

6. APLICACIONES de los Mecanismos Simples.

Las secciones que vienen a continuación se pretende que sirvan de puente entre el modulo anterior, en los que se presentaron los conceptos fundamentales de la Teoría de Mecanismos y Máquinas, y el modulo posterior, en el que se presentaran los métodos de análisis cinemático y análisis dinámico de mecanismos planos y espaciales. Fundamentalmente en esta sección lo que se pretende es insistir sobre la *multitud de aplicaciones que tienen los mecanismos que vamos a estudiar*, presentándolas de una forma amena.

En esta sección se habla del *torno simple* y manivela, calculando su factor de transmisión. Se habla de la polea, *polea* compuesta, conjunto de poleas, *polea diferencial de Weston*, y se muestra lo sencillo que resulta calcular el factor de transmisión de este tipo de dispositivos. Seguidamente se muestran aspectos curiosos sobre las *ruedas y rodillos*, presentado las aplicaciones del *Triángulo de Reuleaux*. Se introduce el concepto de centro instantáneo de rotación, y la curva cicloide.

6.1. Mecanismos de Arrollamiento: Torno Simple y Manivela.

Uno de los mecanismos más simples de los que se tienen noticia es el torno simple y manivela, como el de la figura, que se utilizó para sacar agua de los pozos y que ya prestaba servicio hace 2000 años.

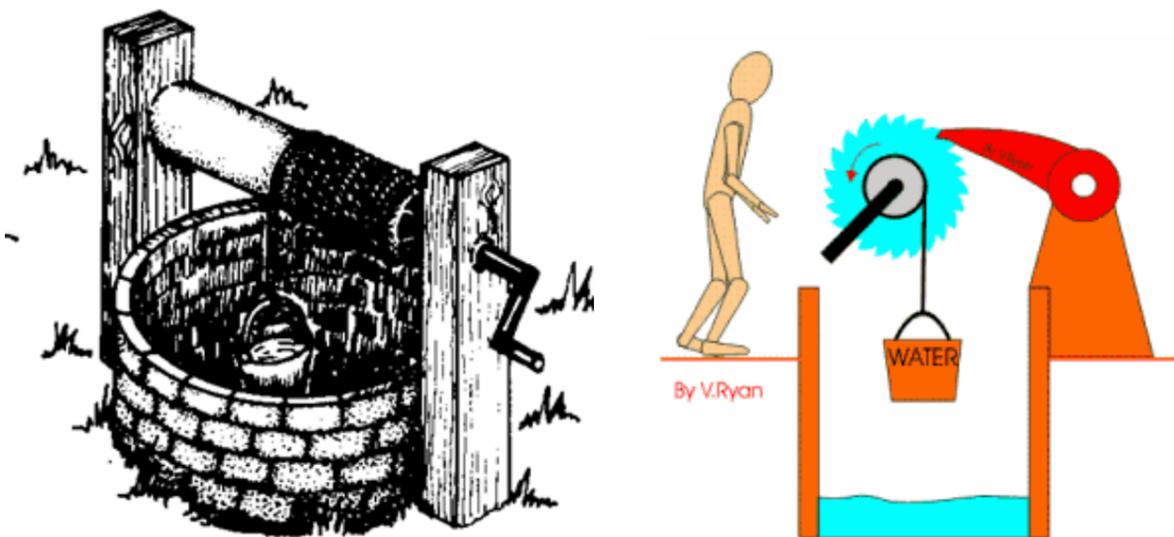


Imagen 2.88.

Cuando mayor es el diámetro del arrollamiento, más será la cuerda recogida en cada vuelta de la manivela. Las medidas importantes son los radios del tambor de arrollamiento (r) y de la manivela (R). Ver figura siguiente. El factor de transmisión para este mecanismo se calcula como:

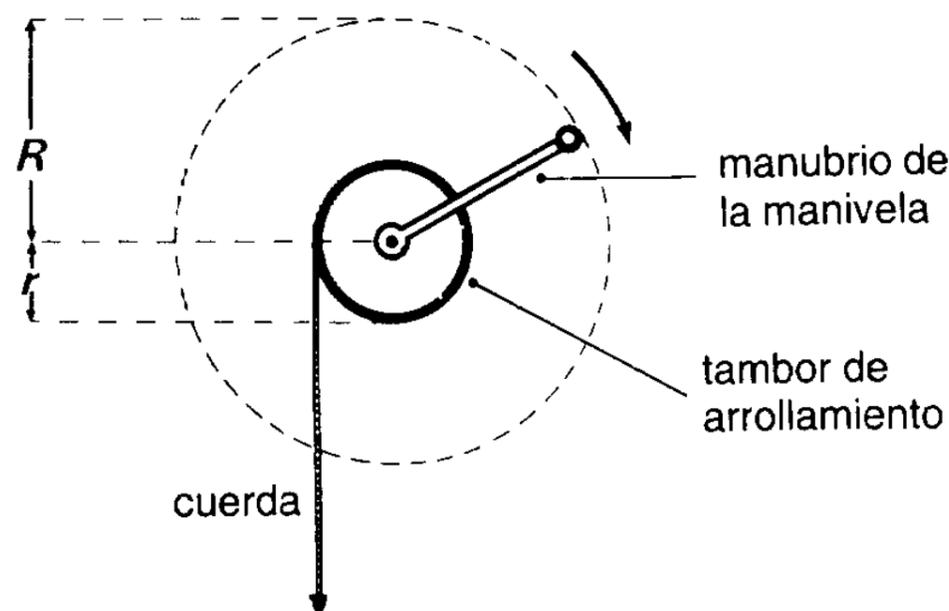


Imagen 2.89.

$$T = \text{Factor Transmision} = \frac{\text{Longitud cuerda arrollada}}{\text{Distancia recorrida por el asa}} = \frac{2\pi r}{2\pi R} = \frac{r}{R}$$

Utilizando un tren de engranajes para conectar la manivela con el tambor, se pueden conseguir factores de transmisión mayores.

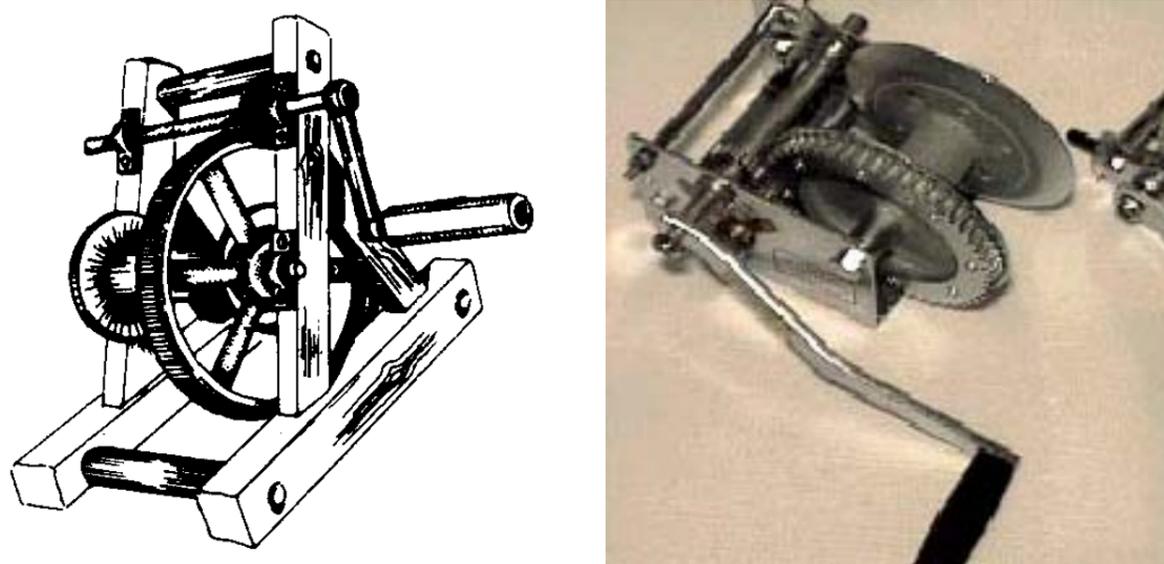


Imagen 2.90.

En el malacate o cabestrante de la figura 3, las ruedas tienen 15 y 90 dientes respectivamente, por lo que el tambor de recogida da una sola vuelta por cada 6 revoluciones de la manivela. Su factor de transmisión será:

$$T = \text{Factor Transmision} = \frac{r}{R} \text{ Reduccion tren engranajes}$$

6.2. Poleas

Otro mecanismo simple muy útil es la polea. Se atribuye a Arquímedes (287-212 a. de C.) la invención de la polea compuesta, mecanismo ampliamente utilizado hasta hoy en barcos de vela, cargueros y en toda clase de grúas y elevadores.

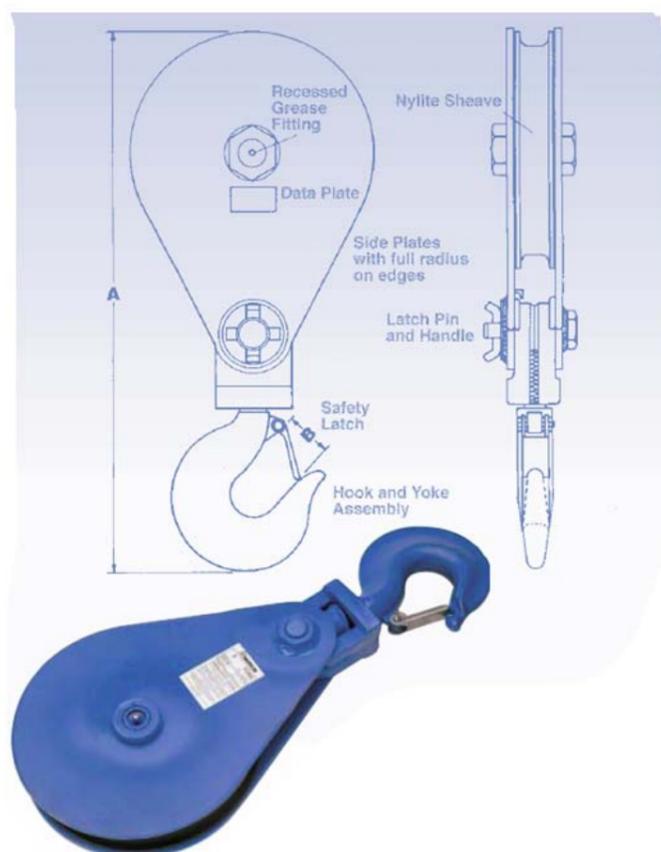


Imagen 2.91.



Imagen 2.92.

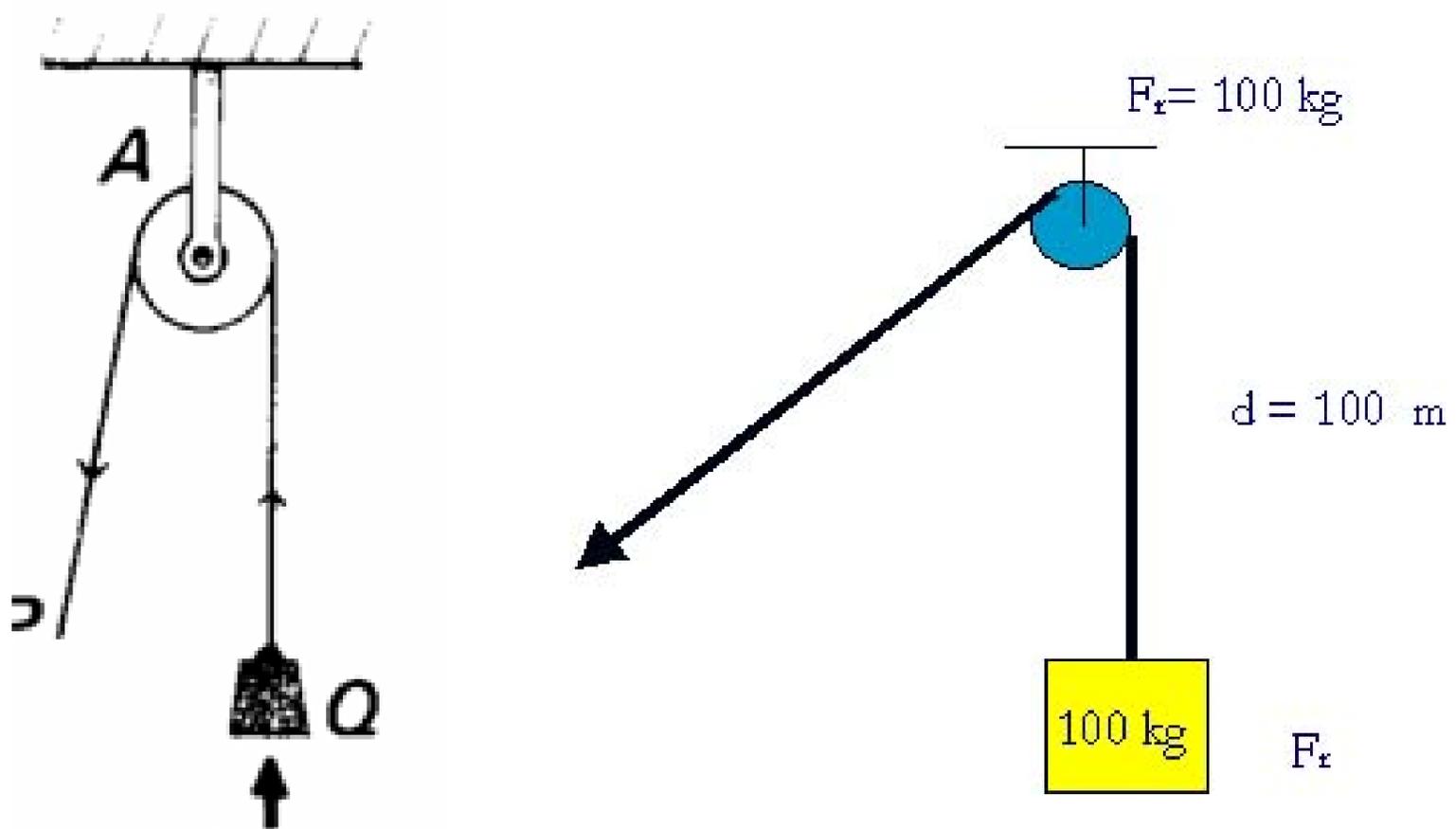


Imagen 2.93.

El factor de transmisión de la polea (a) es:

$$T = \text{Factor Transmision} = \frac{\text{Distancia recorrida por } Q}{\text{Distancia recorrida por } P} = \frac{d}{d} = 1$$

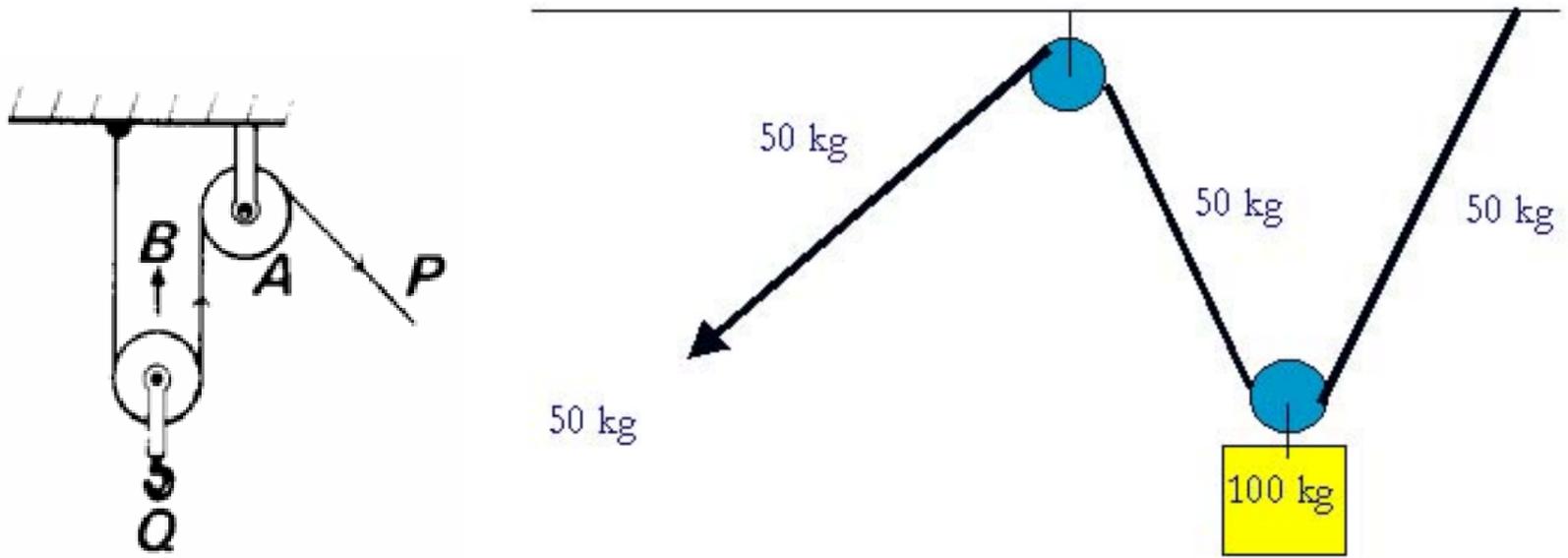
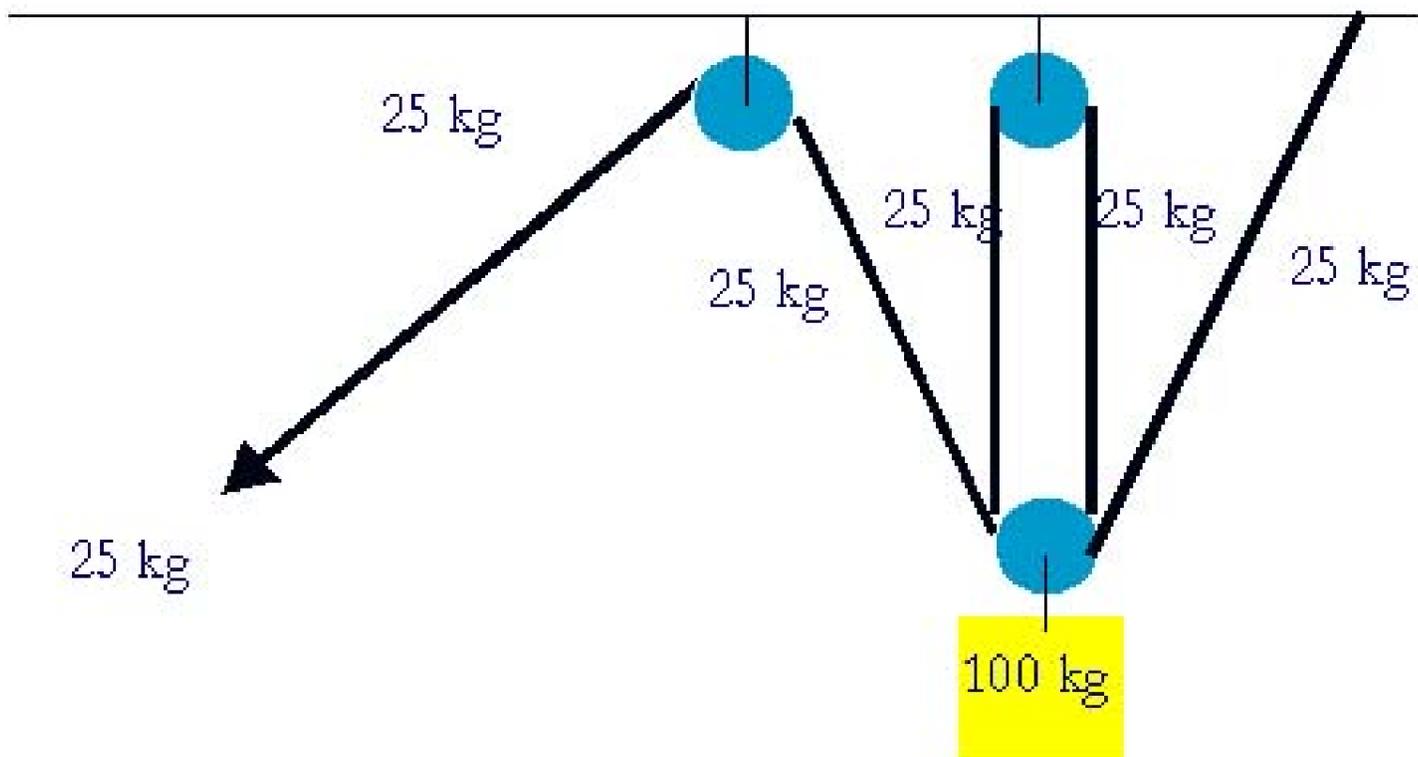


Imagen 2.94.

Mientras que en el conjunto de poleas (b) es:

$$T = \text{Factor Transmision} = \frac{\text{Distancia recorrida por } Q}{\text{Distancia recorrida por } P} = \frac{d}{2d} = \frac{1}{2}$$



Siendo en este conjunto de poleas:

$$T = \text{Factor Transmision} = \frac{\text{Distancia recorrida por } Q}{\text{Distancia recorrida por } P} = \frac{d}{4d} = \frac{1}{4}$$

Aumentando hasta N el número de poleas, se puede conseguir que el factor de transmisión se reduzca a $1/N$. La figura 113 muestra un caso particular en que $N = 4$. Estos sistemas de poleas compuestas se denominan polipastos o parejos.

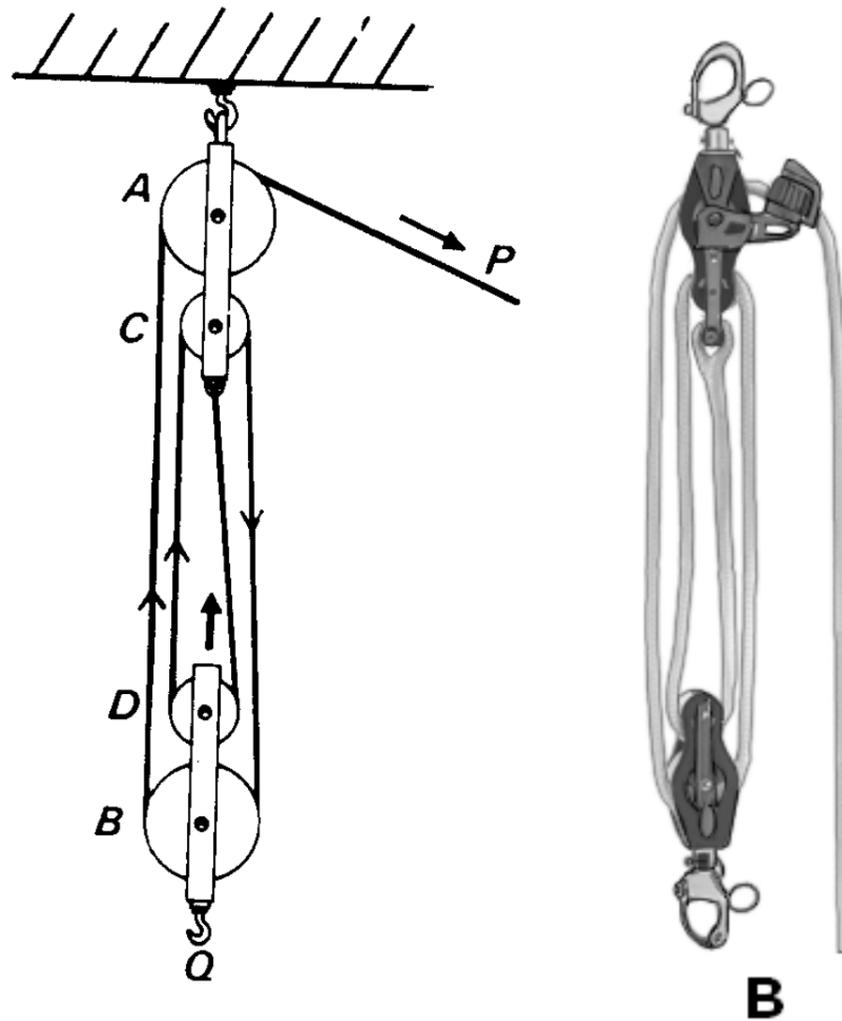


Imagen 2.95.

$$T = \text{Factor Transmision} = \frac{1}{4}$$

1230	MECANISMO DE UNA POLEA ELEVADORA SIMPLE CON ELEMENTO FLEXIBLE	MEEF C
------	--	-----------------------------

La polea cilíndrica redonda 1 gira alrededor del eje A del elemento 2 que se carga de piezas 3. El elemento flexible 4, fijado en el punto C, abraza la polea 1. Al elevar la carga 3, el punto B se desplaza paralelamente al eje $y-y$. El desplazamiento s_B del punto B es igual a

$$s_B = 2s_A,$$

donde s_A es el desplazamiento del punto A del elemento 2.

DESCRIPCION DE MECANISMO DEL "ATLAS DE ARTOBOLEVSKI"

En las figuras siguientes se muestran modelos de poleas utilizados en rescate o en aplicaciones deportivas, y algunos polipastos que se pueden crear con ellas.



Imagen 2.96.

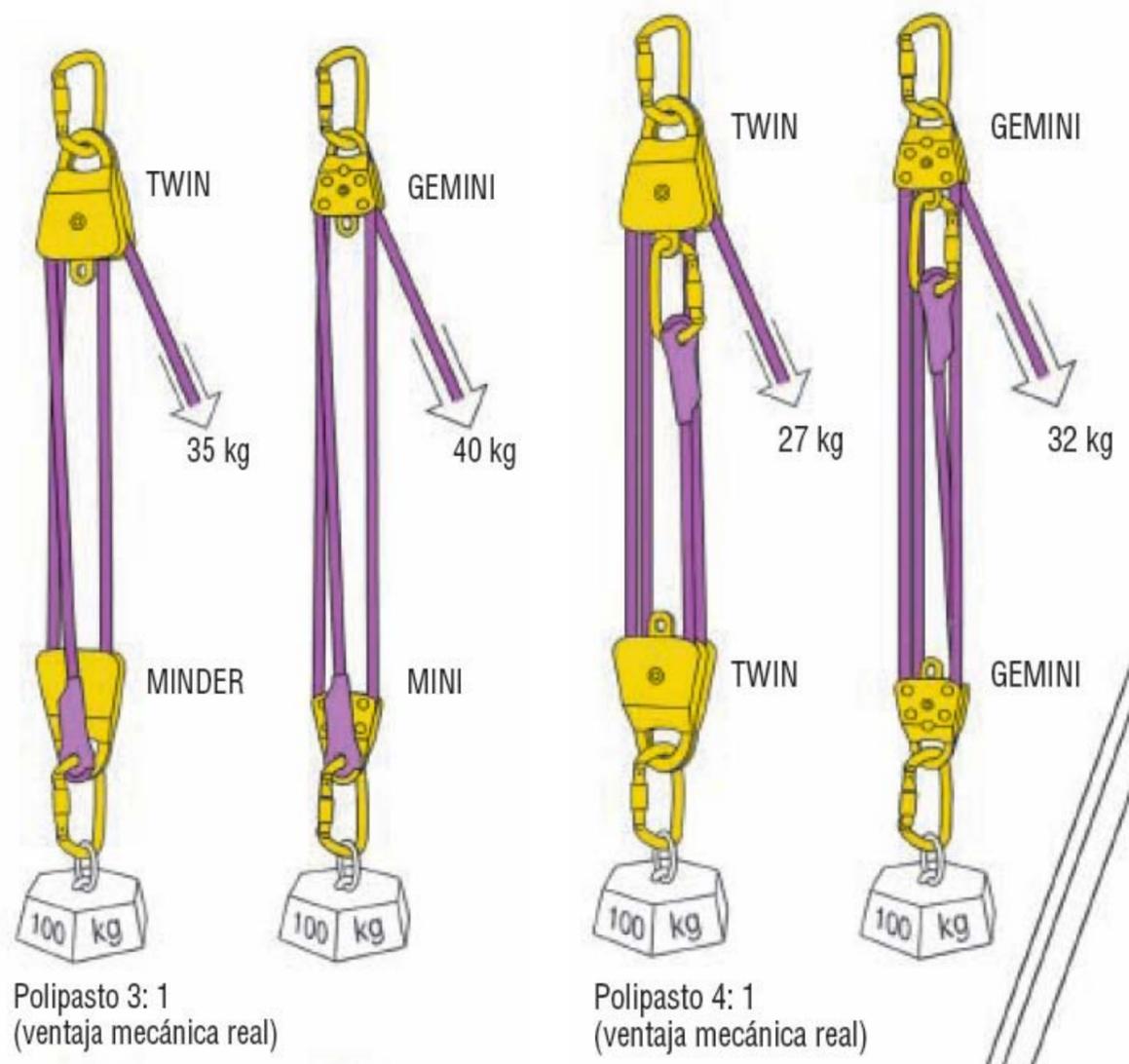


Imagen 2.97.

$$T = \text{Factor Transmision} = \frac{1}{3} \quad T = \text{Factor Transmision} = \frac{1}{4}$$

En estas figuras se hace referencia a la "VENTAJA MECANICA", que se define como la inversa del "FACTOR DE TRANSMISICON".

El humilde clip sujetapapeles puede servir para representar un polipasto. El que vemos en la figura 6 correspondería a un sistema compuesto con factor de transmisión de 1/3.

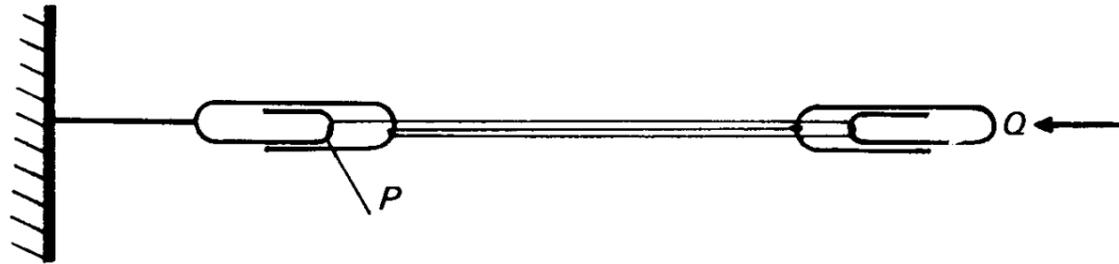


Imagen 2.98.

1271	<p>MECANISMO DE UN POLIPASTO CON SEIS RODILLOS</p>	MCEF C
------	---	---------------

El collar 1, que está suspendido a un punto fijo A, tiene tres rodillos cilíndricos redondos 3, 4 y 5, los cuales giran alrededor de los ejes fijos B, C y D. El collar 2, que tiene los rodillos 8, 7 y 6, respectivamente iguales a los rodillos 3, 4 y 5, los cuales giran alrededor de los ejes E, F y K, posee un gancho L al cual está suspendida la carga 9. El elemento flexible 10 está fijado por un extremo en el gancho Q del collar 1 abrazando, sucesivamente los rodillos 6, 5, 7, 4, 8 y 1. Cuando el extremo a del elemento flexible 10 se desplaza a la magnitud s, la carga 9 se desplaza a la magnitud S igual a

$$S = \frac{s}{6}.$$

DESCRIPCION DE MECANISMO DEL "ATLAS DE ARTOBOLEVSKI"

Otro sencillo dispositivo para conseguir factores de transmisión grandes o pequeños consiste en montar solidariamente, sobre un mismo eje, dos tambores de arrollamiento, de modo que mientras que en uno se va arrollando la cuerda, se vaya desenrollando del otro. Ver Fig. 115.

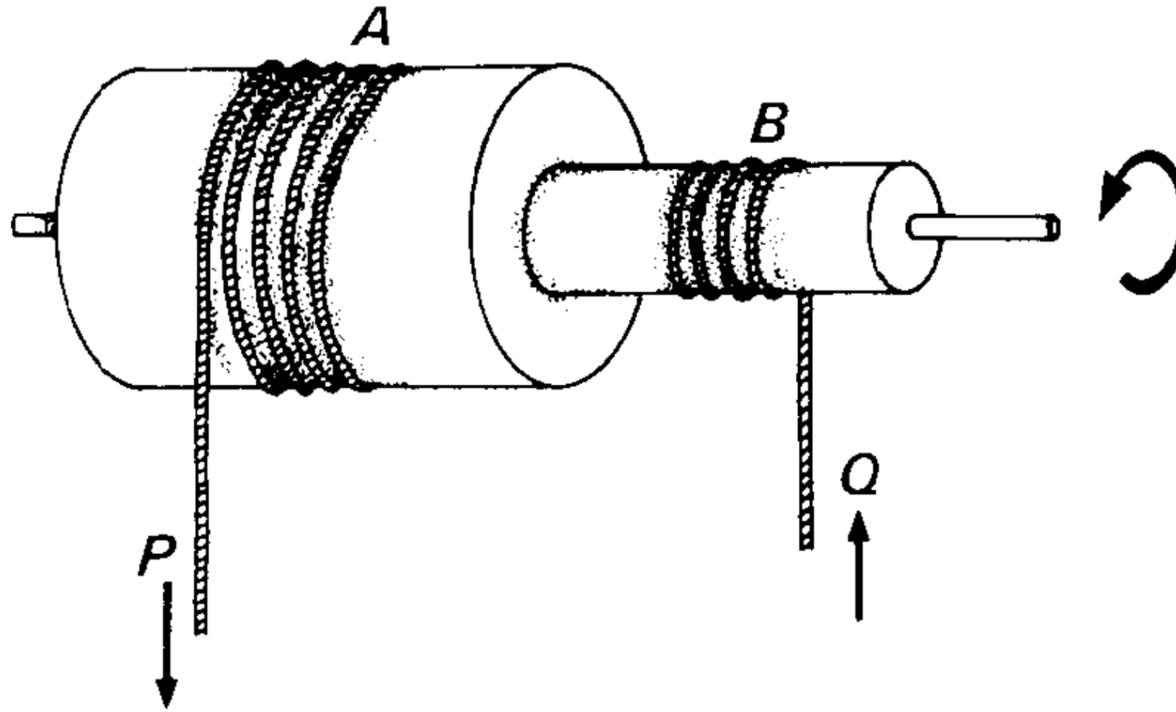


Imagen 2.99.

El factor de transmisión para este dispositivo es:

$$T = \text{Factor Transmision} = \frac{\text{Distancia recorrida por } Q}{\text{Distancia recorrida por } P} = \frac{2 n \pi b}{2 n \pi a} = \frac{b}{a}$$

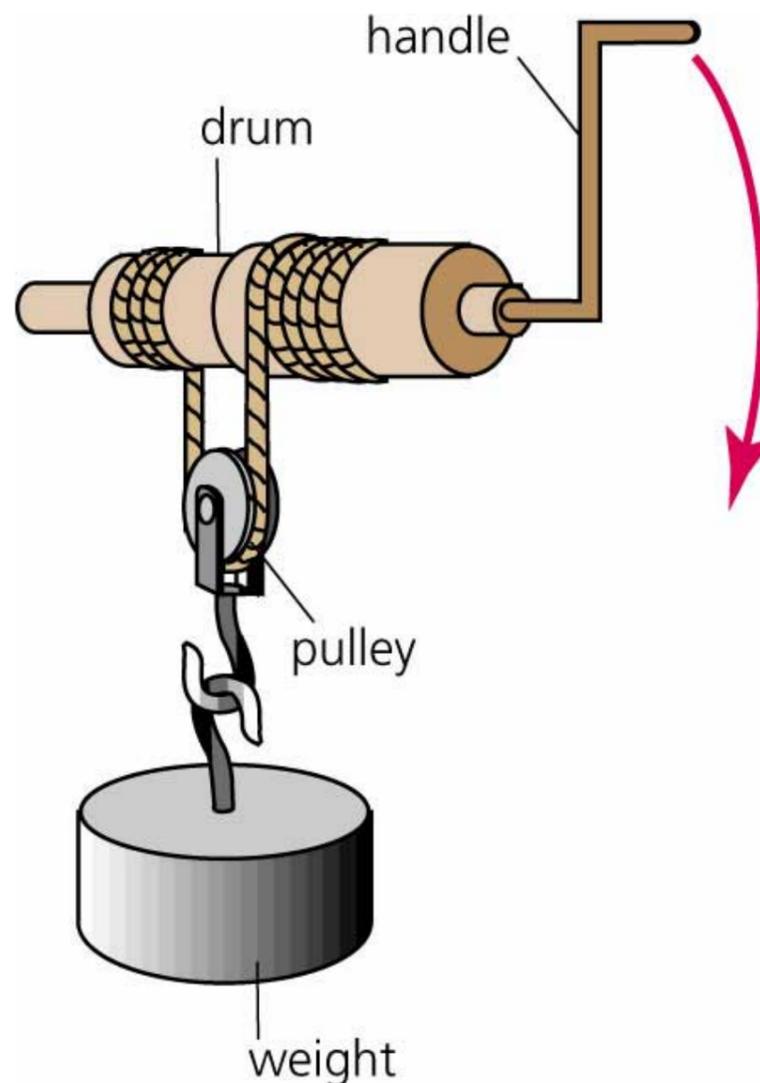


Imagen 2.100.

Calculemos el factor de transmisión en la maquina simple representada en la figura anterior, en la que los datos son: (1) Radio del cilindro mayor, R; (2) Radio del cilindro menor, r; (3) Longitud de la manivela, L.

Cuando demos una vuelta a la manivela, en el sentido indicado, la cuerda se habrá arrollado en el cilindro mayor una longitud $2 \pi R$, mientras que se habrá desenrollado del cilindro menor una longitud $2 \pi r$. Con lo cual la distancia que se habrá elevado la carga situada en el extremo de la polea (pulley) será:

$$\frac{2 \pi (R - r)}{2}$$

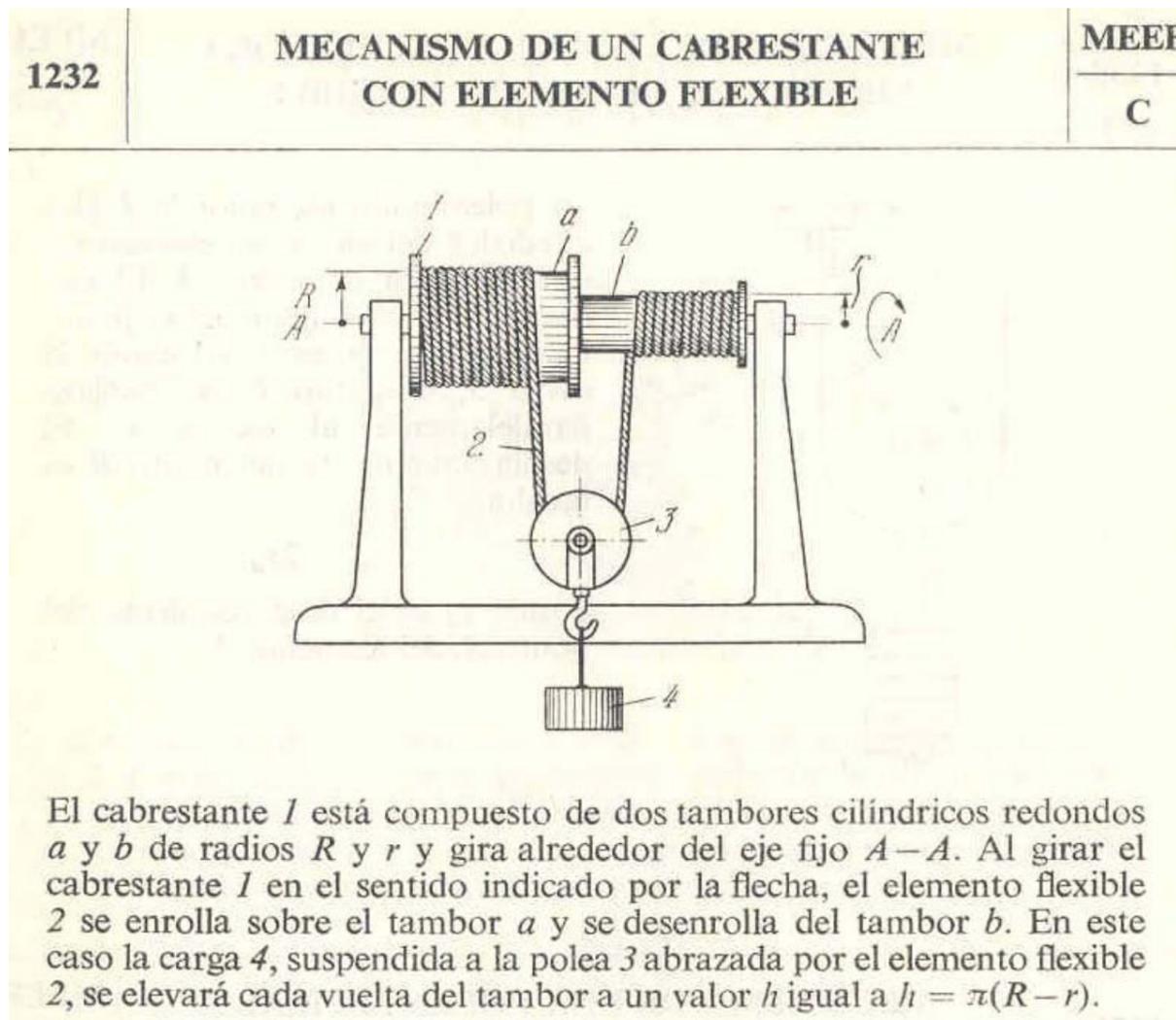
Por lo que el factor de transmisión será:

$$T = \frac{\text{Distancia recorrida por Q (Carga)}}{\text{Distancia recorrida por P (Extremo manivela)}} = \frac{\pi (R - r)}{2 \pi L} = \frac{(R - r)}{2 L}$$

Imaginemos que los datos numéricos de una maquina simple de este tipo son las siguientes: (1) R = 8 cm; (2) r = 6 cm; (3) L = 55 cm. El factor de transmisión será:

$$T = \frac{(R - r)}{2 L} = \frac{(8 - 6)}{(2)(55)} = \frac{2}{110} = \frac{1}{55}$$

Es decir con una máquina simple de este tipo podremos multiplicar por 55 la fuerza que hagamos en el extremo de la manivela, algo verdaderamente asombroso para una máquina tan simple.



DESCRIPCION DE MECANISMO DEL "ATLAS DE ARTOBOLEVSKI"

Podemos encontrar una ingeniosa adaptación de este sistema en la actualidad, en la denominada polea diferencial “Weston” (Fig. 116), muy utilizada para elevar pesos grandes, por ejemplo, para izar el motor completo de un coche al efectuar una reparación.

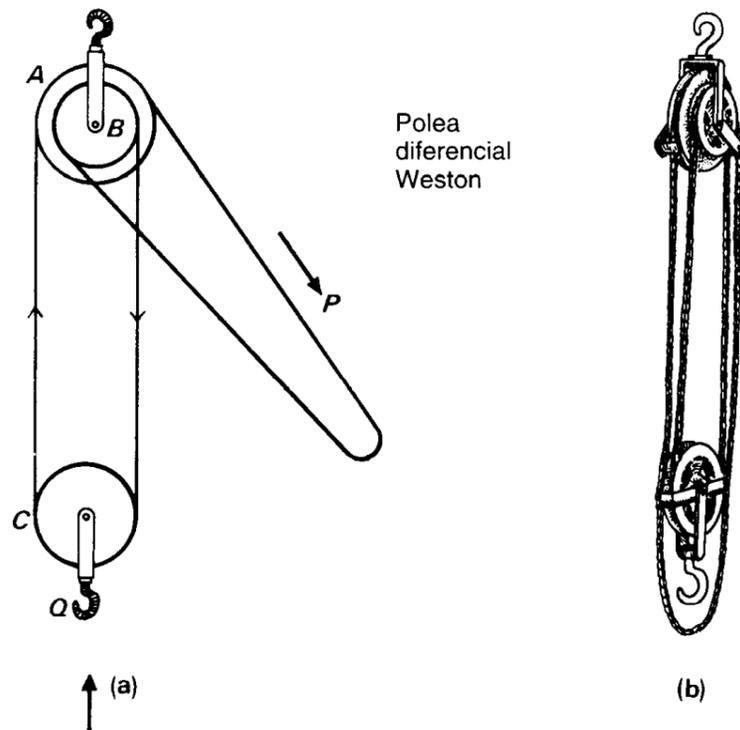


Imagen 2.101.

En este sistema, la cuerda suele reemplazarse por una cadena que forma un bucle continuo. Al manejar la polea diferencial “Weston” se tiene la impresión de que los operarios tiran en P de lo que parece ser una cadena sin fin para lograr pequeños cambios en la altura de Q; a cambio, resulta posible elevar con ella grandes cargas en Q. El factor de transmisión para la polea diferencial “Weston” es:

$$T = \frac{\text{Distancia recorrida por } Q}{\text{Distancia recorrida por } P} = \frac{\pi (a - b)}{2 \pi a} = \frac{(a - b)}{2 a}$$

1274	MECANISMO DE UN POLIPASTO CON ELEMENTO FLEXIBLE CERRADO	MCEF C
------	---	-----------

Las poleas 1 y 4, unidas rigidamente entre sí, giran alrededor del eje B. La polea cilíndrica redonda 2 gira alrededor del eje D del gancho 6, al punto C del cual está suspendida la carga 5. El elemento flexible cerrado 3 abraza la polea 1, el rodillo 2 y la polea 4. La elevación de la carga 5 se efectúa desplazando la parte colgante del elemento flexible 3 en el sentido indicado por la flecha.

DESCRIPCION DE MECANISMO DEL “ATLAS DE ARTOBOLEVSKI”

6.3. Ruedas y Rodillos.

Los humanos han construido monumentos megalíticos desde tiempos inmemoriales, como Stonehenge, en la Gran Bretaña, las estatuas de la isla de Pascua o las pirámides de Egipto. Podemos suponer que, para el traslado de aquellos grandes bloques, se sirvieron como rodillos, de troncos de árbol.

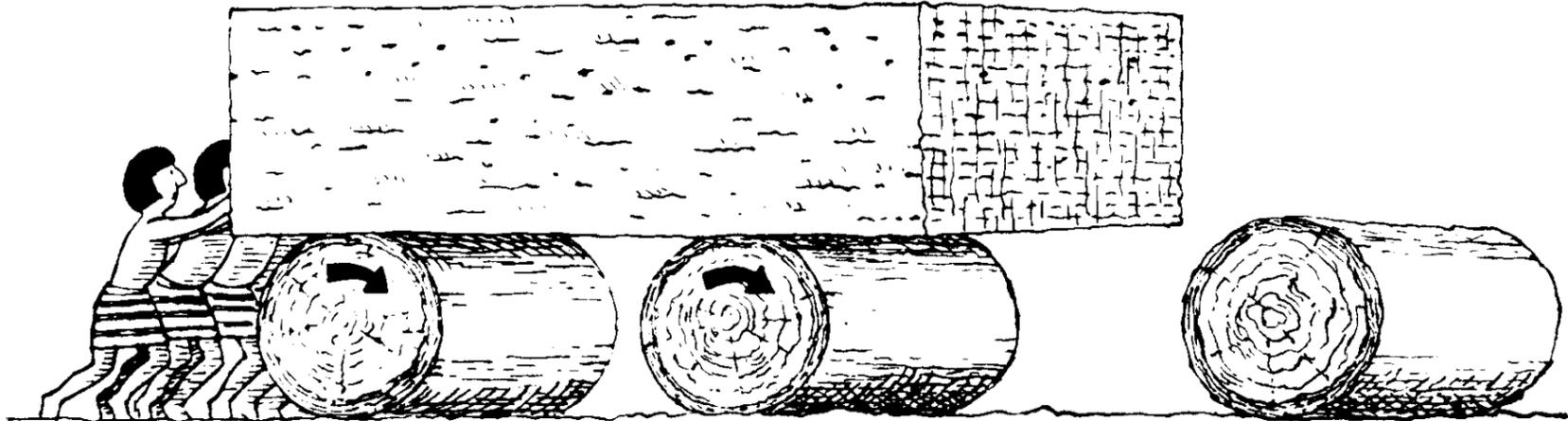


Imagen 2.102.

Los rodillos pueden utilizarse, bien girando en torno a ejes fijos, o bien rodando sobre el suelo.

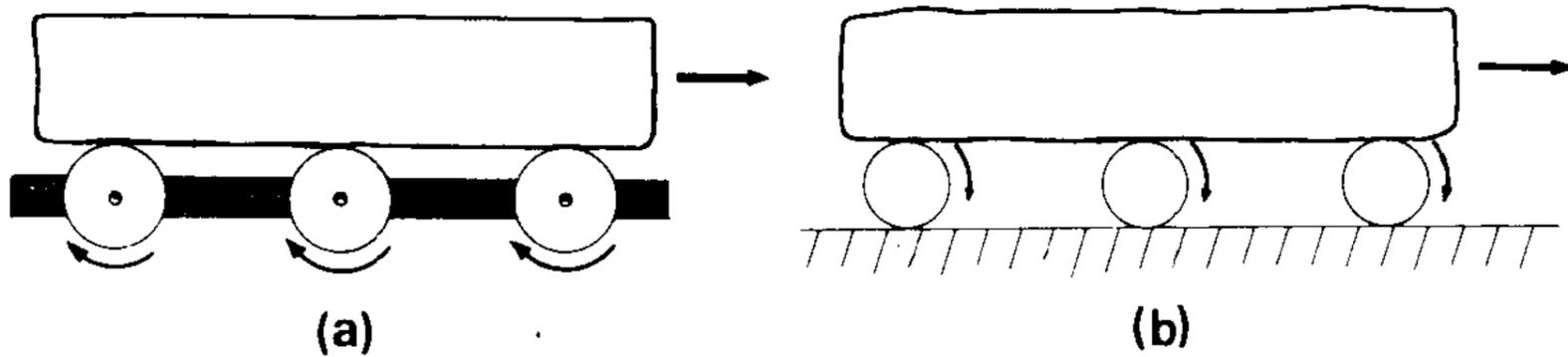


Imagen 2.103.

La propiedad esencial del rodillo es la de poseer siempre la misma anchura, con independencia de la dirección en que se efectúe la medida. Pero, sorprendentemente, no es el círculo la única figura que goza de esta propiedad. Existe una infinidad de otras curvas que la comparten, son las llamadas curvas de anchura constante. Entre las curvas no circulares de esta familia, las más sencillas son las basadas en triángulos equiláteros, que suelen denominarse Triángulos de Reuleaux por el ingeniero alemán Franz Reuleaux (1829-1905), que fue el primero en recopilar sus propiedades.

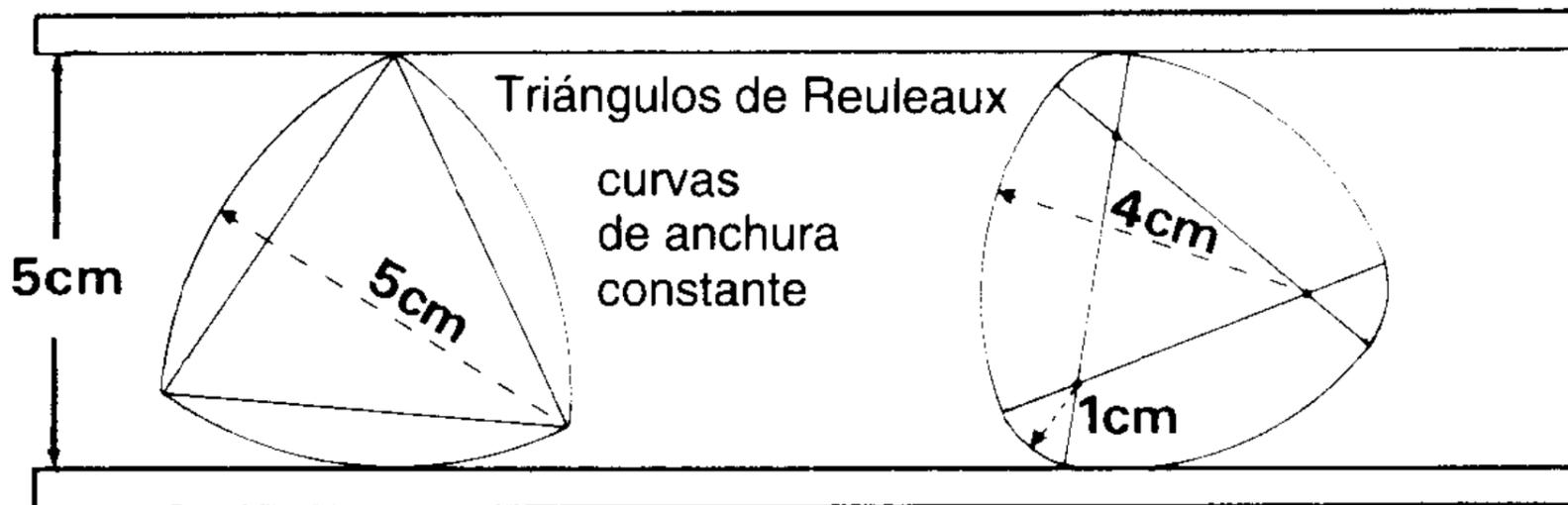


Imagen 2.104.

Podemos construir perfiles similares basados en polígonos regulares de cualquier número impar de lados. Tenemos buenos ejemplos en las monedas británicas de 20 y 50 peniques, basadas en heptágonos regulares. A pesar de su forma poligonal, al poseer una anchura constante son aptas para las máquinas tragamonedas, que requieren monedas de diámetro bien determinado.

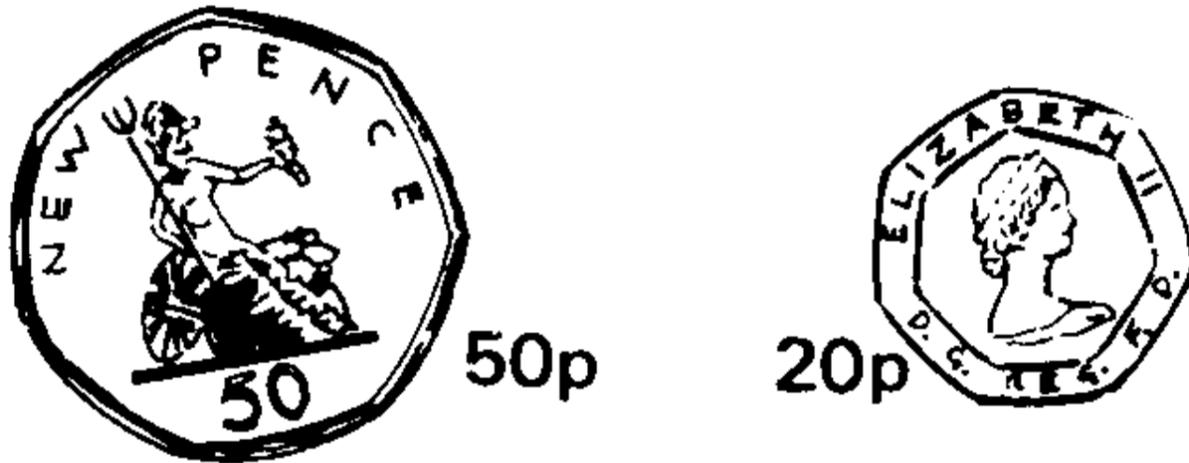
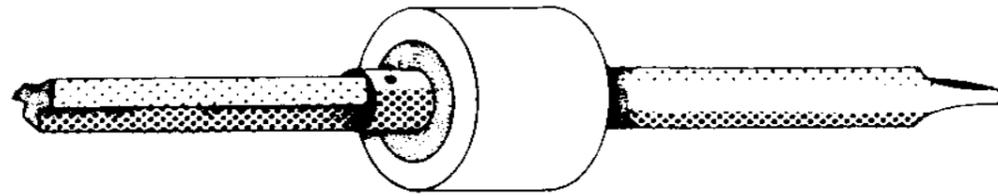
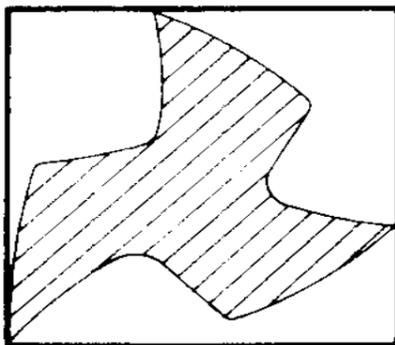


Imagen 2.105.

El ingeniero inglés Harry James Watts se percató en 1914 de las posibilidades que, para perforar orificios cuadrados, ofrecían las brocas cuya sección transversal fuese un triángulo de Reuleaux. Al recortar del triángulo parte del contorno curvo, para definir el filo cortante, y hacer girar la broca dentro de un marco cuadrado, accionada mediante un eje flexible (¿por qué ha de serlo?), la broca tocaba siempre los cuatro lados del cuadrado, tallando una aproximación muy aceptable de un agujero cuadrado, salvo por un ligero redondeo en los ángulos.

sección transversal de la broca en la perforación



Mandril y broca de Watts

Imagen 2.106.

Durante el proceso de tallado del agujero el eje de la broca se mueve a lo largo de una curva que se asemeja mucho a una circunferencia.

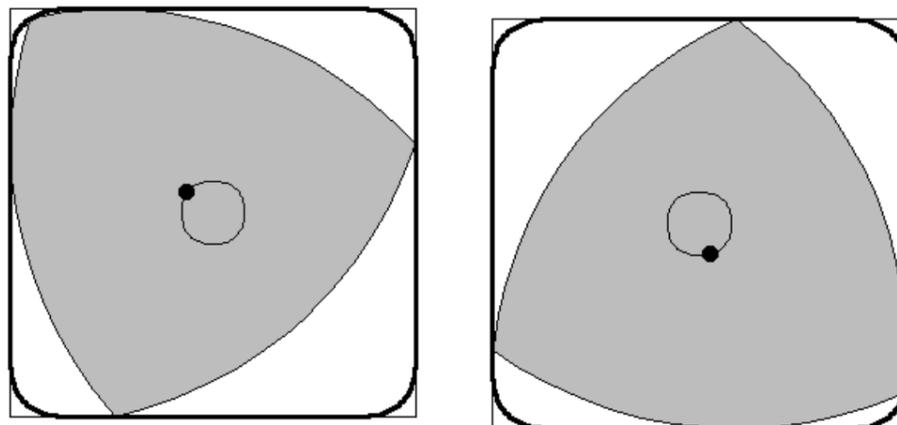


Imagen 2.107.

En estas figuras se puede observar los accesorios necesarios para que funcione el sistema con brocas que pueden generar agujeros cuadrados, o hexagonales.

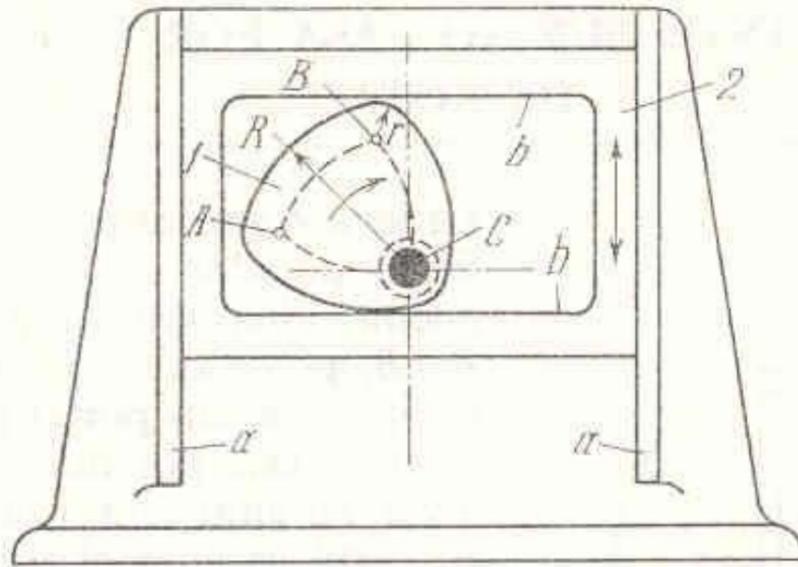


Imagen 2.108.



Imagen 2.109.

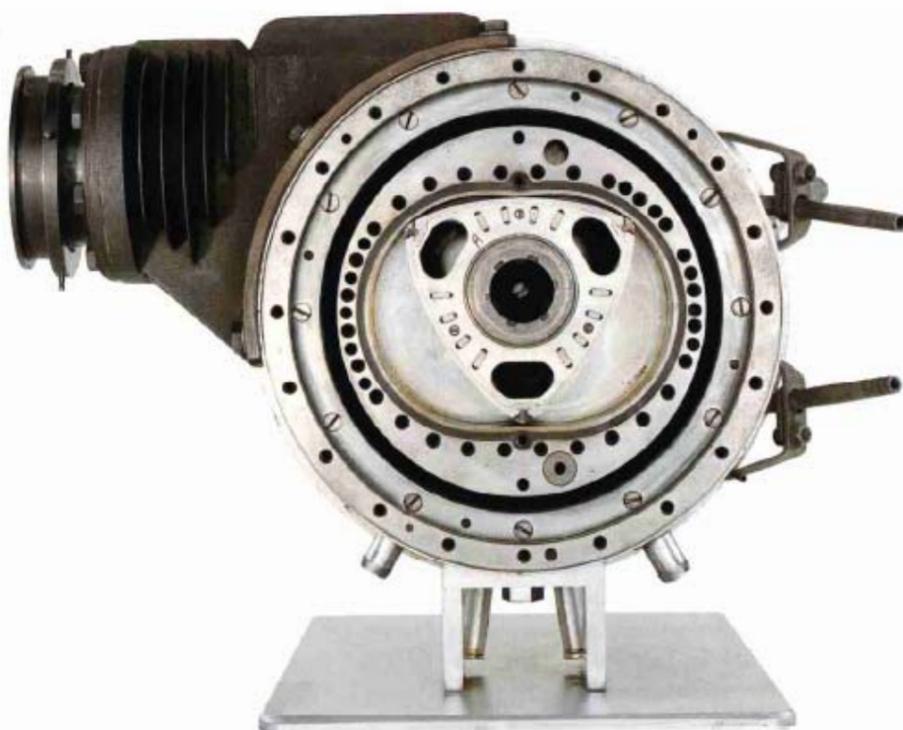
715	MECANISMO DE LEVAS DE TRES ELEMENTOS ARTICULADOS CON LEVA FORMADA POR ARCOS Y COLOCADA DENTRO DE UN MARCO	MEL
		T



La leva *1* gira alrededor del eje fijo *C*. El perfil de la leva *1* está formado por arcos de círculos de radios R y r descritos a partir de los puntos *A*, *B* y *C*. Estos puntos son los vértices de un triángulo de arco formado por los arcos $CA = AB = BC$ de radio $R - r$. La corredera *2*, que se desliza alternativamente por las guías $a - a$, tiene un marco b cuya anchura es igual a $R + r$. En las posiciones extremas la corredera *2* hace parados prolongadas. El recorrido total de la corredera *2* es igual a $2R$. El cierre cinemático del mecanismo se asegura por la constancia de la suma de los radios vectores de la leva *1*, que es igual a $R + r$.

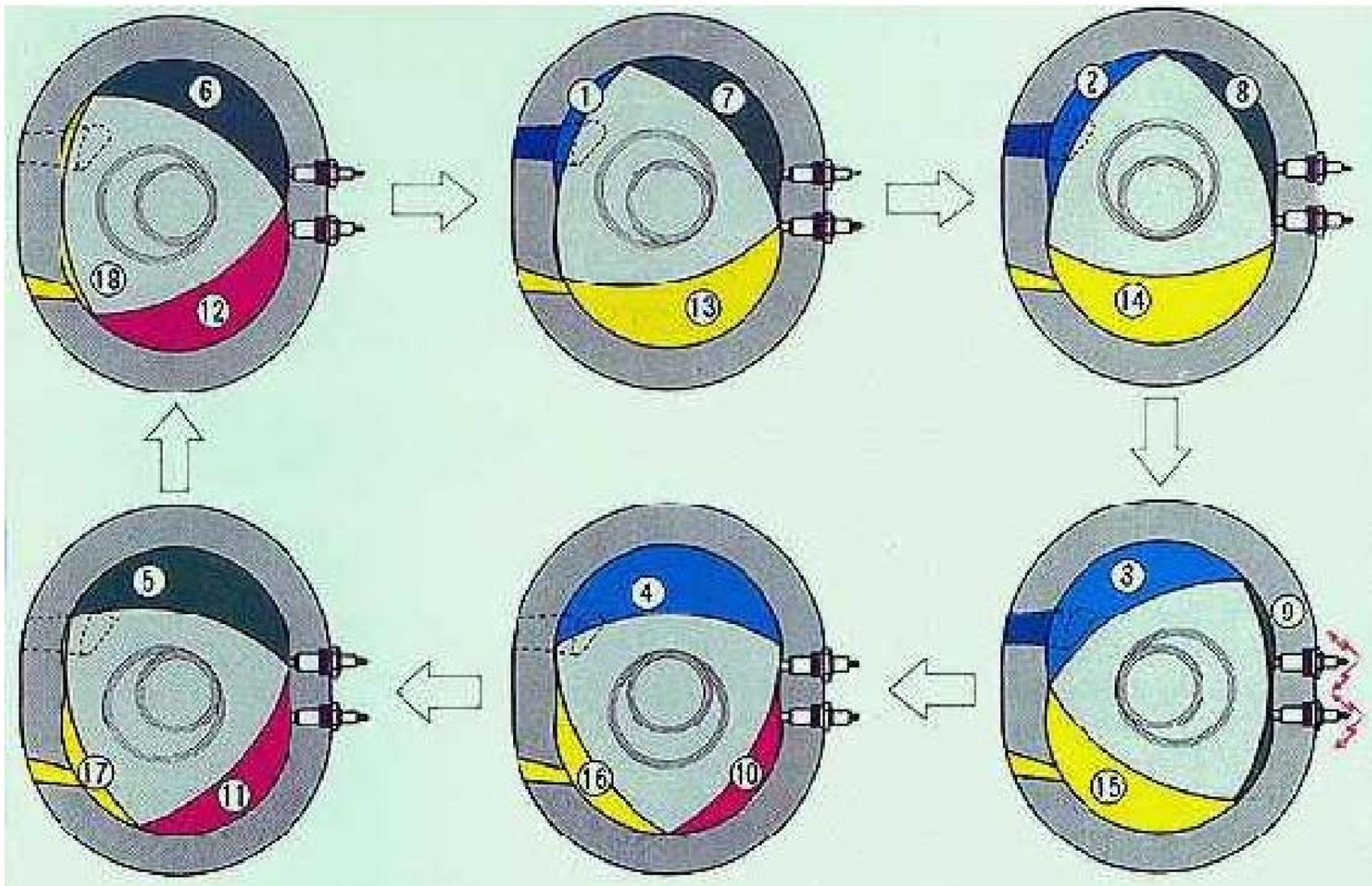
DESCRIPCION DE MECANISMO DEL "ATLAS DE ARTOBOLEVSKI"

También interviene un triángulo de Reuleaux en el muy acertado diseño del motor rotativo NSU-Wankel, pues constituye la sección transversal del rotor.



1902-1988

Imagen 2.110.



	1-4	Admisión
	5-9	Compresión
	10-12	Potencia
	13-18	Escape

Imagen 2.111.



Imagen 2.112.

Tal vez resulte muy sorprendente saber que existen curvas de anchura constante que ni siquiera poseen simetría de rotación. El perímetro de estas figuras es siempre $\pi \times$ (anchura de la figura), es decir tienen el mismo perímetro que un círculo que tuviera el mismo diámetro.

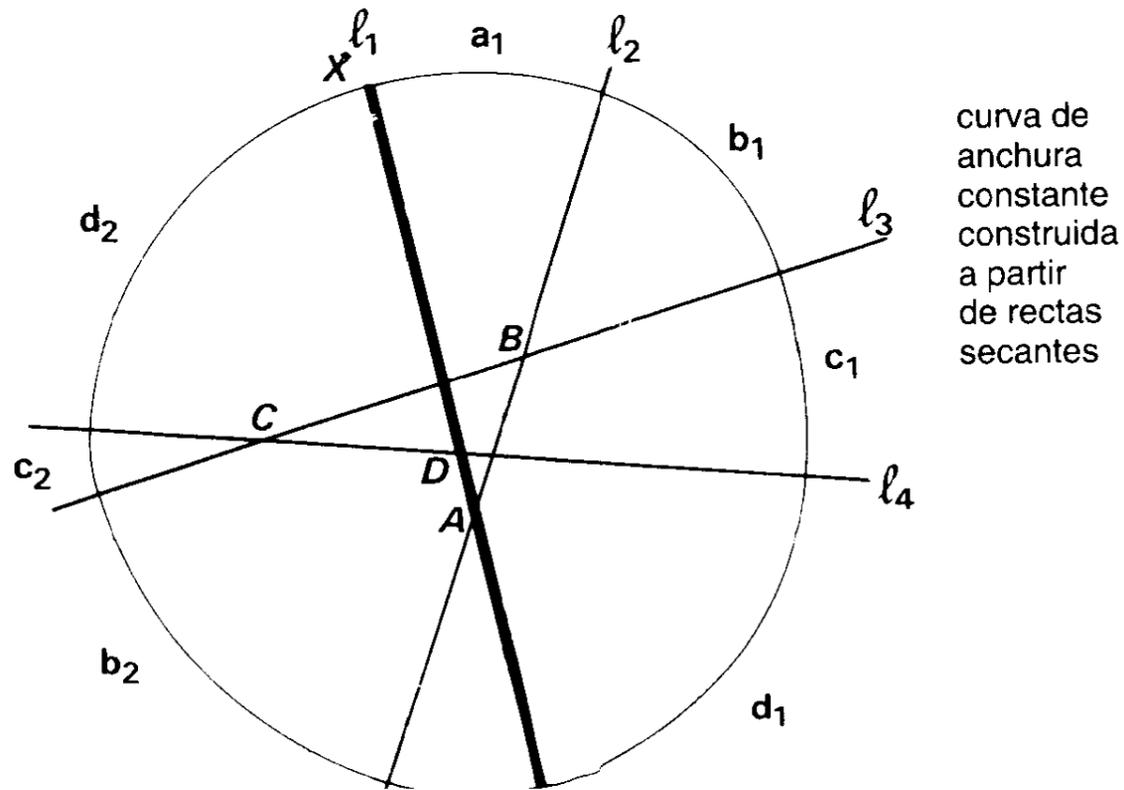


Imagen 2.113.

En las acerías se utilizan grandes rodillos para la laminación de lingotes de acero que llegan a elevadas temperaturas y con los que se forman pletinas, perfiles en T o en doble T, rieles de ferrocarril o cualquier otra sección que sea necesaria. La figura muestra los pares de rodillos utilizados para producir una sección en I o una T simple. Dado que el proceso de laminación reduce el área de la sección transversal del material al pasar este entre los rodillos, la barra que salga del tren de laminación será más larga que el lingote que fue introducido entre los lingotes.

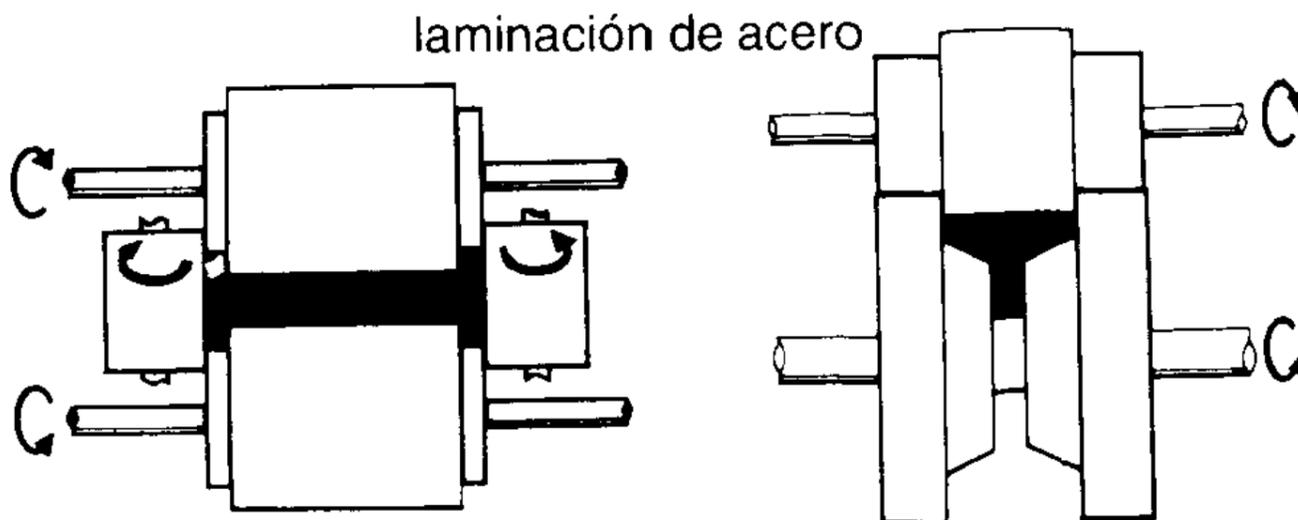
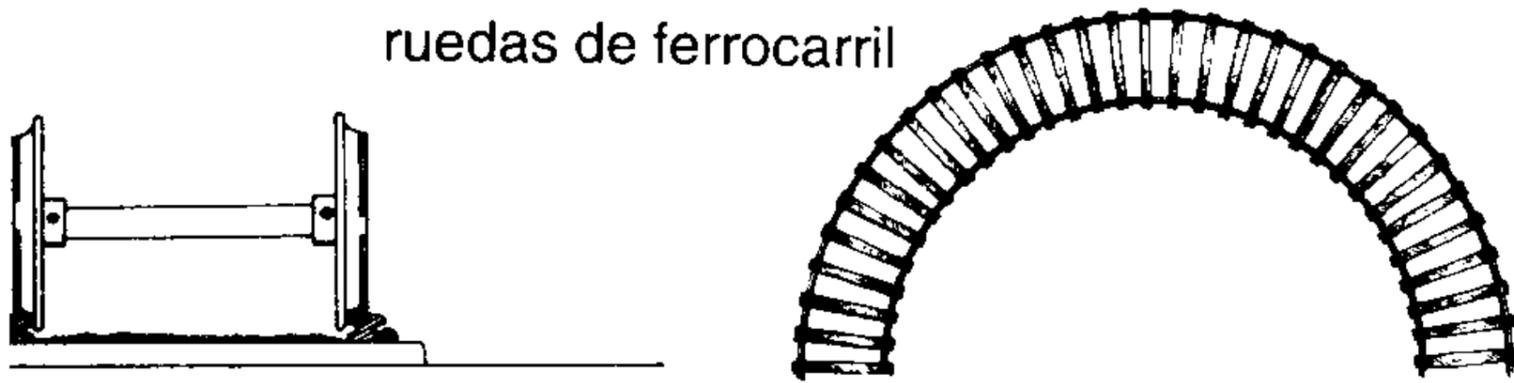


Imagen 2.114.

El deslizamiento de rodillos resulta esencial en una situación muy curiosa. Las ruedas de los trenes y todo el material rodante de ferrocarriles están rígidamente unidas a sus ejes, por lo que las dos ruedas montadas en los extremos de cada eje giran solidariamente. Si las ruedas girasen sin deslizamiento sobre los raíles, ambas avanzarían distancias exactamente iguales. Esto está bien mientras la vía es recta, pero en las curvas, la distancia correspondiente al carril exterior es mayor que la del interior; por lo tanto, para que una locomotora y los vagones que remolca pueden doblar la curva, es forzoso que al menos una de las ruedas de cada eje patine sobre la vía de rodadura del carril.



ruedas de ferrocarril

Imagen 2.115.

En la figura está representada la determinación de la velocidad que tiene cada punto de un rodillo en un instante dado, utilizando el concepto de Centro Instantáneo de Rotación del rodillo (punto A).

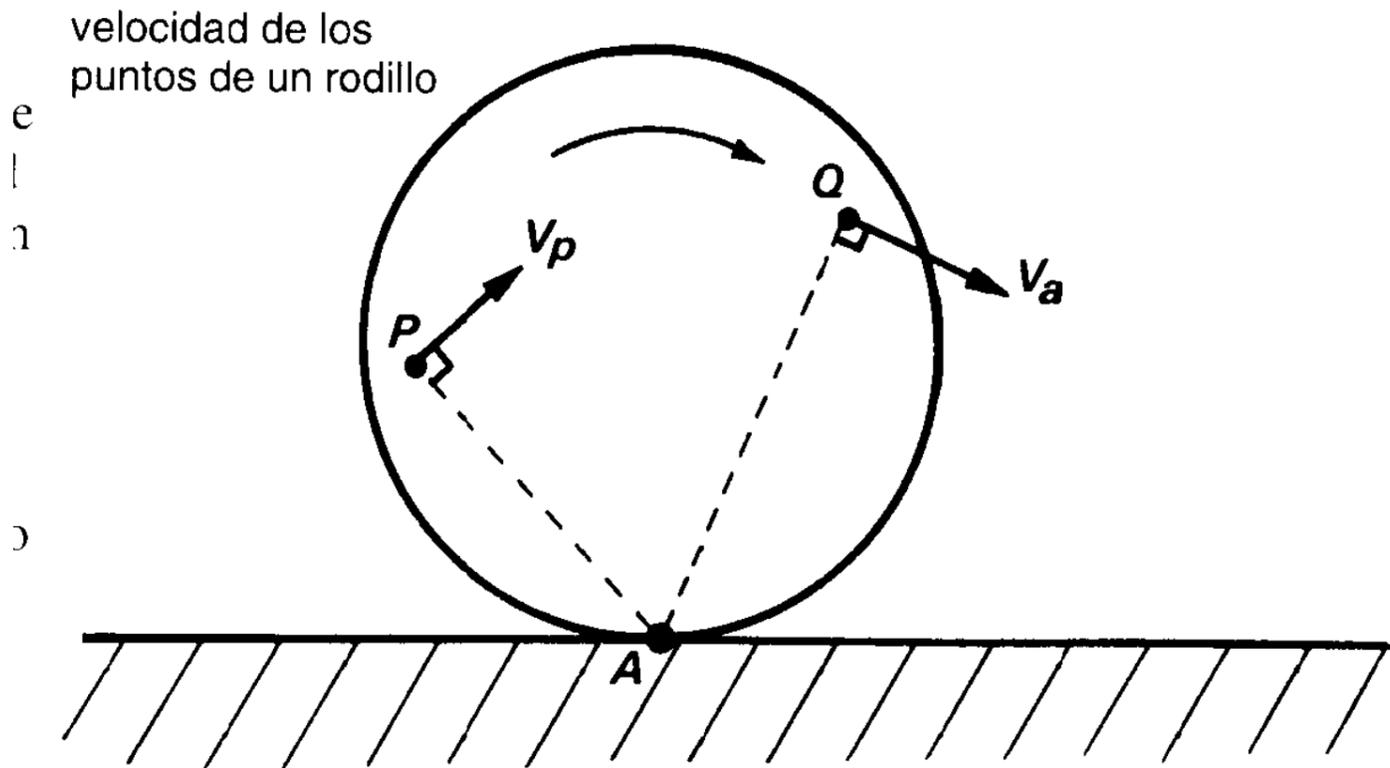


Imagen 2.116.

Es importante distinguir entre una rueda o rodillo en rotación alrededor de un eje fijo y la misma rueda o rodillo girando con la misma velocidad angular, pero en rodadura sin deslizamiento sobre una superficie llana (Fig. 21-2). Se deduce, en general, que cuando un automóvil está viajando a una velocidad de V Km/h, el punto de cada rueda situado a máxima distancia de la superficie de la carretera está moviéndose a $2 V$ Km/h.

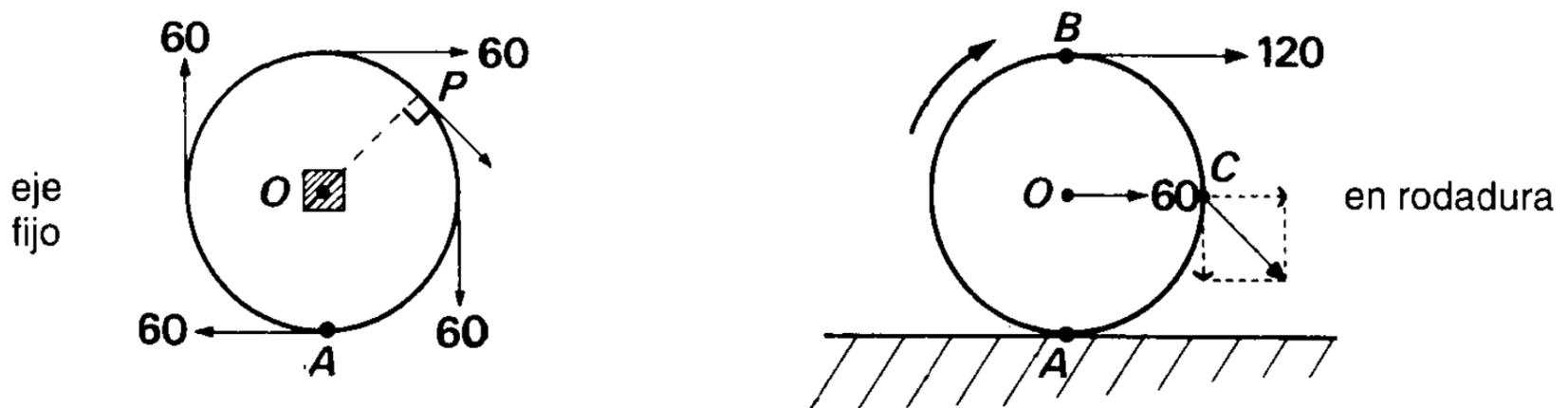


Imagen 2.117.

La trayectoria descrita por un punto P situado en la circunferencia de una rueda rodante es una curva llamada Cicloide que posee muchas propiedades interesantes; una de ellas es que, al invertirla, define la curva de mínimo tiempo de descenso para un cuerpo que cayese deslizando sin fricción desde un punto a otro.

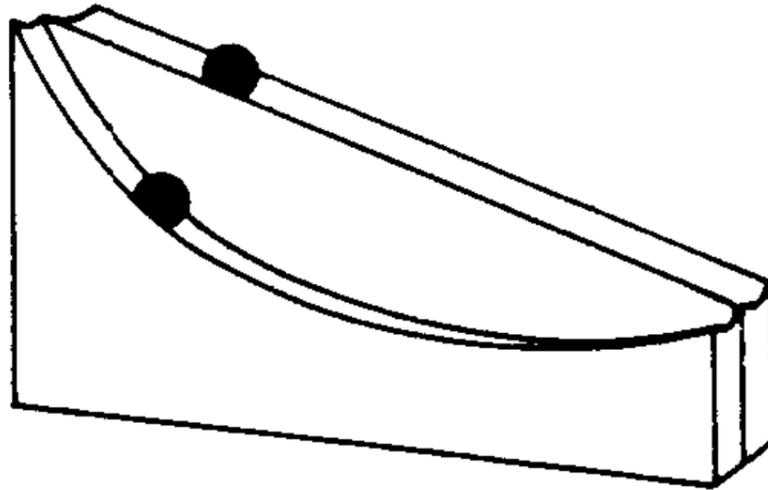


Imagen 2.118.

Nada hemos dicho hasta ahora de la propiedad característica que distingue a la rueda del rodillo, aunque por experiencia sabemos que las ruedas, a diferencia de los rodillos, tienen necesariamente que ser circulares. Para centrar la atención en los requisitos que ha de cumplir la rueda, observemos que la carga portada por una rueda, sea de auto, de camión o de tren, se aplica sobre el eje, y que cuando la rodadura se produce sobre una superficie llana, la carga ha de viajar en línea recta paralela a la superficie. Para que así suceda, el eje habrá de encontrarse siempre a la misma distancia de la superficie, lo que sólo podrá ocurrir cuando la rueda sea circular y el eje pase por su centro. La figura muestra las trayectorias que siguen los centros de un triángulo equilátero y de un cuadrado al rodar estos, y se ve que el eje y su carga irían dando botes arriba y abajo, por lo que estas figuras no pueden servir de ruedas.

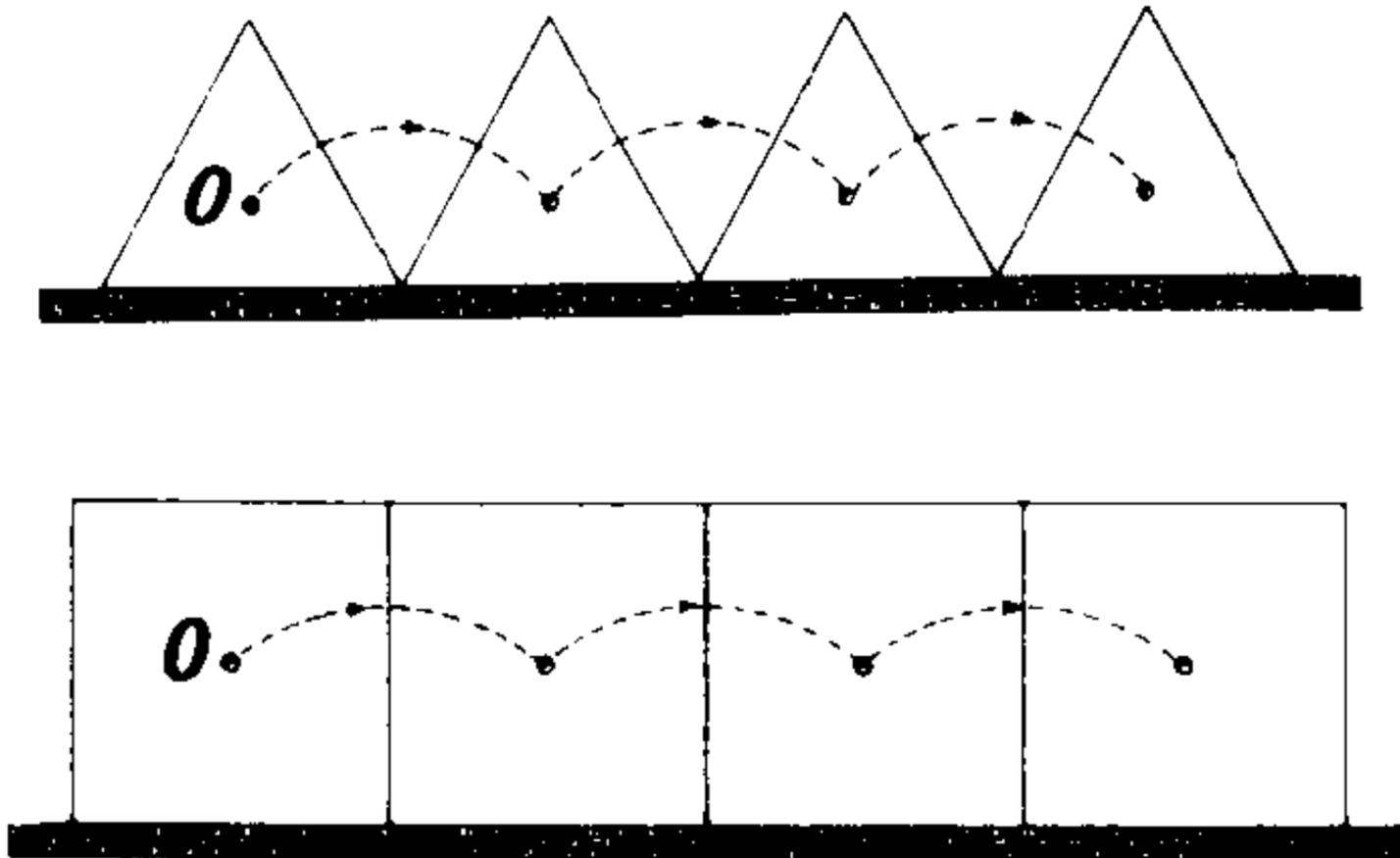


Imagen 2.119.