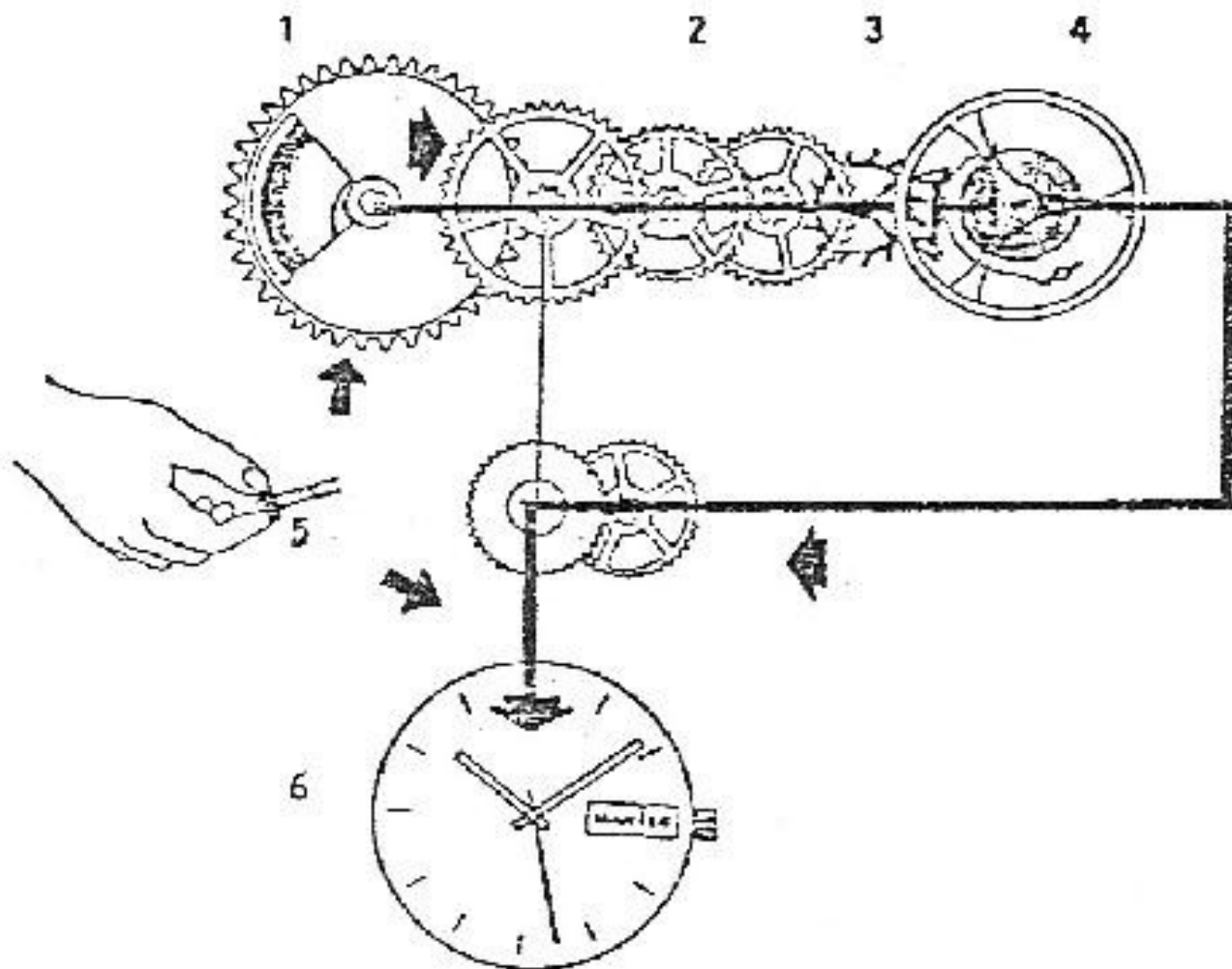
LES FABRICANTS



SUISSES D'HORLOGERIE



Para sistematizar o estudo do RELÓGIO MECÂNICO SIMPLES, dividimo-lo em ÓRGÃOS. Entendendo por ORGÃO um conjunto de peças que desempenha uma função determinada.



A FONTE DE ENERGIA mecânica é a corda, que com o tambor forma o ÓRGÃO MOTOR.

As RODAGENS desempenham ao mesmo tempo as funções de ÓRGÃO TRANSMISSOR e CONTADOR, pois além de transmitirem energia, contam o numero de voltas que cada roda deve dar.

Por Exe.--Enquanto a roda de centro dá uma volta, a roda de segundos tem de fazer exactamente 60 voltas.

3. O ESCAPE faz a função de ÓRGÃO DISTRIBUIDOR, transformando o movimento rotativo em impulsos que depois distribuiu a intervalos regulares.

O sistema BALANÇO-ESPIRAL desempenha a função de OSCILADOR, já que é o seu movimento oscilatório que mede o tempo, dividindo-o em fracções muito pequenas e iguais. Como é ele que regula o funcionamento de todo o relógio, também é chamado ÓRGÃO REGULADOR.

O MECANISMO DE DAR CORDA E ACERTAR serve para realimentar a fonte de energia e para corrigir o sistema de indicação.

O ÓRGÃO INDICADOR do tempo, neste caso, é composto por um mostrador e ponteiros, recebendo por isso a classificação de ANALÓGICO.

## 5. A CAIXA

Todo o relógio, seja qual for a sua categoria, tem uma caixa na qual está alojado o movimento.

A caixa é geralmente redonda. Há contudo, nos relógio de pulso para senhora, altas fantasias judiciosas e ricamente apresentadas.

A caixa pode ser de latão, de níquel, de aço inoxidável, de prata, de ouro ou de platina. O tipo clássico é constituído pela parte central (carrure), na qual se ajusta o movimento. O anel a que se ajusta o vidro chama-se aro (luneta) e a tampa do lado do movimento é o fundo.

O fundo e o aro apoiam-se contra a parte central em encaixes inclinados. O ajustamento tem a forma ligeiramente cónica invertida, com os ângulos arredondados, criando, desta forma, uma certa resistência à introdução do aro ou do fundo, e garantindo assim um apoio firme e constante destes dois no encaixe.

A caixa estanque cada vez mais introduzida no mercado, tem em geral, ainda, uma junta. Por virtude de roscas apropriadas, o fecho é obtido geralmente por aparafusamento do fundo. O aro, neste caso, constitui um todo com a parte central.

Existem várias outras soluções caracterizadas por pormenores de construção; a que descrevemos constitui o tipo mais clássico.

A caixa estanque oferece, antes de mais nada, a vantagem inegável de preservar os órgãos do relógio contra as poeiras e de conservar durante mais tempo a influencia e a estabilidade dos lubrificantes.

É evidente que também preserva os órgãos no caso de eles serem imersos em água; mas, o facto de se ter um relógio estanque, não justifica que se não tomem precauções para evitar, ou pelo menos limitar, essas imersões.

## 6. O "ÉBAUCHE" DO RELÓGIO

A base do relógio é formada por um disco de latão, chamado platina, que serve de suporte às peças móveis e às pontes. Na platina, como nas pontes, são feitas certas aberturas e alojamentos para que fique espaço para órgãos do relógio, assim como furos para neles girarem as rodas. Uma parte destas últimas giram em chumaceiras, geralmente pedras sintéticas, cravadas na platina e nas pontes.

As pontes são fixadas na platina por meio de parafusos e pés.

A repartição das peças móveis, a forma e o numero das pontes assim como a disposição e o acabamento das peças de aço, são elementos característicos do calibre.

## 7. O MECANISMO DE DAR CORDA E DE ACERTAR O RELÓGIO

Dar corda a um relógio consiste em enrolar a corda em volta da respectiva árvore para lhe dar o máximo de tensão. Nos relógio primitivos, actuava-se sobre a árvore-motriz assim como sobre o eixo dos ponteiros por meio de uma chave. Hoje, dá-se corda ou acerta-se o relógio por meio do eixo respectivo, que tem um disco recartilhado chamado coroa, que está no exterior da caixa.

Para se dar corda, assim como para acertar o relógio com o mesmo eixo de comando, imaginou-se um dispositivo tal que, devido à sua acção, se possa bifurcar a transmissão do movimento, por engrenagem, ou sobre o motor ou sobre os ponteiros.

Existem diversos tipos de mecanismos, mas é o de tirante que está mais introduzido na fabricação.

A fig. 6 apresenta uma variante, entre muitas outras, o mecanismo, no seu conjunto, tem o eixo de dar corda (tige) sobre o qual está ajustado, por meio de um quadrado, e podendo deslizar livremente, o carrete correção.

A transmissão ao motor ou aos ponteiros, obtém-se pela deslocação do carrete correção sobre o eixo de dar corda, graças a uma combinação de alavancas e de planos inclinados que entram em acção desde que se actue axialmente sobre o eixo de dar corda.

Para o acerto do relógio, o eixo respectivo é puxado para o exterior da caixa; para dar corda, o eixo é empurrado para o interior.

O tirante, uma das extremidades do qual está metida numa garganta feita no eixo de dar corda, é a principal alavanca de acção que produz o deslocamento do carrete correção. O tirante actua por seu turno sobre uma outra alavanca chamada báscula, cuja extremidade, de forma apropriada, está metida na garganta praticada no carrete correção.

Quando se dá corda ou quando se acerta o relógio, a estabilidade dos órgãos é garantida pela acção da mola saltadora (mola de tirante) que, na maior parte dos casos, desempenha também a função de ponte que cobre a rotação de acerto do relógio.

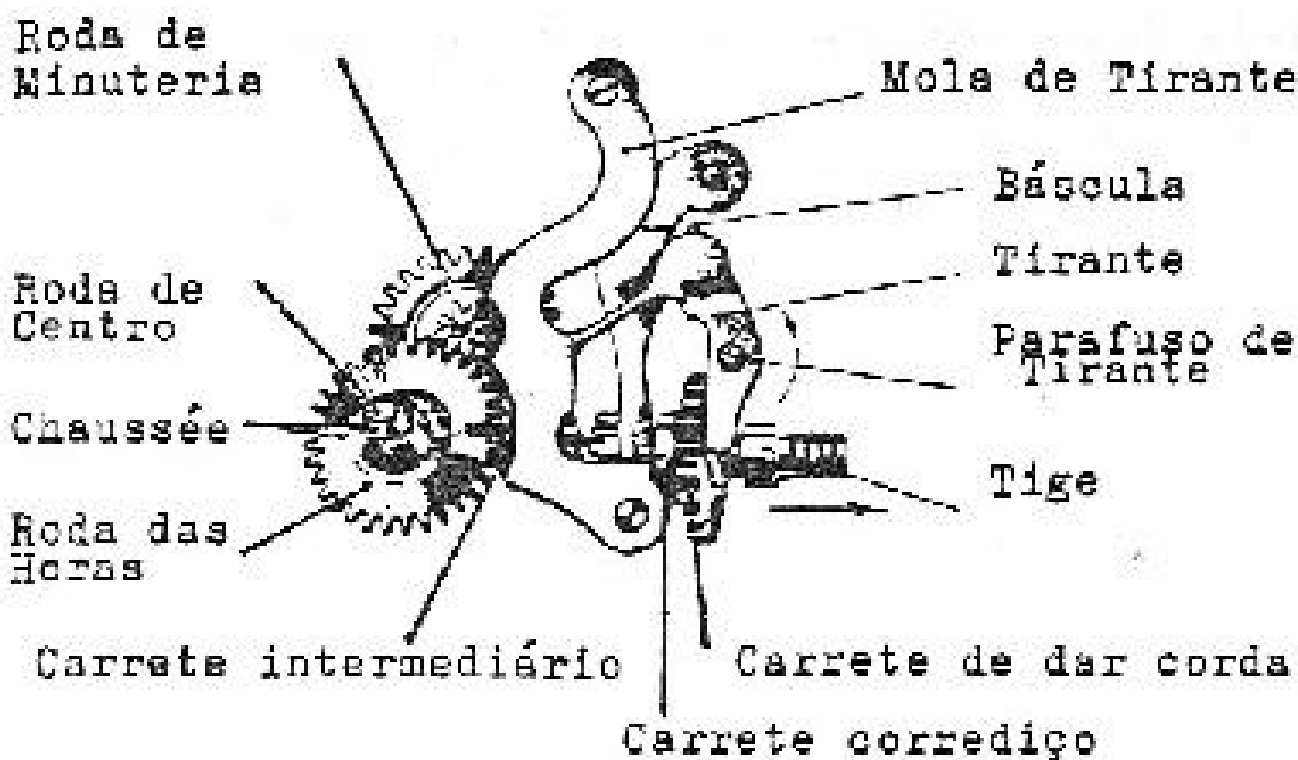


Fig 6

O carrete correção está acoplado ao carrete de dar corda por meio de dentes Bréguet. Do lado oposto, a sua face tem dentes feitos para engrenar no carrete intermediário e transmitir, assim, o movimento aos ponteiros por meio da rotação de minuteria.

A fig. 7 mostra bem a posição dos órgãos que transmitem o movimento no mecanismo de dar corda e acertar o relógio.

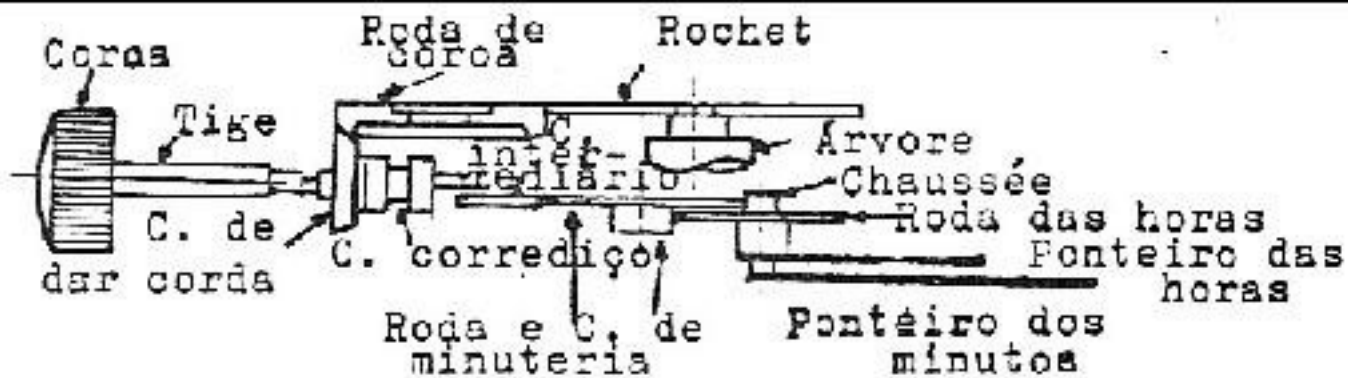


Fig. 7

Existe, por outro lado, para relógios baratos, em que o rochet se não vê do lado do movimento, mas está colocado sob o tambor, alojado na platina, um tipo de mecanismo de dar corda e de acertar chamdo de báscula. Não existe carrete corredeço e o accrete de dar corda actua sobre uma roda de coroa à qual estão acoplados dois carretes intermediários, estando a roda de coroa e estes carretes ajustados livremente na báscula, a qual gira em torno do mesmo eixo que a roda de coroa..

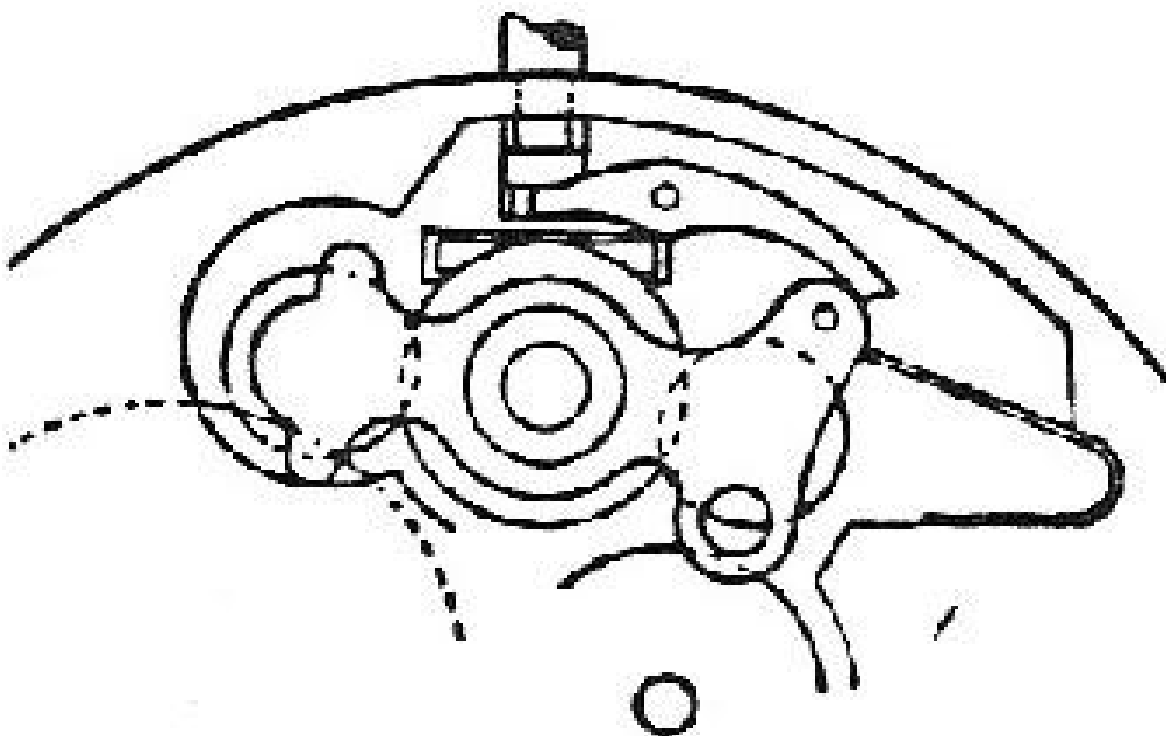


Fig. 8

Sob a acção dum tirante, esta báscula pode ser orientada por forma a que um dos carretes intermediários actue quer sobre o rochet de tambor quer sobre a rodagem de minuteria.

## 8. O MOTOR

Para manter o movimento do órgão regulador, é necessária uma fonte de energia que comunique, por intermédio das rodas e dos carretes, uma certa energia ao escape o qual, por sua vez, a transmite a intervalos regulares, ao órgão oscilante.

Esta fonte de energia deve fornecer uma força tão constante quanto possível, ser bastante forte e manter o movimento do órgão regulador durante um certo tempo. A energia deve ser renovada por meio do dar corda.

A força motriz é fornecida pela corda que está fechada no tambor; este é a primeira peça da rodagem.

O tambor é formado por três peças; tambor propriamente dito, a tampa e a árvore. As duas primeiras peças são de latão, e a árvore é de aço temperado e revenido.

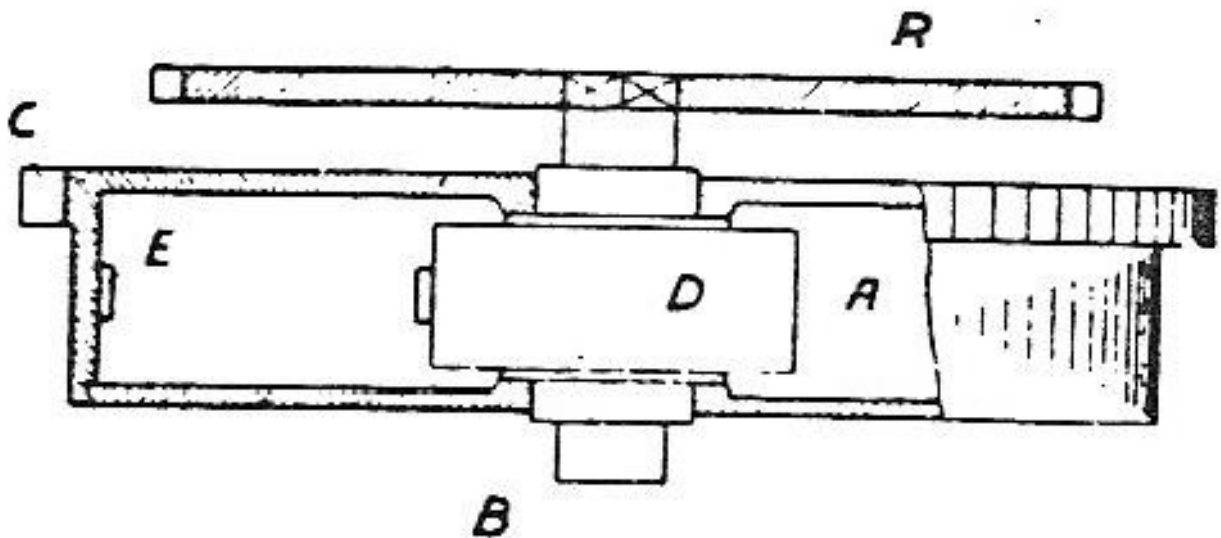


Fig. 9

Fig. 9

A- Espaço reservado à corda

B- Árvore do tambor

C- Dentes da engrenagem

D- "Bonde"

E- Gancho do tambor

R- Rochet

O tambor, que possui o dentado tem um entalhe circular no qual se vai fixar a tampa. O tambor forma, assim, uma caixa cilíndrica fechada onde está a corda.

O tambor gira sobre a respectiva árvore a qual tem, numa das suas extremidades, um quadrado onde se ajusta o rochet. A corda enrola-se na parte mais grossa da árvore, chamada "bonde", que tem um gancho e está feita de forma que a corda se possa enrolar correctamente.

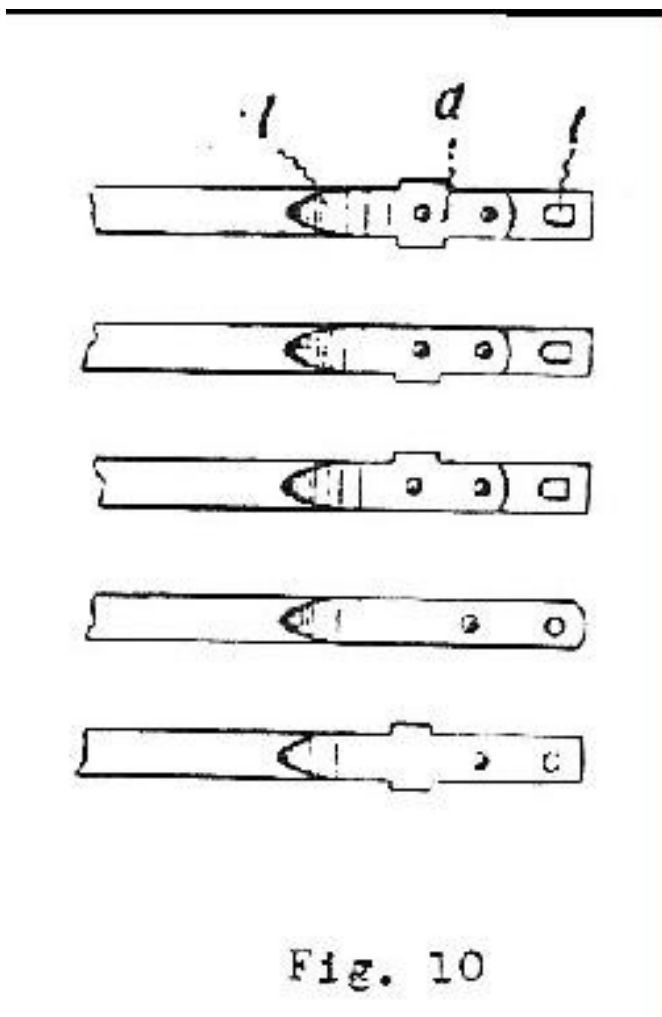
## 9. A CORDA E AS BRIDAS

A corda é uma longa lamina de aço ou de liga enrolada em forma de espiral de Arquímedes, ou de espiral invertida. Deve ser de boa qualidade. A extremidade interior chama-se o olhal.

Este último possui uma abertura rectangular, o furo, cuja largura é um terço da altura da lamina e que permite prender a corda à "bonde".

A parte exterior da corda possui uma brida que permite segurá-la à parede interior do tambor. Em geral é formada por uma lamina curta cravada.

A fim de melhorar o desenrolamento da corda, conceberam-se bridas que podem ter uma ou duas partes salientes que se prendem no fundo do tambor e na tampa. Elas não ficam, como na brida simples, apoiadas contra a parede interior do tambor, mas encontram-se colocadas entre a primeira e a segunda volta a partir do tambor. Uma brida assim concebida, ligeiramente arqueada, actua contra as voltas interiores e favorece um enrolamento mais concêntrico da corda, a fig. 10 ilustra alguns tipos destas bridas.





Nos relógios automáticos, emprega-se a brida deslizante; a parede interior do tambor não tem gancho e é lisa em toda a sua extensão.

A extremidade da corda está presa ou cravada numa brida que ocupa no interior do tambor um pouco mais de uma volta. No momento em que a corda atinge o máximo de armação, uma parte da brida destaca-se da parede interior e a superfície de atrito diminui; produz-se, então um ligeiro escorregamento da brida, a corda afrouxa e simultaneamente a brida abre-se de novo para retomar a sua posição de fricção máxima e manter a tensão da corda. Desta forma não se pode produzir uma sobretensão prejudicial capaz de fazer com que a corda parta ou o balanço rebata.

Para que a corda trabalhe em boas condições, é necessário que as espiras sejam engraxadas; não basta olear, porque a pressão das laminas expulsa o óleo e elas acabam por friccionar em seco umas contra as outras, o que produziria gripagem e uma diminuição sensível do rendimento.

Há graxas especiais, algumas as quais contêm grafite pura, a fim de diminuir ainda mais o atrito e aumentar o rendimento. É portanto, da maior conveniência para o reparador, colher todos os esclarecimentos úteis junto das casas especializadas para evitar qualquer contrariedade com o funcionamento da brida deslizante.

Uma corda não envolvida no anel provisório, tal como está preparada para a montagem em série, não deve, em caso algum, ser introduzida no tambor sem ser por meio do sarilho (estrapada) apropriado.

## 10. DIMENSÕES DA CORDA

O número de voltas do desenvolvimento da corda é igual à diferença entre as voltas de enrolamento total e as da corda desenrolada no tambor.

Em geral, o diâmetro da “bonde” é um terço do diâmetro interior do tambor, e a espessura da corda, a trigésima parte do diâmetro da “bonde”. É permitido, contudo, escolher uma corda com a espessura de 1/28 ou 1/32 do diâmetro da “bonde”. No primeiro caso, ter-se-á uma corda mais espessa, portanto mais forte mas mais sujeita a deformar-se e a partir; no segundo caso, a corda será mais delgada, portanto menos quebrável.

Se as dimensões forem escolhidas segundo estas normas, o número de voltas de desenvolvimento da corda será teoricamente de 7, aproximadamente, para um comprimento de corda escolhido conscienciosamente. Todavia, tendo em consideração que o olhal ocupa já uma parte da superfície disponível, o número de voltas será diminuído de uma unidade aproximadamente.

O número de voltas de desenvolvimento da corda é máximo quando o seu comprimento é tal que a superfície que ocupa seja equivalente a metade da superfície limitada entre a parede interior do tambor e a “bonde”.

Exemplo: O diâmetro dum tambor é de 18 mm; o diâmetro da “bonde” 6 mm e a espessura da lamina da corda é de 0,20 mm. Qual deve ser o comprimento da corda para que o seu número de voltas seja máximo?

Solução:

|                                |          |
|--------------------------------|----------|
| raio interior do tambor        | R = 9,00 |
| raio da “bonde”                | r = 3,00 |
| espessura da corda             | e = 0,20 |
| comprimento da corda procurado | C = ?    |

A superfície livre entre a parede e a “bonde” é:

$$S = \pi (R^2 - r^2)$$

A corda deve ocupar a metade desta superfície, se se quiser um número máximo de voltas de desenvolvimento.

A superfície ocupada pela corda é representada por C e, donde;

$$C \cdot e = \pi \frac{R^2 - r^2}{2}$$

ou

$$C = \pi \frac{R^2 - r^2}{2e}$$

Substituindo as letras pelos seus valores, será:

$$C = 3,14 \times \frac{9^2 - 3^2}{2 \times 0,20} = 3,14 \times \frac{81 - 9}{0,40} = 3,14 \times \frac{72}{0,40} = 565 \text{ mm.}$$

Resposta: O comprimento teórico que dá um número de voltas de desenvolvimento máximo é de 565 mm.

## 11. AS RODAGENS

Por um lado, a energia da corda é transmitida ao escape e, por outro lado, o movimento transmite-se aos ponteiros por três rodagens distintas, que são:

A rodagem do tempo que compreende o tambor e o carrete de centro. É dela que depende a duração de marcha do relógio, que é determinada pelo número de voltas de desenvolvimento da corda e a relação existente entre o número de dentes do tambor e o número de dentes do carrete de centro, o qual dá uma volta numa hora.

A rodagem contadora que é constituída por:

roda de centro  
roda média e seu carrete  
roda de segundos e o seu carrete  
carrete de escape

Como o seu nome indica, ela deve contar os números de voltas de maneira a que o carrete de segundos, por exemplo, execute 60 voltas enquanto a roda de centro dá uma volta, ou ainda, enquanto a roda de escape executa o número de voltas determinadas pelo número de alternâncias por hora do órgão regulador. A fig. 11 representa as rodagens de tempo e contadora reunidas.

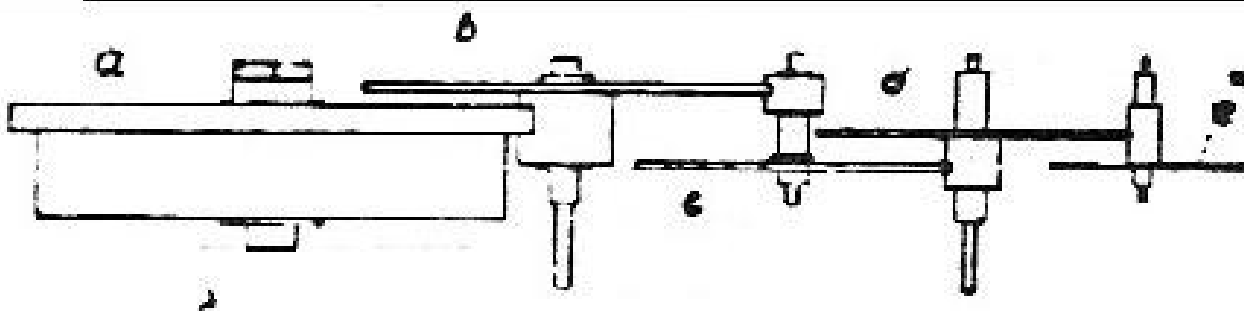


Fig. 11

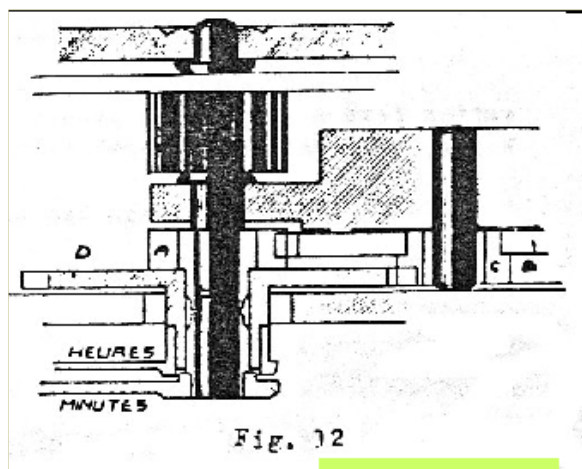
A rodagem da minuteria que é composta por:

carrete de minutos (chaussée) ajustado no eixo de centro e que leva o ponteiro de minutos  
roda de minuteria e o seu carrete  
roda de horas, que leva o ponteiro das horas

É uma rodagem desmultiplicadora que tem por função transmitir o movimento do ponteiro dos minutos ao ponteiro da horas.

Com o fim de permitir o acerto dos ponteiros independentemente da marcha normal da rodagem, o “chaussée” está ajustado por fricção sobre o eixo de centro.

Este eixo tem uma parte torneada em forma de cone invertido contra a qual se vem apoiar uma dupla bossagem criada numa parte adelgada do “chaussée” que desta forma fica flexível. A dupla bossagem deve tomar contacto com o diâmetro maior do cone invertido, o que tem um duplo efeito: mantém a tensão elástica do “chaussée” sobre o eixo, e evita que o “chaussée” saia do seu ajustamento (fig. 12).



INDICE

CONTINUA

## 12. NOTAS SOBRE O CÁLCULO DAS RODAGENS

Quando uma roda engrena num carrete, cada dente da roda toma sucessivamente contacto com um dente do carrete e arrasta-o no seu movimento. Ora, quantas vezes o numero de dentes do carrete estiver contido no numero de dentes da roda, tantas vezes o carrete executa voltas durante uma rotação da roda.

Os números de dentes e de voltas são representados pelos simbolos: Z para o numero de dentes da roda; z para o numero de dentes do carrete; n para o numero de voltas das peças.

Nos cálculos, os simbolos são acompanhados por um algarismo correspondente à ordem da peça no trem de engrenagem.

Nos exemplos que vão referir-se supomos um relógio com a rodagem seguinte:

|               |         |                  |         |    |
|---------------|---------|------------------|---------|----|
| Tambor        | Z1 = 84 |                  |         | n1 |
| Roda centro   | Z2 = 80 | Carrete centro   | z1 = 12 | n2 |
| Roda média    | Z4 = 75 | Carrete médio    | z2 = 10 | n3 |
| Roda segundos | Z5 = 70 | Carrete segundos | z3 = 10 | n4 |
| Roda escape   | Z6 = 15 | Carrete escape   | z4 = 7  | n5 |

### Cálculo da reserva de marcha:

Em qualquer engrenagem, os números de voltas são inversamente proporcionais aos números de dentes, isto é, quanto menor for o numero de dentes do carrete, tanto maior será o numero de voltas.

Considerando o caso do tambor com carrete de centro e sabendo que o desenvolvimento da corda é de 6 voltas, teremos a seguinte proporção:

$$\frac{n2}{n1} = \frac{Z1}{z1} \text{ donde } n2 = \frac{n1 \times Z1}{z1} = \frac{6 \times 84}{12} = 42$$

Se o carrete de centro fizer 42 voltas, a reserva de marcha efectiva será de 42 horas.

### Cálculo do número de voltas num trem de engrenagem

Tomemos o caso da rodagem contadora e procuremos quantas voltas fará o carrete de escape durante 1 rotação da roda de centro, Teremos, para cada engrenagem separada, as respectivas proporções:

Roda de centro com carrete médio

$$\frac{n3}{n2} = \frac{Z2}{z2}$$

Roda média com carrete de segundos

$$\frac{n4}{n3} = \frac{Z3}{z3}$$

Roda de segundos com carrete de escape

$$\frac{n5}{n4} = \frac{Z4}{z4}$$

Multipliquemos todas estas proporções membro a membro; teremos

$$\frac{n3 \times n4 \times n5}{n2 \times n3 \times n4} = \frac{Z2 \times Z3 \times Z4}{z2 \times z3 \times z4}$$

e, simplificando o primeiro membro ficará;

$$\frac{n5}{n2} = \frac{Z2 \times Z3 \times Z4}{z2 \times z3 \times z4}$$

Daqui tira-se;

$$n5 = \frac{n2 \times Z2 \times Z3 \times Z4}{z2 \times z3 \times z4} = \frac{1 \times 80 \times 75 \times 70}{10 \times 10 \times 7} = 600 \text{ voltas}$$

### Cálculo da rodagem da minuteria

Sabe-se que o carrete de minutos (chaussée), portador do ponteiro de minutos deve executar 12 voltas enquanto a roda de horas dá uma volta.

Se representarmos por  
 z1 o carrete da minuteria  
 Z1 a roda das horas  
 Z2 a roda da minuteria  
 z2 o "chaussé"

teremos sempre a proporção:

$$\frac{Z1 \times Z2}{z1 \times z2} = 12$$

Supomhamos o caso dum relógio no qual falta a roda de minuteria e o respectivo carrete, tendo o carrete de minutos 10 dentes e a roda das horas 40 dentes. Da proporção acima referida tiremos a relação de

$$\frac{Z2}{z1} ; \text{será} \frac{Z2}{z1} = \frac{12 \times z2}{Z1} = \frac{12 \times 10}{40} = \frac{3}{1}$$



O que quer dizer que a roda de minuteria deve ter três vezes o número de dentes do carrete respectivo.

Logo, duas soluções parecem convir: 30 e 10 ou 24 e 8.

Para o carrete de minutos perdido teremos:

$$z2 = \frac{Z1 \times Z2}{12 \times z1}$$

Para uma roda das horas perdida teremos:

$$Z1 = \frac{12 \times z1 \times z2}{Z2}$$

### Cálculo dum trem de carretes intermediários

Quando se trata duma transmissão por meio dum trem de carretes intermediários, apenas os dois extremos entram em linha de conta para o cálculo do número de voltas, dado que todos os carretes colocados entre os dois dos extremos não servem senão para transmitir, dente por dente o movimento do primeiro ao último carrete intermediário.

## 13. CÁLCULO DO NÚMERO DE ALTERNÂNCIAS POR HORA

Tendo em conta que cada dente da roda de escape provoca duas alternâncias, obtêm-se o seu número por hora multiplicando o número de voltas da roda de escape pelo dobro do seu número de dentes.

Se designarmos o número de alternâncias por hora por Ah, teremos;

$$Ah = n5 \times 2 \times Z5 = 600 \times 2 \times 15 = 18.000$$

Mas n5, em função dos números de dentes da rodagem, pode ser representado por;

$$n5 = \frac{Z2 \times Z3 \times Z4}{z2 \times z3 \times z4} \quad \text{de onde se deduz a fórmula geral}$$

$$Ah = \frac{Z2 \times Z3 \times Z4 \times 2 \times Z5}{z2 \times z3 \times z4} = \frac{80 \times 75 \times 70 \times 2 \times 15}{10 \times 10 \times 7} = 18.000$$

Se o relógio tiver um ponteiro de segundos, sabe-se antecipadamente que a roda de segundos executa 60 voltas por hora e então teremos;

$$Ah = \frac{60 \times Z4 \times 2 \times Z5}{Z4} = \frac{60 \times 70 \times 30}{7} = 18.000$$

Na maioria dos relógio, o balanço executa 18.000 alternâncias por hora (5 alternâncias por segundo). Encontram-se, porém, outros relógio ou cronómetros que batem 14.400, 16.200, 17.280, 19.800, 21.600 alternâncias por hora.

Agora existem também relógio denominados HF que efectuam 28.800 ou 36.000 Ah mas com uma roda de escape de 20 ou 21 dentes (em vez de 15).

## 14. OS DENTES DAS ENGRENAGENS

A transmissão por engrenagens nos relógios impõe-se por duas razões fundamentais:

- 1-- Não se deve produzir qualquer escorregamento;
- 2-- Os números de voltas das rodas devem ser matematicamente exactos. Ora, só o emprego de engrenagens pode garantir uma relação constante na transmissão do movimento.

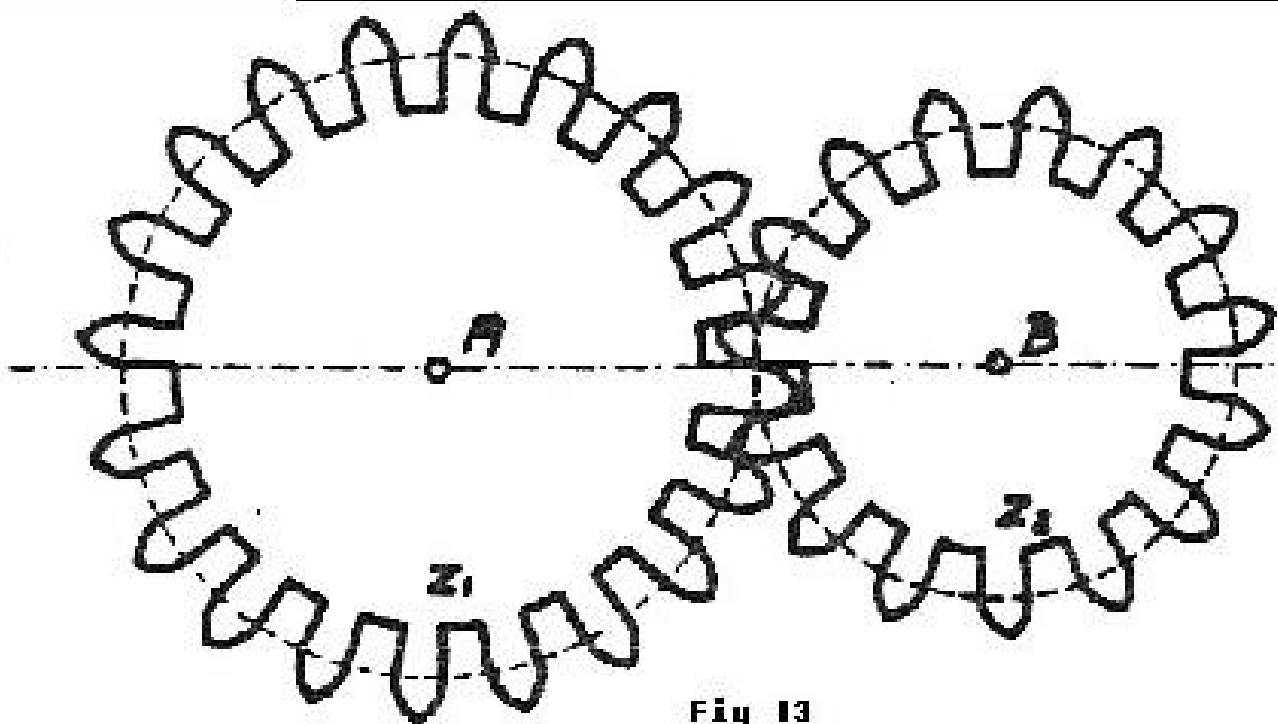


Fig 13

Consideremos duas rodas que engrenam uma na outra (fig. 13). Notamos, primeiro, duas circunferências tangentes na linha dos centros, até certo ponto, dois cilindros que se arrastam por simples aderência. Isto representa, em teoria de engrenagem, as circunferências primitivas. A fim de evitar qualquer escorregamento imaginou-se criar no exterior das circunferências, saliências denominadas ogivas, e, para o interior, reentrâncias denominadas cavidade do dente, nas quais penetra, as ogivas durante a transmissão do movimento.

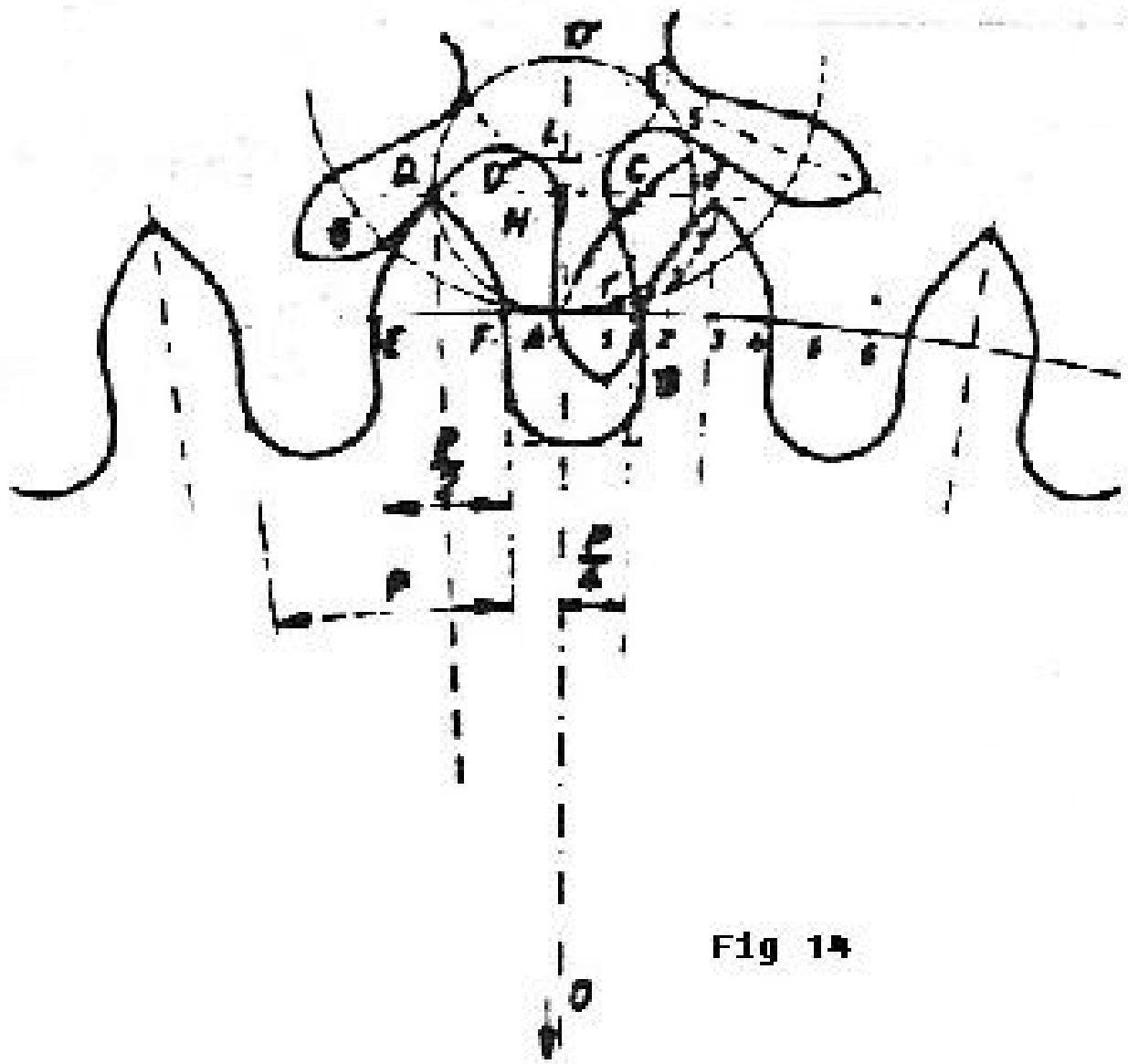
O arco de círculo, tirado na circunferência primitiva, que vai dum ponto dum dente ao ponto análogo do dente seguinte, representa o passo da engrenagem que deve necessariamente ser o mesmo para duas rodas que engrenam uma na outra.

Na engrenagem de relojoaria, a largura do dente da roda ocupa metade do passo; a do carrete equivale a um terço desse passo, para carretes de 6 a 10, e  $2/5$  para os de 12 ou mais. Fica, portanto, uma folga de  $1/6$  ou, eventualmente,  $1/10$  do passo, necessária para fazer face às tolerâncias de fabrico e garantir, assim, uma completa liberdade dos órgãos de transmissão.

Não basta que os passos sejam idênticos nas duas peças; o perfil dos dentes é de primordial importância também. Em relojoaria adopta-se, duma maneira geral, o dentado epicicloidal.

A ogiva do dente da roda toma contacto com o flanco de dente do carrete (fig. 14). Este último é formado por uma recta que visa o centro do carrete e constitui a parte principal do perfil do dente. Este comporta, igualmente, uma ogiva, mas apenas uma ínfima parte da sua base entra em contacto com o dente da roda, porque a impulsão efectua-se, na maior parte, depois da linha dos centros.

Reconhece-se, imediatamente, quanto menor a deformação de qualquer dos perfis pode contrariar a transmissão de energia.



**Fig 14**

Um perfil de dentes pode parecer perfeito e dar, contudo, uma transmissão medíocre pelo simples facto de os diâmetros totais das rodas ou carretes ultrapassarem as tolerâncias admitidas e, em virtude da penetração irregular da roda no carrete, o perfil não fica no seu lugar: está na realidade, deformado. Por isso, o simples facto de se verificar que uma simples folga de engrenagem está normal, não significa que a força transmitida seja satisfatória. Por outro lado, a fidelidade dos perfis não é a única determinante: é também necessário que a penetração da roda no carrete seja correcta.

Existe um meio prático e simples de verificar a transmissão de uma engrenagem. Estando a roda e o carrete colocados normalmente entre a platina e as ponte, basta criar uma resistência no carrete apoiando a extremidade dum palito de madeira no pivot do dito carrete e provocar a rotação da roda actuando igualmente com a ponta dum outro palito de madeira contra um dos braços da roda.

A engrenagem é satisfatória se se não notarem variações de resistência quando das passagens sucessivas dos dentes.

## 15. O MÓDULO

O módulo representa a base fundamental que permite determinar todas as dimensões relativas à construção das engrenagens. Pode ser útil, para o reparador, conhecer o valor dele para uma engrenagem determinada; e esse valor calcula-se pela aplicação da fórmula seguinte:

$$\text{Módulo} = \frac{\text{diâmetro total da roda}}{(\text{numero de dentes}) + 2,7} \quad m = \frac{D}{Z+2,7}$$

Vejamos como se determina algumas dessas dimensões, susceptíveis de facilitar o trabalho do reparado:

Diâmetro total da roda  
Diâmetro total do carrete ( 6 a 10 dentes)  
Diâmetro total do carrete ( 12 ou mais dentes)  
Largura do dente da roda  
Largura do dente do carrete (6 a 10)  
Largura do dente do carrete (12 ou mais)  
Largura da fresa para retocar o dentado da roda

$$\begin{aligned} D &= m (Z+2,7) \\ D' &= m (z+1,2) \\ D' &= m (z+1,47) \\ e &= 1,57 m \\ e' &= 1,05 m \\ e' &= 1,25 m \\ l &= 1,57 m \end{aligned}$$

Existem tabelas completas referentes aos factores de proporcionalidade, mas o factor 2,7 para a roda, representa um valor médio que permite ao reparador determinar os diâmetros totais que darão uma transmissão satisfatória em todos os casos, desde que as medidas tomadas sobre a platina ou sobre as rodas tenham sido efectuadas com precisão.

## 16 . OS "PIVOTS"

Todos os órgãos dos relógio, transmissores ou receptores, são constituídos, no sentido mecânico, por árvores, tendo cada uma delas um dos elementos que desempenham funções determinadas.

Essas árvores são representadas, ordenadamente, por: árvore de tambor, carrete de centro, carrete médio, carrete de segundos, carrete de escape, eixo de âncora, eixo de balanço. São de considerar, ainda, outras árvores se se tratar de relógios automáticos, relógios despertadores, etc.

Todas as árvores giram livremente em chumaceiras com um mínimo de folga.

Dá-se o nome de pivot à parte da árvore, do carrete ou do eixo que penetra na chumaceira. Os pivots apresentam-se sob duas formas distintas:

- 1º--pivot recto (fig. 15)
- 2º--pivot cónico (fig. 16)

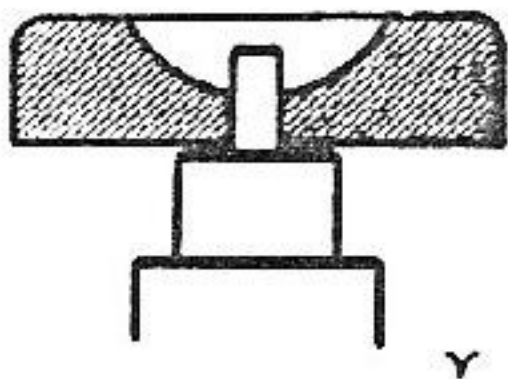


Fig. 15

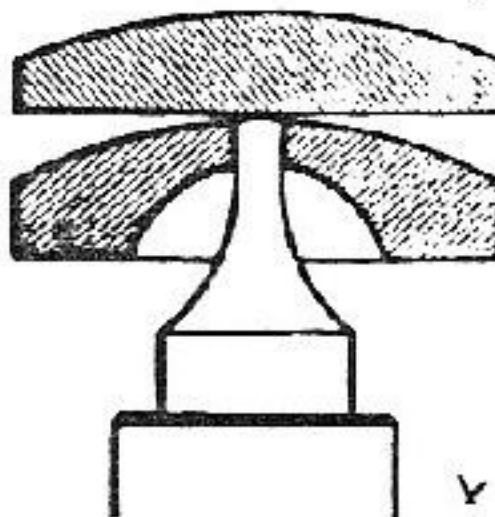


Fig. 16

O pivot recto é aplicado em todos os carretes da rodagem, assim como no eixo da âncora. O eixo do balanço, pelo contrário, (e algumas vezes, também, o eixo da âncora e o carrete do escape) é determinado, nas suas extremidades, por um pivot cónico. Esta última designação é, na realidade, imprópria porque o pivot, em si mesmo, deve ser perfeitamente cilíndrico; é a ligação dele com o eixo que tem a forma cónica.

A operação de toronar estes pivots ou os seus eixos, com medidas determinadas por calibre, é chamada torneamento dos pivots (pivotage).

Este torneamento constituiu, durante muito tempo, uma profissão: a de torneiro de pivots (pivotteur), que torneava esses carretes ou os eixos, com um buril de mão. Este ofício está hoje reservado apenas a alguns especialistas, aos quais se recorre para obter protótipos ou estudos técnicos.

O automatismo permite executar em grande escala, com uma precisão notável, por meio de máquinas de toronar e polir, os trabalhos reservados anteriormente aos torneiros de pivots.

O reparador também deve ter boas noções de torneamento de pivots para estar em condições de proceder a retoques sobre peças que não correspondam exactamente ao carrete ou ao eixo que deve ser substituído.

Todas estas peças são, naturalmente, temperadas, e revenidas. Os pivots são polidos por meio dum brunidor ou dum rebôlo de substância de grande dureza. O reparador pode ter necessidade de diminuir o diâmetro dum pivot. Terá de recorrer ao torno de pivots e ao brunidor manual. Escolher-se-á, no fuso do torno, o encaixe que corresponda ao diâmetro do pivot porque, torneando num encaixe muito pequeno, o pivot não será cilíndrico, mas cónico, o que é preciso evitar.

## 17. AS PEDRAS

No capítulo anterior dissemos que as diferentes peças móveis do relógio giram em chumaceiras. A árvore de tambor gira directamente na platina e na ponte. Quanto às outras peças móveis há varias, de entre elas, mesmo todas nos relógios de qualidade, que giram em chumaceiras cravadas, feitas de pedras sintéticas, de bronze de berílio ou de latão.

Em relojoaria dá-se o nome de pedras (jewels) às chumaceiras de pedra sintética. São diferentes, conforme se destinam ao pivot recto ou ao pivot cónico. São minuciosamente polidas, incluindo o furo, com excepção da parte cilíndrica exterior. No caso do pivot recto, a pedra apresenta uma superfície plana do lado do

ajustamento do pivot (fig. 15). Também é plana a outra face, mas apresenta um bisel que favorece a cravação. Tem também, uma cavidade para receber uma gota de óleo que servirá de lubrificante.

Para o pivot cónico a chumaceira é completada por uma segunda pedra, plana do lado do pivot (fig. 16). É naturalmente também minuciosamente polida, e a sua superfície plana serve de apoio à extremidade arredondada do pivot.

A própria pedra é bombeada do lado do contra-pivot e cravada por forma tal que fica um pequeno espaço a separa a pedra do contra-pivot deixando assim um lugar reservado para o óleo que será atraído por capilaridade, da cavidade inferior na qual se introduz o lubrificante. O furo não é cilíndrico mas abaulado, com o fim de diminuir a superfície de atrito e de favorecer a penetração do lubrificante, dando assim uma maior liberdade de movimento, condição particularmente exigida para o eixo do balanço.

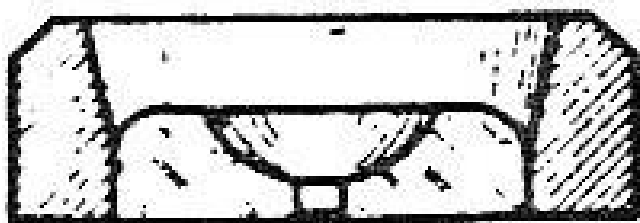


Fig. 17

Na fig. 17 vemos uma pedra de rodagem, e na fig. 18 uma pedra do balanço, ambas cravadas num engaste. Hoje geralmente são cravadas directamente na platina e nas pontes. O engaste da fig. 17 está cravado de forma a que o ângulo polido ultrapasse ligeiramente a superfície superior da ponte.

Na fig. 18, a chumaceira deve ser completada pelo contra-pivot, não contra a pedra, mas sobre a parte superior do engaste de forma a manter o espaço disponível para o lubrificante (fig. 19).

Para assegurar espaços e folgas exactas reuniram-se pedra e contra-pivot no mesmo aro, a isto dá-se o nome de engaste combinado.

O contra-pivot pode ser facilmente desmontado para limpeza e lubrificação.

### 17.1-- O RUBI NA RELOJOARIA

Desde o início do século XVIII, quando começou a ser utilizado em relojoaria, que o rubi se impôs como um critério de qualidade ainda hoje universalmente aceite. Ele veio aumentar extraordinariamente a precisão do relógio e a sua duração de vida.

Só nos princípios do século XX, a ciência humana conseguiu produzir o rubi sintético, industrialmente utilizado a partir de então. Pode-se no entanto dizer que a ciência ultrapassou a natureza; pois, para além de conseguir produzir uma pedra rigorosamente com as mesmas propriedades químicas, físicas, cristalográficas e estrutura molecular, eliminou as pequenas imperfeições e impurezas que por vezes se encontram nas pedras naturais.



A matéria prima do rubi sintético é o óxido de alumínio ou alumina cristalizada ( $Al_2O_3$ ), à qual se junta uma pequeníssima percentagem de óxido de cromo para lhe dar o característico tom avermelhado.



Fig. 18

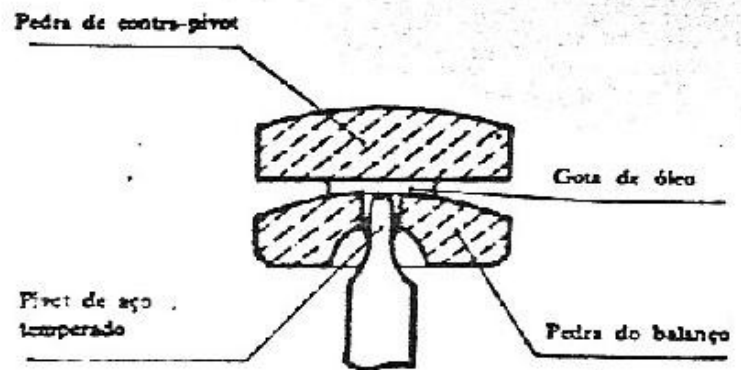


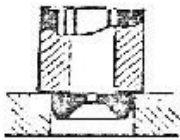
Fig. 19

Resumo das propriedades do rubi e suas vantagens em relojoaria

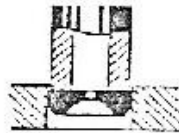
| PROPRIEDADES   | VANTAGENS  |
|--|--|
| Dureza muito elevada;<br>Coeficiente de desgaste muito baixo;<br>Grande homogeneidade. | Permite um polimento ultrafino;<br>Menos fricção, menos atrito, menos desgaste, menos perdas de energia;<br>Melhor precisão e maior duração. |
| Coeficiente de dilatação quase nulo;<br>Quimicamente inalterável;<br>Não é conductor.  | Insensível às variações de temperatura, folgas inalteráveis;<br>Não é atacado por ácidos e outros;<br>Não detiora os óleos.                  |

CRAVAÇÃO DE PEDRAS E AJUSTE DE FOLGAS

PEDRAS PLANAS

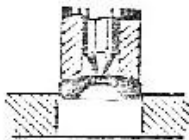


Cravar

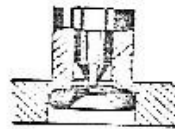


Baixar

PEDRAS DE BALANÇO



Cravar



Baixar

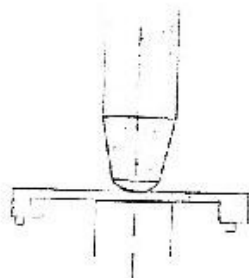
CONTRA-PIVOTS



Cravar e baixar

APERTO DE UM FURO

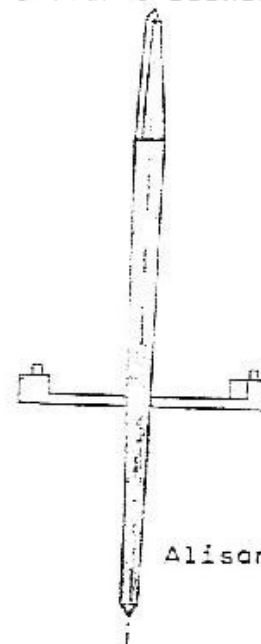
NUMA PLATINA OU FONTE



Bater

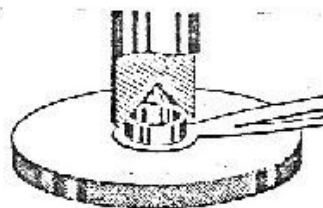


Furo apertado



Alisar

NUM TAMBOR, TAMPA ou PONTEIRO



No caso do tambor ou da sua tampa, passar também o alisador

# **CURSO DE RELOJOARIA**

## **II PARTE**

**CAPÍTULOS**

18. O ESCAPE DE ÂNCORA
19. A RETENÇÃO
20. O RECUO
21. ÂNGULOS PERCORRIDOS POR CADA UM DOS ÓRGÃOS
22. VALOR DOS ÂNGULOS PERCORRIDOS
23. OS CHOQUES
24. INFLUÊNCIA DO ESCAPE NA DURAÇÃO DE OSCILAÇÃO
25. FOLGAS DAS HASTES
26. FOLGA DO DARDO
27. POSIÇÃO DAS HASTE EM RELAÇÃO AO DARDO E AO PEQUENO “PLATEAU”
28. PARAGEM SOBRE O PLANO DE IMPULSÃO E SOBRE O PLANO DE REPOUSO
29. ESCAPE A ÂNCORA DE CAVILHAS
30. ESCAPE DE CILINDRO
31. DISPOSITIVO AMORTECEDOR DE CHOQUES

## **18. O ESCAPE**

O escape, nos relógios de parede como nos de uso pessoal, é o órgão, colocado entre a rodagem e o regulador. Como o seu nome indica, esse órgão deixa escapar uma quantidade mínima de energia que provém do órgão motor, e que é transmitida ao regulador sob forma de impulsão e com o fim de manter o movimento oscilante deste último.

### O escape de âncora

O escape de âncora, tipo âncora suíça, é o que mais frequentemente se encontra (fig. 20).

Compõe-se de:

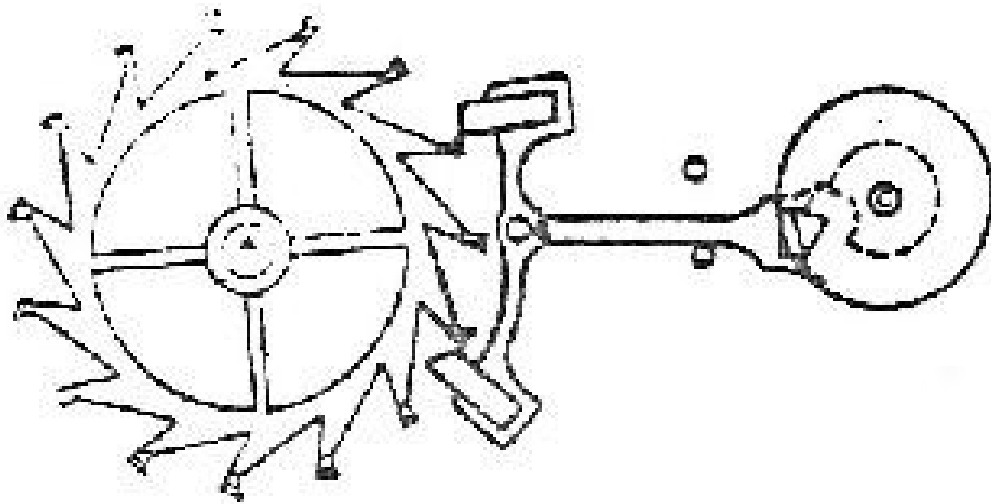


Fig. 20

- 1 - roda A conduzida pelo carrete de escape.
- 2 - âncora propriamente dita B que forma um todo com a forquilha.
- 3 - o plateau C cravado no eixo de balanço.

A roda de escape tem geralmente 15 dentes cuja forma está representada na fig. 21. O ponto a é o canto do dente, as linhas ab e ac representam respectivamente o plano de repouso e o plano de impulsão do dente.

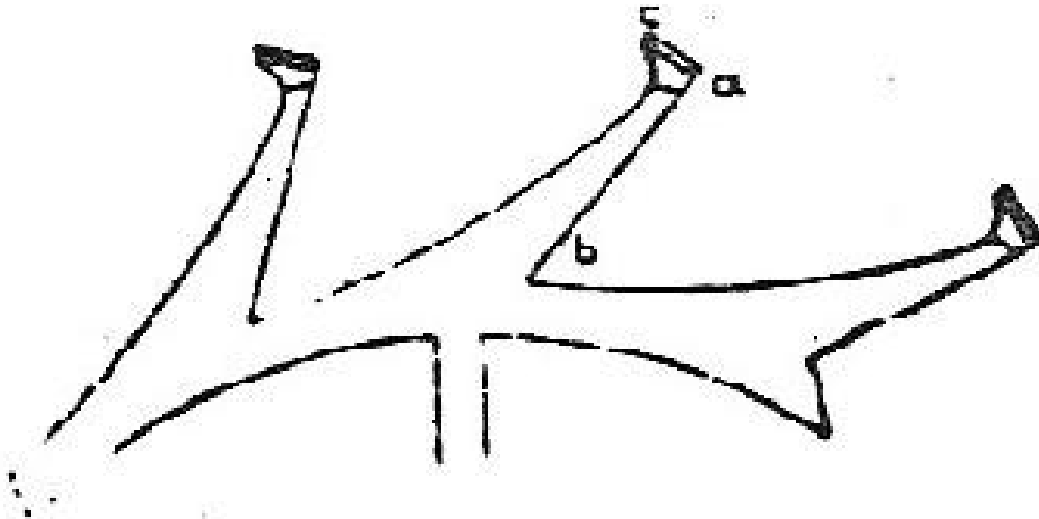


Fig. 21

A âncora (fig. 22), é formada por duas alavancas entalhadas, e nas quais se ajustam as "levées" também chamadas palhetas.

Os lados ab representam as superfícies de repouso sendo os lados ac de impulsão. A palheta E é chamada de entrada; a palheta S é a de saída.

No lado oposto ao das palhetas da âncora termina por uma forquilha ligada ao corpo da âncora por uma vareta.

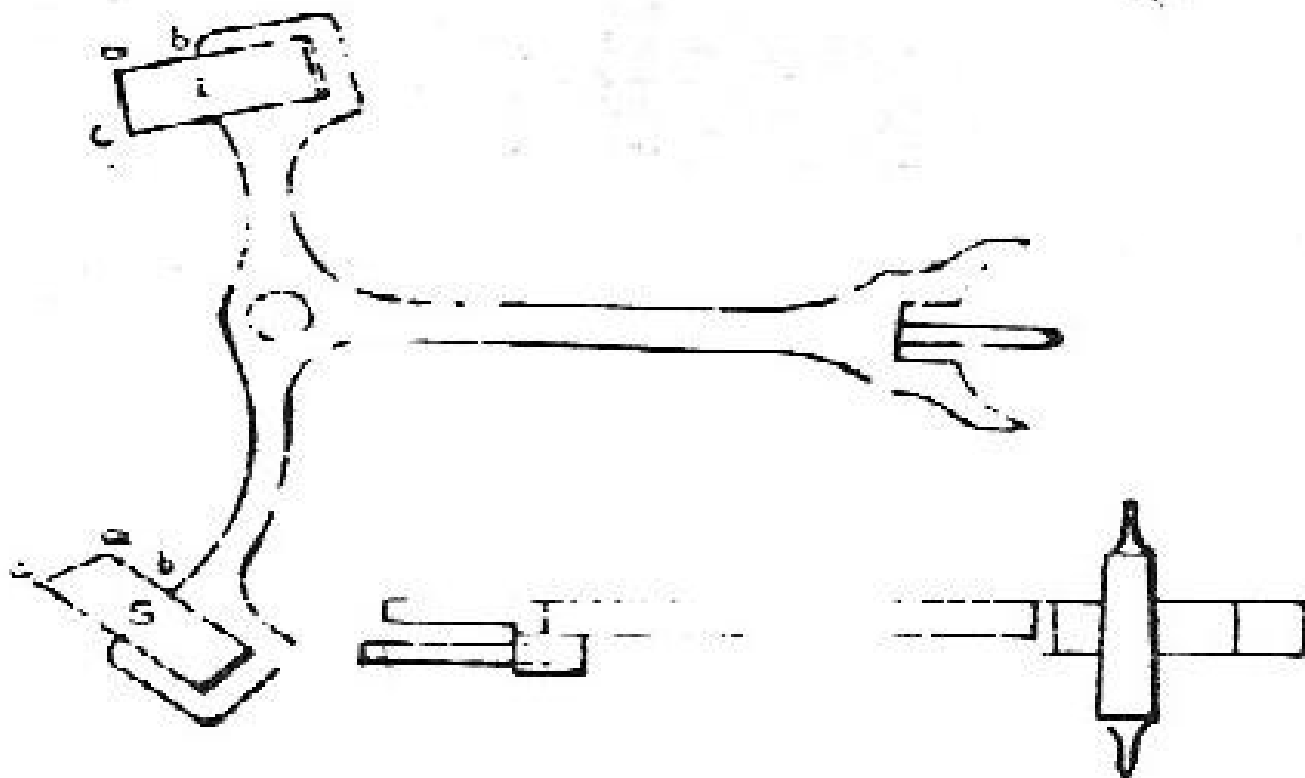
A forquilha (fig. 22 e 23) compreende:

A entrada, na qual a cavilha do plateau se introduz para operar o desprendimento e receber a impulsão.

As hastes que se vão encostar à cavilha do plateau no caso de o relógio sofrer um choque, no momento em que essa cavilha vai penetrar ou sair da entrada. (fig. 24).

O dardo, constituído por uma cavilha cravada num cubo solidário da forquilha (fig. 23), e que tem por fim evitar que o dente da roda penetre no plano de impulsão da palheta em caso de choque do relógio, porque a extremidade do dardo limita a deslocação e vem encostar ao plateau pequeno. (fig. 25).

**Fig. 22**



**Fig. 23**

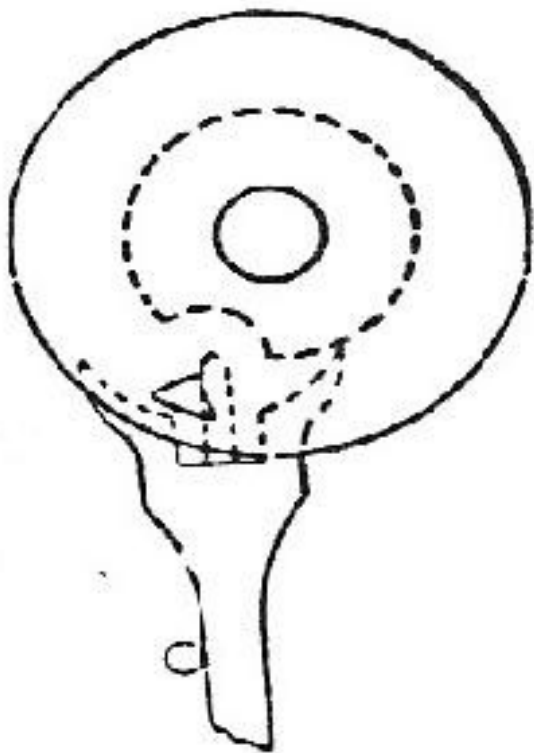


Fig. 24

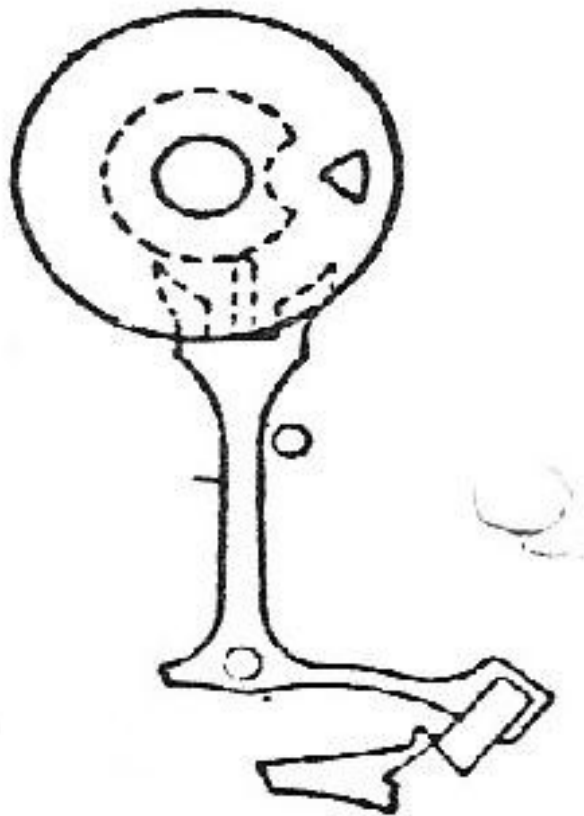


Fig. 25

O duplo disco ou "plateau" (fig. 26), é formado por dois discos sobrepostos e ligados por meio dum canhão, estando o todo cravado sobre o ajustamento inferior do eixo de balanço.

O disco superior A, chamado plateau grande, leva a cavilha do plateau C. Nos primeiros escapes, ela era de forma elíptica (fig. 27); no fabrico actual, tem um perfil de meia lua (fig. 28). O disco inferior B, chamado de plateau pequeno, é o órgão de segurança contra o qual vem bater o dardo em caso de choque do relógio (fig. 29).

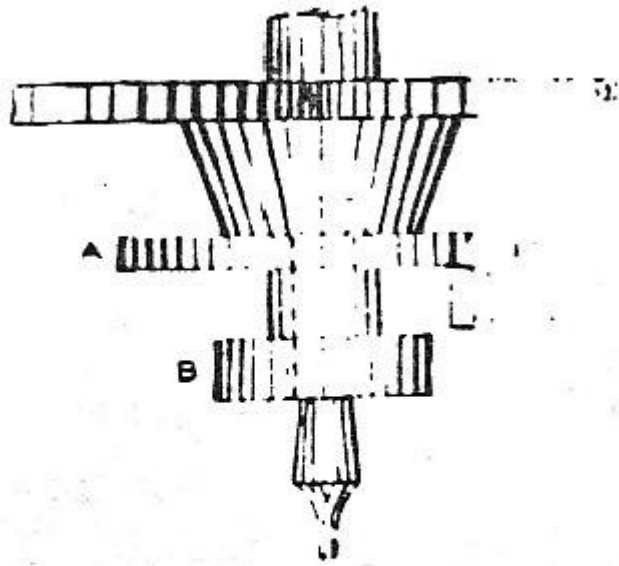
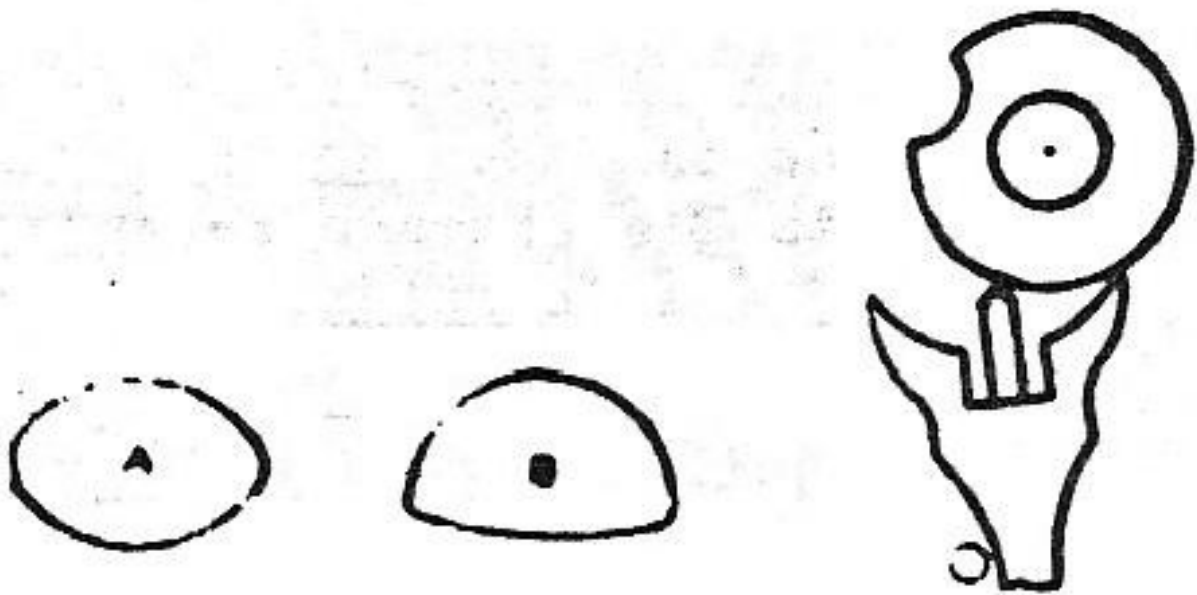


Fig. 26



Figs. 27, 28 e 29



As hastes e o dardo têm por fim impedir a inversão do escape, isto é, a a passagem irregular da forquilha dum perno de limitação ao outro durante o arco de oscilação suplementar. A fig. 30 dá uma ideia precisa da inversão quando a forquilha não está munida de dardo. Na sua oscilação de retorno a cavilha do plateau vem bater atrás da haste e provoca a paragem do relógio.

O movimento angular da âncora é limitado por dois pernos ou paredes de limitação contra as quais a forquilha se vai apoiar.

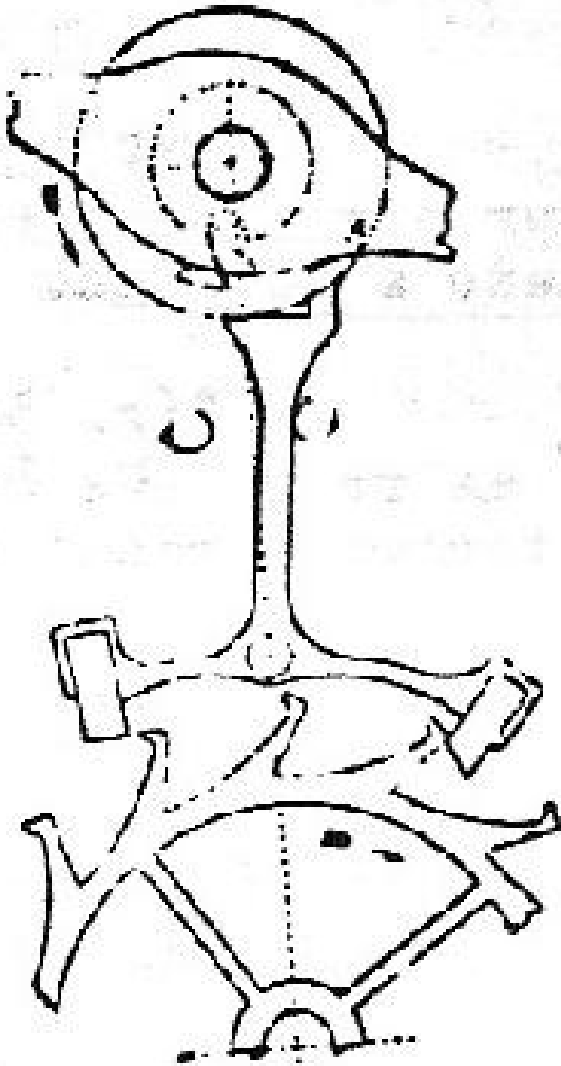


Fig. 30

## 19. A RETENÇÃO

Depois de se dar a impulsão é de toda a necessidade que o órgão regulador possa executar a sua oscilação fora de um qualquer contacto com o dardo ou hastes. Para isso deu-se às duas palhetas uma inclinação tal que a pressão do dente contra o plano de repouso tende a fazer penetrar a palheta na roda, o que obriga a forquilha a permanecer apoiada contra o perno de limitação.

As figs. 31 e 32 dão, para as palhetas de entrada e saída, ângulos de retenção  $\underline{BAC}$  que variam entre 12 e 15 graus.

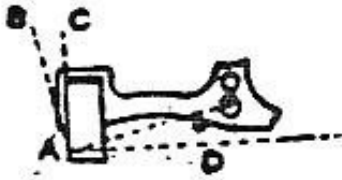


Fig. 31

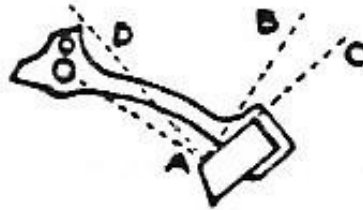


Fig. 32

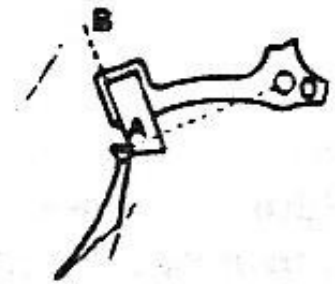
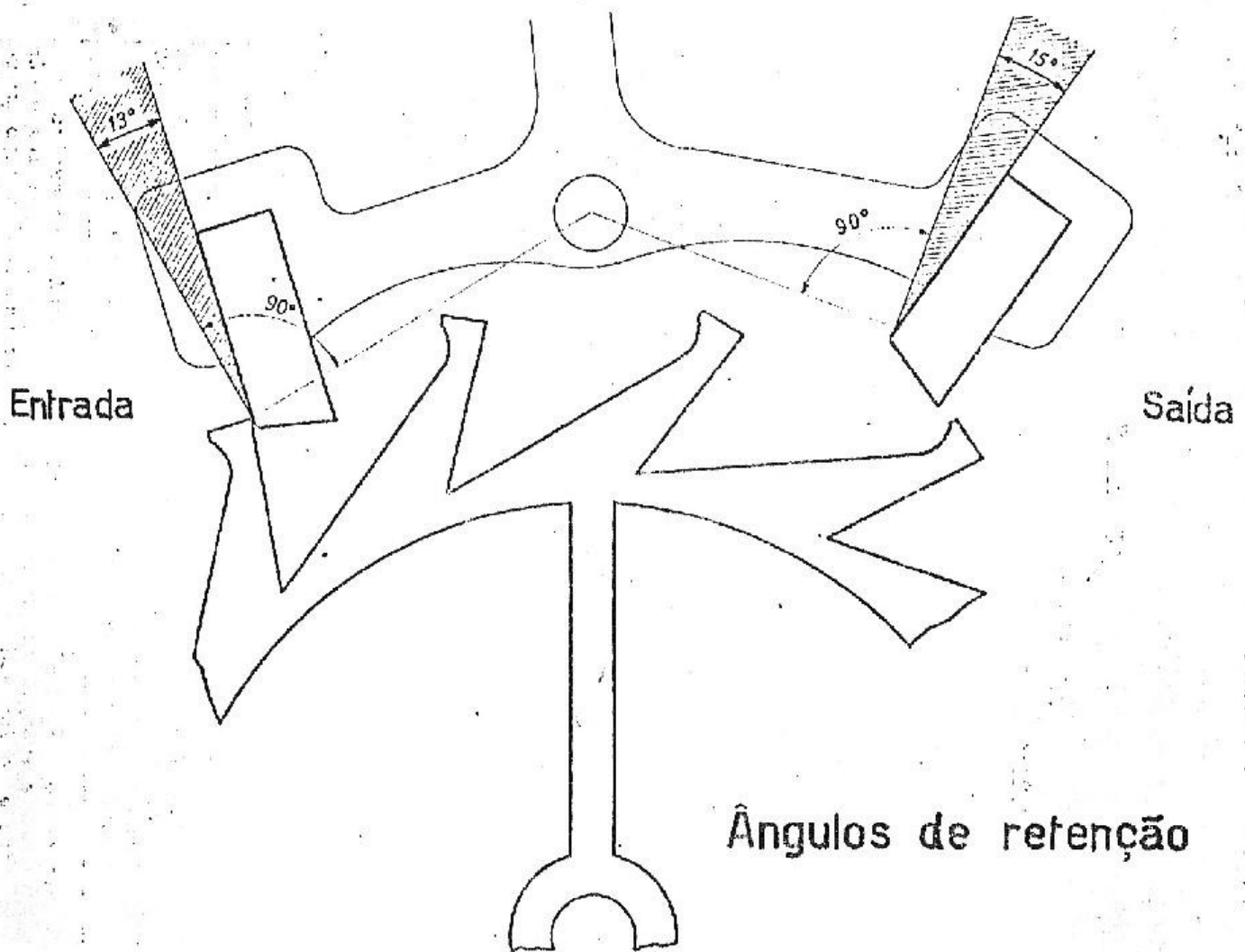


Fig. 33

Se os planos de repouso coincidisse com a linha  $\underline{BA}$ , (fig. 33), não haveria retenção porque o prolongamento de  $\underline{BA}$  passaria pelo centro da roda e, por consequência, a inclinação da palheta seria nula.



Entrada

Saída

Ângulos de referência

## 20. O RECUO

O recuo é o ângulo retrógrado que a roda é obrigada a percorrer durante o desprendimento da âncora por virtude do ângulo de retenção aplicado à palheta.

A fig. 34 mostra-nos a posição da palheta na sua penetração total na roda. ( Os ângulos de penetração e retenção estão exagerados para tornar o recuo mais visível ).

Se se pudessem colocar duas pontas, uma no repouso A, outra na aresta B, essas pontas traçariam; durante o movimento circular da âncora, os dois arcos de círculo o AA' e BB'! Nota-se que no fim do desprendimento da âncora, isto é, quando o ponto A da roda coincidir com o ponto B da palheta, a roda terá executado um recuo correspondente à parte tracejada.

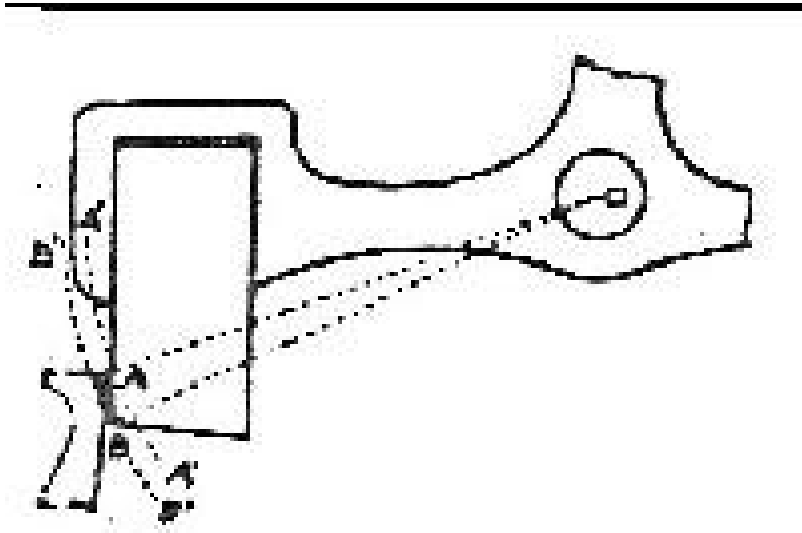


Fig. 34

O recuo da roda depende, portanto, do ângulo de penetração total da palheta, assim como do ângulo de retenção, isto é, o aumento de um ou dos dois ângulos acima referidos provoca automaticamente, um recuo mais acentuado.

## 21. ÂNGULOS PERCORRIDOS POR CADA UM DOS ÓRGÃOS

| <u>RODA</u> | <u>ÂNCORA</u>   | <u>BALANÇO</u>                |
|-------------|-----------------|-------------------------------|
| Recuo       | Desprendimento  | Desprendimento                |
| Impulsão    | Impulsão        | Impulsão                      |
| Queda       | Caminho perdido | Arco de oscilação suplementar |

O recuo na roda, assim como o desprendimento na âncora, são percorridos desde o momento em que o canto do dente da roda deixa o seu ponto de apoio contra o plano de repouso da palheta ( fig. 35), até ao momento em que o referido canto do dente chega ao contacto da aresta formada pela intersecção dos planos de repouso e de impulsão da palheta (fig. 36).

O desprendimento do balanço é percorrido desde o momento em que a cavilha do plateau entra em contacto

com o lado da entrada da forquilha (fig. 35), até ao momento em que o canto do dente da roda chega ao contacto com a aresta formada pela intersecção dos planos de repouso e de impulsão da palheta (fig. 36).

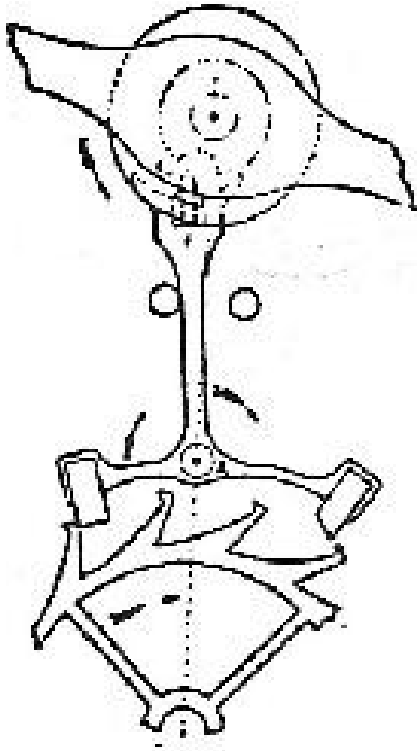


Fig. 35

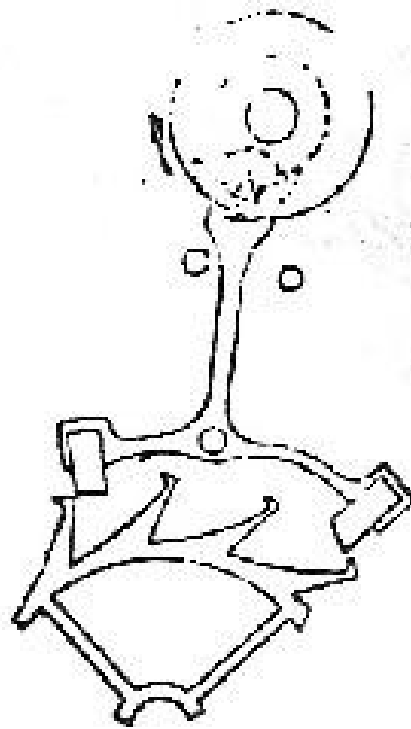


Fig. 36

A impulsão, na roda como na âncora, é percorrida desde o momento em que o canto do dente da roda toca no plano de impulsão da palheta (fig. 37) até ao momento em que o tacão do dente da roda chega ao contacto da aresta formada pela intersecção do plano de impulsão com a parte posterior da palheta (fig. 38).

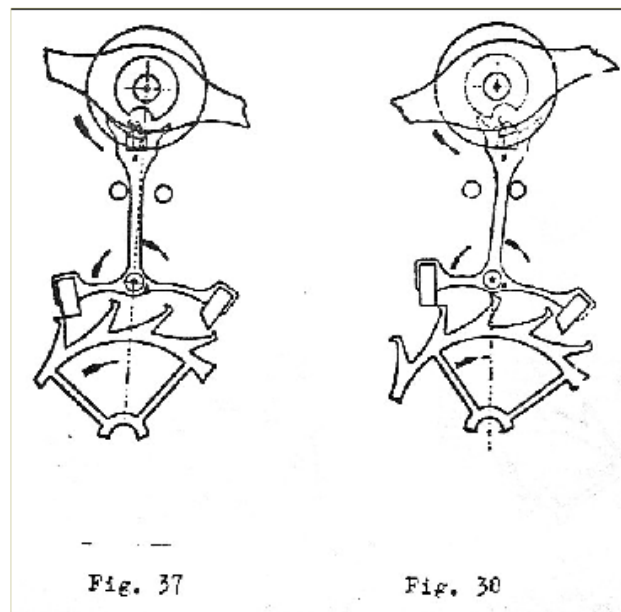


Fig. 37

Fig. 38

A impulsão, no balanço, é percorrida desde o momento em que o outro lado da entrada da forquilha entra em contacto com a cavilha do "plateau", (fig. 39) até ao fim do contacto do dente da roda com o plano de impulsão da palheta (fig. 40).

---

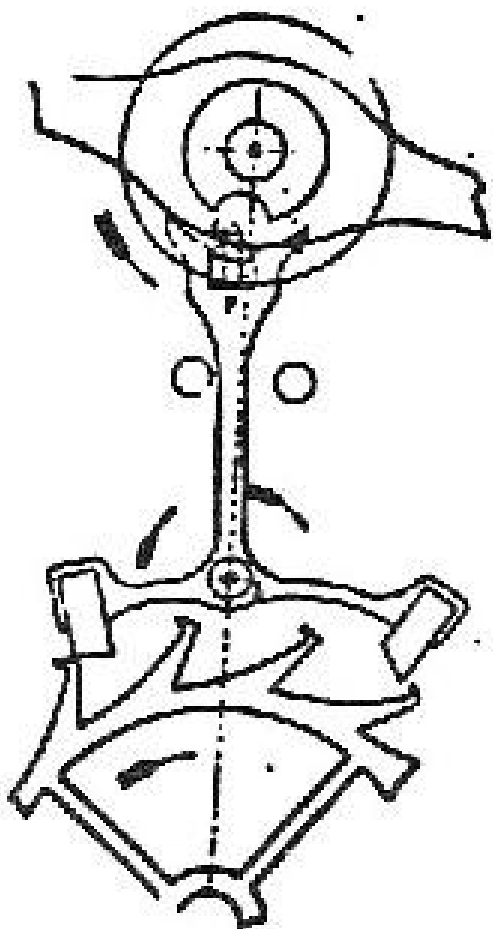


Fig. 39

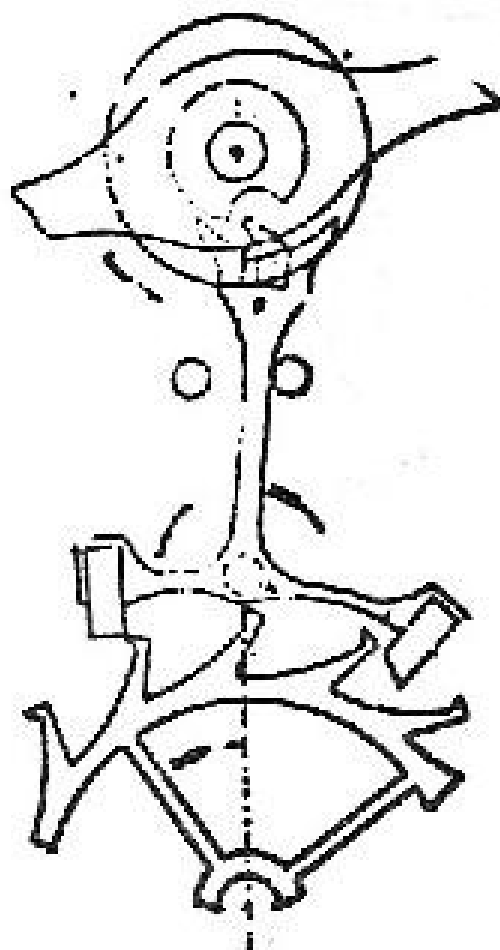


Fig. 40

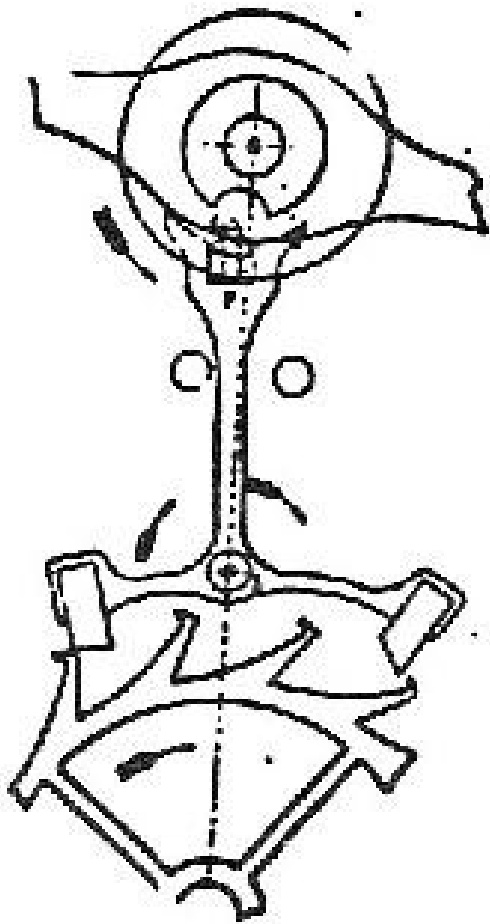


Fig. 39

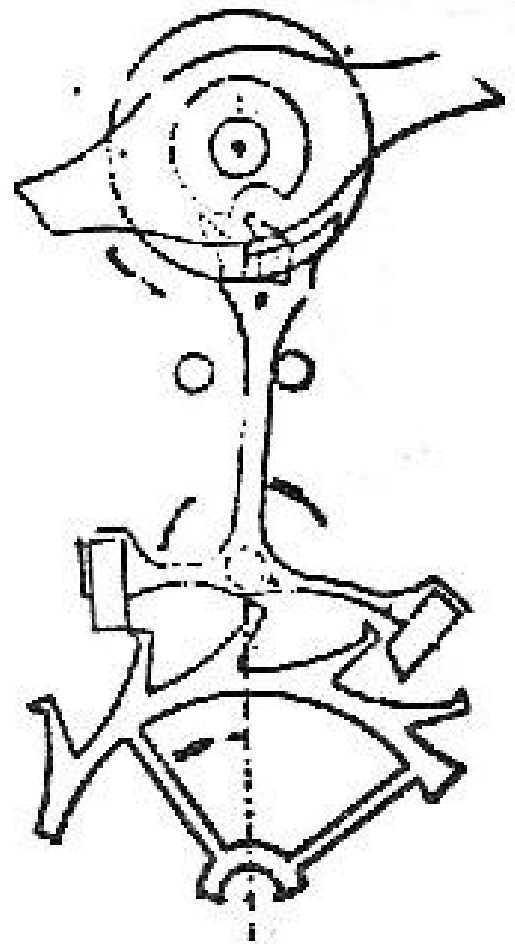
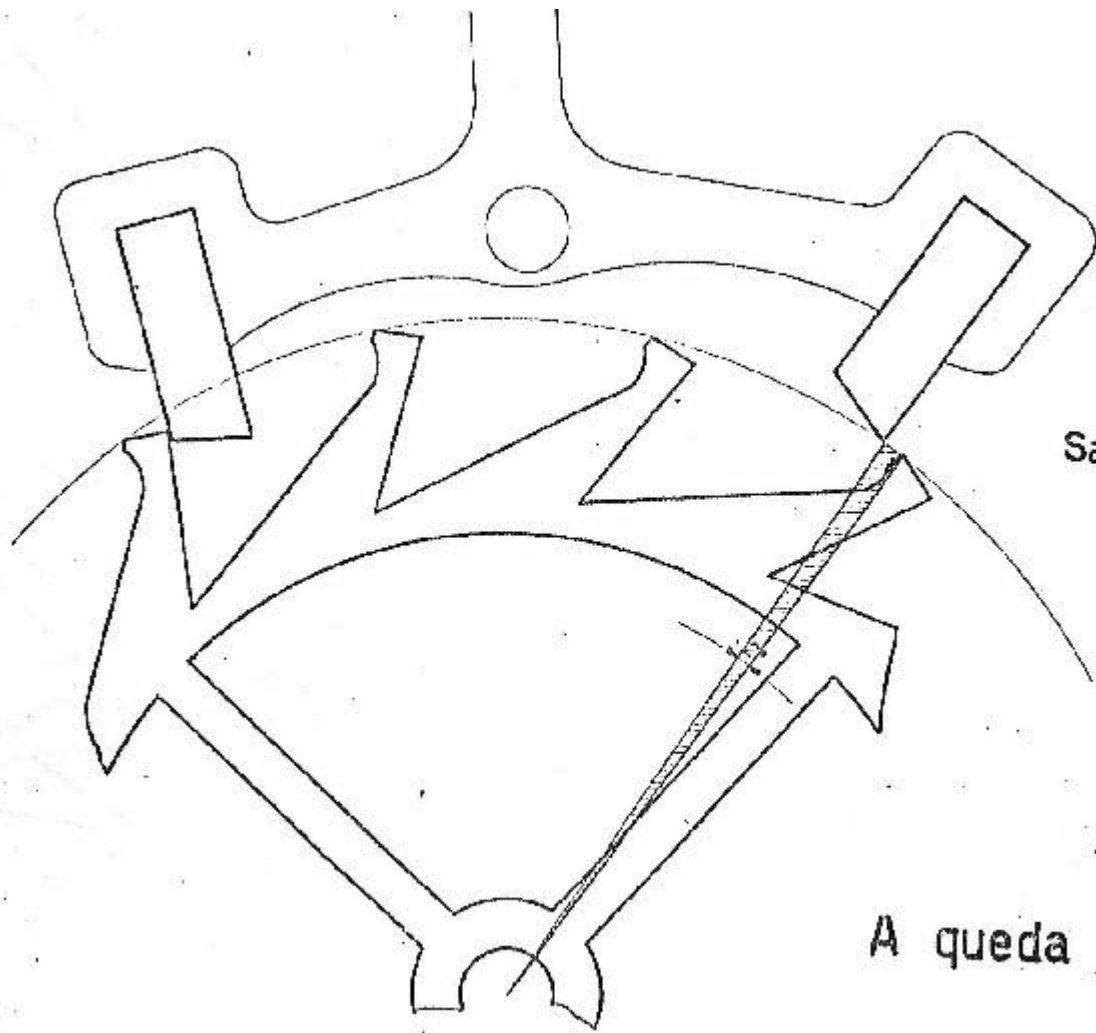


Fig. 40

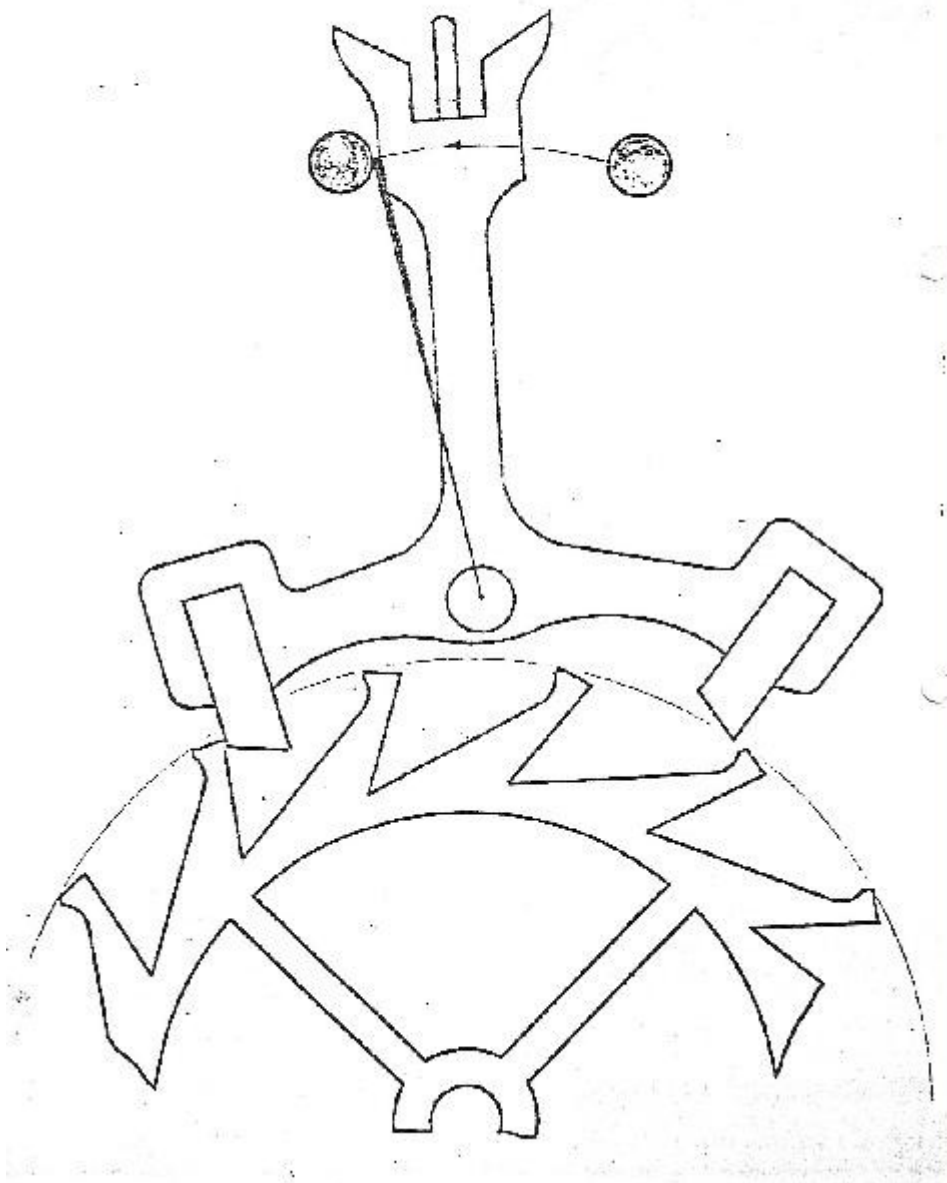


Saída

A queda



## O caminho perdido



A queda, na roda, executa-se a partir do momento em que um dente deixa o plano de impulsão duma das palhetas (fig. 40) até ao momento em que o canto dum outro dente correspondente vem encostar-se ao plano de repouso da outra palheta (fig. 41)

O caminho perdido, na âncora, executa-se desde o momento em que o dente da roda toca o plano de repouso duma das palhetas (fig. 41) até ao momento em que a forquilha se vai apoiar contra o perno de limitação (fig. 42).

O arco de oscilação suplementar, do balanço, é percorrido no seu movimento de vaivém enquanto um dos dentes da roda permanece parado contra o plano de repouso da palheta.

## 22. VALOR DOS ÂNGULOS PERCORRIDOS

Os ângulos percorridos pelas diferentes peças, variam conforme a qualidade e o tamanho das mesmas. Para as rodas de 15 dentes, o caminho percorrido durante uma função será de:

$$\frac{360^\circ}{2 \times 15} = 12^\circ$$

Nestes 12 graus estão compreendidos a impulsão e a queda. Para uma roda de qualidade superior, isto è, com tolerâncias de fabrico mais apertadas, a queda, que representa, na verdade, uma segurança para evitar qualquer emperramento dos dentes da roda entre as palhetas, será de 1 a 11/2°.

Será de 11/2 a 2° para rodas de fabrico em grandes séries.

Tomado em consideração o valor da queda resta, para a impulsão, 10 a 11°, conforme a qualidade de fabrico.

O ângulo total do trabalho da âncora com a roda, varia conforme o tamanho da âncora; é fácil reconhecer que para um mesmo valor de ângulo de penetração da palheta na roda, a penetração da dita palheta, conhecida pelo nome de ângulo de repouso diminui à medida que a âncora se torna mais pequena.

O ângulo total de trabalho da âncora é de 10° para relógios de grande formato; pode ir até 14° para relógios de pequeno formato. O ângulo de repouso varia, portanto, de 1 a 3°.

O ângulo de impulsão, por seu lado, varia entre 8 1/2 a 11°.

O caminho perdido, que não é mais que uma segurança, é de 1/4 a 1/2°.

O ângulo total de trabalho do balanço (ângulo percorrido pela cavilha de "plateau" durante o contacto com a entrada da forquilha) é 3 a 4 vezes maior do que o da âncora e pode variar entre 30 e 45°. Isto equivale a dizer que o raio tirado do centro do balanço para o bordo exterior da cavilha do "plateau", é 3 a 4 vezes menor que o comprimento da forquilha, tomado desde o ponto em que gira, até ao contacto da sua entrada com a cavilha do "plateau".

O ângulo de desprendimento poderá variar entre 5 e 10° e o ângulo de impulsão entre 25 e 35°, conforme o tamanho das peças.

## 23. OS CHOQUES

Durante o ciclo completo duma função do escape, produzem-se 5 choques.

1º choque--Contacto da cavilha do "plateau" contra a entrada da forquilha (fig. 43)

2º choque--Contacto do dente da roda contra o plano de impulsão da palheta (fig. 44)

Este choque resulta do facto de, por virtude da sua inércia, a roda descolar ligeiramente da palheta no seu movimento de recuo (fig. 45) e, quando retoma o seu movimento para a frente, cai sobre o plano de impulsão da palheta (fig. 44).

Este pequeno recuo suplementar, chama-se recuo mecânico. ( O efeito está exagerado na figura, apenas para facilitar a compreensão); não é, na realidade senão de  $1/4^\circ$ . Todavia existe.

---

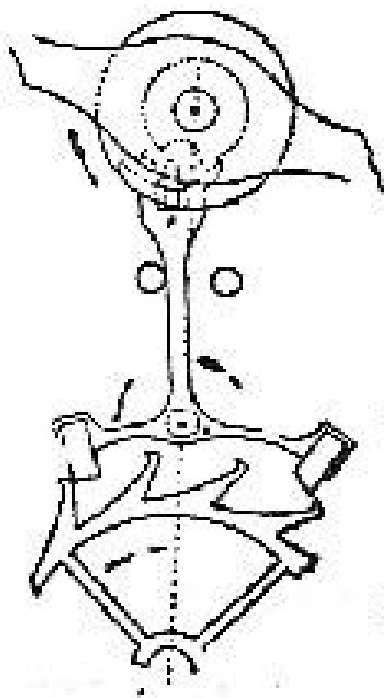


Fig. 43

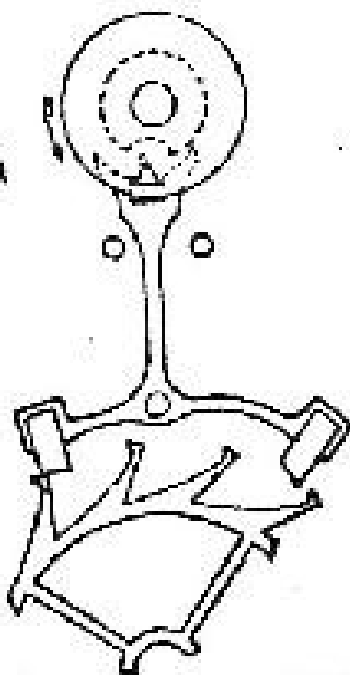


Fig. 44

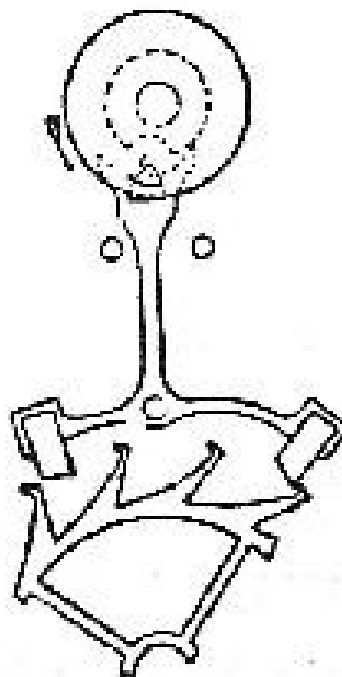


Fig. 45

---

3º choque--Outro lado da entrada da forquilha contra a cavilha do plateau (fig. 46).

4º choque--Dente da roda contra o plano de repouso da palheta (fig. 47)

5º choque--Forquilha contra perno de limitação (fig. 48).

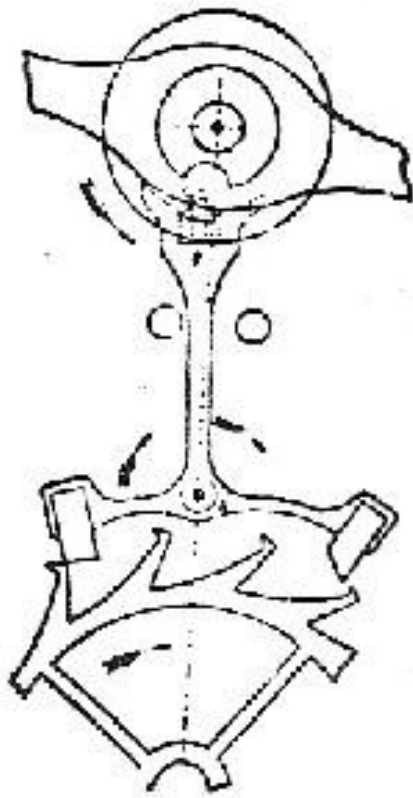


Fig. 46



Fig. 47



Fig. 48

## 24 . A INFLUÊNCIA DO ESCAPE NA DURAÇÃO DE OSCILAÇÃO

A fig. 49 representa a cavilha do plateau e a âncora no início do desprendimento, enquanto que a fig. 50 representa o fim.

Durante este período a força do espiral deve vencer a resistência que oferece a âncora a desprender-se por virtude da sua inércia, assim como a da roda para efectuar o seu movimento de recuo. Estas duas resistências acumuladas, actuando antes do ponto morto (fig. 51) amortecem a oscilação e criam atraso (arco AB, fig. 53).

O percurso indicado entre as posições da fig. 50 à fig. 51 representa a parte de impulsão antes do ponto morto. Como esta força se junta à do espiral, acelera a velocidade do balanço e provoca avanço (arco BC, fig. 53).

Nestas figuras 51 e 52 é a impulsão depois do ponto morto, força que tem tendência a prolongar o arco de oscilação suplementar e provoca assim atraso (arco CD, fig. 53).

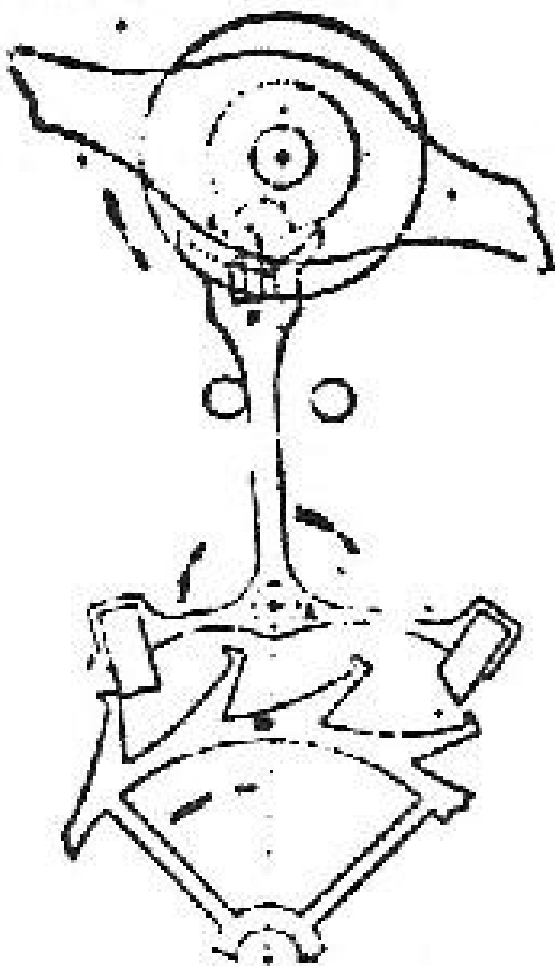


Fig. 49

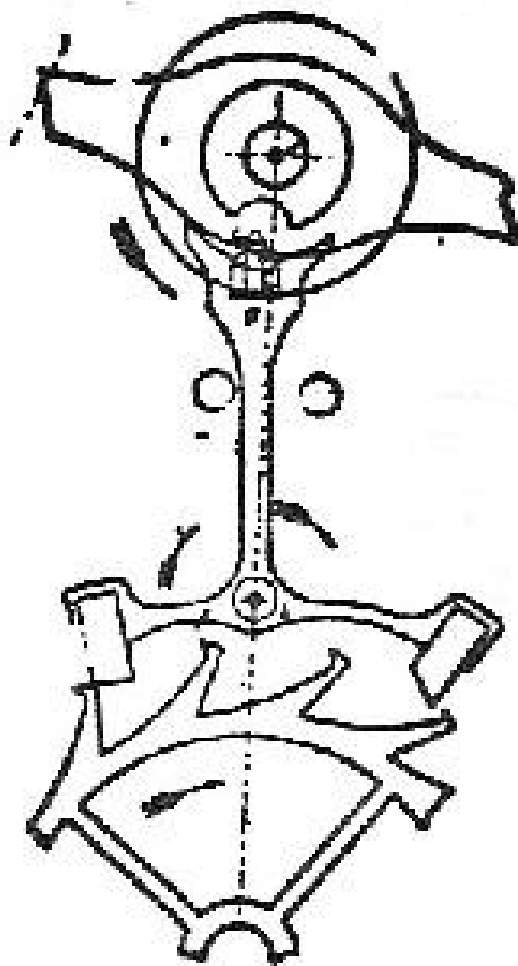


Fig. 50

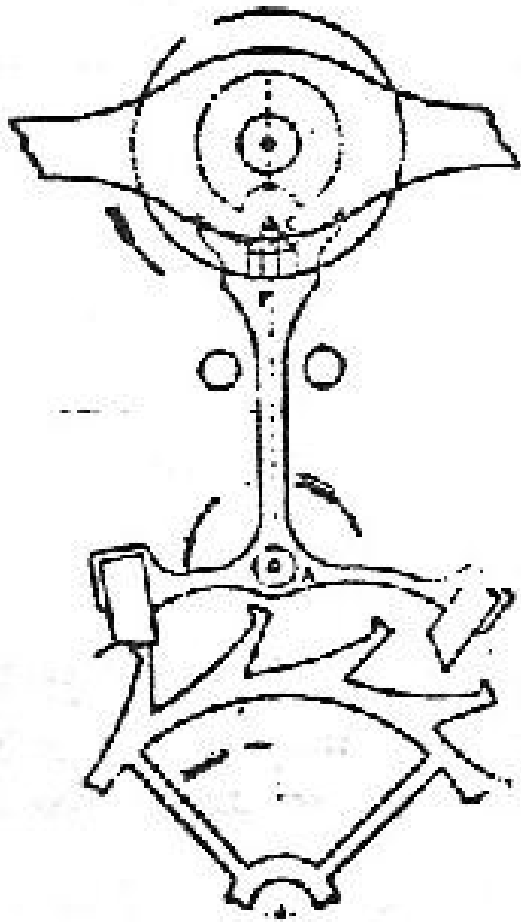


Fig. 51

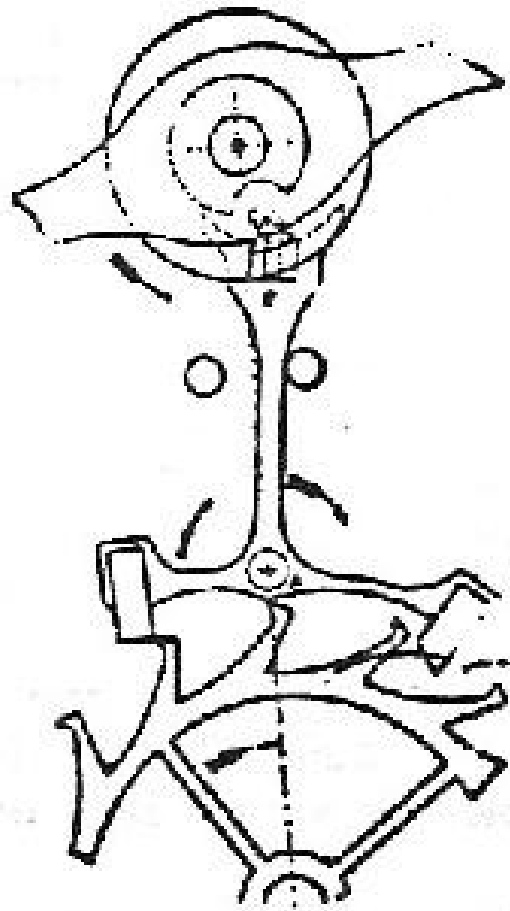


Fig. 52

Do exame da fig. 53 verifica-se que os arcos de atraso AB + CD predominam sobre o arco de avanço BC e que, em definitivo, o escape provoca um atraso. A influência deste último será diminuída, até certo ponto, empregando a roda e a âncora o mais leves possível, e pela redução, dentro dos limites admissíveis, dos ângulos de repouso e de retenção.

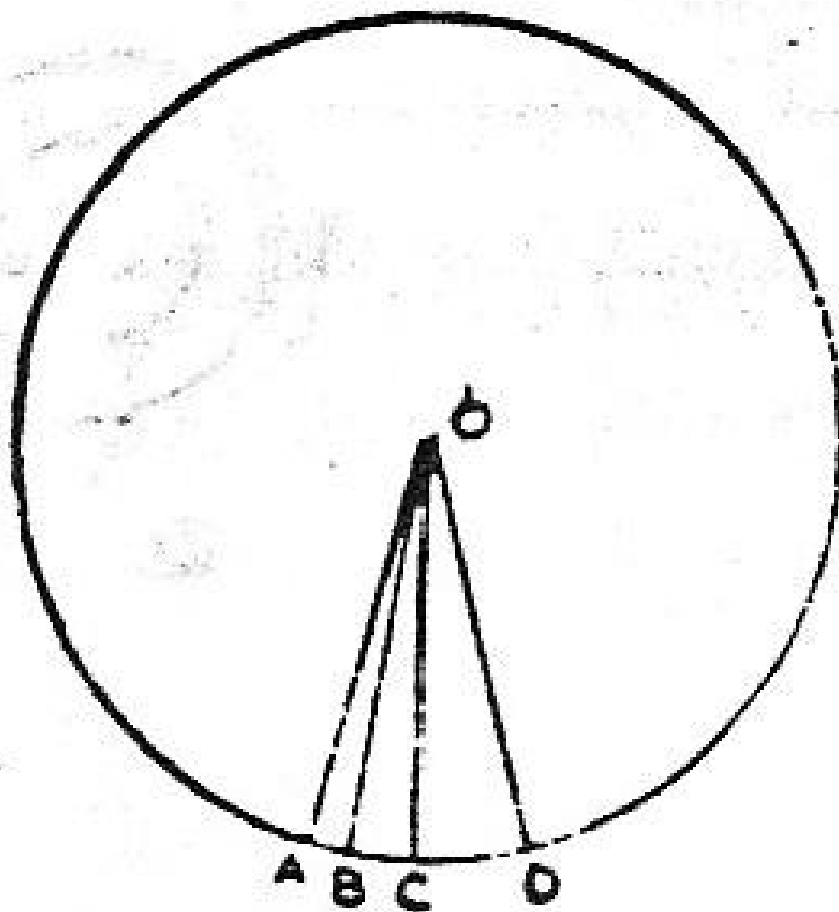


Fig. 53

## 25. FOLGA DAS HASTES

Para assegurar a liberdade ao balanço durante o arco de oscilação suplementar, é necessário um espaço entre a haste e a cavilha do plateau.

Chama-se folga da haste, o ângulo percorrido acidentalmente pela âncora desde a posição da forquilha apoiada ao perno, até ao contacto da haste contra a cavilha do plateau.

Esta folga deve ser inferior ao ângulo de penetração total da âncora (repouso e caminho perdido reunidos).

A fig. 54 representa o dente em repouso sobre a palheta de saída, a forquilha apoiada contra o perno e a haste distante da cavilha.

A fig. 55 mostra a haste apoiada na cavilha. A folga é normal visto o dente da roda estar ainda sobre a superfície de repouso da palheta.

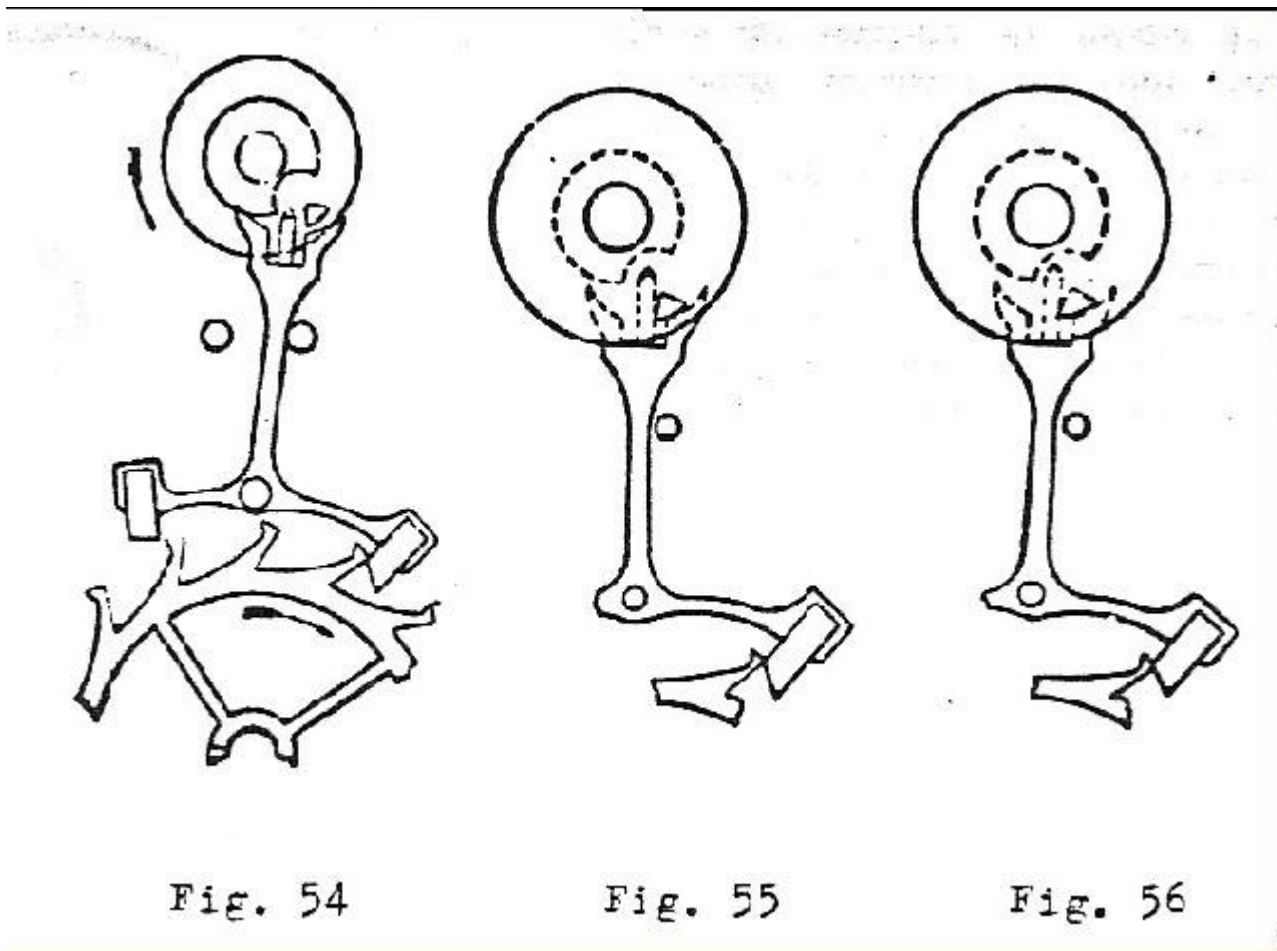
A fig. 56 temos uma folga da haste muito forte, o que significa que o ângulo percorrido neste instante pela

forquilha, é maior que o ângulo de penetração total da palheta.

A forquilha já não pode voltar ao perno porque o dente penetrou no plano de impulsão da palheta. Produz-se então um atrito da cavilha contra a haste, destruindo-se assim, a liberdade do balanço.

A folga da haste é, em suma, uma segurança e deve ser tão fraca quanto possível no sentido da entrada da forquilha. Deve aumentar progressivamente à medida que se aproxima da extremidade da haste, mas sem nunca atingir o valor do ângulo de penetração total da âncora na roda.

A fig. 57 mostra precisamente o caso duma folga muito fraca na extremidade da haste e também inferior à folga do dardo. Por virtude dum choque no relógio, imediatamente antes do desprendimento do balanço, a cavilha do "plateau" vem bater contra as costas da haste.



A fig. 58 representa o resultado pernicioso e inadmissível das haste como poderiam ser "arranjadas" por um reparador não iniciado. Por virtude de uma folga exagerada no canto de entrada da forquilha, o dente da roda penetrou sobre o plano de impulsão da palheta.

A forquilha normal deve ser direita, a entrada e as hastes simétricas em relação ao eixo da vareta. É, portanto, recomendável não empregar artificios de correcção que poderiam levar a forquilha a ficar como a representa a fig. 59.



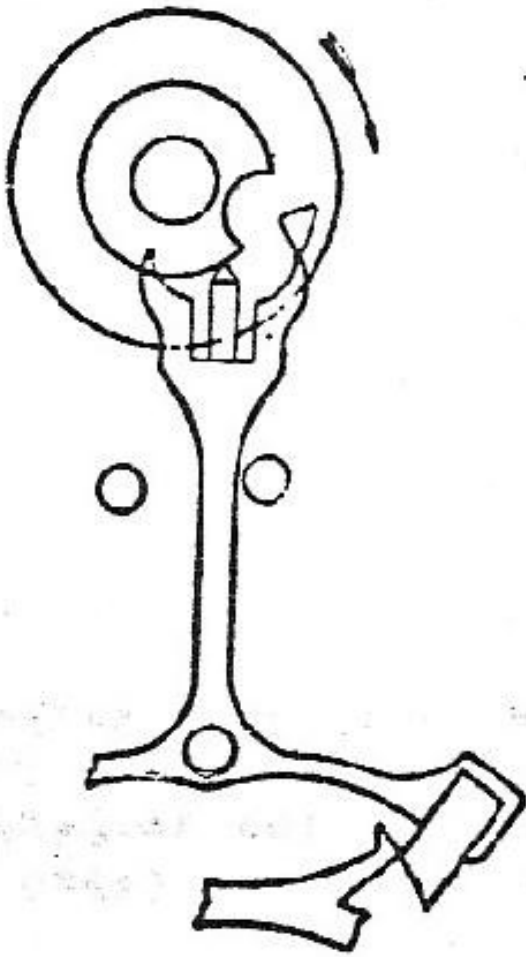


Fig. 57

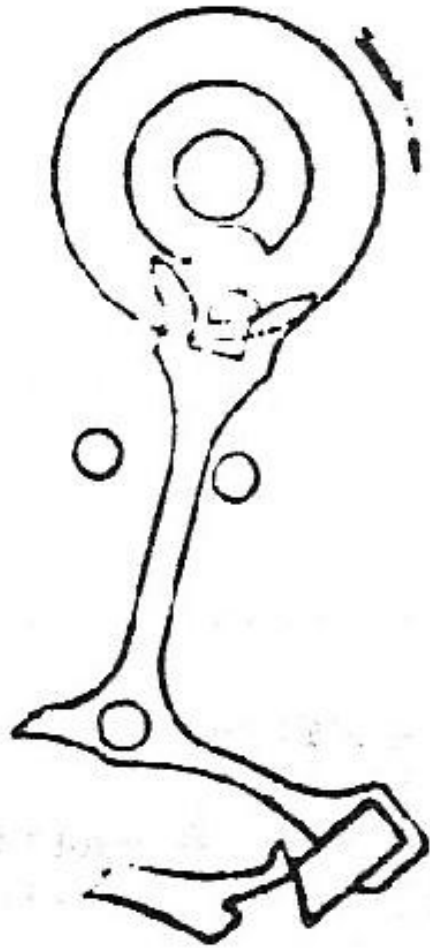
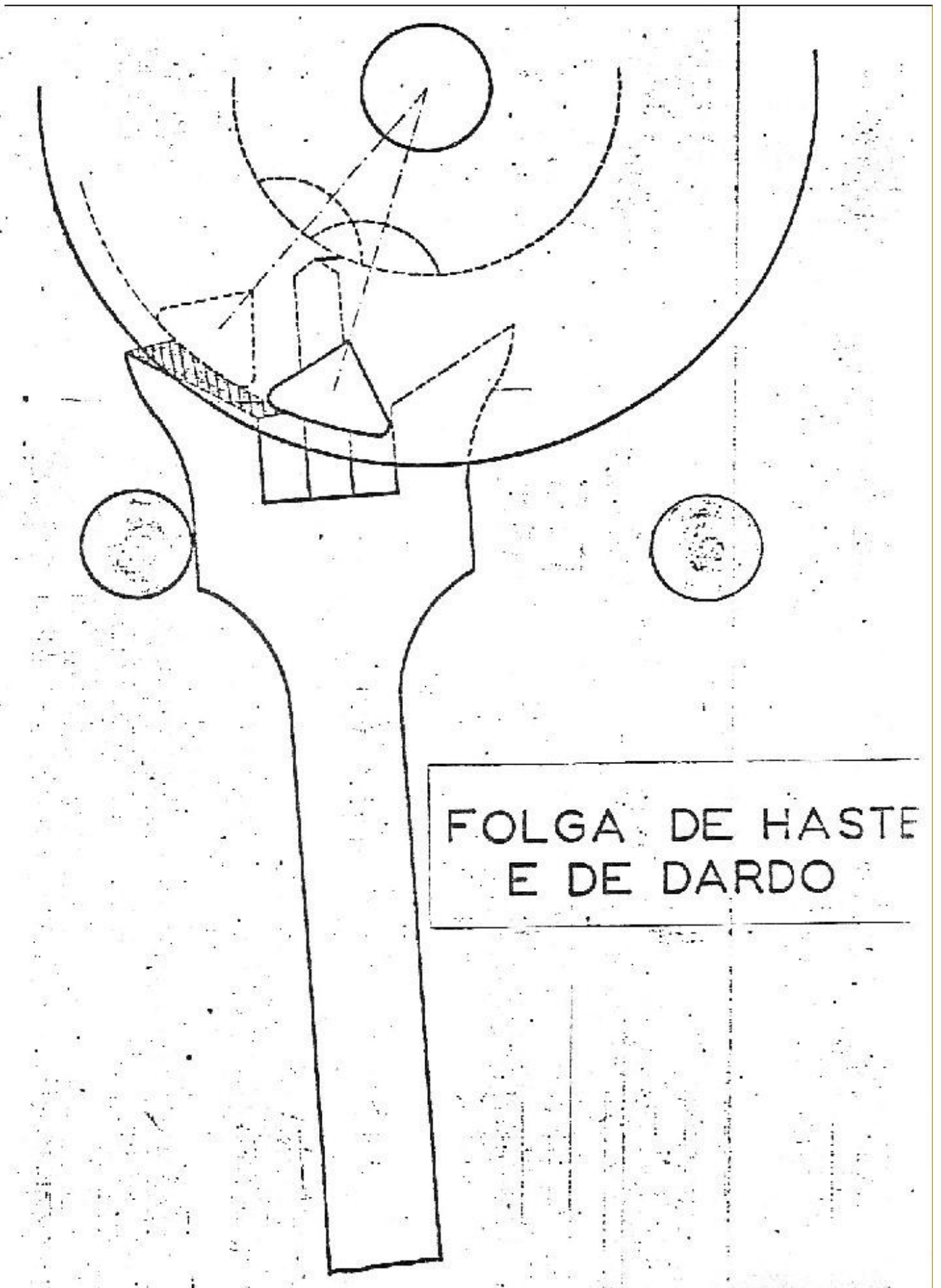


Fig. 58



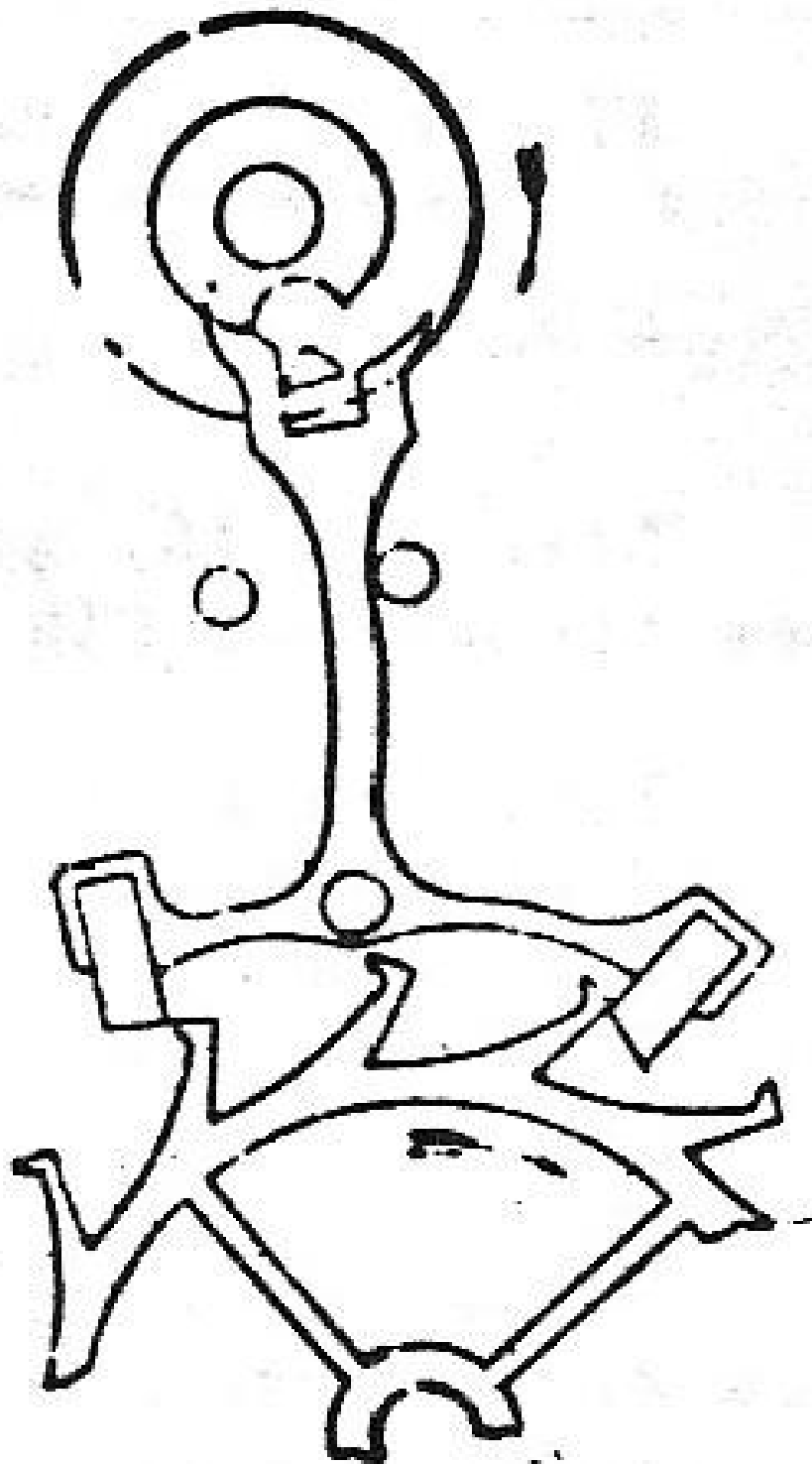


Fig. 59

Para assegurar a liberdade do balanço durante o arco de oscilação suplementar, deve existir um espaço entre o dardo e o bordo do plateau pequeno.

Dá-se o nome de folga do dardo ou folga do plateau ao ângulo percorrido acidentalmente pela âncora desde a posição da forquilha apoiada contra o perno, até ao contacto do dardo contra o "plateau" pequeno.

As figs. 60 e 61 representam as duas posições que acabam de ser definidas. Esta folga deve ser inferior ao ângulo de penetração da palheta na roda e inferior, também, à folga na extremidade da haste.

A fig. 62 mostra o caso duma folga do dardo muito grande. O dente da roda penetrou no plano de impulsão da palheta.

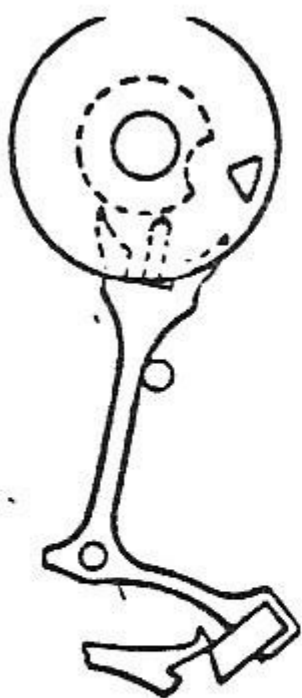


Fig. 60

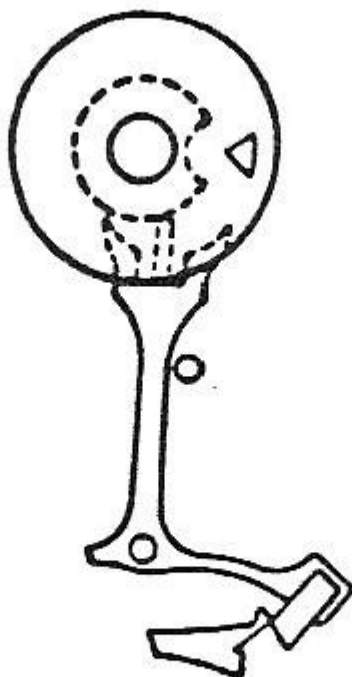


Fig. 61

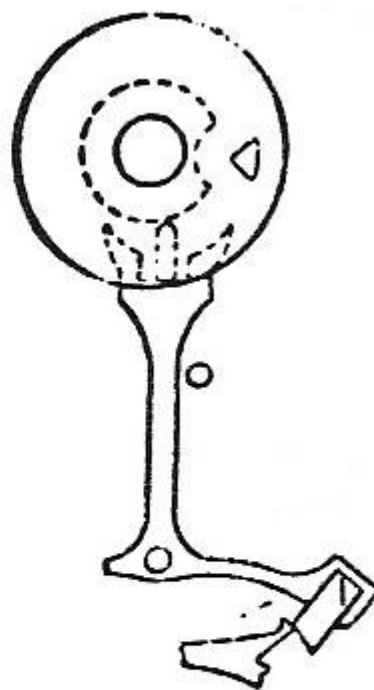


Fig. 62

## 27. POSIÇÃO DAS HASTE EM RELAÇÃO AO DARDO E AO PEQUENO "PLATEAU"

Dissemos já, quando da definição da forquilha, que o dardo e as hastes tinham por fim impedir a inversão.

Para que a forquilha possa passar livremente dum perno ao outro, durante o desprendimento e a impulsão, é preciso entalhar o plateau pequeno. A ranhura deve ser suficientemente larga para assegurar a passagem da ponta do dardo. Apresenta-se, assim, um percurso do balanço durante o qual o dardo não pode ser retido pelo plateau pequeno.

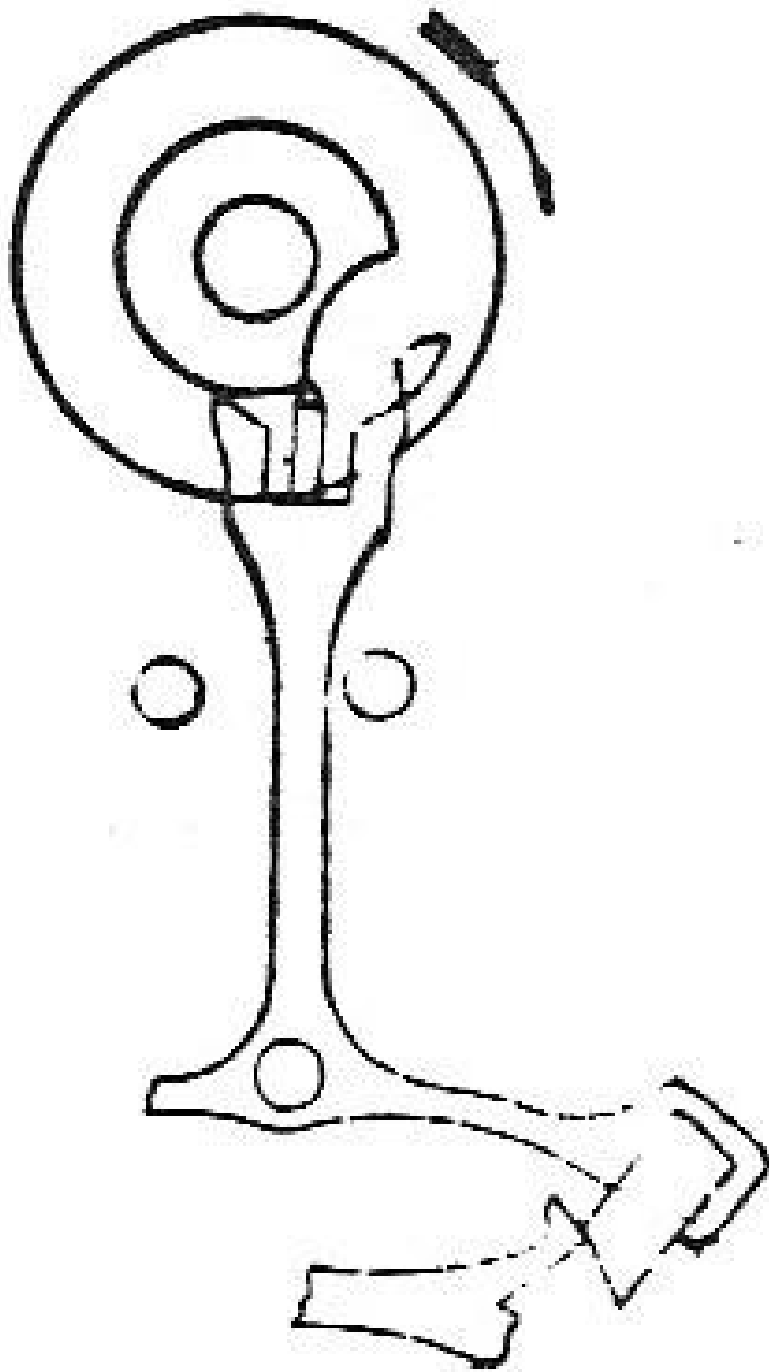


Fig. 63

## 28. PARAGEM SOBRE O PLANO DE IMPULSÃO E SOBRE O PLANO DE REPOUSO

Durante o funcionamento do escape estão em presença duas forças:

1. A força motriz, que actua durante a impulsão.
2. A força do espiral, que actua durante o desprendimento

Os braços de alavanca e os planos inclinados, que entram em acção no trabalho do escape, devem ser tais que o desprendimento e a impulsão possam fazer-se sem descontinuidade a partir do instante em que a corda está enrolada com a sua potência normal. Por outras palavras, o balanço não deve poder parar, por meio dum palito de madeira ou dum pincel, no fim da impulsão (fig. 64), ou ainda no fim do desprendimento chamado paragem sobre o plano de repouso (fig. 65). Quando se apresenta este defeito diz-se que há paragem no dedo.

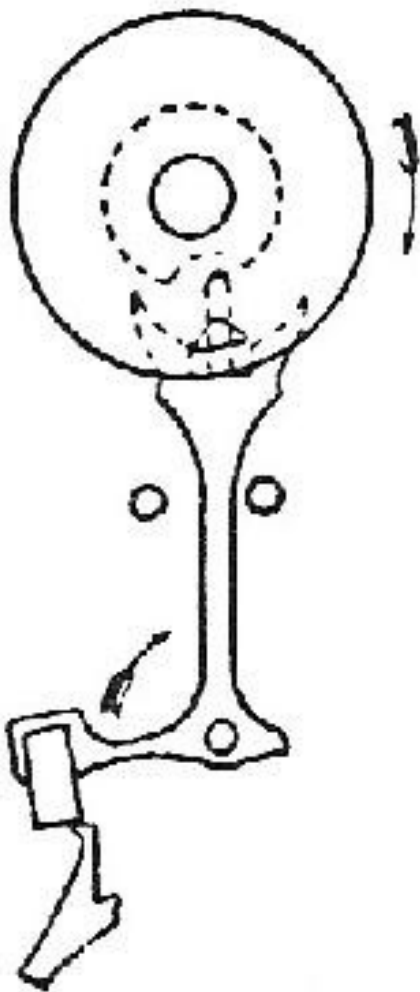


Fig. 64

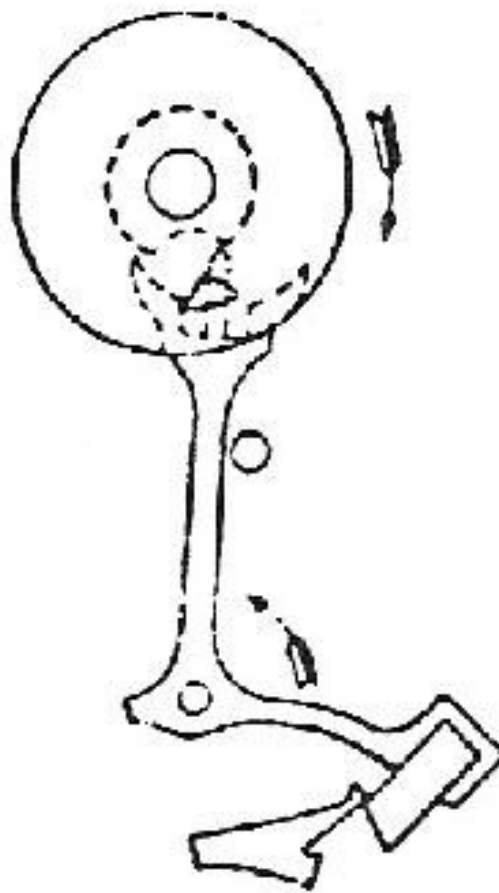


Fig. 65

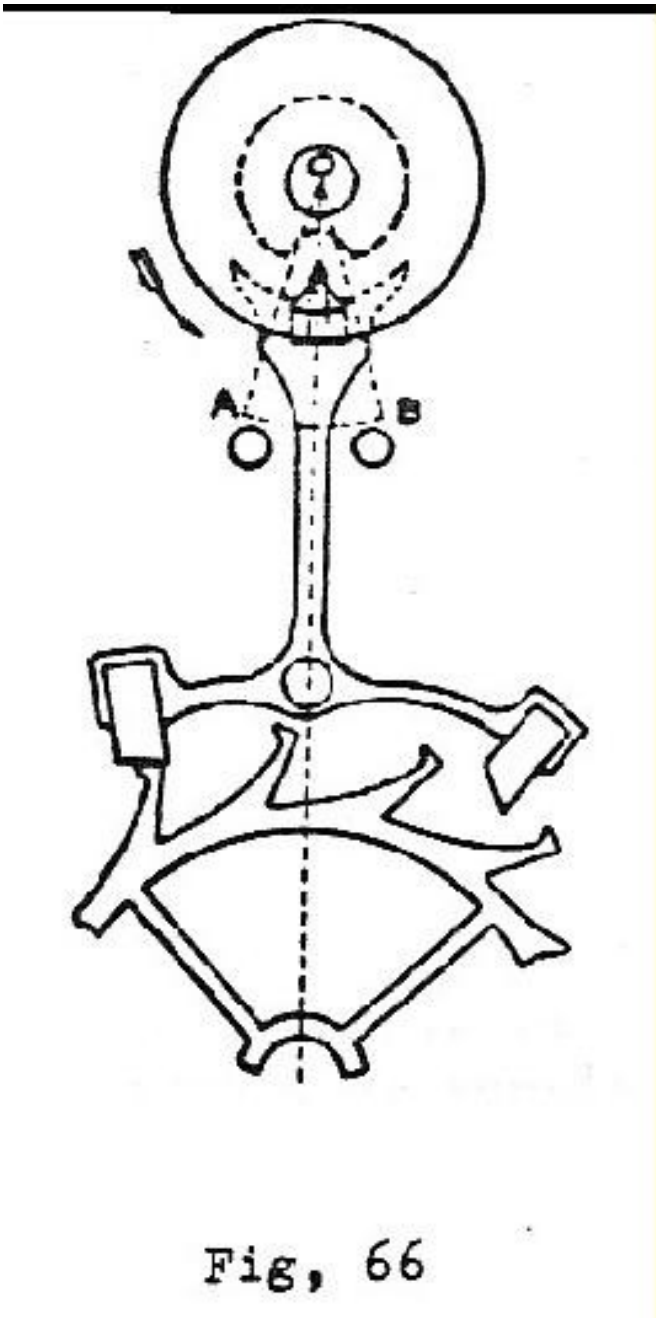
Tendo em consideração a teoria dos braços das alavancas, reconhece-se que uma forquilha mais comprida associada a um plano mais pequeno, aumentam o risco de paragem de impulsão, porque é necessário vencer

a resistência do espiral actuando sobre um braço de alavanca mais curto (plateau muito pequeno).

Esta mesmo forquilha, com este mesmo plateau diminuiriam, pelo contrário, os riscos duma paragem sobre o plano de repouso visto a forquilha, representando um braço de alavanca mais comprido, oferecer menor resistência à acção do espiral para efectuar o desprendimento.

As relações de grandeza, entre a forquilha e o plateau, são determinadas e estabelecidas da melhor forma na fabricação e, como é natural, o reparador não tem que intervir nelas.

Há, contudo, outras causas de paragem no dedo que o reparador deve conhecer e que ele pode, em certos casos, suprimir ou atenuar na medida do possível.



#### Para a paragem sobre o plano de impulsão:

1. Força motriz muito fraca ou diminuída por más engrenagens, ou ainda por falta de liberdade das peças móveis;
2. Superfície de impulsão mal polidas;
3. Falta de liberdade da cavilha de plateau na entrada da forquilha;
4. Lados da entrada rugosos;
5. Grande quantidade de óleo, sua ausência ou sua má qualidade (espessamento ou secagem);
6. Má colocação na referência (coxo). No ponto morto, a cavilha do plateau e a forquilha devem-se encontrar exactamente sobre o eixo âncora-balanço (fig. 66).

#### Para a paragem no plano de repouso:

1. Ângulo de penetração da palheta na roda muito forte;
2. Ângulo de retenção muito forte;
3. Planos de repouso mal polidos;
4. Falta de liberdade das peças do escape;
5. Lados de entrada rugosos;
6. Mau estado dos óleos;
7. Má colocação na referência.

Deve-se notar que uma má colocação na referência acentua os dois defeitos na mesma palheta.

### **PRÁTICA**

#### **A AFINAÇÃO DO ESCAPE**

A afinação do escape é a soma das operações e retoques que um relojoeiro deve efectuar, para assegurar o bom funcionamento dum escape.

##### Marcha a seguir:

Assegurar-se de que a rotação está perfeitamente livre e que a roda de escape tem uma folga em altura de 2 a 3/100 de mm. Deve, também, rodar bem concêntrica e plana.

Verificar as pedras do balanço e da âncora.

Colocar no seu lugar a âncora com uma folga em altura de 2 a 3/100 mm.

##### A repartição:

Verificar a repartição da âncora com a roda de escape: É preciso que os dentes trabalhem ao meio das palhetas (levées).

Colocar no seu lugar o balanço com uma folga em altura de 3 a 4/100 mm.

Verificar a repartição da forquilha com os "plateau". As hastes devem tocar o meio da cavilha do "plateau" e o dardo deve estar ao meio do "plateau" pequeno.



| DEFEITOS   | CORRECÇÃO   |
|--|---|
| Se as duas repartições (roda e plateau) estão muito altas ou muito baixas, é porque a âncora está cravada muito baixa ou muito alta no seu eixo. | Cravar a âncora na altura conveniente com o auxílio de uma cravadeira e de punções especiais para a repartição, ou com um alicate de segurar  |
| Se apenas a repartição com a roda está defeituosa.   | Assegurar-se de que as duas palhetas estão bem horizontais. Se estão em ordem, subir ou descer a roda de escape (conforme o caso e se isso for possível fazer-se) deslocando em altura as suas pedras.  |
| Se apenas a repartição com os plateau está defeituosa.   | Assegurar-se de que os plateau estão bem cravados no eixo de balanço. O plateau grande deve apoiar-se ao prato do eixo. Se o defeito de repartição persiste é preciso dobrar ligeiramente a vareta até que as hastes estejam ao meio da cavilha do plateau. |
| Se apenas o dardo não está em boa altura.  | Basta dobrá-lo ligeiramente.  |

## FOLGA DAS HASTES

Para assegurar a liberdade do balanço durante o arco de oscilação suplementar, é necessário um espaço entre a haste e a cavilha do plateau.

A folga da haste é, portanto, o ângulo percorrido acidentalmente pela forquilha desde até ao contacto da haste contra a cavilha do plateau. Deve ser mais fraca que a penetração da palheta.

### **PRÁCTICA:**

Verificar a folga da haste em todo o comprimento das duas hastes. Deve ser um pouco maior na extremidade da haste que junto à entrada, mas não será um defeito se for regular a todo comprimento da haste. As duas folgas de haste devem ser do mesmo tamanho e não devem ser nem muito grandes nem muito pequenas, mas exactamente adaptadas ao escape.

| DEFEITOS                                  | CORRECÇÃO  |
|---|--|
| Folga da haste muito forte ou muito fraca | Depois de se ter verificado que a forquilha e a cavilha estão em ordem dobrar ligeiramente o perno com o auxílio de um dobra-cavilhas. |

## FOLGA DO DARDO

Para assegurar a liberdade do balanço durante o arco de oscilação suplementar, deve existir um espaço entre o dardo e o plateau pequeno.

A folga do dardo é portanto, o ângulo percorrido acidentalmente pela âncora desde o perno até ao contacto do dardo contra o plateau pequeno.

A folga do dardo deve ser mais fraca que a da haste na extremidade desta para evitar a paralisação da cavilha contra a extremidade da haste.

### **PRÁTICA:**

Verificar a folga do dardo; deve ser inferior à da haste. A folga do dardo interior deve ser igual à exterior.

| <b>DEFEITOS</b>                  | <b>CORRECÇÃO</b>   |
|----------------------------------|--|
| <b>Folga muito grande.</b>       | <b>Alongar o dardo.</b>  |
| <b>Folga muito pequena.</b>      | <b>Limar (encurtar) cuidadosamente o dardo.</b>  |
| <b>Folga do dardo irregular.</b> | <b>Verificar se o plateau pequeno gira bem concêntrico. Se a irregularidade persistir, dobrar ligeiramente o dardo ou eventualmente corrigir a sua forma com uma lima macia.</b> |

## **VERIFICAÇÃO E AFINAÇÃO DAS PALHETAS**

Terminadas as folgas das hastes e do dardo, tira-se o balanço. Com o auxílio de uma ponta de osso ou de níquel que se introduz na entrada, leva-se a forquilha de um perno ao outro, examinando o trabalho dos dentes da roda de escape com as palhetas (impulsão, queda, caminho perdido e repouso).

O dente, ao deixar o plano de impulsão da palheta, deve percorrer um ângulo de 1° 30' antes de outro dente vir a bater no plano de repouso da outra palheta.

O dente não deve prender, nem mesmo hesitar no fim da impulsão (fazer uma volta completa da roda).

O caminho perdido deve ser fraco, 30' o máximo.

Os repousos não devem ser nem muito grandes nem muito pequenos

Para todas estas verificações, é necessário suprimir a folga dos "pivots" da âncora nas pedras impelindo a âncora contra a roda com o auxílio da ponta, que se introduz na entrada.

| <b>DEFEITOS</b>                           | <b>CORRECÇÃO</b>   |
|---|--|
| <b>Queda muito forte ou muito fraca.</b>  | <b>Mudar âncora</b>  |
| <b>O dente prende no fim da impulsão.</b> | <b>Recuar ligeiramente a palheta.</b>  |
| <b>O caminho perdido é muito grande.</b>  | <b>Avançar ligeiramente a palheta.</b>   |
| <b>O ângulo de repouso é muito fraco.</b> | <b>Avançar (sair) a palheta. Se depois o dente prende no fim da impulsão, é preciso verificar a folga da haste e eventualmente aumentá-la.</b> |
| <b>O ângulo de repouso é muito forte.</b> | <b>Recuar a palheta. Se depois houver muito caminho perdido, verificar a folga da haste e, eventualmente diminuí-la</b>                        |

## 29. ESCAPE A ÂNCORA DE CAVILHAS

Nos relógio de baixo preço, assim como nos despertadores, encontra-se o escape a âncora de cavilhas, feito geralmente de latão. Tal como a âncora suíça, a âncora de cavilhas é um escape livre.

A fig. 67 mostra-nos o tipo mais particularmente aplicado. A âncora diz-se de lado quando a linha dos centros, roda-âncora, forma um ângulo, geralmente, de 90° com a linha dos centros âncora-balanço.

A fig. 68 representa o tipo âncora direita; os três eixos roda, âncora e balanço estão na mesma linha recta.

O plano de impulsão está praticamente repartido, na totalidade, sobre o dente da roda. As palhetas são geralmente substituídas por simples cavilhas polidas, em aço temperado, cravadas no corpo da âncora. Com esta última faz corpo, também, a forquilha que tem, como âncora suíça, hastes e um dardo.

No eixo de balanço, encontra-se um dedo que penetra na entrada da forquilha e que substitui a cavilha de plateau da âncora suíça. Finalmente como nesta última, um pequeno plateau entalhado, impede a inversão. A maior parte das vezes, o pequeno plateau não é um órgão cravado, mas faz parte do corte do eixo. Não há pernos especiais para a forquilha; são as cavilhas da âncora que limitam o caminho percorrido pela mesma, que vem bater contra o aro da roda. Os ângulos percorridos pelos três órgãos são os mesmos que os apontados para a âncora suíça.

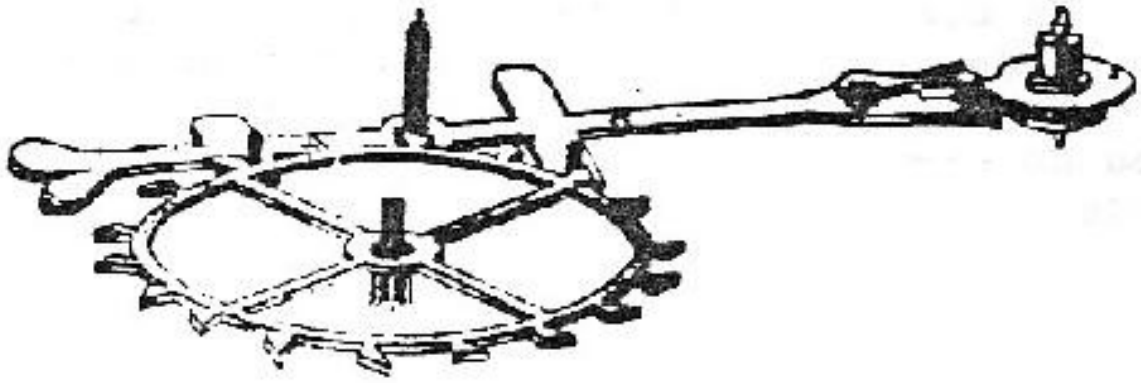


Fig. 67

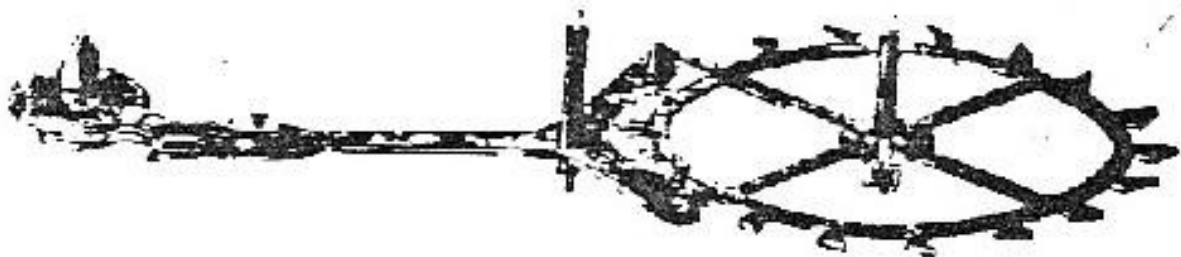


Fig. 68

A fig. 69 apresenta um traçado de escape âncora de cavilhas do qual apontamos as características principais.

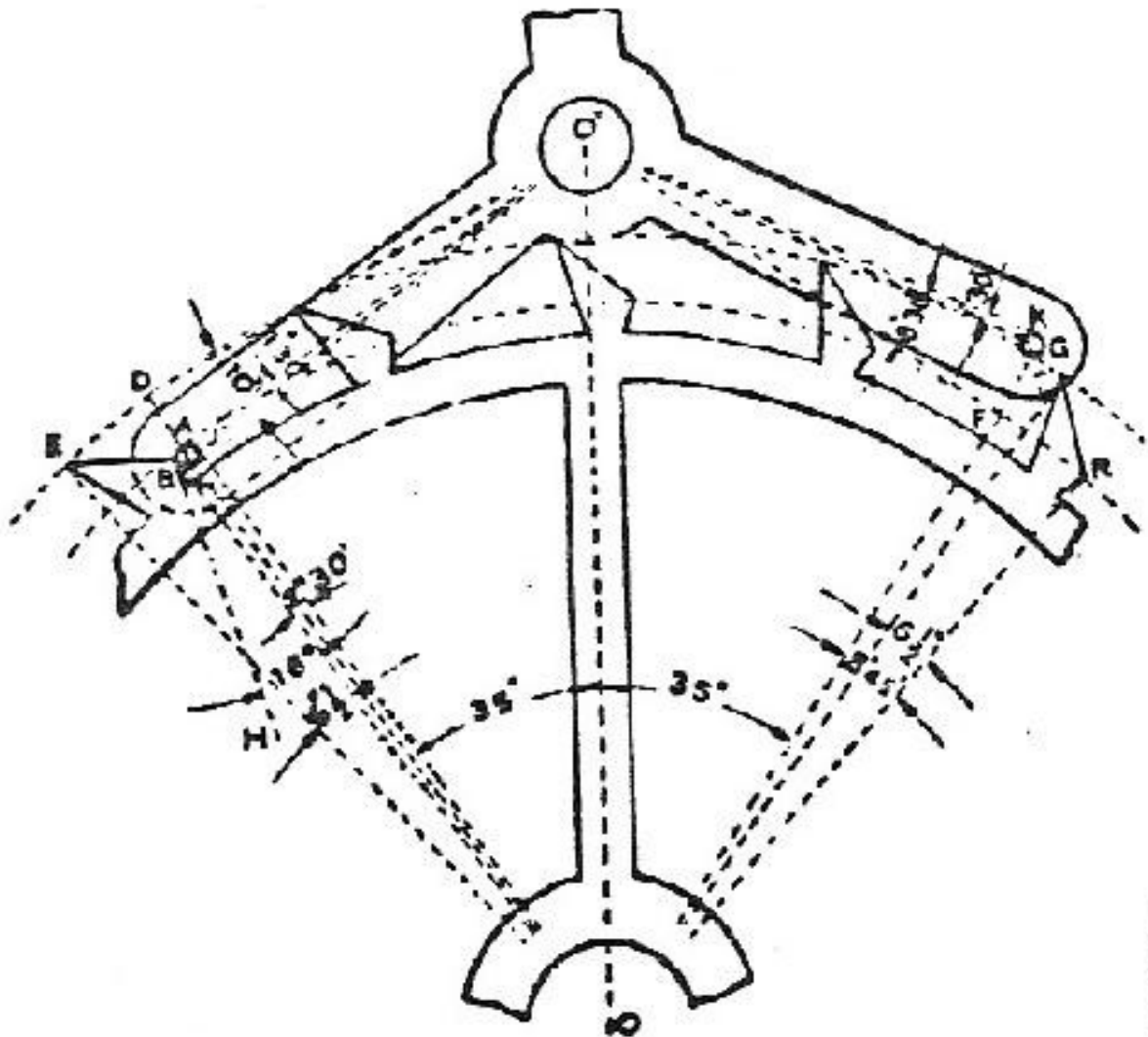


Fig. 69

Em A e K temos as cavilhas de entrada e de saída. A linha BE é o plano de impulsão do dente, a linha BH dá a direcção do plano de repouso do dente, com uma inclinação de  $16^\circ$  relativamente ao raio que passa pelo canto do dente e que forma o ângulo de retenção, obrigando a cavilha a ficar metida na roda e apoiada contra o aro desta última, enquanto o balanço executa o seu arco de oscilação suplementar.

O desempenho representa o momento em que o dente acaba de concluir a impulsão sobre a palheta de saída. A cavilha de entrada ainda se não apoia no aro da roda e o espaço, situa-se entre eles, dá o valor do caminho perdido, segurança obrigatória contra as irregularidades de fabrico. Outra segurança ainda, a queda, está representada entre a cavilha de saída e o verso do dente.

As condições de bom funcionamento a respeito da folga da haste e do dardo, são as mesmas que para a âncora suíça, onde a limitação do caminho percorrido é feita pela vareta da âncora que bate contra o aro da roda.

### 30. O ESCAPE DE CILINDRO

O escape de cilindro é de repouso com atrito, e já quase se não utiliza actualmente. O reparador, contudo, corre o risco de ter de intervir na reparação de um relógio munido de tal órgão. É por isso que damos os seus princípios fundamentais.

O escape de cilindro é constituído pela roda e pelo cilindro. A roda tem geralmente 15 dentes que estão colocados num plano sobreposto ao aro e aos braços (fig.70).

Sobre o cilindro está ajustada uma virola de latão sobre o qual é cravado o balanço.

Os dentes têm um plano de impulsão ab (fig. 71).

O cilindro é de aço temperado e entalhado.

O movimento do balanço é obtido por dois tampões (fig. 71) cravados e compreendendo cada um deles um ajustamento na extremidade da qual é torneado o pivot.

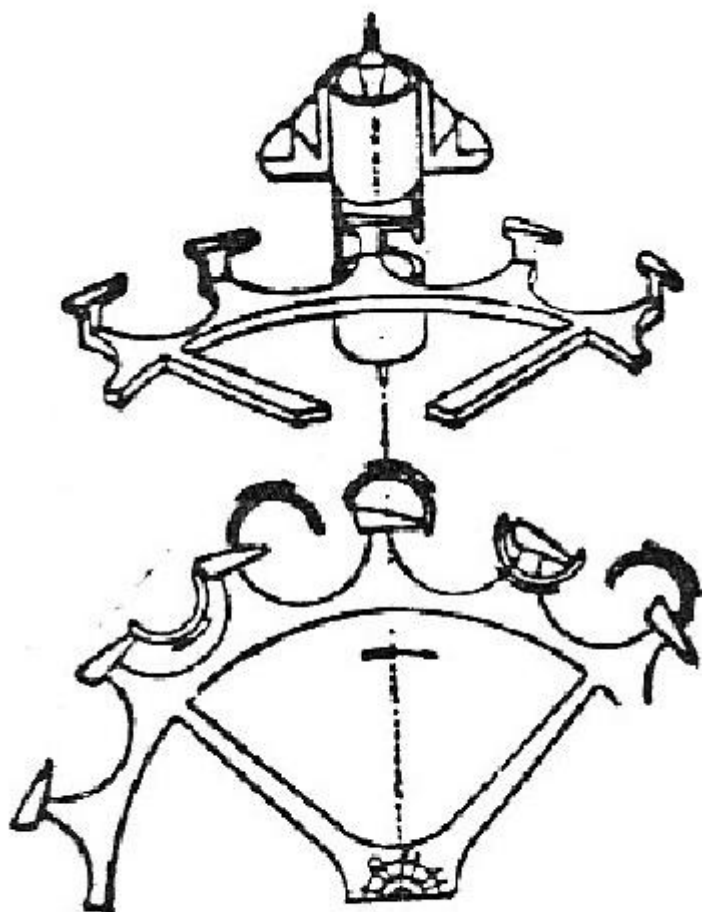


Fig. 70

A fig. 72 dá em plano a parte activa do cilindro com os dentes da roda. Em cd, temos o plano de impulsão sobre o bordo de entrada e em ef, o plano de impulsão sobre o bordo de saída.

A fig. 73 dá, em elevação, a posição da roda em relação ao cilindro e à sua ranhura de 3/4 para a passagem dos seus braços pequenos, portadores das colunas e dos dentes.

A fig. 74 representa um dente que acaba de terminar a impulsão sobre o bordo de entrada. Ele executou uma queda antes de se apoiar contra o repouso do bordo de saída. Essa queda, representada pelo espaço livre entre as costas do dente e o bordo de entrada, não é mais do que uma segurança contra as irregularidades de fabrico.

A fig. 75 representa o fim da impulsão, do dente sobre o bordo de saída, seguida de queda. É o dente seguinte que vem repousar sobre o bordo de entrada.

Reportando-nos à fig. 70, podemos seguir as posições sucessivas do cilindro durante o seu trabalho completo. Verifica-se que, contrariamente ao que se dá com o escape de âncora, não existe desprendimento; não há senão impulsão e queda.

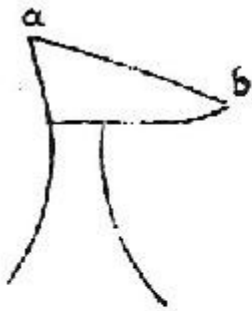


Fig. 71

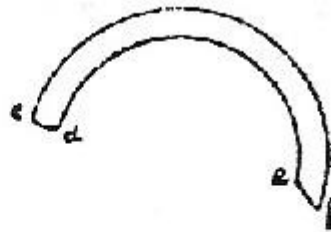


Fig. 72



Fig. 73

O escape de cilindro não pode dar resultados de marcha tão bons como o escape de âncora visto, por um lado, a amplitude é fraca e, por outro lado, o balanço sofre um atrito contínuo do dente da roda contra o cilindro durante o arco de oscilação suplementar.



Fig. 74

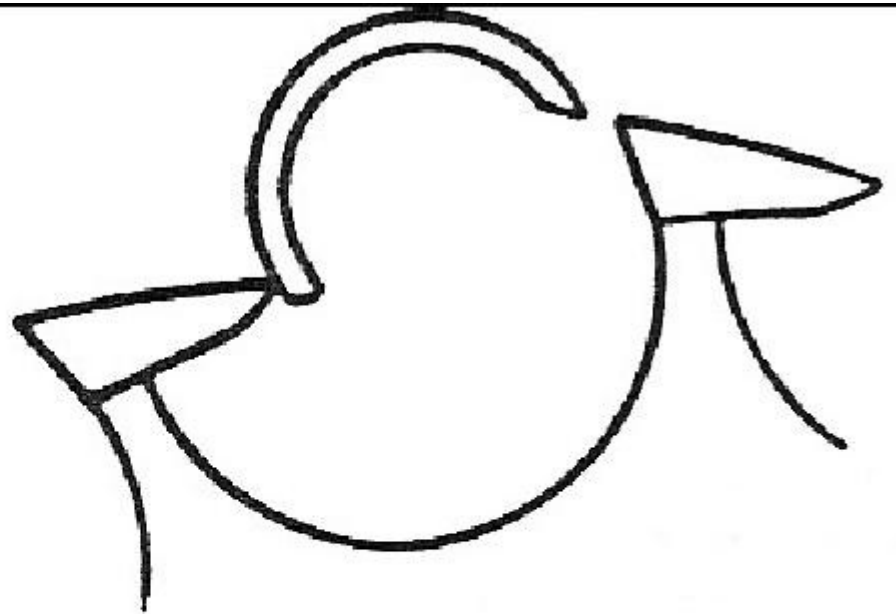


Fig. 75

### 31. DISPOSITIVO AMORTECEDOR DE CHOQUES

Com o fim de evitar, no caso de o relógio sofrer qualquer pancada, que os "pivots" do balanço se quebrem, os suportes destes últimos são constituídos hoje por dispositivos amortecedores de choques. Estes dispositivos oferecem, além disso, a preciosa vantagem de admitir, sem risco, "pivots" de menor diâmetro diminuindo assim o atrito, de onde resulta uma melhoria da marcha do relógio.

O suporte, propriamente dito, do dispositivo amortecedor de choques compreende a clássica pedra curva com o contra-pivot. Contudo, em vez de estar incorporada na platina e no galo, a pedra está cravada num engaste móvel no seu suporte mantido na sua posição axial pela acção combinada de uma mola e de um plano inclinado com forma de cone.

A chumaceira assim formada repousa, até certo ponto, em apoios plásticos e pode seguir um deslocamento do eixo de balanço em caso de choque. Este deslocamento é, contudo, limitado pelo contacto de ajustamentos do eixo de balanço contra superfícies que servem de limitação.

O "pivot" não está, portanto, submetido senão a uma resistência elástica e são os ajustamentos do eixo que sofrem efectivamente o choque sem qualquer risco de partir.

A fig. 76 dá, em plano, e em corte um exemplo, entre vários outros, de um amortecedor de choques. O suporte 1 apresenta um furo central 2 através do qual passa o ajustamento do pivot.

O engaste 3 no qual está cravada a pedra 4 e o contra-pivot 5 está colocado no alojamento 6 formando assim uma câmara de óleo 7, pode deslocar-se axial ou radialmente.

O engaste 3 é reconduzido, no caso de um choque, à sua posição inicial pela mola 8. Graças ao cone 9 do engaste, que se apoia no bordo 10, assim como ao contacto, em 11, do engaste com base interior do suporte, este é mantido numa posição estável e precisa.



A mola 8, montada por forma segura no suporte, apresenta dois ramos 12 e 12a engancha numa saliência 13 formando uma garganta cujo fundo 14 é menor que a extremidade 15. A mola pode, assim, ser articulada, fazendo-se a sua introdução prévia pelas entrada 16 e 16a.

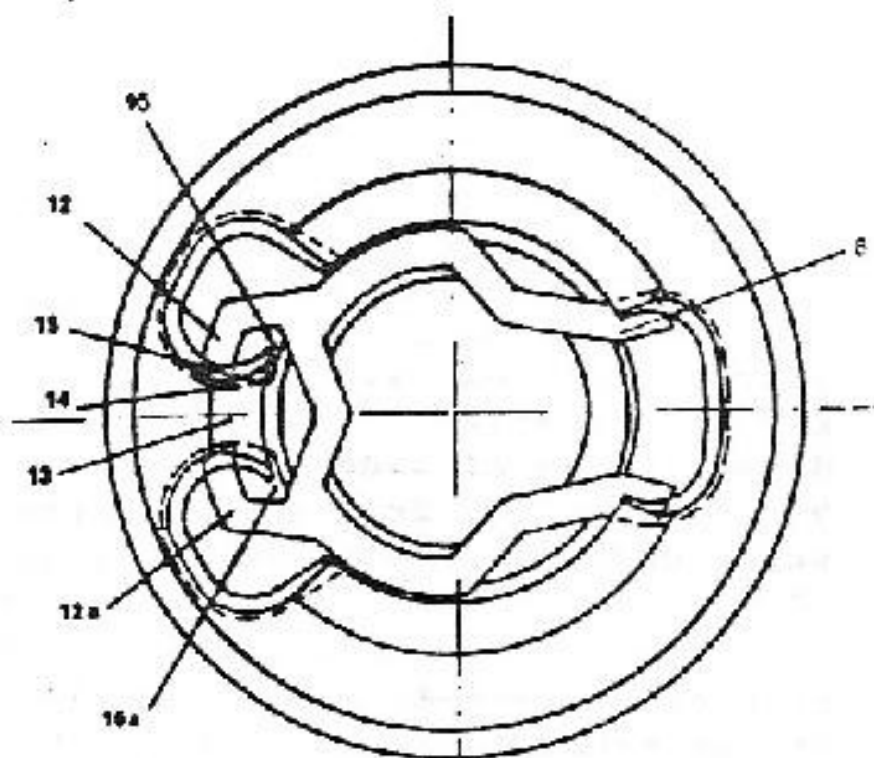
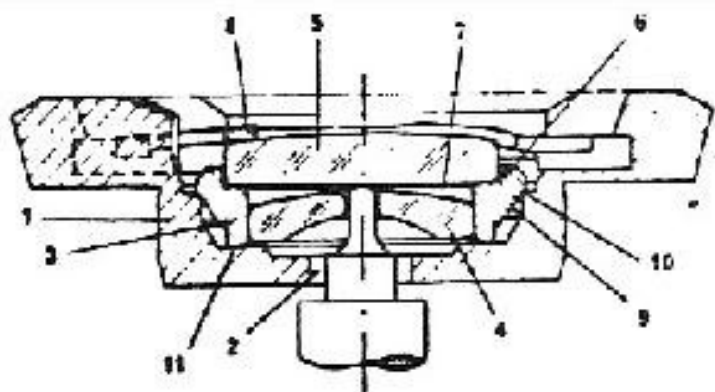


Fig. 76

A mola é mantida em tensão permanente sobre o contra-pivot pela introdução dos dois ramos flexíveis 8 nas ranhuras previstas para tal fim.

Para tirar o engaste, os dois ramos da mola são soltos por meio de um ponteiro ou simplesmente com a pinça, e depois a mola é tirada da sua articulação.

A fig. 77 ilustra o funcionamento do dispositivo quando se dá um choque radial. A pressão do contra-pivot faz deslizar o engaste empedrado sobre o cone de encontro à mola até que o ajustamento do pivot de

balanço, bata na parede do furo de suporte. Neste momento, a pressão da mola centra imediatamente o engaste empedrado.

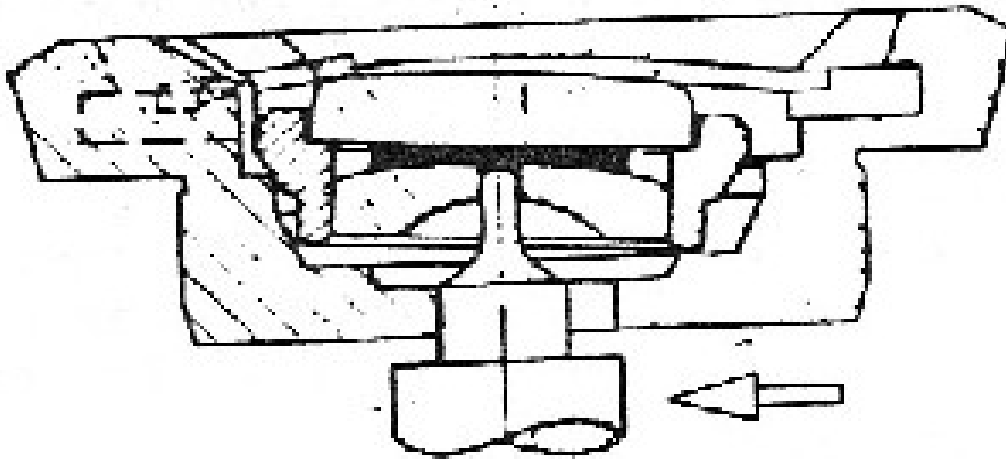


Fig 77

A fig. 78 mostra o efeito produzido por um choque axial. O "pivot" leva o contra-pivot até ao momento em que o ajustamento do eixo do balanço toque o fundo exterior do suporte. O engaste empedrado segue o contra-pivot pela capilaridade do óleo. A pressão da mola torna a colocar o engaste empedrado na sua posição inicial.

A posição do engaste representada na fig. 79 ilustra os efeitos de um choque oblíquo. O engaste está submetido à acção de um movimento composto que é a resultante dos dois choques radial e axial.

A lubrificação de um dispositivo amortecedor de choques exige precauções especiais . O espaço de segurança entre o ajustamento e o furo do suporte é necessariamente limitado pelas tolerâncias que pode admitir o funcionamento normal da forquilha com o plateau. É preciso, portanto, que nenhuma partícula de óleo seja depositada contra a parede do furo do suporte porque o contacto deste lubrificante com o ajustamento diminui a liberdade do eixo de balanço e impede qualquer estabilidade da marcha do relógio.

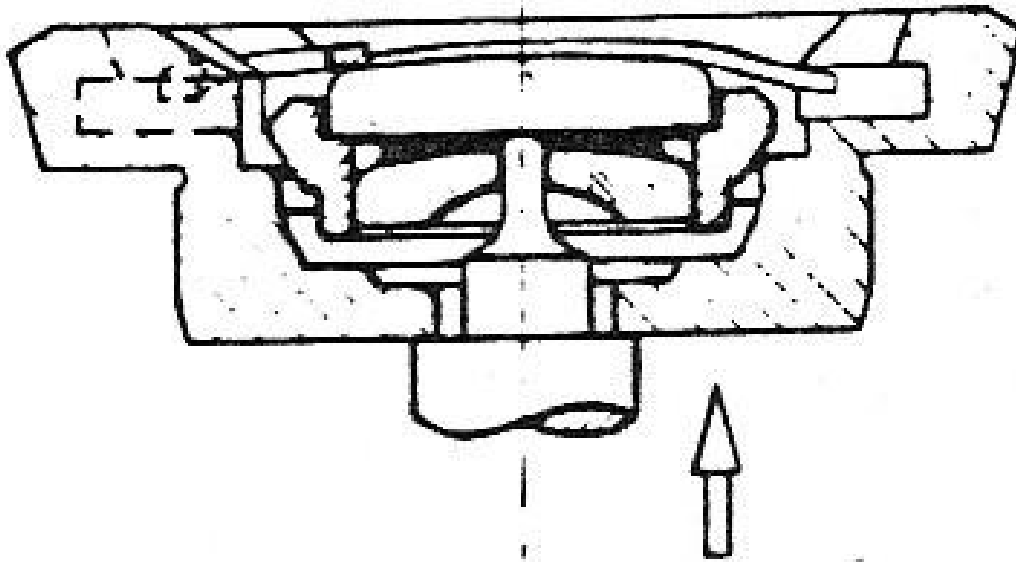


Fig. 78

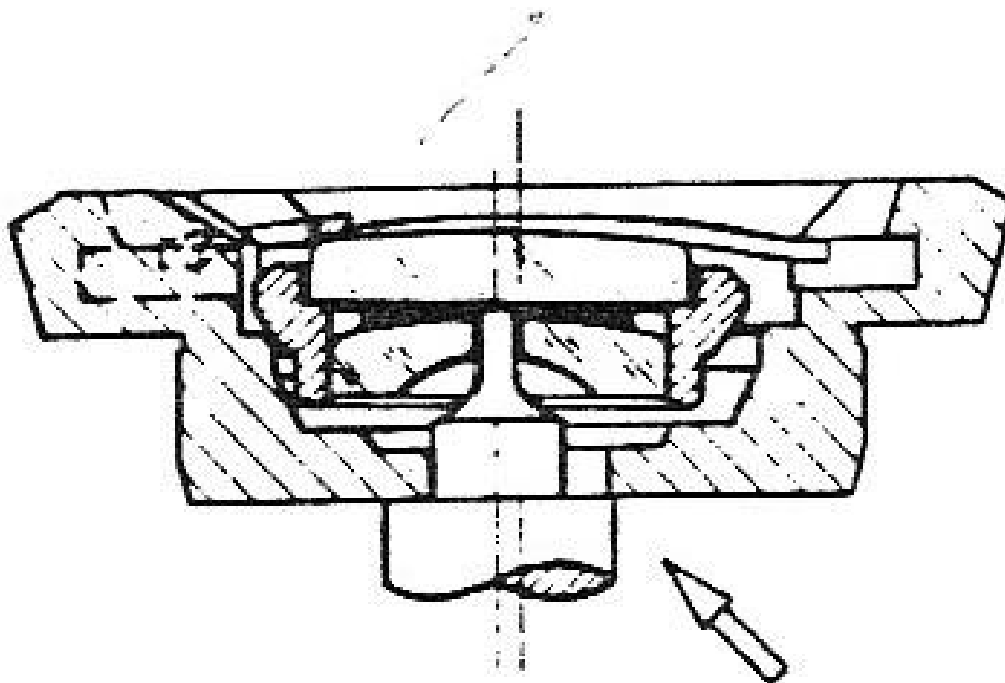


Fig. 79

Encontram-se nos fornituristas, oleadores apropriados para os dispositivos amortecedores de choques. Se se não dispuser dessa ferramenta, é necessário soltar o contra-pivot e depositar nele uma gota de óleo, sem o

que se torna impossível um regulamento preciso.

A fig. 80 mostra a extremidade do oleador tal como deve ser introduzido no dispositivo amortecedor de choques.

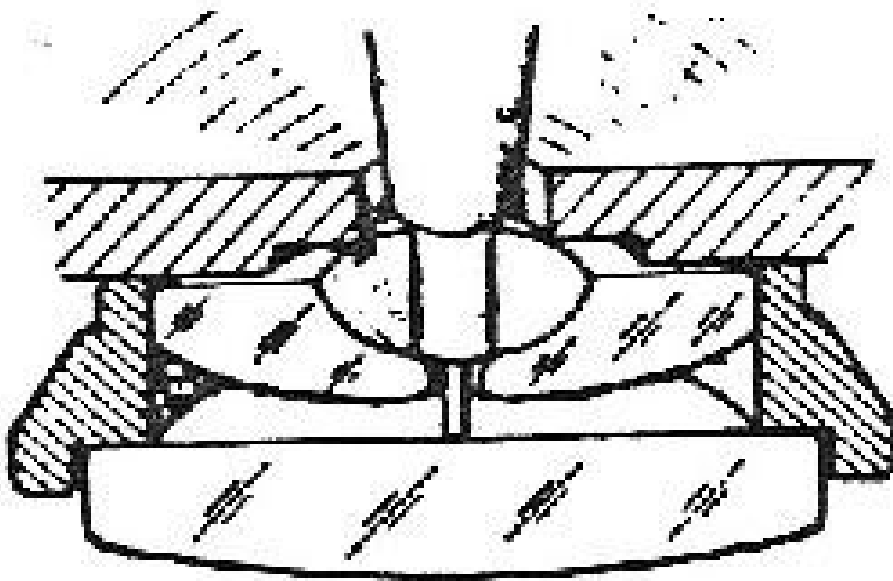
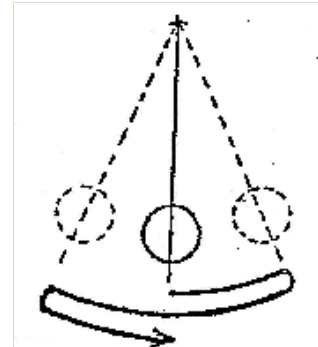
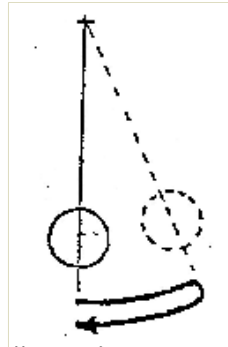
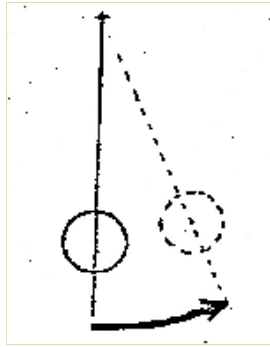
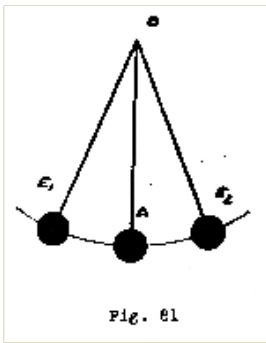


Fig. 80

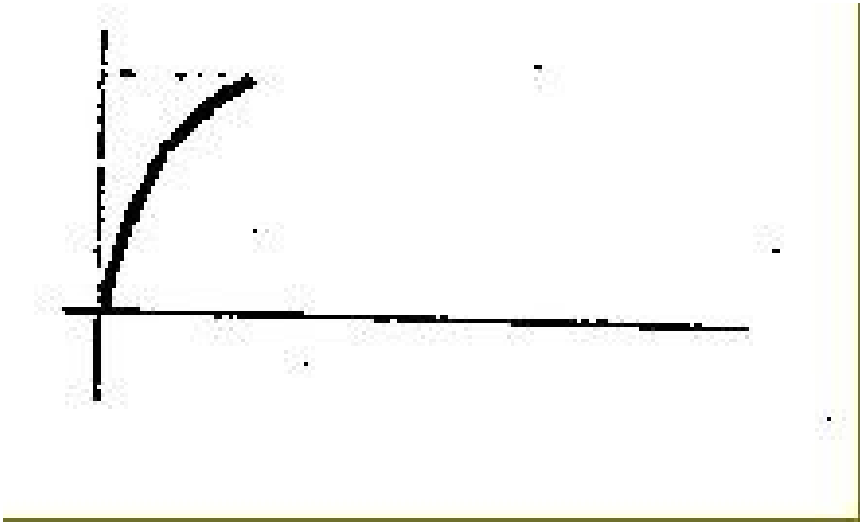
## 2.1--MOVIMENTO OSCILATÓRIO DO ORGÃO REGULADOR

O órgão regulador dos relógios, quer seja um pêndulo, um balanço-espiral, um diapasão ou um cristal de quartzo, medem o tempo através do seu movimento oscilatório e por isso se chamam osciladores.

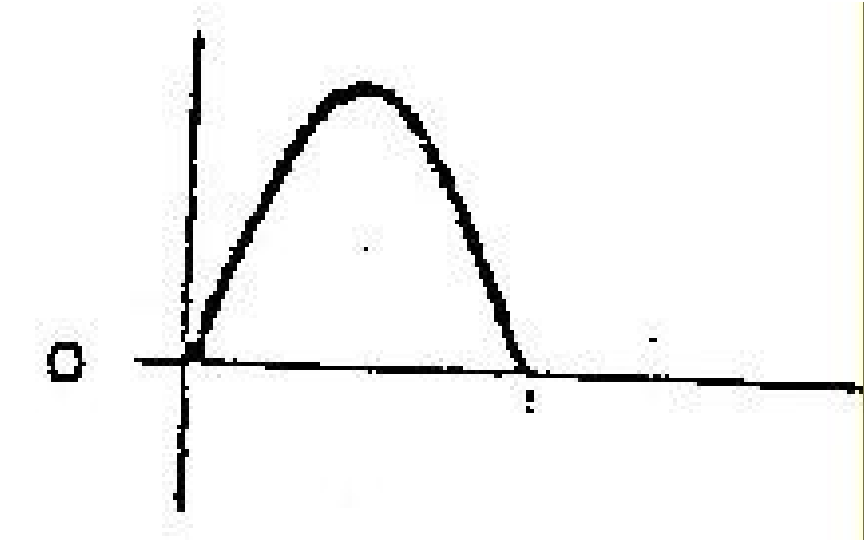
Por ser mais simples, tomemos como exemplo o movimento do pêndulo:



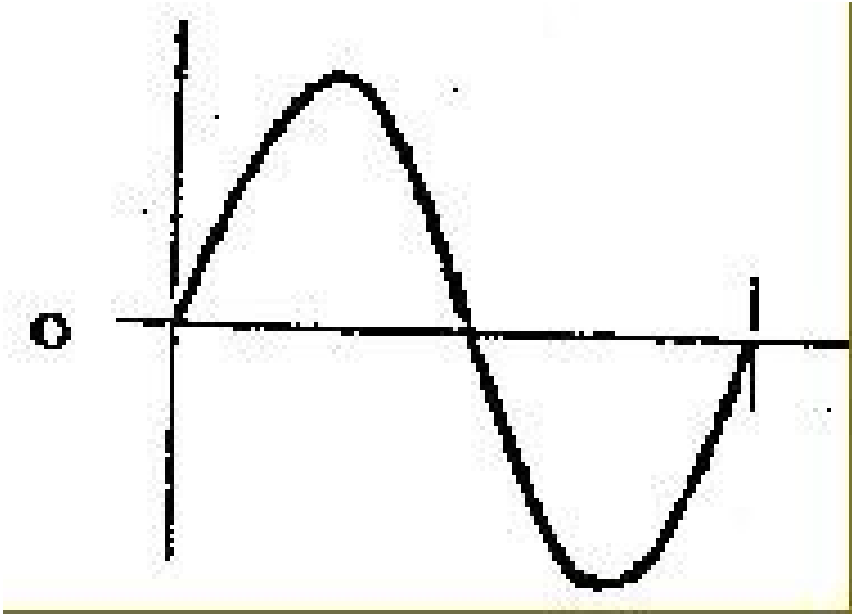
E agora, por comparação, a função sinusoidal duma corrente alternada:



Amplitude



Alternância



Oscilação ou Ciclo

Vimos portanto que uma oscilação é formada por duas alternâncias consecutivas; tanto umas como as outras, são denominadas fenómenos periódicos, por se repetirem ao longo do tempo. Chama-se FREQUÊNCIA ao numero destes fenómenos realizados por unidade de tempo.

Dantes, a frequência dum sistema balanço-espiral exprimia-se em alternância/hora; hoje, como as frequências são muito mais elevadas, utiliza-se como unidade o ciclo/segundo, que é o mesmo que Hertz (Hz).

## **REGULAÇÃO OU AFINAÇÃO**

Nos relógios de parede assim como nos de uso pessoal, os ponteiros devem girar duma maneira uniforme, o que quer dizer que cada um dos ponteiros deve avançar um valor constante por cada uma das unidades de tempo marcadas no mostrador. Obtém-se este resultado empregando órgãos que, obedecendo a certas leis mecânicas, tomam um movimento periodicamente uniforme e comunicam-no às rodagens que têm os ponteiros.

# **CURSO DE RELOJOARIA**

## **III PARTE**

### **CAPÍTULOS**

#### **ÓRGÃO REGULADOR DOS RELÓGIOS DE PAREDE**

##### **32. O PÊNDULO**

##### **33. SUSPENSÕES**

##### **34. EFEITOS DA VARIAÇÃO DE TEMPERATURA SOBRE O PENDULO**

##### **35. REGULAÇÃO DA MARCHA DIURNA**

##### **36. RELÓGIO DE QUARTZO**

## ÓRGÃO REGULADOR DOS RELÓGIOS DE USO PESSOAL

### 37. O BALANÇO

### 38. O ESPIRAL

### 39. O SISTEMA BALANÇO-ESPIRAL

### 40. MONTAGEM DO ESPIRAL

### 41. COLOCAÇÃO NA REFERÊNCIA

### 42. ISOCRONISMO E DURAÇÃO DA OSCILAÇÃO

### 43. INFLUÊNCIA DE UMA FORÇA EXTERIOR SOBRE A DURAÇÃO DA OSCILAÇÃO

### 44. EQUILÍBRIO DO BALANÇO

## **ÓRGÃO REGULADOR DOS RELÓGIOS DE PAREDE**

### **32--O PÊNDULO**

Nos relógios de parede, utiliza-se o pêndulo, constituído por uma haste rígida, metálica ou de madeira, suspensa pela parte superior e suportando na sua parte inferior um peso geralmente em forma de disco, chamado lentilha.

O comprimento teórico do pêndulo é dado pela distância que vai do seu ponto de suspensão ao seu centro de gravidade. Este último situa-se um pouco acima do centro da lentilha.

A fig. 81 representa esquematicamente um pêndulo OA. Deslocado até E1, e depois abandonado a si mesmo e submetido à atracção da terra, tomará um movimento de retorno ao ponto A e por virtude da acção impulsiva da gravidade prolongará o seu percurso até E2. O ângulo percorrido desde a posição A até E1, chama-se amplitude.



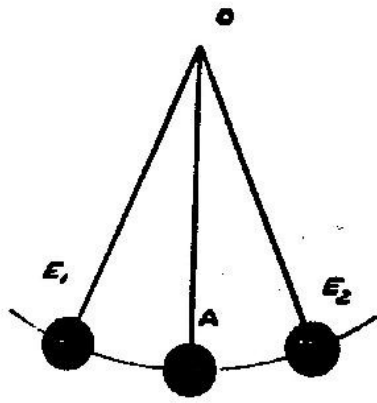


Fig. 81

Este pêndulo executou uma alternância quando foi deslocada de E1 até E2. Executou uma oscilação quando se deslocou de E1 até E2 e voltou a E1.

A duração de uma oscilação depende primeiramente do comprimento do pêndulo. Mas as variações de amplitude actuam também sobre a duração de oscilação tornando-a tanto maior quanto maior for a amplitude.

Se esta última não ultrapassar 2 graus as oscilações podem ser consideradas como isócronas, isto é, tem sempre a mesma duração.

Uma amplitude tão pequena não se pode aplicar senão nos relógios fixos e de alta precisão. Habitualmente a amplitude do pêndulo é relativamente maior e a regularidade de marcha depende da constância dessa amplitude.

Tendo em conta que um aumento de amplitude cria um atraso, e que pelo contrário, uma diminuição de amplitude, origina um avanço, um relógio de corda terá tendência a adiantar-se à medida que a força transmitida diminui, isto é, à medida que a corda se desenrola.

Pelo contrário, o relógio de pesos não sofrerá esta variação de marcha, visto a energia transmitida ser constante. Não julguemos todavia que um relógio de pesos é perfeito. Outros factores, em particular as variações de temperatura e de pressão atmosférica assim como o envelhecimento dos óleos (atrito) podem modificar, até certo ponto, a marcha do relógio.

### 33—SUSPENSÕES

Um pêndulo, constituído por uma massa suspensa por um fio, não pode oscilar constantemente no mesmo plano. Por influência da rotação da terra, a sua orientação encontra-se gradualmente modificada.

A fim de que o pêndulo de um relógio fique constantemente no mesmo plano, imaginaram-se os três sistemas de suspensão seguintes:

1. A suspensão de seda (fig. 82), empregada nos primeiros relógios, onde o gancho do pêndulo se encontra preso e apoiado sobre um fio que, fixado a um suporte fixo, passa livremente neste mesmo suporte para ser enrolado sobre uma haste A, permitindo assim modificar o comprimento do pêndulo.

Este último encontra-se, assim, suspenso em dois pontos e oscila, por isso, constantemente no mesmo plano.

2. A suspensão em cutelo (fig. 83), na qual o pêndulo tem, na sua parte superior, dois cutelos de aço temperado ou de ágata, bem polidos, repousando cada um deles sobre duas peças fixas entalhadas para este efeito. Este sistema só é empregado em casos particulares, por exemplo relógios de precisão.

3. A suspensão de mola (fig. 84), em que o pêndulo é enganchado em A numa lâmina de aço temperado R, (simples ou dupla) muito fina, que é solidária de um suporte fixo. A fim de facilitar a fixação e a manutenção, essa ou essas lâminas são cravadas em cada extremidade entre duas placas de latão que constituem as partes B e C.

Esta fixação encontra-se na maior parte dos relógios actuais. A fig. 85 mostra a posição correcta que tem a lâmina em relação ao eixo da âncora. Este último deve passar a um terço da altura da lâmina, na sua parte superior.

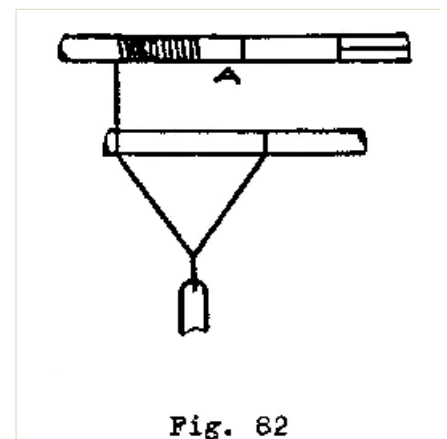


Fig. 82

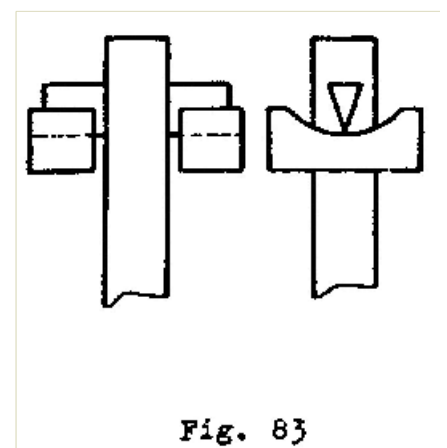


Fig. 83

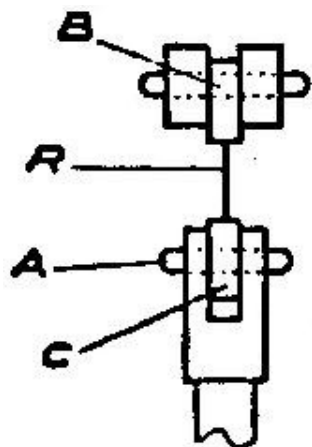


Fig. 84

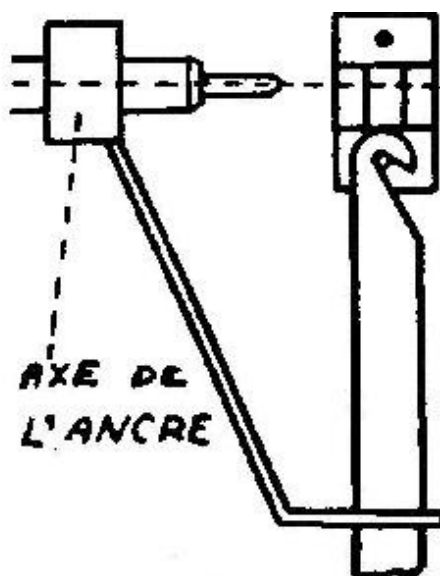


Fig. 85

### 34--EFEITOS DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA SOBRE O PÊNDULO

Sob o efeito de um aumento de temperatura, a haste do pêndulo alonga-se, se a temperatura baixa encolhe. No primeiro caso cria um atraso, no segundo haverá um adiantamento.

Três soluções se apresentam para tornar um pêndulo, tanto quanto possível insensível às variações de temperatura.

1. O pêndulo de grelha (fig. 86) cuja haste propriamente dita é constituída por um certo numero de varetas de aço e latão juntas de tal maneira que a dilatação das varetas de latão actuam num sentido oposto à das varetas de aço.

Vemos em a, a1 e b, as varetas de aço e em c, e c1, as varetas de latão.

É de notar que as varetas juntas em a, a1 e c, c1, têm uma acção simples e não dupla porque actuam paralelamente. A compensação obtém-se quando o comprimento total das varetas de aço, somadas á vareta da lentilha, provoca uma dilatação igual à que é obtida pela soma das varetas de latão.

Na realidade, é necessário, para obter esta compensação, ter mais varetas que as da fig. 86; esta última não representa, com efeito, senão o principio do sistema.

2. O pêndulo de mercúrio (fig. 87), é constituído por uma haste geralmente de aço, tendo na sua parte inferior um cilindro oco (às vezes dois) com mercúrio.

A haste de aço, que suporta o cilindro, alonga-se por efeito de um aumento de temperatura, mas o mercúrio, dentro do seu recipiente, aumenta de volume e desloca para cima, o centro de gravidade do conteúdo do cilindro. A compensação é realizada quando a deslocação do centro de gravidade do mercúrio anula os efeitos da variação de comprimento da haste do pêndulo. A compensação é tanto mais eficaz quanto maior for a quantidade de mercúrio.

3--O pêndulo de invar, cuja haste é de invar, liga que tem um coeficiente de dilatação desprezível (aproximadamente 25 vezes menos que o do latão). É utilizado principalmente nos relógios de alta precisão.

4- O pêndulo com haste de madeira, que encontramos nos relógios de interior não é compensador, a

humidade e a secura actuam de uma maneira sensível sobre o seu comprimento. É por isso que a haste de um pêndulo geralmente em abeto muito seco, é coberta por um verniz impermeável à humidade.

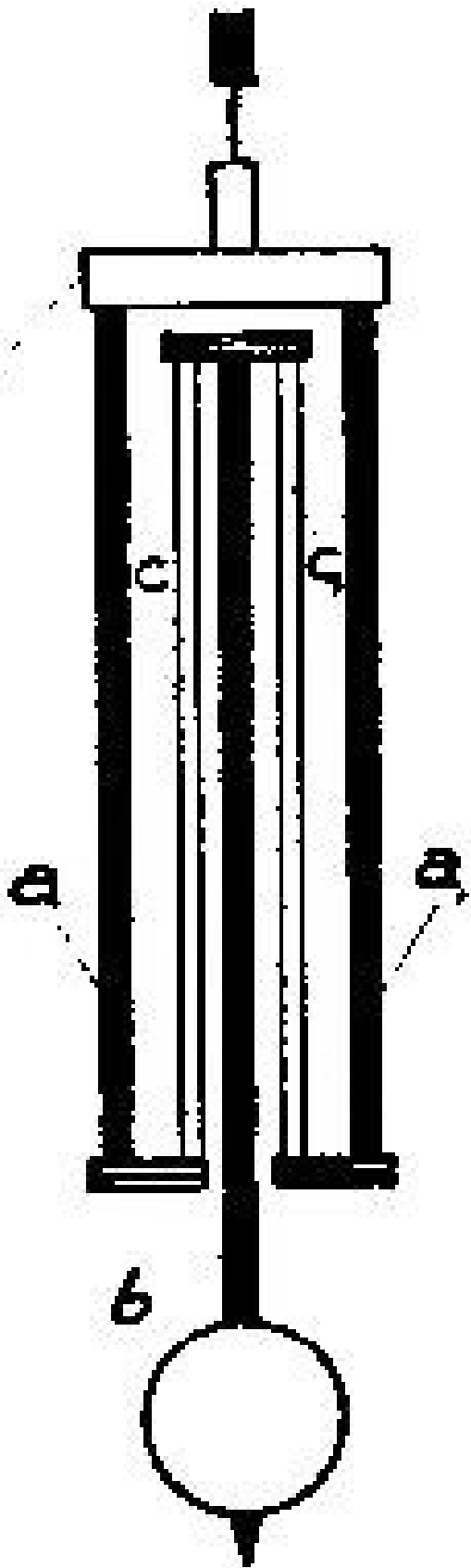


Fig. 86

---

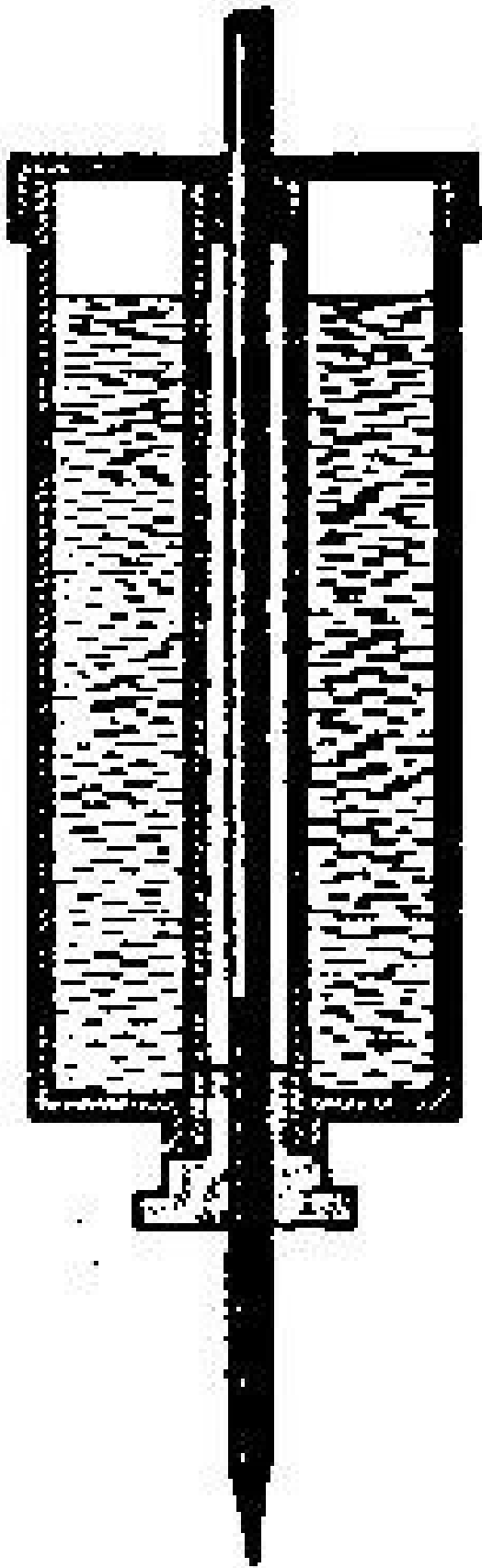


FIG. 87

---

### 35--REGULAÇÃO DA MARCHA DIURNA

A duração de oscilação depende do comprimento do pêndulo assim como da aceleração da gravidade. Não depende do peso do pêndulo.

A duração de oscilação obtém-se pela seguinte fórmula:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

L = comprimento do pêndulo

g = aceleração da gravidade ( aceleração terrestre )

T = tempo

Desta fórmula, tirando o valor de L temos:

$$T^2 = 4\pi^2 \frac{L}{g}$$

$$L = \frac{T^2 g}{4\pi^2}$$

Verifica-se assim que o comprimento do pêndulo é proporcional ao quadrado do tempo, isto é, para que um pêndulo que bata meio segundo, deve ter um quarto do comprimento de um outro pêndulo que bata o segundo, ou ainda, para obter uma duração dupla, é necessário um pêndulo quatro vezes mais longo.

A aceleração terrestre varia segundo a latitude: é de 983,19 cm/seg.<sup>2</sup> nos pólos e de 978 cm/seg.<sup>2</sup> no equador. Um relógio de pêndulo tem, portanto, tendência a adiantar à medida que se aproxima dos pólos.

Embora o peso do pêndulo não influencie a duração de oscilação tem, portanto, um papel importante para garantir a constância de a amplitude. O valor deste peso é todavia limitado às possibilidades da força motriz assim como ao tamanho do relógio. Os retoques de acerto da marcha do relógio efectuam-se deslocando o contrapeso ou a lentilha para cima para adiantar e para baixo para atrasar.

No relógio de precisão podem ser dados retoques muito pequenos aplicando o princípio dos pesos adicionais colocados na haste do pêndulo, entre a suspensão e o contrapeso. Uma solução consiste em fixar um pratinho contendo bagos de chumbo. A regulação aproximada consegue-se por meio da deslocação, em altura, do contrapeso feita com o emprego do parafuso respectivo, enquanto que a regulação fina se consegue pela retirada ou pela junção de um ou mais grãos de chumbo.

### 36--RELÓGIOS DE QUARTZO

Os progressos realizados em electrónica permitiram tirar partido das frequências próprias do quartzo amplificando-as primeiramente, reduzindo-as depois, às medidas horárias habituais dos relógios, pela combinação do oscilador de quartzo com divisores e conversores de frequência ( frequência do quartzo 50.000 até 200.000 c/s )

A sua construção, assim como a concepção dos princípios aplicados, ultrapassam as teorias admitidas neste curso. Pareceu-me todavia necessário assinalar a sua existência.

## ÓRGÃO REGULADOR DOS RELÓGIOS DE USO PESSOAL

### 37--O BALANÇO

O órgão regulador do relógio de pulso é constituído por:

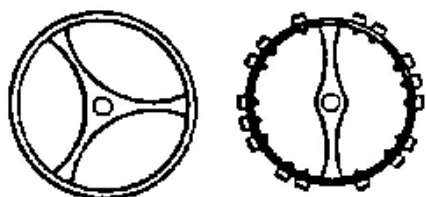


Fig. 88

1º Balanço  
2º Espiral

O balanço é um volante com a forma dum anel circular ligado ao centro por dois ou três braços. Hoje é, geralmente, monometálico, de latão, de maillechort (liga constituída 50% de cobre, 30% de zinco e 20% de níquel), ou de bronze de glucínio (glucydur); o seu aro pode ser munido de parafusos (fig. 88).

Por vezes o balanço é bimetálico; neste caso o seu aro cortado é guarnecido de parafusos, e é de aço e de latão (fig. 89). Em cronometria é de aço-níquel e latão (Guillamume).

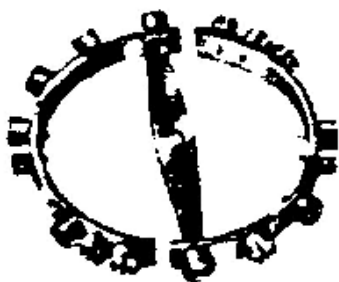


Fig. 89

### 38—O ESPIRAL

O espiral é constituído por uma lâmina metálica. Elástica, enrolada em várias espiras. É geralmente plano (fig. 90) ou Breguet (fig. 91)

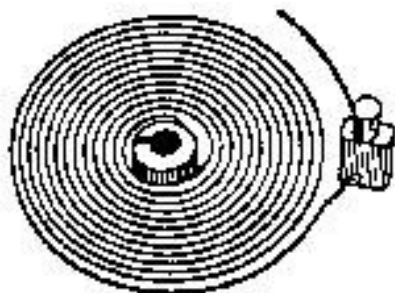


Fig. 90

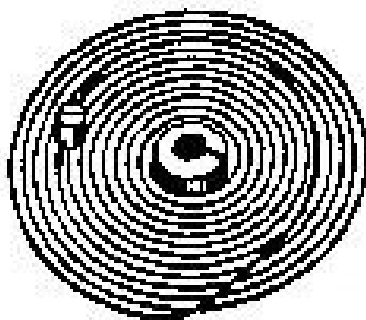


Fig. 91



O espiral Breguet é um espiral plano cuja espira exterior é levantada a um plano paralelo ao do espiral. Esta volta tem uma forma particular, estudada para assegurar o desenvolvimento concêntrico do espiral. Chama-se curva terminal ou curva Philips.

Os espirais fazem-se quase exclusivamente de ligas, e devem ser acoplados a um balanço monometálico. Em contrapartida um espiral de aço deve ser sempre acoplado a um balanço bimetálico cortado.

### 39 --O SISTEMA BALANÇO ESPIRAL

O balanço é cravado sobre o eixo de balanço; num dos ajustamentos do qual se fixa a virola do qual se fixa a virola é engastado o espiral.

A fim de evitar uma descentragem do espiral quando se põe a virola no seu lugar, este é geralmente engastado segundo o desenho de fig. 92.

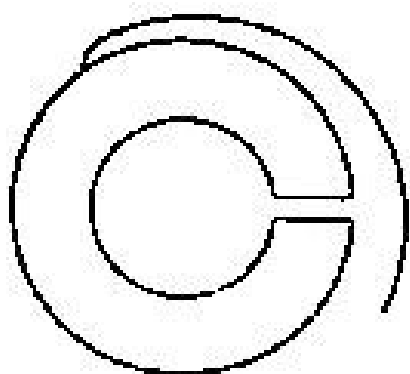


Fig. 92

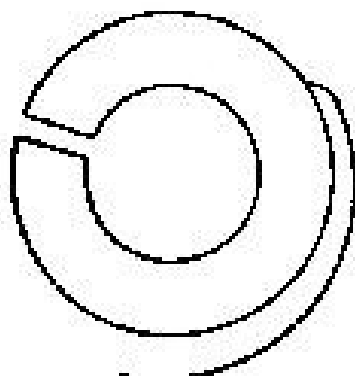


Fig. 93

Uma fixação como a da fig. 93 provocaria descentragem muito mais importante.

A outra extremidade do espiral é engastada no piton que tem uma posição fixa. Antes de chegar ao piton, o espiral passa livremente entre as cavilhas da raqueta.

O deslocamento da raqueta permite portanto modificar o comprimento activo do espiral (fig. 94).

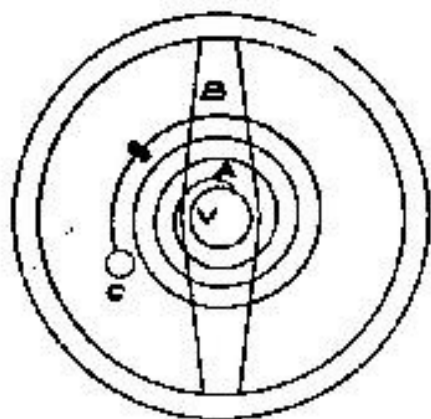


Fig. 94

O espiral, associado a um balanço dado, deve ter um momento de força tal que a duração de oscilação esteja em relação com o numero de voltas da rodagem do relógio.

Para proceder à sua escolha, aperta-se a volta interior de maneira que, introduzindo-lhe a virola, esta fique segura sob a pressão da mola. Coloca-se em seguida o balanço já munido do espiral na máquina de regular (fig. 95).

Esta máquina compõe-se dum suporte que tem sobre uma mesa, uma caixa cilíndrica fechada na parte superior por um vidro, e dentro da qual está montado um balanço munido de um espiral cuja duração de oscilação è a que devemos obter.

O suporte tem igualmente uma pinça que se move vertical e horizontalmente por meio de duas cremalheiras e que pode girar sobre si mesma.

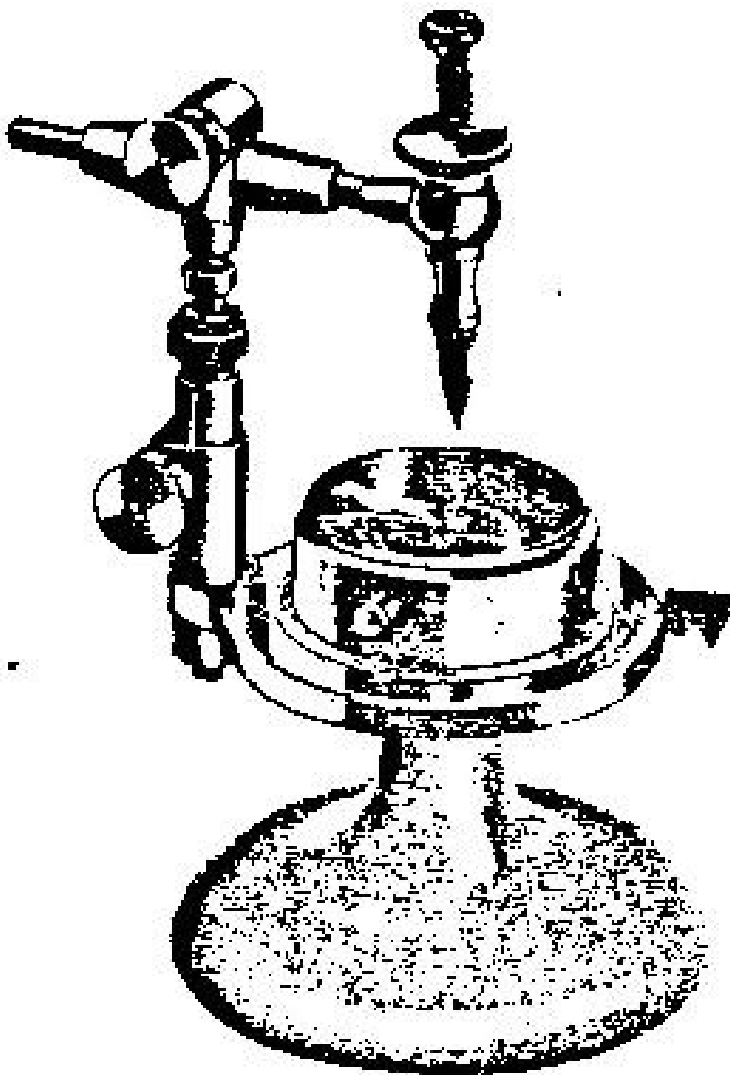


Fig. 95

O espiral a verificar, fixado provisoriamente no seu balanço, é agarrado num ponto da sua espira pela pinça da máquina que está colocada de maneira a eu o pivot inferior do balanço fique em cima da placa de vidro e que o seu braço cubra o do balanço da máquina. Uma alavanca permite movimentar os dois balanços que oscilam juntos se as suas durações de oscilação forem iguais.

Se isto acontecer, é necessário deslocar o ponto do espiral seguro pela pinça até que os dois balanços

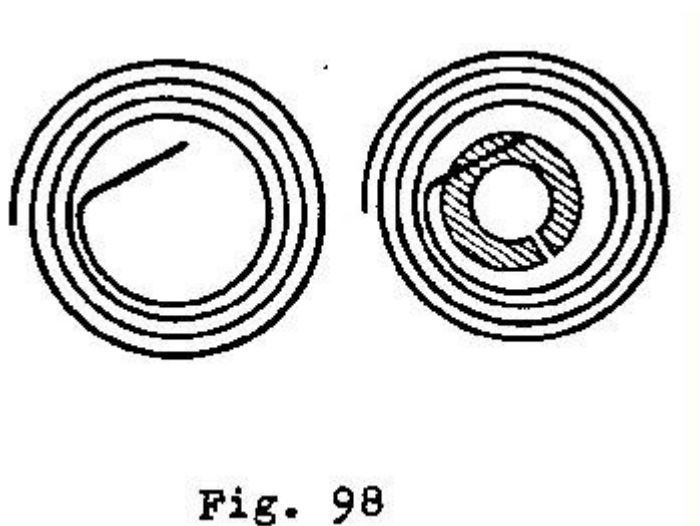
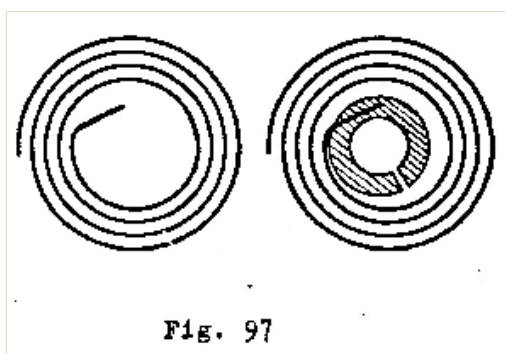
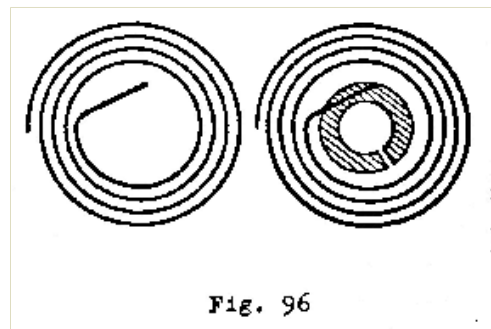
estejam sincronizados. Teremos assim o comprimento activo do espiral e poderemos ver se este ultimo escolhido, é do tamanho desejado em relação à posição das cavilhas da raqueta. Note-se desde já, e antes de o vermos mais pormenorizadamente, que um aumento do comprimento do espiral provoca um atraso e que uma diminuição deste comprimento provoca um adiantamento.

O espiral escolhido é então fixado à virola por meio de uma cavilha cónica de latão.

É importante formar bem o gancho do espiral de maneira que este último se afaste progressivamente da virola (fig. 96).

Defeitos nas figs. 97 e 98

Deve-se fechar o gancho de tal maneira que entre a virola e o início do espiral haja somente um afastamento dum volta.

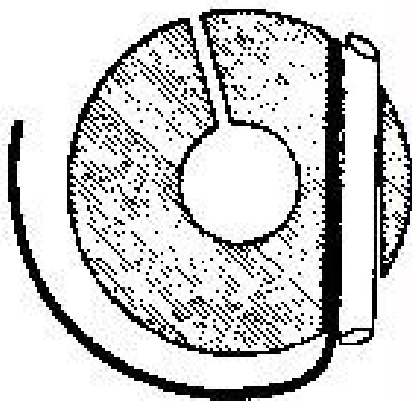


Para que o espiral fique bem fixo à virola, a conicidade da cavilha deve corresponder à do furo (fig. 100).

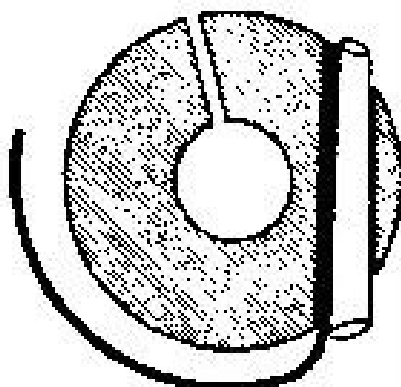
Defeitos nas figs. 99 e 101

Além disso, é muito importante para o trabalho ulterior e para a marcha do relógio, que a lâmina do espiral dentro da virola, seja paralela ao eixo do balanço (fig. 102).

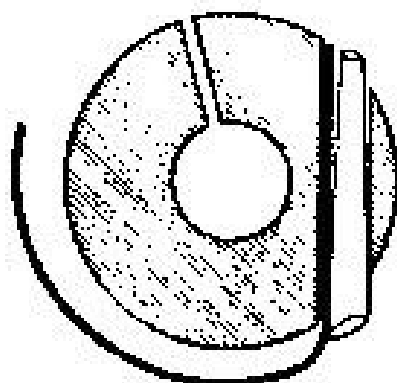
Defeito (fig. 103).



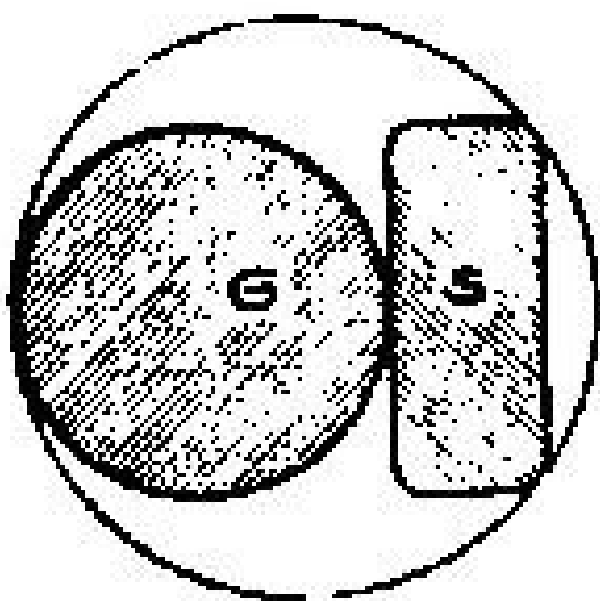
**Fig. 99**



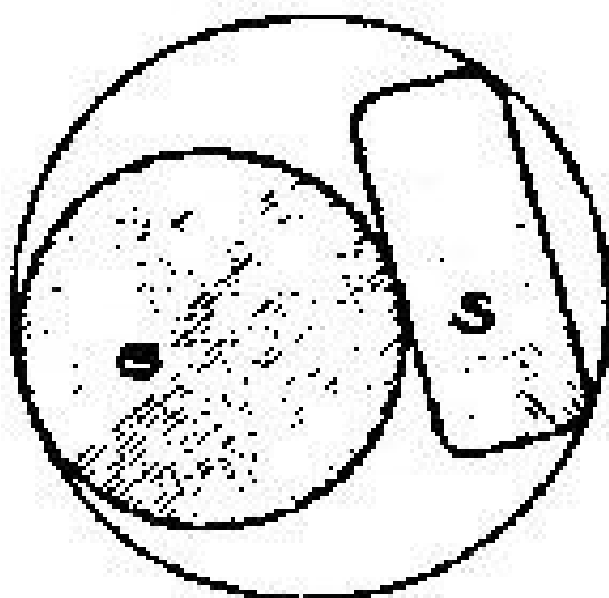
**Fig. 100**



**Fig. 101**



**Fig. 102**



**Fig. 103**

Logo que o espiral esteja solidamente seguro à virola e que a cavilha esteja cortada à face da virola, por meio de um alicate, centramo-lo e colocamo-lo plano retocando a primeira volta próximo do gancho. Para esta operação a virola é segura num alisador cônico.

Verifica-se seguidamente se o espiral continua plano e centrado logo que a virola esteja montada no eixo de balanço e fazem-se os últimos retoques sem a tirar do balanço.

Determina-se agora exactamente o ponto de afinação, isto é, o ponto do espiral que deverá achar-se entre as cavilhas da raqueta para que a duração de oscilação do balanço seja exacta. Servimo-nos para isso da maquina de regular como fizemos para a escolha do espiral.

Determinamos assim o comprimento activo do espiral; o comprimento real é igual ao comprimento activo aumentando da parte compreendida entre as cavilhas e o piton, mais ainda a parte do espiral engastado neste ultimo.

Fixa-se o espiral no piton por meio duma cavilha de maneira que o plano do espiral seja paralelo ao plano do galo e que o ponto de afinação se encontre entre as cavilhas da raqueta.

Quando se trata dum espiral Breguet, é necessário fazer a curva.

C.G.S. = Centímetro-Grama-Segundo

Os espirais são classificados segundo uma numeração. Em certos casos interessa poder calcular o número dum espiral que se quer substituir.

Procedemos da maneira seguinte:

1º Cálculo do diâmetro exterior do espiral:

a) Espiral plano:

- Medir a distância do centro do balanço até ao meio das cavilhas da raqueta.
- diminuir a distância do afastamento de 1 1/2 volta.
- multiplicar por dois este valor e o resultado representa o diâmetro exterior do espiral plano, antes de ser feita a curva exterior.

b) Espiral Breguet:

- medir o diâmetro exterior do balanço (parafusos incluídos).
- como o diâmetro do espiral é igual a metade do diâmetro do balanço, dividindo esta dimensão por dois obtém-se assim o diâmetro do espiral.

2º Cálculo do número C.G.S.

Exemplo: Seja calcular um número C.G.S. Do espiral dum relógio cujas características são as seguintes:

espiral Breguet

diâmetro exterior do balanço = 16 mm

Solução: Cálculo do raio do espiral:  $\frac{16 \text{ mm}}{4} = 4 \text{ mm}$

É necessário ter à sua disposição um espiral de número conhecido. No nosso caso suponhamos que temos à nossa disposição um espiral cujo número conhecido é 50 C.G.S. E cujo raio é de 5 mm para o número de oscilação correspondente à do nosso relógio. O número do espiral será portanto:

N = Número do espiral a determinar

$$N = N_1 \left( \frac{R}{R_1} \right)^2$$

R = Raio do espiral a determinar

$$N = 50 \left( \frac{4}{5} \right)^2 = 50 \times \frac{16}{25}$$

N<sub>1</sub> = Número do espiral padrão

$$N = 50 \times 0,64 = 32 \text{ C. G. S.}$$

R<sub>1</sub> = Raio do espiral padrão

#### 41. COLOCAÇÃO NA REFERENCIA

Para que um escape possa funcionar normalmente, é indispensável que a virola seja fixa de tal maneira que o espiral estando completamente distendido, a cavilha do plateau se encontre dentro da entrada da forquilha e a igual distancia dos dois pernos de limitação.

Determina-se a posição do piton em relação ao balanço da seguinte maneira.

Estando o escape montado e a corda ligeiramente enrolada o balanço está colocado no lugar sem o espiral, a cavilha do plateau encontra-se dentro da forquilha. Faz-se girar o balanço até ao momento em que um dente da roda de escape saia da palheta de entrada.

Neste momento, marcamos o ponto A sobre o aro em frente do piton e fazemos girar o balanço no outro sentido até que o dente da roda de escape deixe a palheta de saída.

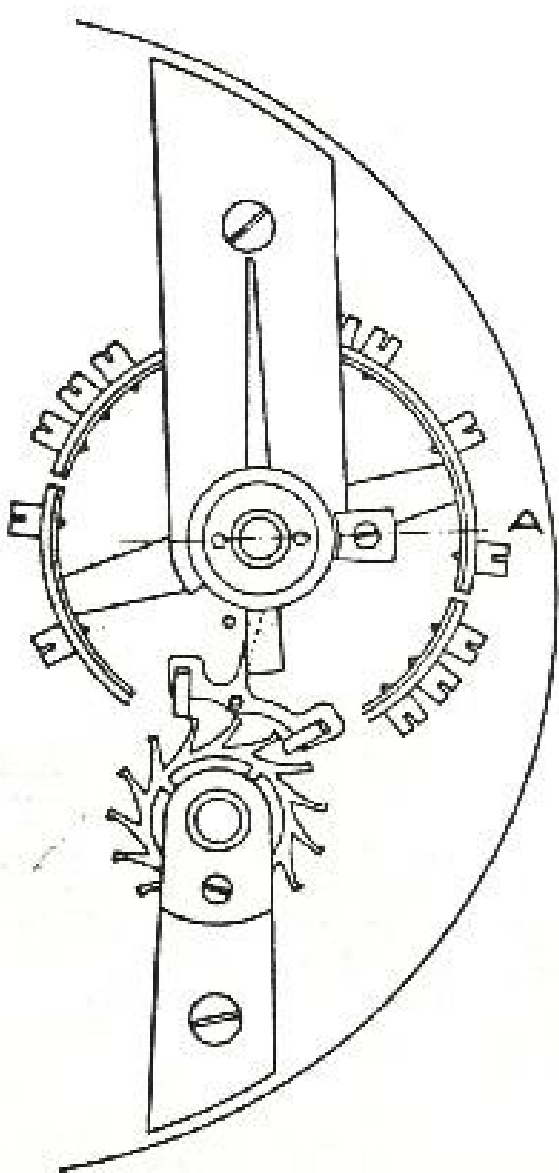


Fig. 104

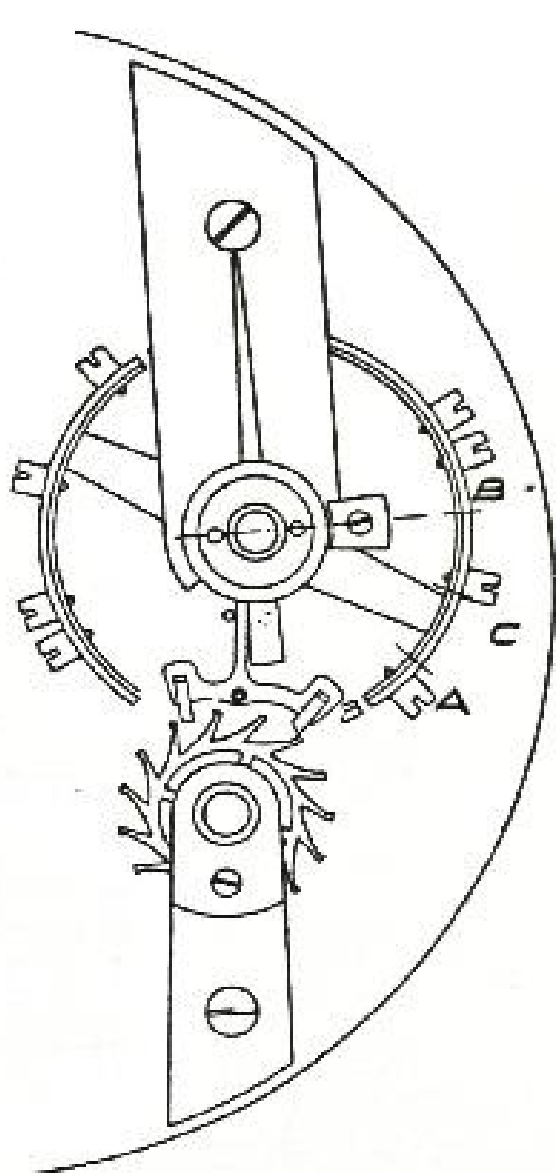


Fig. 105

Marcamos agora o ponto B que se encontra em frente do piton. Por fim marcamos o ponto C a igual distancia entre o primeiro e o segundo, que, ligado por uma recta ao centro do axe, dá a linha suposta sobre o qual se deve encontrar o piton.

Para conhecer a influência do defeito de referência reportar-se ao curso de escape (capitulo 28).

#### 42. ISOCRONISMO E DURAÇÃO DA OSCILAÇÃO

Seja AO (fig. 106) um braço do balanço em repouso, levamo-lo até E1, o que tem por efeito de enrolar o espiral. Se o abandonarmos a si próprio, o balanço, sob efeito da força do espiral, remeterá o braço à sua primeira posição e por virtude da velocidade adquirida, percorrerá um arco até E2.

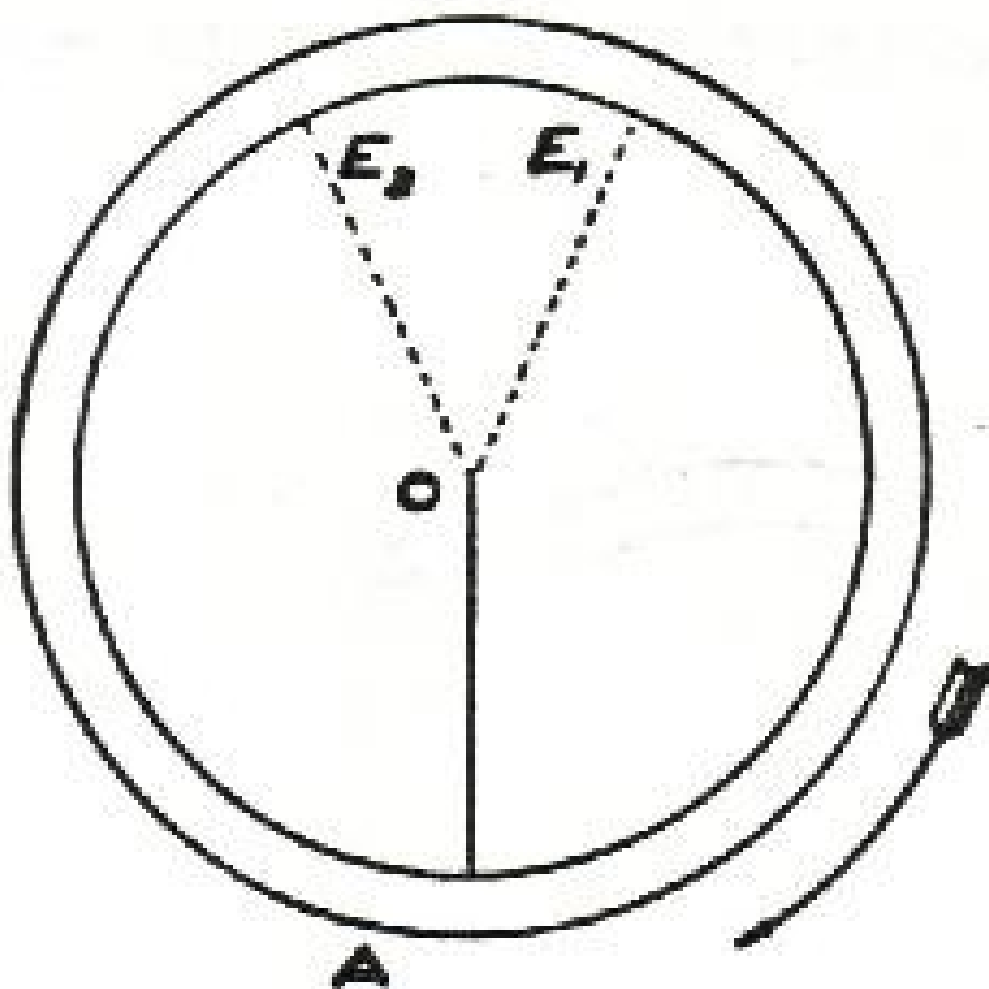


Fig. 106

Sempre sob o efeito do espiral, o balanço continuará a oscilar até parar por completo.

Os pontos E1 e E2 são os pontos extremos da oscilação: A é o ponto morto, o ângulo AO E1 é chamado amplitude.

Chamamos alternância ao percurso completo do balanço de E1 a E2; oscilação o percurso E1 a E2 e retorno a E1.



Na maioria dos relógios, o balanço executa 18.000 alternâncias por hora (5 alternâncias p/seg.). Encontramos no entanto outros relógios ou cronómetros efectuando 14.400, 16.000, 17.280, 19.800, 21.600, 28.800, 36.000 alternâncias por hora.

O sistema de balanço espiral tem um movimento isócrono quando a duração de oscilação é constante, qualquer que seja a amplitude do balanço.

Esta propriedade chama-se ISOCRONISMO e é um elemento de primeira importância para a boa marcha de um relógio.

Este isocronismo das oscilações não é realizado se não preencher determinadas condições (equilíbrio do balanço, atrito, cavilha da raqueta, ponto de fixação do espiral na virola, o escape etc...)

A fórmula a seguir permite calcular a duração de oscilação de um sistema balanço espiral:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{M}}$$

T = duração da oscilação

I = momento da inércia do balanço

M = momento elástico do espiral

fórmula na qual não entra a amplitude e que nos mostra bem as características do isocronismo dum balanço espiral perfeito.

### **43. INFLUÊNCIA DE UMA FORÇA EXTERIOR SOBRE A DURAÇÃO DE OSCILAÇÃO**

As oscilações do órgão regulador dos relógios de pulso são isócronas quando este é livre e bem equilibrado. Não o será quando uma força exterior agir sobre o balanço durante a sua oscilação.

Suponhamos um dos braços do balanço em repouso em AO (fig. 107), ele estará, por exemplo em OE1 no começo da oscilação. No momento da passagem do braço em OB, o balanço recebe uma impulsão que aumenta a sua velocidade.

Podemos decompor o percurso E1 E3 em três partes EB, BA e AE3.

O arco E1B é percorrido num tempo que não é influenciado pela impulsão recebida em B. Pelo contrário, o arco BA é percorrido com uma velocidade maior devido à influência da força F que se junta à do espiral, o tempo empregado será, portanto, mais curto. O balanço chega a A com uma velocidade maior do que teria se apenas o espiral tivesse actuado e, depois do ponto morto, o balanço percorrerá um arco AE3 maior que AE2; mas, como durante esta meia alternância o balanço não está submetido senão à força do espiral, empregará para percorrer o arco AE3 o mesmo tempo que empregaria para percorrer o arco AE2 se a impulsão, recebida em B, não existisse.

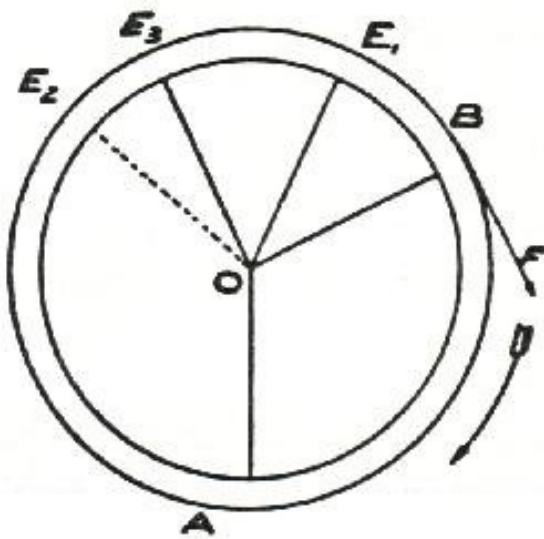


Fig. 107

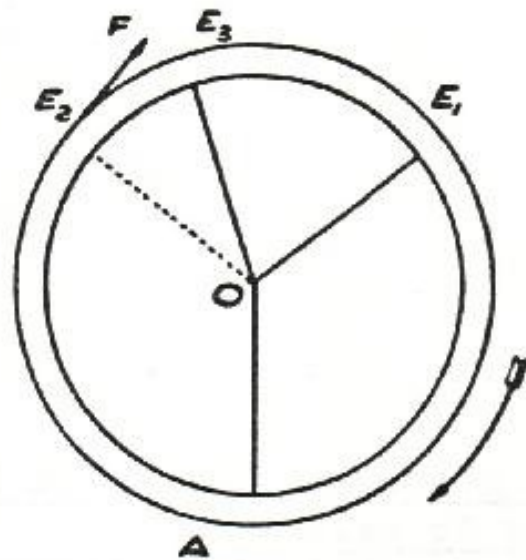


Fig. 108

Vemos portanto que uma impulsão antes do ponto morto diminui a duração da oscilação, provocando um adiantamento.

Por um raciocínio análogo vemos que uma resistência antes do ponto morto aumenta a duração de oscilação, portanto provoca um atraso.

Se a impulsão F actuar no momento em que o braço já tenha a posição de repouso OA, em E2, por exemplo (fig. 108), isto é no momento em que o balanço vai parar, obrigará este a percorrer o arco E2 E3 e é evidente que o tempo empregado para percorrer este arco, é um aumento da duração de oscilação. O mesmo acontece, mas em grau menor, se a impulsão se efectuar no momento da passagem do braço numa posição intermédia, entre AO e OE2.

# CURSO DE RELOJOARIA

CONTINUAÇÃO

ÓRGÃO REGULADOR DOS RELÓGIOS DE USO PESSOAL

CAPITULOS

45. INFLUÊNCIA DE UM DEFEITO DE EQUILÍBRIO DE BALANÇO SOBRE A DURAÇÃO DA OSCILAÇÃO

46. EQUILÍBRIO DO ESPIRAL

47. INFLUÊNCIA DA FOLGA DO ESPIRAL ENTRE AS CAVILHAS DA RAQUETA

48. INFLUÊNCIA DO ESCAPE SOBRE A DURAÇÃO DA OSCILAÇÃO

49. EXAME DE ISOCRONISMO

50. REGULAÇÃO VERTICAL E HORIZONTAL

51. MÉTODO A SEGUIR PARA REGULAÇÃO DE UM RELÓGIO

52. INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA MARCHA DO RELÓGIO

53. O RELÓGIO ANTI-MAGNÉTICO

54. APARELHOS DESTINADOS À DETERMINAÇÃO DA MARCHA INSTANTÂNEA DOS RELÓGIOS

FIM

**45. INFLUÊNCIA DE UM DEFEITO DE EQUILÍBRIO SOBRE A DURAÇÃO DE OSCILAÇÃO**

Quando o balanço não está equilibrado, o seu centro de gravidade encontra-se fora do eixo, e o seu peso tende constantemente a fazer cair o centro de gravidade.

Suponhamos o relógio colocado verticalmente ( o eixo de balanço está horizontal ) e que em repouso, o centro de gravidade do balanço se encontra por baixo do eixo e na vertical que passa por este. É como se numa parte, o balanço tivesse uma sobrecarga S colocada como a fig. 112 mostra.

Suponhamos a amplitude do balanço inferior a uma meia-volta. A sobrecarga desloca-se então de S1 para S2 (fig. 113). O peso da sobrecarga acelera a velocidade de S1 para A; diminui-a de A para S2. Equivale a uma impulsão antes do ponto morto e a uma resistência depois do ponto morto. Estas duas influências produzem portanto um avanço ou um adiantamento.

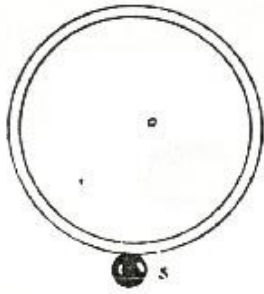


Fig. 112

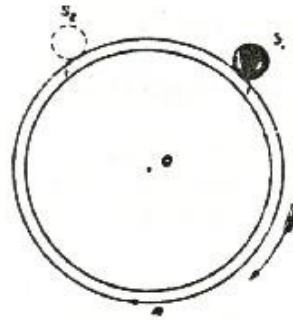


Fig. 113

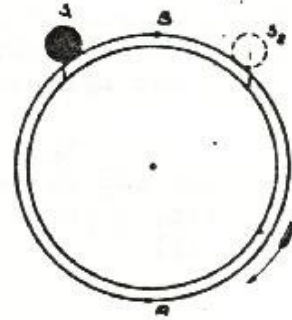


Fig. 114

Suponhamos agora uma amplitude superior a uma meia-volta. Neste caso, as posições da sobrecarga no começo e no fim da alternância são representadas por S1 e S2 (fig. 114). Vemos facilmente que de S1 para B, o peso da sobrecarga tende a parar o movimento; de B para A, acelera; de A para B, retarda e de B para S2 acelera de novo.

Segundo as regras formuladas acerca da influência de uma força sobre a duração de oscilação do balanço, temos:

de S1 para B, atrasa--de B para A, adianta.

de A para B, adianta--de B para S2, atrasa.

Quando a amplitude atingir  $220^\circ$ , o atraso compensa o adiantamento ou avanço.

Quando o centro de gravidade do balanço em repouso, se encontra por baixo do eixo, as oscilações são tanto mais rápidas quanto mais pequena for a amplitude.

Quando a amplitude é de  $220^\circ$  (graus), a duração de oscilação é a mesma que a do balanço equilibrado; quer isto dizer que abaixo de  $220$  graus, temos um avanço, e que acima de  $220$  graus, temos um atraso.

Quando o centro de gravidade do balanço, em repouso, se encontra por cima do eixo, é como se tivéssemos uma sobrecarga S situada segundo mostra a fig. 115.

Um raciocínio análogo ao precedente mostra que, para as oscilações em que a amplitude é menor que 180 graus, temos um atraso de S1 para A e outro atraso de A para S2 (fig. 116).

Para as grandes oscilações, como indica a fig. 117 teremos:

de S1 para B, um avanço—de B para A um atraso.

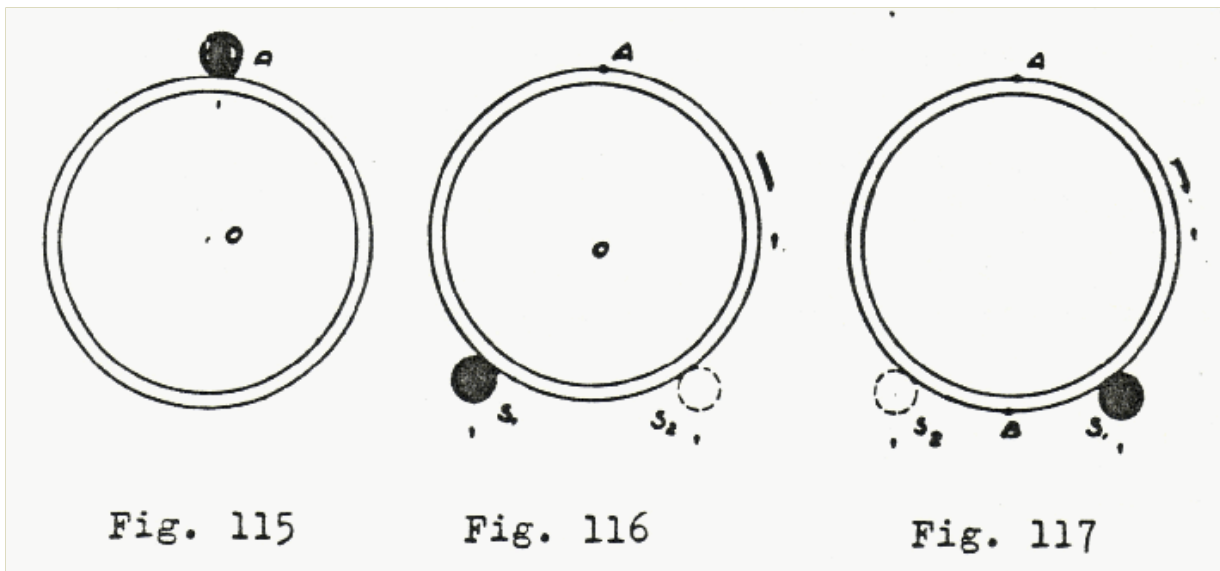
de A para B, um atraso—de B para S2 um avanço.

Podemos então formular a regra seguinte:

Quando o centro de gravidade do balanço, em repouso, se encontra por cima do eixo, as oscilações são tanto mais lentas quanto menor for a amplitude.

Quando a amplitude for de 220 graus, o período é o mesmo que o balanço equilibrado; temos então um atraso a menos e um avanço a mais de 220 graus.

Na posição horizontal do relógio, o desequilíbrio do balanço não tem influência sobre a duração de oscilação. O equilíbrio do balanço é importante para a regulação do relógio nas diferentes posições verticais.



#### 46. EQUILIBRIO DO ESPIRAL

O centro de gravidade do espiral bem centrado encontra-se pouco mais ou menos sobre o eixo. Mas, durante o movimento do balanço, o espiral muda de forma e de dimensão; contrai-se durante uma alternância e desenrola-se durante a alternância seguinte.

Suponhamos um espiral plano ordinário (fig. 118) preso na virola e no piton P. O seu centro de gravidade é perto de °

Por virtude do movimento do balanço contrai-se primeiramente, tornando-se mais pequeno; mas, como o piton P está fixo, todo o espiral se desloca para o lado P (fig. 119) e o centro de gravidade afasta-se de O, na direcção OP.



Fig. 118

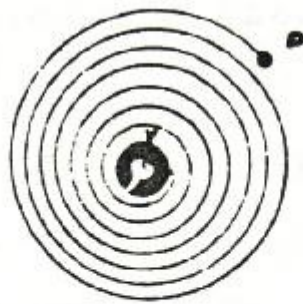


Fig. 119

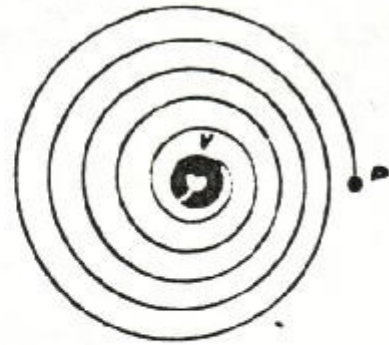


Fig. 120

Durante o período de expansão o espiral e o seu centro de gravidade afastam-se de P (fig. 120).

Assim, durante o movimento do balanço, o centro de gravidade do espiral desloca-se constantemente, muito ligeiramente.

Ponto de fixação à virola

As deslocações do centro de gravidade do espiral provocam um ligeiro desequilíbrio do mesmo, que em posição vertical tem como consequência influenciar a marcha do relógio nas diferentes posições verticais.

O deslocamento do centro de gravidade do espiral depende consequentemente da posição do ponto de fixação na virola.

A tabela seguinte dá uma indicação das variações de marcha nas diferentes posições verticais devidas ao ponto de fixação.

|   |  | VR | VE | VB | VD |
|---|--|----|----|----|----|
| D |  | •+ | 0  | -  | 0  |
| R |  | 0  | -  | 0  | +  |
| E |  | -  | 0  | +  | 0  |
| B |  | 0  | +  | 0  | -  |

|   |  | VR | VE | VB | VD |
|---|--|----|----|----|----|
| E |  | +  | 0  | -  | 0  |
| R |  | 0  | +  | 0  | -  |
| D |  | -  | 0  | +  | 0  |
| B |  | 0  | -  | 0  | +  |

### Modo de emprego:

Colocar o relógio de coroa para cima

Notar a posição do ponto de fixação

Encontrar na tabela a posição correspondente do ponto de fixação que nos permita ler as variações de marcha devidas à posição do ponto de fixação nas posições verticais.

D = Direita

A = Alto

E = Esquerda

B = Baixo

VA = Vertical alto

VE = Vertical esquerda

VB = Vertical baixo

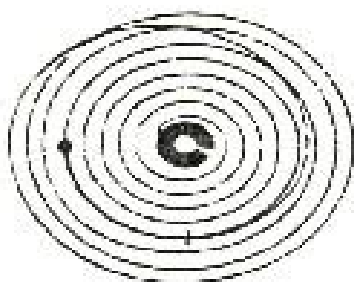
VD = Vertical direita

### Curvas terminais

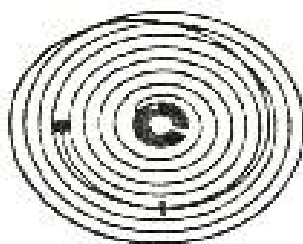
Para assegurar o desenvolvimento concêntrico do espiral podemos levantar a volta exterior e dar-lhe uma forma que deve preencher certas condições enunciadas por Phillips.

Esta última curva chama-se: Curva Terminal ou Curva Phillips, e o espiral assim formado é um espiral "Breguet".

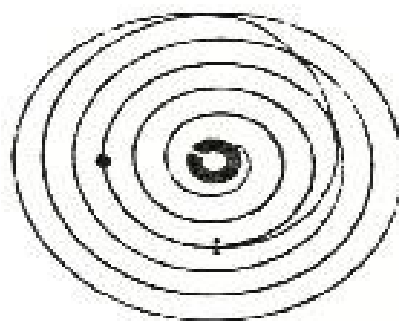
As figuras 121, 122 e 123 mostram o desenvolvimento do espiral "Breguet".



**Fig. 121**



**Fig. 122**



**Fig. 123**

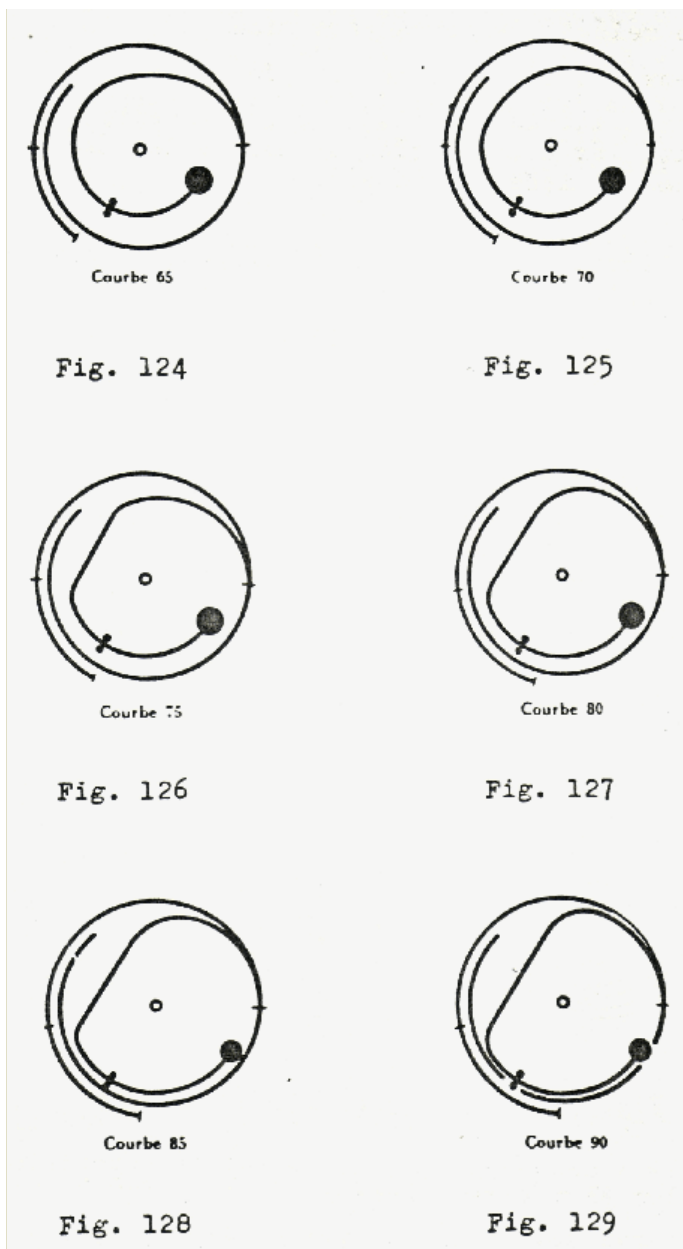
Existe um grande numero de curvas terminais. Contudo não tem todas o mesmo valor para o relojoeiro.

A curva deve terminar por um arco de círculo cujo centro está sobre o eixo de balanço, a fim de que uma deslocção da raqueta não a deforme.



Número de curvas

| <u>65</u> | <u>Ângulo de desenvolvimento</u> | <u>Espaço angular ocupado pela curva</u> | <u>Ângulo percorrido pela ponta de regulação</u> |
|-----------|----------------------------------|--|--|
| <u>70</u> | 240°                             | 177°                                     | 63°  |
| <u>75</u> | 240°                             | 181°                                     | 59°  |
| <u>80</u> | 240°                             | 183°                                     | 57°  |
| <u>85</u> | 240°                             | 189°                                     | 51°  |
| <u>90</u> | 240°                             | 193°                                     | 47°  |
|           | 249°                             | 195°                                     | 45°  |



#### **47. INFLUÊNCIA DA FOLGA DO ESPIRAL ENTRE AS CAVILHAS DA RAQUETA**

Deslocando a raqueta e as suas cavilhas, faz-se variar a duração de oscilação do balanço, visto modificar-se o comprimento activo do espiral. Este comprimento mede-se desde as cavilhas da raqueta até ao ponto de fixação na virola.

O espiral deve passar livremente entre as cavilhas com uma folga mínima de segurança. As cavilhas devem ser cilíndricas paralelas e perpendiculares à raqueta ( Fig. 130 ); as cavilhas são geralmente de latão; as suas extremidades ser arredondadas e sem rebarbas.

Se o espaço entre as cavilhas não corresponder à espessura da lâmina, é necessário aproximá-la de maneira a colocá-las paralelas num comprimento suficiente; conseguiremos isto executando um duplo cotovelo como se vê na fig. 131. Mas não se deve, em caso algum, aproximar as cavilhas como mostra a (fig. 132).

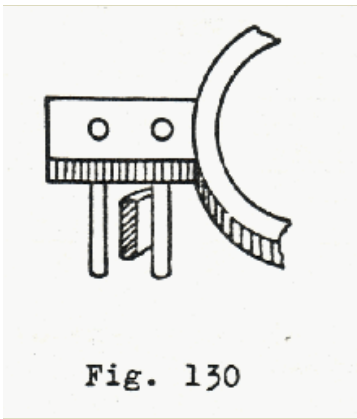


Fig. 130

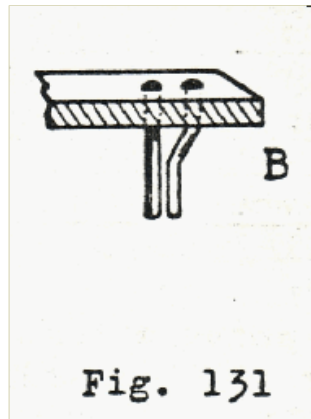


Fig. 131

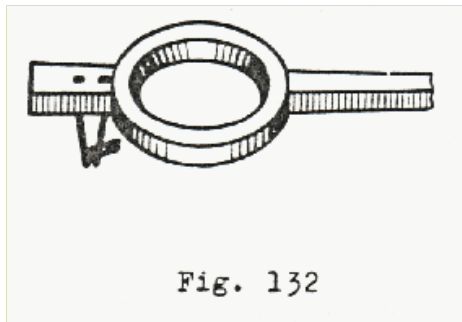


Fig. 132

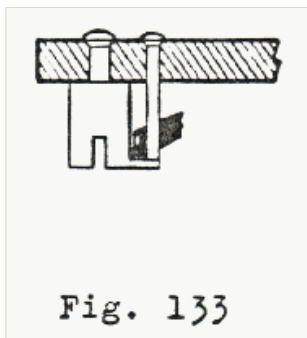


Fig. 133

Para os espirais planos, uma das cavilhas é substituída pela chave de raqueta (fig. 133).

A folga entre a chave e a cavilha deve corresponder à espessura da lâmina; se tal não acontecer é necessário aproximar a cavilha da chave tal como mostra a fig. 134 e evitar a correcção representada na fig. 135.

Uma cavilha muito curta pode permitir ao espiral sair da chave; é necessário, neste caso, substituí-la.

Quando o espiral tiver folga entre cavilhas, o seu comprimento activo encontra-se momentaneamente aumentado produzindo-se um atraso na marcha do relógio. Este atraso depende da importância da folga assim como da amplitude das oscilações.

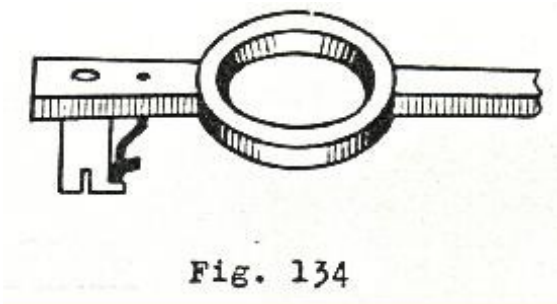


Fig. 134

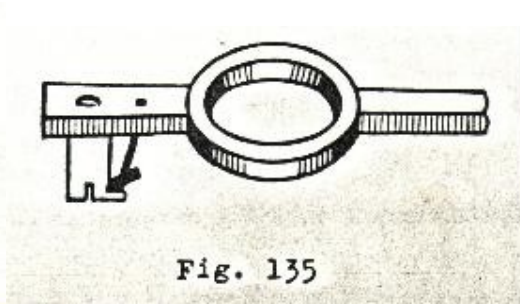
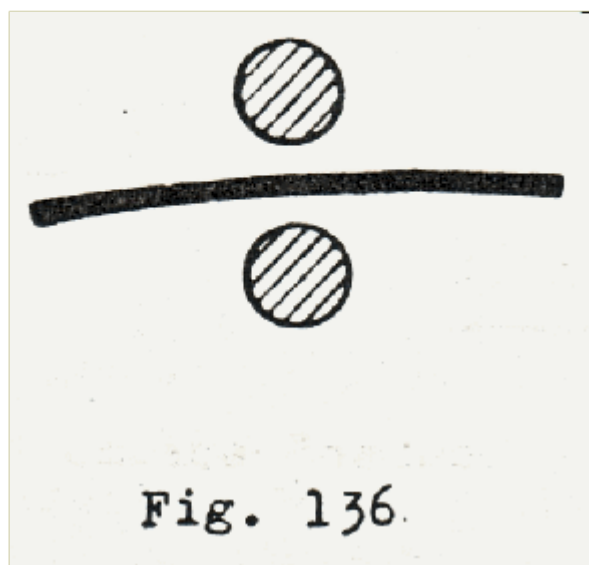


Fig. 135

Distinguimos dois casos:

1º Caso: Em repouso, o espiral está a igual distância das cavilhas (fig. 136).



Para as oscilações de fracas amplitudes, a parte activa do espiral vai da virola ao piton. Tudo se passa com se as cavilhas não existissem.

Quando a amplitude aumenta, chega um momento em que a lâmina do espiral se apoia contra uma ou outra das cavilhas (fig. 137 e 138). Neste momento, o comprimento activo do espiral é mais fraco e a duração correspondente de oscilação aproxima-se do valor desejado.

Podemos deduzir daqui a regra seguinte:

Quando o espiral em repouso não está apoiado, nem contra uma nem contra outra das cavilhas, haverá na marcha do relógio, um atraso, tanto maior quanto for a folga e tanto mais fraca for a amplitude.

2º Caso: Em repouso, o espiral está apoiado contra uma das cavilhas (fig. 137).

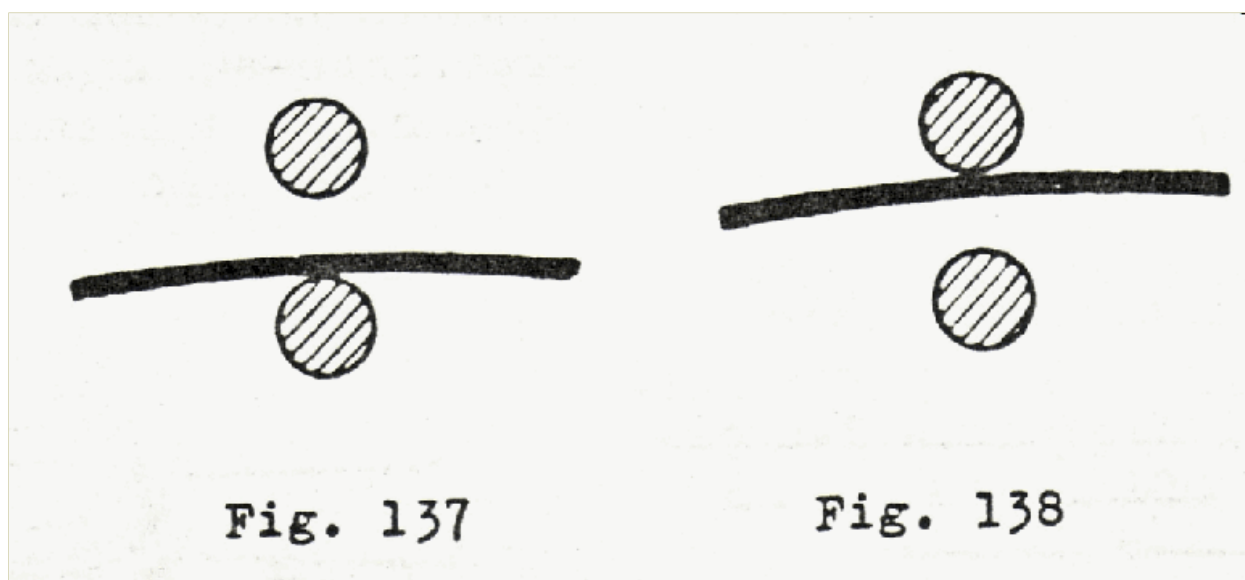
Nas pequenas amplitudes, o espiral mantém-se apoiado contra a cavilha, a duração de oscilação tem o valor desejado.

Quando a amplitude aumenta, chega um momento em que o espiral abandona o seu apoio contra a cavilha, e se encontra entre as cavilhas (fig. 136) e o comprimento activo do espiral aumenta do comprimento da lâmina desde as cavilhas ao piton. Segundo as distâncias das cavilhas, e quando a amplitude é grande, o espiral pode vir bater contra a outra cavilha (fig. 138). Desde este instante a duração das oscilações tem o valor desejado.

Eis a regra relativa ao 2º caso:

Quando o espiral, em repouso, está apoiado contra uma das cavilhas, haverá, na marcha do relógio, um atraso desde o momento em que o espiral deixa a cavilha até ao momento em que se encontra em contacto com a outra cavilha.

Nos relógios de série, montados com espiral plano, prevê-se uma folga mínima de segurança a fim de evitar qualquer prisão do espiral entre as cavilhas.



#### **48. INFLUÊNCIADO ESCAPE SOBRE A DURAÇÃO DA OSCILAÇÃO**

Rever o que se disse neste “curso” acerca do escape (cap. 24).

#### **49. EXAME DO ISOCRONISMO**

O isocronismo é a qualidade essencial do órgão regulador do relógio. Para o controlar, observaremos o relógio na mesma posição mas em dois graus diferentes de enrolamento da corda, isto é, com a corda enrolada ao máximo e, depois de 24 horas de marcha. É evidente que estas observações se fazem com o máximo de precisão e com a ajuda de um cronocomparador. É todavia possível efectuar o exame sem este aparelho, da seguinte maneira: observaremos primeiramente a marcha do relógio durante 2 horas com a corda pouco enrolada, isto é, depois de 24 horas de marcha, e depois ainda 2 horas com a corda enrolada ao máximo, (o relógio não deve rebater). Multiplicamos, em seguida, por 12 estes dois resultados de marcha e obtemos assim para cada caso a marcha diurna. Segundo o desvio entre estas duas marchas observadas quer ao cronocomparador quer através do método já mencionado poderemos controlar os elementos que possam destruir o isocronismo.

#### **50. REGULAÇÃO DA MARCHA VERTICAL E HORIZONTAL**

Quando observamos o movimento do balanço colocado horizontalmente e depois verticalmente, notamos facilmente uma diminuição de amplitude: Esta diminuição provém do maior atrito dos “pivot” quando o relógio está na posição vertical.

Esta variação de amplitude é uma das causas primordiais da diferença de marcha nas posições horizontal e vertical; ela modifica a influência dos factores e afectam o isocronismo alguns dos quais, como vimos, são inevitáveis, tais como o escape e a folga nas cavilhas da raqueta.

Recordemos que o escape produz atraso nas pequenas amplitudes portanto em posição vertical e que a folga nas cavilhas da raqueta, provoca também um atraso nas pequenas amplitudes, isto é, em posição vertical. Estes atrasos em posição vertical podem ser compensados por uma posição judiciosa do ponto de fixação na virola.

## 51. MÉTODO A SEGUIR PARA REGULACÃO DE UM RELÓGIO

Conseguimos fazer adiantar um relógio da seguinte maneira:

- diminuindo o comprimento activo do espiral, isto é, afastando as cavilhas da raqueta em relação ao piton.
- Diminuindo o peso do balanço, isto é, frezando ou limando os parafusos do balanço sempre dois a dois para conservar o equilíbrio. Frezando o aro do balanço pela parte de baixo se se trata de um balanço sem parafusos.

Conseguiremos fazer atrasar um relógio:

- aumentando o comprimento activo do espiral, isto é, aproximando as cavilhas do piton por intermédio da raqueta.
- Aumentando o peso do balanço, por junção de anilhas de regulação entre os parafusos e o aro do balanço sempre duas a duas para conservar o equilíbrio do balanço.

Para as observações, o reparador disporá de um relógio de precisão ou de um cronómetro, controlado periodicamente por meio de um sinal horário.

Tanto quanto possível ao principio, devemos colocar, os ponteiros do relógio na mesma posição que os do relógio ou cronómetro padrão.

Anotamos as observações sobre um bloco de notas dividido em colunas conforme o seguinte esquema:

| <u>Momento de observação</u> |            |             | <u>Estado em S.</u> | <u>Marcha diurna em S.</u> | <u>Varição da marcha diurna em S.</u> | <u>Posições</u> | <u>Temperatura e observações</u> |
|------------------------------|------------|-------------|---------------------|----------------------------|---------------------------------------|-----------------|----------------------------------|
| <u>Mês</u>                   | <u>dia</u> | <u>hora</u> |                     |                            |                                       |                 |                                  |
| Maio                         |            |             |                     |                            |                                       |                 |                                  |
|                              | 19         | 11h.20      | -3,6                |                            | H.C.                                  | ambiente        |                                  |
|                              | 20         | 11h.20      | -1,6                | +2,0                       | H.C.                                  | ambiente        |                                  |
|                              | 21         | 11h.20      | -0,4                | +1,2                       | -0,8                                  | H.C.            | ambiente                         |

Se o intervalo entre duas observações for de 24 horas, a diferença entre os dois estados é a marcha diurna.

A diferença entre duas marchas diurnas consecutivas dá a variação da marcha diurna; a marcha diurna e a variação da marcha diurna serão afectados de um sinal.

Assim, no exemplo atrás citado, o relógio adiantou o primeiro dia dois segundo, o segundo dia 1,2 segundos. No segundo dia fez, conseqüentemente, um atraso de 0,8 segundos em relação ao primeiro.

A posição do relógio pode ser indicada pelas observações seguintes e de acordo com o controlo suíço técnico de relógios (C. T. M.).

|   |      |
|---|------|
| Posição horizontal com o mostrador para cima  | H.C. |
| Posição horizontal com o mostrador para baixo | H.B. |
| Posição vertical com a coroa para baixo       | V.B. |
| Posição vertical com a coroa para cima        | V.C. |
| Posição vertical com a coroa à direita        | V.D. |
| Posição vertical com a coroa à esquerda       | V.E. |

Na coluna de notas indicaremos, com pormenores, os retoques efectuados durante o controlo de regulação.

## 52. INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA MARCHA DO RELÓGIO

Hoje os espirais compõem-se de uma liga, cuja propriedade essencial é a de conservar uma elasticidade quase constante mesmo que seja submetido a variações de temperatura.

Como o espiral não provoca senão fracas variações de marcha devido às variações de temperatura a que é submetido, junta-se um balanço monometálico com ou sem parafusos.

A fraca variação da marcha em 24 horas devida a uma variação de temperatura de um grau centígrado chama-se coeficiente térmico. Distinguimos as seguintes qualidades de cabelos:

1ª qualidade, coeficiente térmico de 0 a 0,6 segundos

2ª qualidade, coeficiente térmico de 0,6 a 1,5 segundos

3ª qualidade, coeficiente térmico de 1,5 a 3,5 segundos

Exemplo: Um espiral da qualidade 2, tendo um coeficiente térmico igual ou aproximado (segundo o quadro anteriormente dado) a 1, vai provocar na marcha de um relógio, que é submetido a uma variação de temperatura de 12 graus, uma variação de

$$1 \times 12 = 12 \text{ segundos}/24 \text{ horas}$$

Antes da descoberta dos espirais de ligas, eram fabricados em aço temperado.

O coeficiente térmico de um espiral de aço sendo muito mais elevado que um de liga, era necessário compensar por meio do balanço esta variação de marcha devido às variações de temperatura.

O tipo de balanço utilizado neste caso é um bimetálico cortado.

Como os coeficientes de dilatação do latão que se encontra no exterior do aro do balanço, e do aço que se encontra no interior são diferentes, haverá, quando o balanço é submetido a uma variação de temperatura um deslocamento daquele aro para o interior (quando a temperatura aumenta) ou para o exterior (quando a temperatura diminui). Este deslocamento do aro do balanço provoca uma diminuição ou um aumento do momento de inércia do balanço e compensa o adiantamento ou o atraso da variação do momento de elasticidade do espiral. Um deslocamento judicioso dos parafusos permite uma regulação precisa às diferentes temperaturas.

## 53. O RELÓGIO ANTIMAGNÉTICO

O campo magnético faz perigar a boa marcha de um relógio. A magnetização das peças de aço provoca uma perturbação à marcha do relógio que pode provocar até a sua paragem.

Reconhecemos que um relógio está magnetizado se, aproximando-o de uma bússola, ele repele um dos pólos e atrai o outro. Se ele atrair os dois pólos é porque não está magnetizado.

Existe um meio de desmagnetizar um relógio que consiste em passar a máquina (anteriormente retirada da caixa) várias vezes através de uma bobina de indução. A máquina é passada, de cada vez lentamente mas ficando sempre sobre o eixo da bobina num comprimento de aproximadamente 50 cm.



As peças exteriores do relógio também devem ser desmagnetizadas.  
Para utilizar o aparelho desmagnetizador deve-se tomar conhecimento do seu modo de emprego.

#### **54. APARELHOS DESTINADOS A DETERMINAR A MARCHA INSTANTÂNEA DOS RELÓGIOS**

Estes aparelhos permitem uma determinação imediata da marcha instantânea. Estes aparelhos compõem-se essencialmente de:

1- Um padrão de tempo constituído por cristal de quartzo piezo-eléctrico.

2- Um aparelho indicador e registador.

3- Um microfone.

O microfone é posto em contacto com o relógio a observar. Os choques produzidos pelo escape são-lhe transmitidos. Este último transforma-os em impulsões eléctricas transmitidas ao registador depois de amplificadas e seleccionadas.

Estas descargas eléctricas accionam um electroímã que regista a marcha instantânea, a um ritmo fixado pelo tic-tac do relógio a observar, sobre uma folha de papel de desenrolamento constante.

Se o relógio está regulado, os pontos sucessivos marcados formarão uma linha recta paralela ao eixo do desenrolamento.

Se, o relógio adiantar ou atrasar, os traços impressos formam uma linha mais ou menos oblíqua. Um dispositivo de leitura permite medir imediatamente a marcha em 24 horas segundo a inclinação e a direcção desta linha.

Este aparelho apresenta grandes vantagens e presta-se a numerosas observações.

A figura 139 representa o esquema de tal aparelho.

A figura 139 representa o esquema de um tal aparelho.

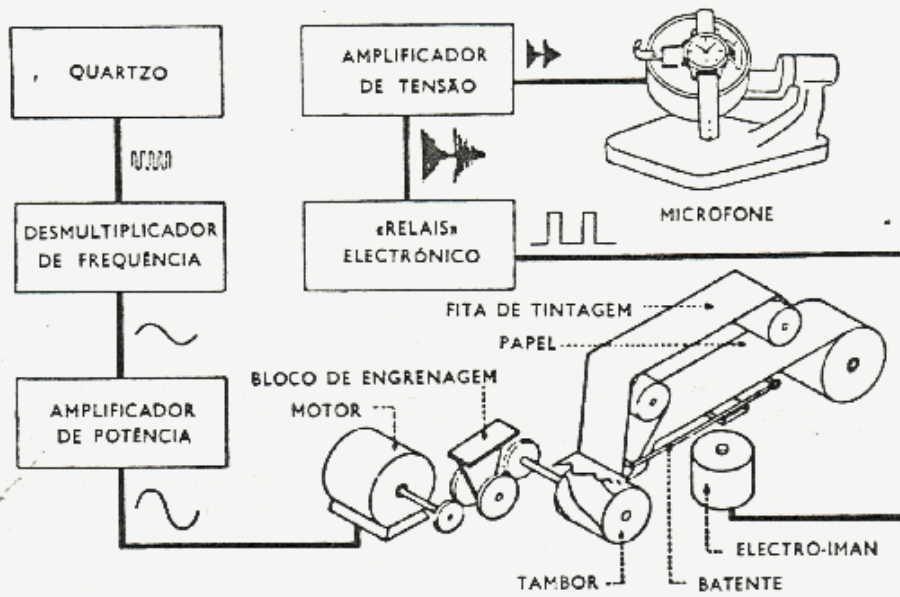


Fig. 139

Fig. 139

Home Page

CONTINUA

## 55. A UTILIZAÇÃO DO CRONOCOMPARADOR

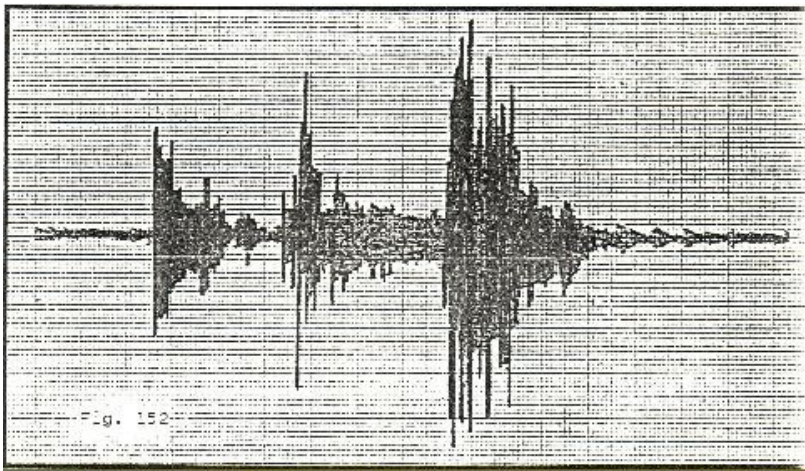
### 55.1. captação e amplificação do sinal

Escutando o "tic-tac" dum relógio, o ouvido humano não distingue, a cada alternância, senão um único ruído uniforme.

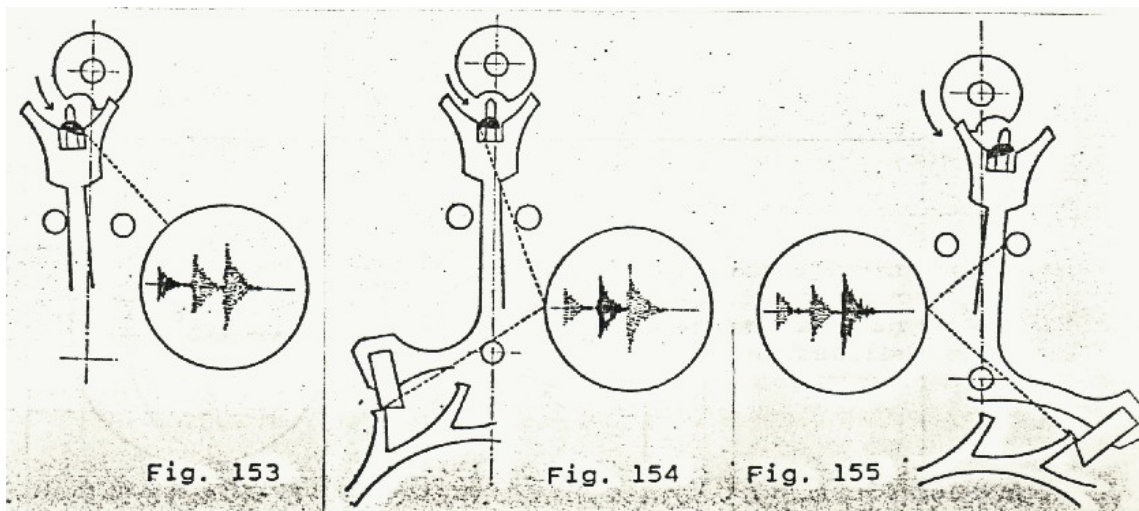
Como sabemos (ap.23), este ruído compõe-se duma série de ruídos elementares provocados pelos choques e atritos entre os diferentes órgãos do escape, durante o seu funcionamento.

O microfone dum cronocomparador transforma os ruídos do escape em sinais eléctricos, através dum cristal piezoeléctrico.


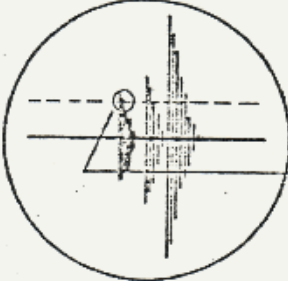

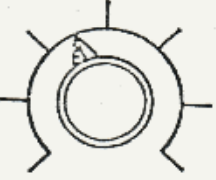
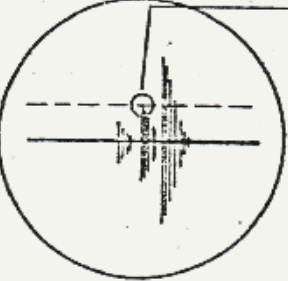


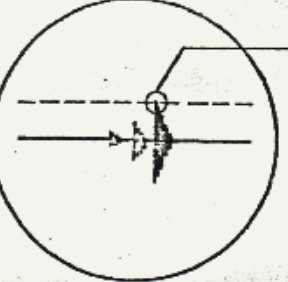

A fig. 152 mostra o ruído de um escape de âncora tal como aparece no écran dum osciloscópio catódico, ao a qual está ligado um microfone.



No eixo horizontal temos o tempo, progredindo da esquerda para a direita; as deslocações verticais são proporcionais à intensidade dos ruídos captados pelo microfone. Na imagem distinguem-se nitidamente os sinais correspondentes às 3 principais funções do escape de âncora: desprendimento, impulsão e queda. As fig. 153, 154 e 155 mostram os choques entre os órgãos do escape e a sua correspondência no oscilograma. O tempo que decorre entre o primeiro e o último choque é de aproximadamente 15 ms.



Para que o sinal eléctrico enviado pelo microfone seja registado, é preciso que a sua tensão atinja um determinado valor chamado limiar de comando, para isso tem de ser amplificado milhares de vezes pelo amplificador de entrada. Este amplificador é regulável através dum botão exterior. No espaço de tempo em que vários ruídos se produzem (15 ms), só o primeiro a atingir o limiar de comando será registado. Assim, actuando judiciosamente sobre o botão do amplificador, podemos seleccionar exactamente o ruído que nos convém. Não esquecer que o único ruído emitido directamente pelo órgão regulador é o primeiro (desprendimento), sendo o mais preciso é portanto o mais indicado para todas as medidas de marcha. O quadro seguinte dá-nos uma indicação esquemática sobre a selecção dos diferentes sinais, através do botão do amplificador.

| Função de escape  | Regulação da amplificação   | Oscilograma  | Diagrama  |
|---|---|--|---|
| <p>DESPRENDIMENTO<br/>sinal correcto<br/>para todas as<br/>medições de<br/>marcha</p>                 |    |    |    |
| <p>IMPULSÃO<br/>sinal pouco<br/>nítido</p>  |   |   |   |
| <p>QUEDA<br/>sinal indicado<br/>para verifica-<br/>ções de escape<br/>e medições de<br/>amplitude</p> |  |  |  |

## EQUILIBRIO DINÂMICO

Para uma boa regulação nas posições verticais não basta equilibrar o balanço, visto as massas do espiral e da virola intervirem também no movimento oscilatório.

Sabemos que a influência dum desequilíbrio sobre a duração de oscilação, depende do valor da sobrecarga,

da sua posição relativamente à vertical e da amplitude.

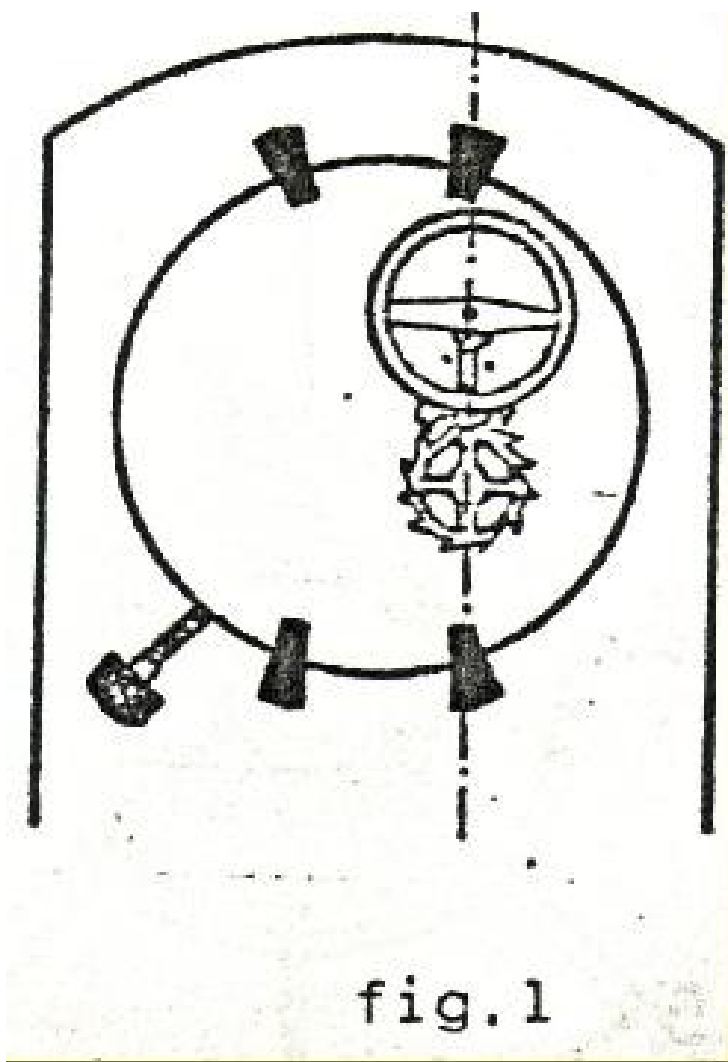
Em resumo:

A influência dum desequilíbrio é mais acentuada quando este se encontra verticalmente por cima ou por baixo do eixo de balanço, e é tanto maior quanto menor a amplitude.

Utilizando um cronocomparador, podemos facilmente determinar a posição vertical em que o efeito dum desequilíbrio é maior, e conseqüentemente corrigi-lo. Para tal, recomendamos o seguinte processo:

1º--Com o movimento na vertical, dar corda pouco a pouco até o balanço atingir e estabilizar a uma amplitude entre 150° e 180°.

2º--Colocar o movimento no microfone do crono comparador de maneira a que o balanço fique verticalmente por cima da âncora e roda de escape (fig. 1).



3º--Depois de verificar se a amplitude continua dentro dos valores citados, registrar 5 a 6 cm de diagrama da marcha nesta posição (posição zero), anotando o seu valor em s/d.

4º--Rodar cautelosamente o microfone 45° no sentido dos ponteiros do relógio, registrar novo diagrama e anotar o valor da marcha.

Continuar a girando o microfone de 45° em 45° no mesmo sentido, repetindo as operações até completar uma volta, separando sempre os diagramas por um traço e numerando-os de 0 a 7.

5º--Determinar em que posição há maior tendência para o avanço ( ou menor para o atraso), e a maior diferença entre as duas posições.

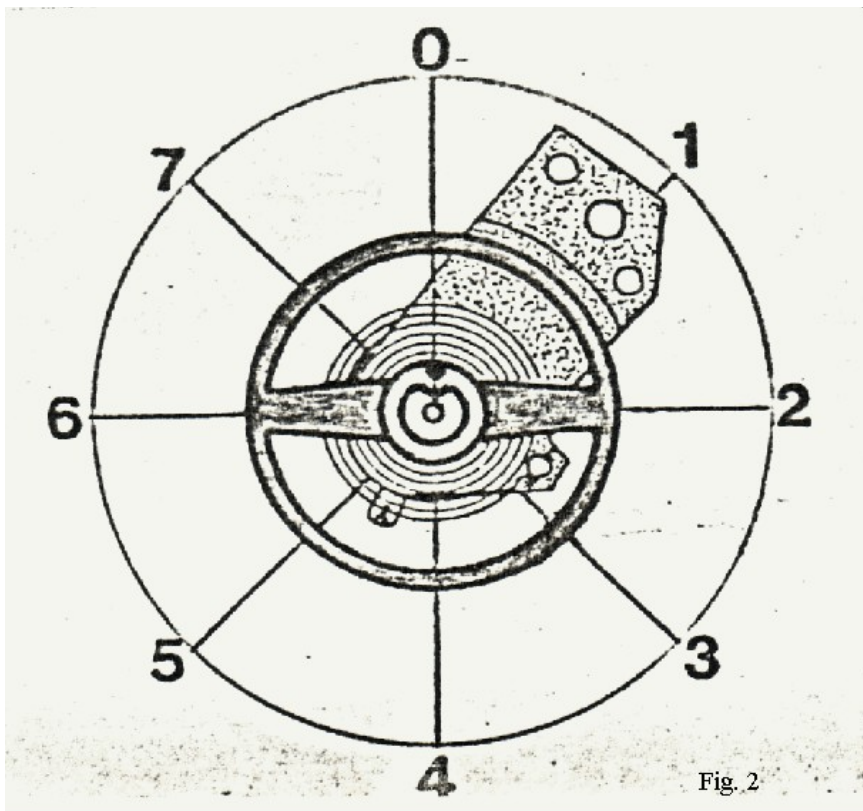
6º--Dividir um círculo em oito partes iguais numerando os raios de 0 a 7.

Colocar o galo com o balanço sobre este quadrante, de maneira a que a axe fique bem ao centro e a elipse apontada para o zero (fig. 2)

A sobrecarga está situada sobre o raio com o número correspondente à posição de maior tendência para o avanço.

7º--Tirar peso no ponto anteriormente determinado ou juntar peso ao ponto diametralmente oposto, consoante se trate dum balanço anelar ou com parafusos e a tendência predominante seja para o avanço ou para o atraso.

Esta operação poderá ter de ser repetida várias vezes até se conseguir um resultado condizente com a qualidade do relógio. Detectada a zona onde se situa a sobrecarga, pode eventualmente determinar-se ainda com mais rigor uma posição intermédia dentro dos 45°. Aliás, com a prática, basta determinar-se com precisão a posição da maior influência do desequilíbrio, referenciando-o em relação ao registo, piton, etc., para depois com o balanço em repouso, saber exactamente o sítio onde se deve operar.





# 11 1/2'''

## ETA 2892-2

### COMUNICACIÓN TÉCNICA

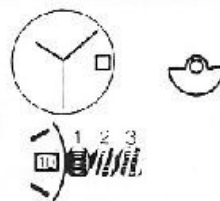
11 1/2'''

∅ 25,60 mm

ALTURA sobre máquina  
ALTURA encima máquina  
ALTEZZA sopra movimento

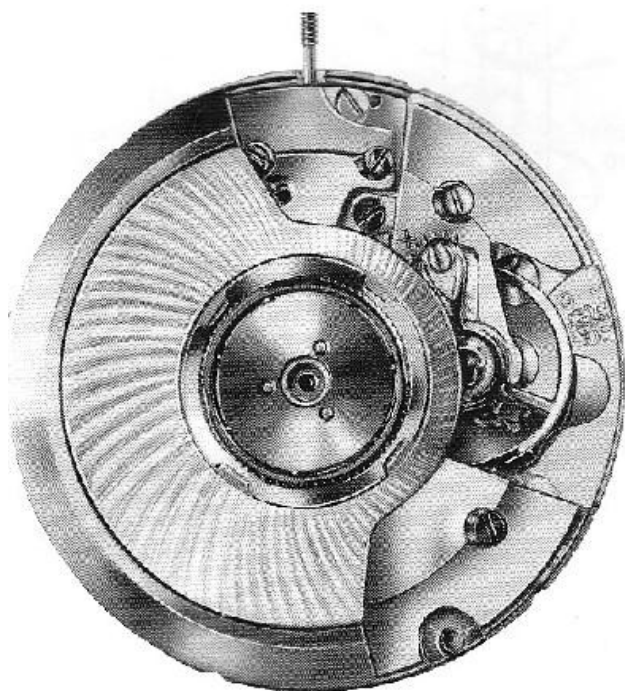
### COMUNICAÇÃO TÉCNICA




INS  
COR

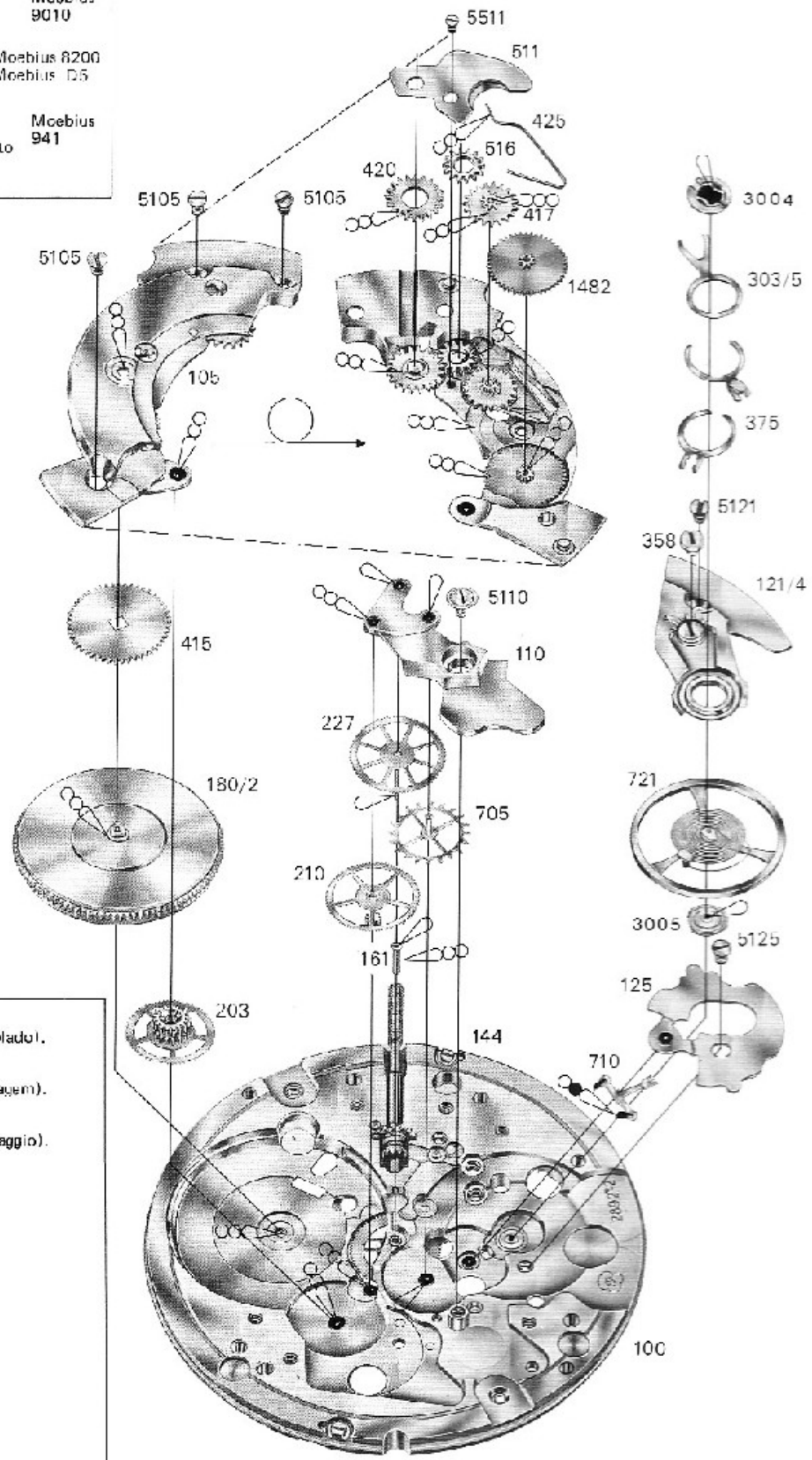


### COMUNICAZIONE TECNICA

3,60



- |   |   |                            |
|---|---|----------------------------|
|  | Aceite fino<br>Óleo fino<br>Olio fluido   | Moebius<br>9010            |
|  | Aceite espeso o grasa<br>Óleo espeso ou graxa<br>Olio denso o grasso                      | Moebius 8200<br>Moebius D5 |
|  | Aceite especial para escape<br>Óleo especial para escape<br>Olio speciala per scappamento | Moebius<br>941             |



**Montaje de la máquina de base.**  
(Lista de fornitures por orden de ensamblado).

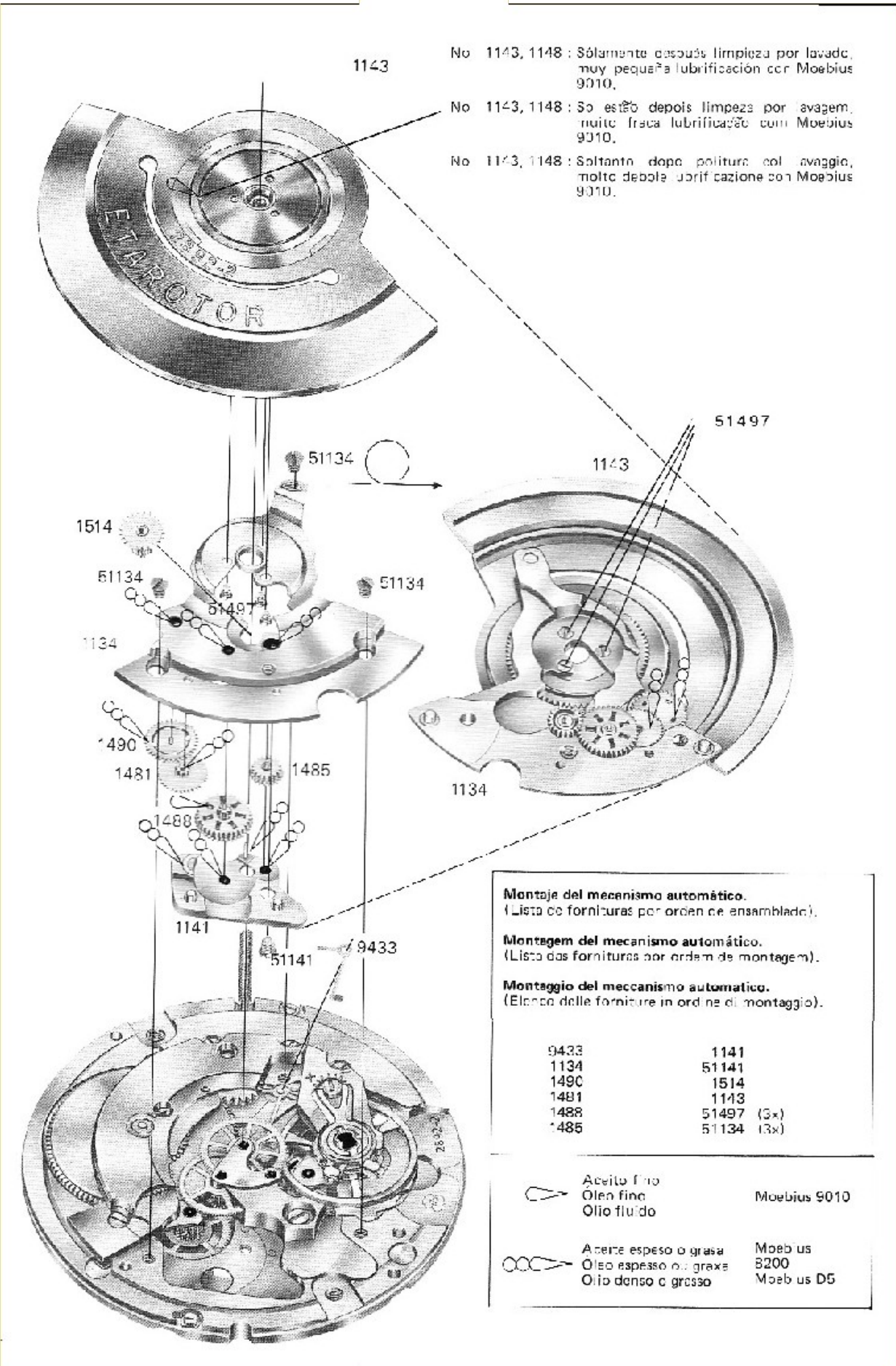
**Montagem da máquina de base.**  
(Lista das fornitureas por ordem de montagem).

**Montaggio del movimento di base.**  
(Elenco delle forniture in ordine di montaggio).

- |           |       |
|-----------|-------|
| 100       | 705   |
| 161       | 210   |
| 3005      | 227   |
| 203       | 110   |
| 180/2     | 5110  |
| 415       | 710   |
| 1482      | 125   |
| 420       | 5125  |
| 516       | 368   |
| 417       | 375   |
| 425       | 303/5 |
| 511       | 3004  |
| 5511      | 721   |
| 106       | 121/4 |
| 5105 (3x) | 5121  |





11½'''  
ETA 2892-2



No 1143, 1148 : Sólomente después limpieza por lavado, muy pequeña lubricación con Moebius 9010.  
 No 1143, 1148 : Só esteó depois limpeza por lavagem, muito fraca lubrificação com Moebius 9010.  
 No 1143, 1148 : Soltanto dopo pulitura col avaggio, molto debole lubrificazione con Moebius 9010.

**Montaje del mecanismo automático.**  
(Lista de fornitures por orden de ensamblado).  
**Montagem del mecanismo automático.**  
(Lista das fornitures por ordem de montagem).  
**Montaggio del meccanismo automatico.**  
(Elenco delle forniture in ordine di montaggio).

|      |             |
|------|-------------|
| 9433 | 1141        |
| 1134 | 51141       |
| 1490 | 1514        |
| 1481 | 1143        |
| 1488 | 51497 (3x)  |
| 1485 | 51134 (13x) |


 Aceite fino / Óleo fino / Olio fluido Moebius 9010  
 Aceite espeso o grasa / Óleo espeso ou graxa / Olio denso o grasso Moebius S200 / Moebius D5


**Montaje del mecanismo :** de cuerda manual, de puesta en hora, de fecha y de corrector.  
(Lista de fornituras por orden de ensamblado).

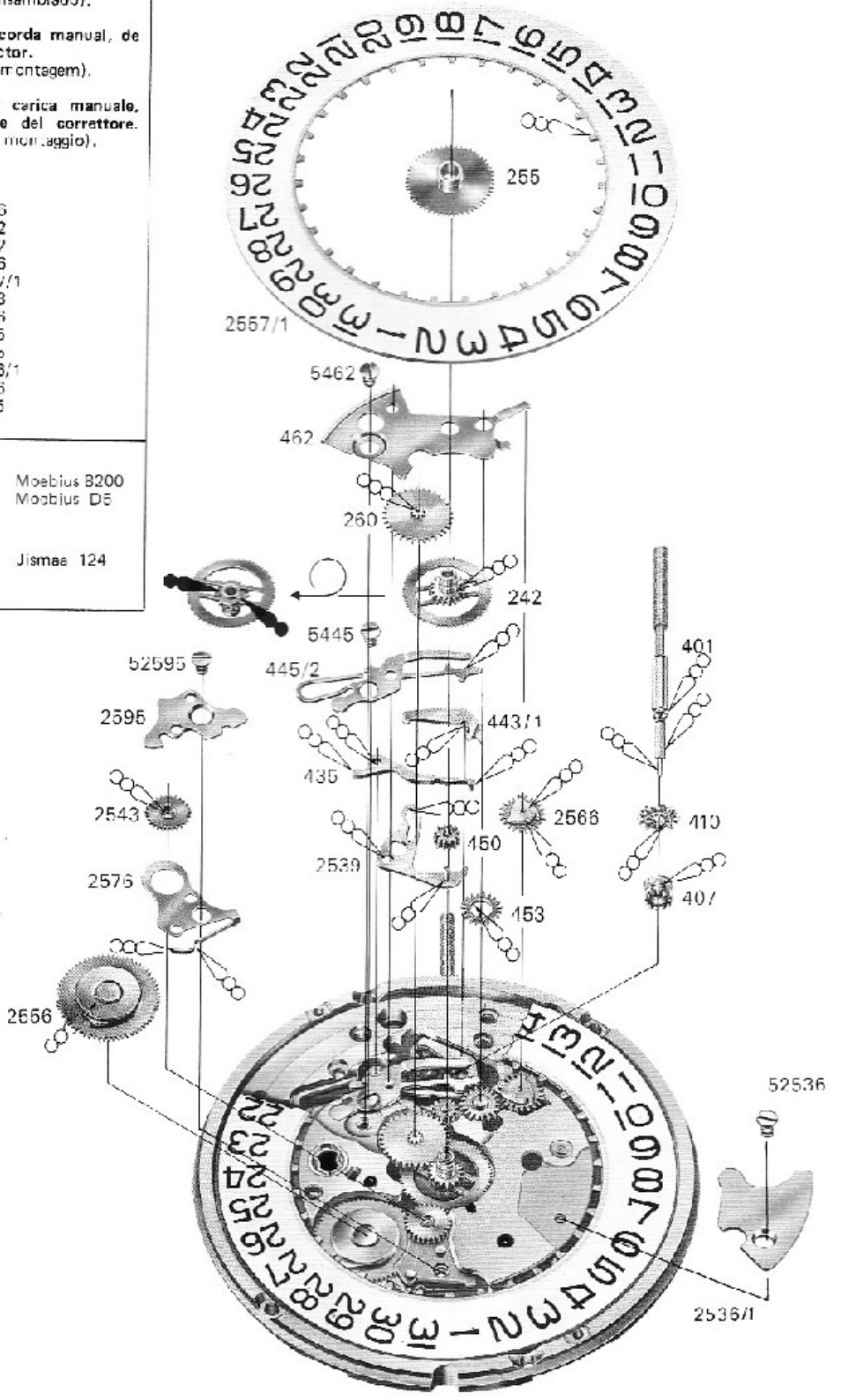
**Montagem do mecanismo :** de corda manual, de acertar as horas, de data e de corrector.  
(Lista das fornitureas por ordem da montagem).

**Montaggio del meccanismo :** a carica manuale, della messa all'ora, delle data e del correttore.  
(Elenco delle forniture in ordine di montaggio).

|       |        |
|-------|--------|
| 407   | 2566   |
| 410   | 462    |
| 401   | 5462   |
| 2539  | 2556   |
| 243   | 2557/1 |
| 435   | 2543   |
| 443/2 | 2576   |
| 5445  | 2596   |
| 242   | 52536  |
| 260   | 2536/1 |
| 450   | 52536  |
| 453   | 256    |

 Aceite espeso o grasa  
 Óleo espesso ou graxa  
 Olio denso o grasso  
 Moebius 8200  
 Moebius D5

 Grasa  
 Graxa  
 Grasso  
 Jismae 124



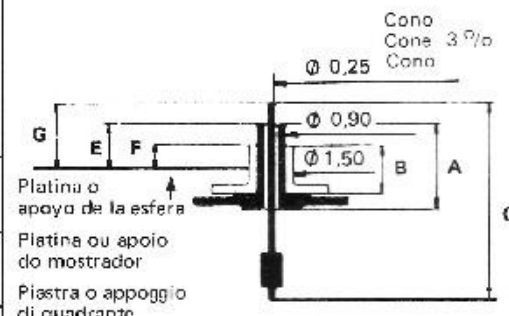


| INTERCAMBIABILIDAD – PERMUTABILIDADE – INTERCAMBIABILITA |           |   |   |   |      |      |                   |
|--|-----------|---|---|---|------|------|-------------------|
| No   | No ISO    | LISTA DA FORNITURAS   | LISTA DE FORNITURAS   | ELENCO DELLE FORNITURE  | Cal. |      |                   |
|  |           |   |   |   | 2890 | 2892 | 2892-2            |
| 100  | 10.020.07 | Platina, empedrada  | Platina, empedrada  | Piastra, con pietre   | 2890 | 2892 | 2892-2            |
| 105  | 10.041.07 | Puente de cubo, empedrado   | Ponte de tambor, empedrado  | Ponte del bariletto, con pietre   | 2890 | 2890 | 2892-2            |
| 110  | 10.048.07 | Puente de rodaje, empedrado   | Ponte de rodagem, empedrado   | Ponte del ruotismo, con pietre  | 2890 | 2890 | 2892-2            |
| 121/4  | 10.058.24 | Puente de volante, para raqueta con flecha, amortiguador, porta-piñón ETACHRON, corrector | Ponte de balanço, para raqueta con flecha, amortecedor, porta-piñón ETACHRON, corrector | Ponte del bilanciere, per racchetta con freccia, ammortizzatore, portapitone ETACHRON, correttore | 2890 | 2890 | 2892-2            |
| 125  | 10.057.07 | Puente de ancora, empedrado   | Ponte da ancora, empedrado  | Ponte de l'ancora, con pietre   | 2890 | 2890 | 2890              |
| 144  | 10.300    | Sujetador de cuadrante  | Fixador do mostrador  | Ferma-quadrante   | 2890 | 2890 | 2892-2            |
| 161  | 80.400    | Tubito de centro  | Tubo de centro  | Tubo di centro  | 2890 | 2890 | 2890              |
| 166  | 93.030    | Brida de encajar  | Brida de encaixe  | Brida di incassatura  | 2890 | 2890 | 954.101           |
| 166/1  | 93.030.18 | Brida de encajar, para caja hermética   | Brida de encaixe, para caixa estanque   | Brida di incassatura, per cassa impermeabile  | 2890 | 2890 | 954.101           |
| 182  | 20.030    | Cubo, tambor y tapa   | Tambor, fundo e tampa   | Bariletto, tamburo e coperchio  | 2890 | 2890 | 2892-2            |
| 195  | 20.060    | Arbo de cubo  | Arvore de tambor  | Albero del bariletto  | 2890 | 2890 | 2890              |
| 203  | 30.012    | Rueda intermedia  | Roda intermediária  | Ruota intermedia  | 2890 | 2890 | 2890              |
| 210  | 30.025    | Rueda primera   | Roda média  | Ruota mediana   | 2890 | 2890 | 2890              |
| 227  | 30.027    | Rueda de segundos   | Roda de segundo   | Ruota dei secondi   | 2890 | 2890 | 2890              |
| 242  | 31.083    | Cañón de minutos con arrastrador  | Chaussée com arrastador   | Pignone calzante con conduttore   | 2890 | 2890 | 2890              |
| 255  | 31.046    | Rueda de horas  | Roda das horas  | Ruota delle ore   | 2890 | 2890 | 2890              |
| 260  | 31.041    | Rueda de minutería  | Roda de minuteria   | Ruota della minuteria   | 2890 | 2890 | 2890              |
| 303/5  | 40.302.23 | Raqueta de 2 piezas, con flecha para porta-piñón ETACHRON y corrector                     | Raqueta de 2 peças, com flecha, para porta-piñón ETACHRON e corrector                   | Racchetta in 2 pezzi, con freccia, per portapitone ETACHRON e correttore                          | 2890 | 2890 | 2890              |
| 358  | 40.380    | Corrector de raqueta  | Corrector de raqueta  | Correttore della racchetta  | 2640 | 2640 | 2640              |
| 375  | 40.200    | Porta-piñón ETACHRON  | Porta-piñón ETACHRON  | Portapitone ETACHRON  | 2890 | 2890 | 2890              |
| 401  | 51.010.21 | Tija de remontuar, diámetro de fileteado 0,90 mm  | Tige de dar corda, diámetro da rosca 0,90 mm  | Albero di carica, diametro di filettatura 0,90 mm   | 2890 | 2890 | 954.101<br>No 405 |
| 407  | 31.121    | Piñón corredizo   | Carrete corredizo   | Pignone scorrevole  | 2890 | 2890 | 2890              |
| 410  | 31.120    | Piñón de remontuar  | Carrete de dar corda  | Pignone di carica   | 2890 | 2890 | 2890              |
| 415  | 31.020    | Rochete   | Rochet  | Rocchetto   | 2890 | 2890 | 2890              |
| 417  | 31.021    | Rochete intermedio  | Rochet intermediario  | Rocchetto intermedio  | 2890 | 2890 | 2890              |
| 420  | 31.023    | Rueda de corona   | Roda de coroa   | Ruota a corona  | 2890 | 2890 | 2890              |
| 425  | 51.120    | Trinquete   | Lingueta  | Cricco  | 2890 | 2890 | 2890              |
| 435  | 51.050    | Báscula de piñón corredizo  | Báscula de carrete corredizo  | Bascula del pignone scorrevole  | 2890 | 2890 | 2890              |
| 443/1  | 51.080.06 | Tireta, ajustado  | Tirette, montado  | Tiretto, montado  | 2890 | 2890 | 2890              |
| 445/2  | 51.091    | Muelle flexible de tireta, combinado  | Saltador de tirette, combinado  | Scatto del tiretto, multiplo  | 2890 | 2892 | 2892              |
| 450  | 31.100    | Rueda de transmisión  | Rodinha de transmissão  | Rinvio  | 2890 | 2890 | 2890              |
| 453  | 31.101    | Rueda de transmisión intermedia   | Rodinha de transmissão intermediária  | Rinvio intermedio   | —    | 2892 | 2892              |
| 462  | 10.062    | Puente del rodaje de minutería  | Ponte de rodagem de minuteria   | Ponte del ruotismo di minuteria   | 2890 | 2890 | 2890              |
| 511  | 81.036    | Placa de trinquete  | Placa de lingueta   | Placa del cricco  | 2890 | 2890 | 2890              |
| 516  | 31.024    | Rueda de corona intermedia  | Roda de coroa intermediária   | Ruota a corona intermedia   | 2890 | 2890 | 2890              |
| 705  | 30.040    | Rueda de escape   | Roda de escape  | Ruota di scappamento  | 2890 | 2890 | 2890              |
| 710  | 40.010    | Áncora  | Âncora  | Âncora  | 2890 | 2890 | 2890              |
| 714  | 40.020    | Tija de áncora  | Eixo de âncora  | Albero dell'ancora  | 2890 | 2890 | 2890              |
| 721  | 40.050.21 | Volante anular, regulado, para amortiguador y porta-piñón ETACHRON                        | Balanço anular, regulado, para amortecedor e porta-piñón ETACHRON                       | Bilanciere anulare regolato, per ammortizzatore e portapitone ETACHRON                            | 2890 | 2890 | 2892-2            |
| 728  | 40.100.21 | Eje de volante, para amortiguador   | Eixo de balanço, para amortecedor   | Albero del bilanciere, per ammortizzatore   | 2890 | 2890 | 2890              |
| 730  | 40.120    | Platillo doble  | Platô duplo   | Doppio disco  | 2890 | 2890 | 2890              |
| 771  | 20.102    | Muelle motor con muelle de frenar   | Corda-motor com mola de travagem  | Molla-motrice con molla di freno  | 2890 | 2890 | 2892-2            |
| 1134   | 12.030.07 | Marco del dispositivo automático, empedrado   | Armação do dispositivo automático, empedrado  | Gabbia del dispositivo automatico, con pietre   | 2890 | 2890 | 2892-2            |
| 1141   | 12.051.07 | Puente inferior del dispositivo automático, empedrado                                     | Ponte inferior do dispositivo automático, empedrado                                     | Ponte inferiore del dispositivo automatico, con pietre  | 2890 | 2890 | 2890              |
| 1143   | 22.010.06 | Masa oscilante, ajustada  | Massa oscilante, montada  | Massa oscillante, montata   | 2890 | 2890 | 2892-2            |
| 1481   | 32.031    | Rueda de reducción  | Roda de redução   | Ruota di riduzione  | 2890 | 2890 | 2890              |
| 1482   | 32.033    | Rueda de arrastre de rochete  | Roda arrastadora de rochet  | Ruota conduttrice del rocchetto   | 2890 | 2890 | 2890              |
| 1485   | 52.040    | Inversor  | Inversor  | Invertitore   | 2890 | 2890 | 2890              |
| 1488   | 32.037    | Rueda de inversión  | Roda de inversão  | Ruota d'inversione  | 2890 | 2890 | 2890              |
| 1490   | 32.032    | Rueda intermedia de reducción   | Roda intermediária de redução   | Ruota intermedia di riduzione   | 2890 | 2890 | 2890              |
| 1514   | 52.041    | Inversor auxiliar   | Inversor auxiliar   | Invertitore ausiliario  | 2890 | 2890 | 2890              |
| 2536/1   | 53.251    | Plaqueta suplementaria de sujeción del indicador  | Plaqueta suplementária de manutenção do indicador                                       | Placchetta supplementare di guardia dell'indicatore   | —    | 2892 | 2892              |
| 2539   | 53.022    | Mando del corrector de fecha  | Comando do corretor de data   | Comando del correttore della data   | 2890 | 2890 | 2890              |
| 2543   | 33.011    | Rueda intermedia de fecha   | Roda intermediária de data  | Ruota intermedia del datario  | —    | 2892 | 2892              |
| 2556   | 33.020    | Rueda de arrastre del indicador de fecha  | Roda arrastadora do indicador de data   | Ruota conduttrice dell'indicatore della data  | —    | 2892 | 2892              |

| No     | No ISO    | LISTA DA FORNITURAS  | LISTA DE FORNITURAS   | ELENCO DELLE FORNITURE  | Cal. |      |         |
|--------|-----------|--|---|---|------|------|---------|
|        |           |  |   |   | 2890 | 2892 | 2892-2  |
| 2557/1 | 91.440.22 | Indicador de fecha, para abertura de ventanilla en 3h.             | Indicador de data, para abertura de janelinha em 3h.              | Indicatore delle data, apertura a sportellino alle 3                                | -    | 2892 | 2802    |
| 2566   | 53.200    | Corrector de fecha   | Corretor de data  | Correttore della data   | -    | 2892 | 2892    |
| 2576   | 53.080    | Muelle flexible de fecha   | Saltador de data  | Scatta-data   | -    | 2892 | 2892    |
| 2595   | 13.111    | Placa de sujeción del muelle flexible de fecha                     | Placa de manutenção do saltador de data                           | Placca di guardia dello scatta-data   | -    | 2892 | 2892    |
| 3004   | 70.500    | Amortiguador empedrado, de volante encima, de embutir asiento      | Amortecedor com pedra, de balanço em cima, para cravar, com apoio | Ammortizzatore con pietra, del bilanciere sopra, a pressione, con piano di appoggio | 2890 | 2890 | 2890    |
| 3005   | 70.531    | Amortiguador empedrado, de volante debajo, de embutir, cilíndrico  | Amortecedor com pedra, de balanço abaixo, para cravar, cilíndrico | Ammortizzatore con pietra, del bilanciere, sotto, a pressione, cilindrico           | 2890 | 2890 | 2892-2  |
| 9433   | 56.070    | Palanquita-stop  | Alavanca stop   | Leva stop   | 2890 | 2890 | 2890    |
| 5105   | 10.041.01 | 3x Tornillo del puente de cubo                                     | Parafuso da ponte de tambor                                       | Vite per il ponte del bariletto   | 2890 | 2890 | 2890    |
| 5110   | 10.048.01 | 1x Tornillo del puente de rodaje                                   | Parafuso da ponte de rodagem                                      | Vite per il ponte del ruotismo  | 2890 | 2890 | 2890    |
| 5121   | 10.058.01 | 1x Tornillo del puente de volante                                  | Parafuso da ponte de balanço                                      | Vite per il ponte del bilanciere  | 2890 | 2890 | 2890    |
| 5125   | 10.057.01 | 1x Tornillo del puente de âncora                                   | Parafuso da ponte de âncora                                       | Vite per il ponte d'âncora  | 2890 | 2890 | 2890    |
| 5166   | 93.030.01 | 2x Tornillo de la brida de encajar                                 | Parafuso da brida de encaixe                                      | Vite per la brida di incassatura  | 2890 | 2890 | 940.111 |
| 5445   | 51.091.01 | 1x Tornillo del muelle flexible de tirete combinado                | Parafuso do saltador de tirete combinado                          | Vite per lo scatto del tiretto  | 2890 | 2890 | 2890    |
| 5462   | 10.082.01 | 1x Tornillo del puente de rodaje de minutería                      | Parafuso da ponte de rodagem da minutería                         | Vite per il ponte del ruotismo di minutería   | 2890 | 2890 | 2890    |
| 5511   | 81.036.01 | 1x Tornillo de la placa de trinquete                               | Parafuso da placa de lingueta                                     | Vite per la placa del cricco  | 2890 | 2890 | 2890    |
| 51134  | 12.030.01 | 3x Tornillo del marco del dispositivo automático                   | Parafuso da armação do dispositivo automático                     | Vite per la gabbia del dispositivo automatico                                       | 2890 | 2890 | 2890    |
| 61141  | 12.051.01 | 1x Tornillo del puente inferior del dispositivo automático         | Parafuso da ponte inferior do dispositivo automático              | Vite per il ponte inferiore del dispositivo automatico                              | 2890 | 2890 | 2890    |
| 51497  | 22.040.01 | 3x Tornillo del rodamiento de bolas                                | Parafuso do rolamento de esferas                                  | Vite per il cuscinetto a sfera  | 2890 | 2890 | 2890    |
| 52536  | 53.251.01 | 1x Tornillo de la plaqueta suplementaria de sujeción del indicador | Parafuso da plaqueta suplementaria de manutenção do indicador     | Vite per la placchetta supplementare, di guardia dell'indicatore                    | -    | 2892 | 2892    |
| 52595  | 13.111.01 | 1x Tornillo de la placa de sujeción del muelle flexible de fecha   | Parafuso da placa de manutenção do saltador de data               | Vite per la placa di guardia dello scatta-data                                      | -    | 2892 | 2892    |

1) 2) Tornillos idénticos  
Parafusos idénticos  
Vite identiche

| Ajuste de las agujas<br>Ajuste dos ponteiros<br>Lancette | Larguras<br>Comprimentos<br>Lunghezze<br>mm |      |      | Tubo de centro<br>Tubo de centro<br>Tubo di centro | Exceso en mm con relación a la platina<br>Excesso em mm com relação à platina<br>Sorpassi piastra<br>in mm |      |      |
|--|---|------|------|--|--|------|------|
|  | A   | B    | C    |  | E  | F    | G    |
| reducido<br>riduzido<br>ridotto *                        | 1,75  | 0,94 | 4,36 | 2,20   | 1,05   | 0,70 | 1,35 |
| 1 normal   | 1,90  | 1,04 | 4,61 | 2,20   | 1,20   | 0,80 | 1,60 |
| 2 **   | 2,15  | 1,29 | 4,86 | 2,20   | 1,45   | 1,05 | 1,85 |



\*\* a petición a pedido dietro domanda

\* Agujas reducido, cuadrante 0,30 mm  
Ponteiros reduzido, mostrador 0,30 mm  
Lancette ridotto, quadrante 0,30 mm











