

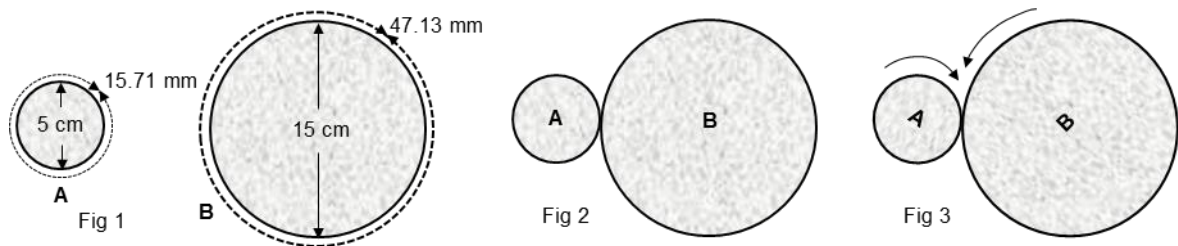
## ¿Cómo funciona un Reductor o Motorreductor?

Los reductores y motorreductores mecánicos de velocidad se pueden contar entre los inventos más antiguos de la humanidad y aún en estos tiempos del siglo XXI se siguen utilizando prácticamente en cada máquina que tengamos a la vista, desde el más pequeño reductor o motorreductor capaz de cambiar y combinar velocidades de giro en un reloj de pulsera, cambiar velocidades en un automóvil, hasta enormes motorreductores capaces de dar tracción en buques de carga, molinos de cemento, grandes máquinas cavadoras de túneles o bien en molinos de caña para la fabricación de azúcar.

Un motorreductor tiene un motor acoplado directamente, el reductor no tiene un motor acoplado directamente.

La sencillez del principio de funcionamiento y su grado de utilidad en una gran variedad de aplicaciones es lo que ha construido la trascendencia de este invento al través de los siglos.

A continuación se dan los principios básicos de un reductor o motorreductor de velocidad: Supongamos que la rueda "A" de la fig.1 tiene un diámetro de 5 cm. Su perímetro será entonces de  $5 \times 3.1416 = 15.71$  cm. El perímetro es la longitud total del envolvente de la rueda. Una rueda "B" de 15 cm de diámetro y 47.13 cm de perímetro ( $15 \times 3.1416$ ) está haciendo contacto con el perímetro de la rueda "A" (fig 2)



## Concepto de relación de reducción en un Motorreductor

En la fig 3, cuando gira la rueda "A" hará que a su vez gire la rueda "B" pero sucederá que por cada tres vueltas que dé "A", la rueda "B" solamente dará una vuelta, esto es, el diámetro de "B" dividido por el diámetro de "A" ( $15/5 = 3$ ). Este número 3 será la relación de reducción de este reductor o motorreductor elemental y se indica como 3:1

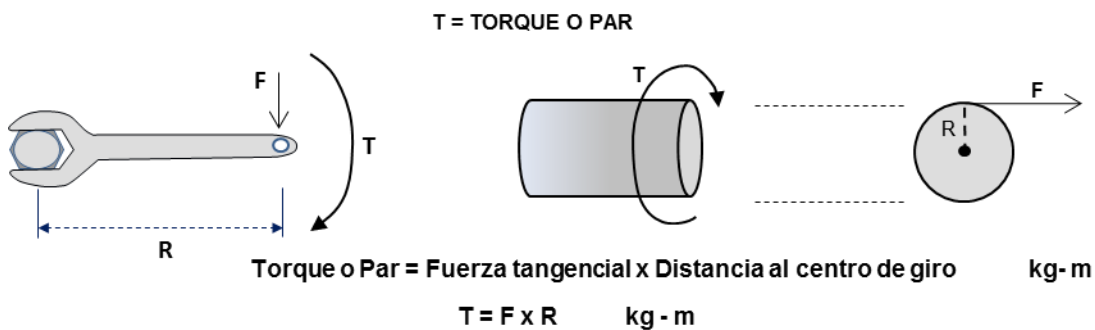
Con esta simple combinación se ha logrado disminuir la velocidad de rotación de la rueda "B" a la tercera parte de la velocidad de la rueda "A". Si a la combinación de ruedas antes descrito encadenamos otras ruedas adicionales entonces cada vez lograremos una velocidad cada vez menor hasta donde sea necesario para la aplicación y puede ser 6:1, 30:1, 100:1 o aún mayor para lograr velocidades muy pequeñas que se pudieran necesitar y que, por ejemplo, la rueda "A" tuviera que girar cientos de veces para que la última rueda

girara una sola vez. En este caso tendremos un motorreductor de varios trenes de reducción, entendiendo como 1 tren de reducción a un par de ruedas. Con 6 ruedas tendríamos tres trenes de engranes.

Con este sistema de reducción no solamente disminuimos la velocidad de “B” a un giro más lento que es útil para la mayoría de las aplicaciones sino que al mismo tiempo estaremos aumentado el “par” o “torque” en la última rueda del motorreductor que generalmente se conoce como la rueda de salida a la que va ensamblada la “flecha de salida” del reductor o motorreductor.

## Concepto de par o torque en un Motorreductor

El “torque” o “par” es una fuerza de giro; Por ejemplo la fuerza de giro de la flecha de salida del motorreductor; es también la fuerza de giro en la flecha de un motor. No es simplemente una fuerza expresada en kilogramos, libras, onzas, Newton, etc.; tampoco es una potencia en HP o en Kilowatts. Es un fuerza de giro cuyas unidades son kilogramos – metro, o libra – pie, o libras – pulgada, o Newton – metro, etc.



Este torque o par mezclado con un tiempo de realización, aplicación o ejecución es entonces que se convierte en una “potencia”.

Un motor eléctrico tiene una determinada potencia en HP y tiene una cierta velocidad de operación a la cual gira la flecha de salida, por ejemplo 1800 Revoluciones por Minuto (RPM). Estas dos características: Velocidad y Potencia llevan aparejado un cierto “torque” o “par” que puede liberar el motor.

Es precisamente el “par” lo que permitirá que podamos o no girar una determinada carga, cuanto más alto el “par” más grande será la carga que podamos girar. El que tan rápido podamos hacerlo dependerá de la potencia del motorreductor. Las dos características están interrelacionadas y dependen una de la otra.

Esta combinación de potencia, par y velocidad en un motor o motorreductor está regida por la siguiente fórmula:

$$\text{PAR (en kg-m)} = \frac{\text{POTENCIA (en HP)} \times 716}{\text{VELOCIDAD DE GIRO DE LA FLECHA DEL MOTOR O REDUCTOR (RPM)}}$$

**RPM = número de giros de la flecha por minuto**

$$T = \frac{HP \times 716}{RPM} \quad \text{en kg-m}$$

Como podrá verse en la fórmula, para una potencia dada, cuanto más baja sea la velocidad final de giro de la flecha del motorreductor, más alto será el par aunque la potencia siga siendo la misma. Inversamente: Cuanto más alta sea la velocidad final del reductor o motorreductor, tanto más bajo será el par aun cuando la potencia sea la misma.

Calculemos el par de salida que puede proporcionar un Motorreductor de 5 HP, con relación de reducción de 59:1. El motor es de 4 polos con una velocidad nominal de 1750 RPM.

Si el motor es de 1750 RPM de salida y el Reductor es relación de reducción 59:1 quiere decir que la velocidad de salida será de:

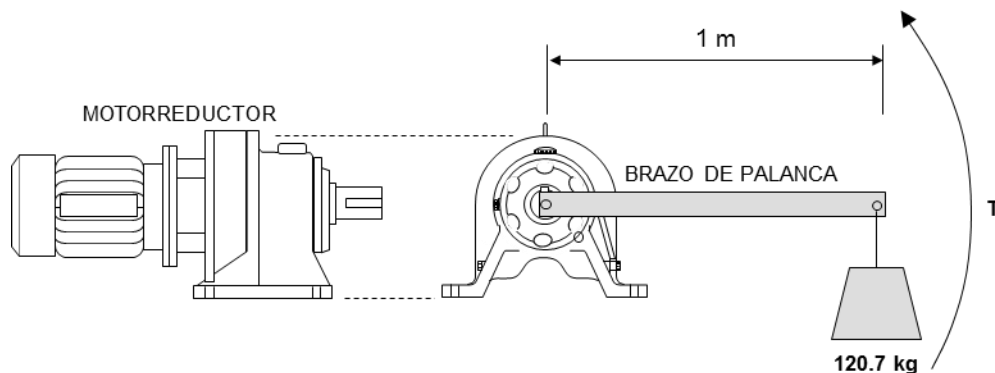
$$\text{Velocidad a la salida del reductor} = 1750 / 59 = 29.66 \text{ RPM}$$

Entonces el par disponible será de:

$$T = \frac{HP \times 716}{RPM} = \frac{5 \times 716}{29.66} = \mathbf{120.7 \text{ kg-m}}$$

**El par disponible es de 120.7 kg-m**

Esto quiere decir que el Motorreductor tendría la fuerza torsional o par suficiente para darle vuelta a un peso de 120.7 kg colgado de un brazo de palanca de 1 m atornillado a la flecha de salida y ese trabajo de giro con esa carga lo podría hacer indefinidamente ya que los 5 HP serían suficientes para mantenerlo girando aún con ese par opositor de 120.7 kg-m



## Cálculo de la potencia necesaria en un Motorreductor

Inversamente, si sabemos que “par” necesitamos para mover la carga y a qué velocidad de giro se realiza adecuadamente el trabajo que requerimos, entonces podemos calcular el motorreductor y la potencia del motor necesarios:, Por ejemplo: Si el par requerido es de 125 kg-m y necesitamos que gire a 40 RPM, entonces el Motorreductor necesario será:

Cálculo de la relación de reducción: **reducción = 1750/40 = 43.75:1**

Despejando los HP de la fórmula antes propuesta:

$$HP = \frac{T \times RPM}{716} \quad HP = \frac{125 \times 40}{716} = 6.98 HP$$

Se requieren 6.98 HP de potencia en el motor. Como no existe comercialmente un motor de esa potencia, tomamos el mas cercano que es de **7.5 HP**

Se requiere una reducción de 43.75:1. Como no existe comercialmente un reductor que exactamente tenga esa relación de reducción, entonces tomamos el mas cercano que es relación **43:1**.

Con esto queda totalmente definido el Motorreductor que vamos a solicitar para realizar el trabajo requerido en el tiempo requerido:

**1 Motorreductor de 7.5 HP, reducción 43:1 con velocidad de salida de 40.7 RPM**