

<Dinamómetro de Proxy>
Guía de Operación

Versión: 0100
Fecha: 12/02/2023

Organismo	Universidad Antonio Nariño		
Proyecto	Dinamómetro de Prony		
Entregable	Manual de Usuario		
Autores	Yeferson Edgardo Cuaspué Pinchao- Hernán Arturo Jarne Ruiz		
Versión/Edición	0100	Fecha Versión	12/02/20203
Aprobado por	<i>Nicolas Giraldo Peralta I.M., M.Sc., Ph.D.</i>	N° Total de Páginas	11

Historia y Concepto:

El dinamómetro es un dispositivo usado para medir la fuerza transmitida por un eje giratorio. El freno Prony fue uno de los primeros dinamómetros desarrollados a principios del siglo XIX. Este dispositivo fue diseñado por Gaspar de Prony en 1821, para medir el rendimiento de motores y máquinas. Un dinamómetro para abreviar, es una máquina que se utiliza para medir el par y la velocidad de rotación (rpm) a partir de la cual se puede calcular la potencia producida por un motor o cualquier otro motor primario giratorio [1]. El término denota especialmente aparatos utilizados en relación con la medición del trabajo, o en la medición de la potencia de los motores. Consiste en pastillas de freno que empujan contra las ruedas giratorias unidas al motor. Estos bloques crean una fuerza de fricción o tracción (T) que reduce la velocidad de la rueda o eje (V). Dado que la potencia es el producto de la tracción y la velocidad, la potencia entregada por el motor se puede calcular a partir de las mediciones de estas cantidades [2]. James Francis utilizó una versión del freno Prony para medir la potencia de salida de su turbina Tremont (ver *The Innovators*, págs. 8389). Como se describe a continuación, aplicó diferentes fuerzas de tracción y midió las velocidades de las ruedas correspondientes. Luego calculamos la potencia de salida de la turbina a esas velocidades ($P = T \cdot V$) para determinar la velocidad a la que la turbina era más eficiente, la velocidad a la que producía la mayor potencia [2]. El método Francis y una variación del freno prony original se utilizan para determinar la potencia máxima de salida de los motores.

Objetivo

El propósito de este documento es facilitar la tarea de conocimiento, uso y aprendizaje del sistema desarrollado con el fin de que sirva como herramienta de trabajo y de entendimiento al funcionamiento y precauciones a tomar a la hora de dar operación al dispositivo

Partes del Freno prony

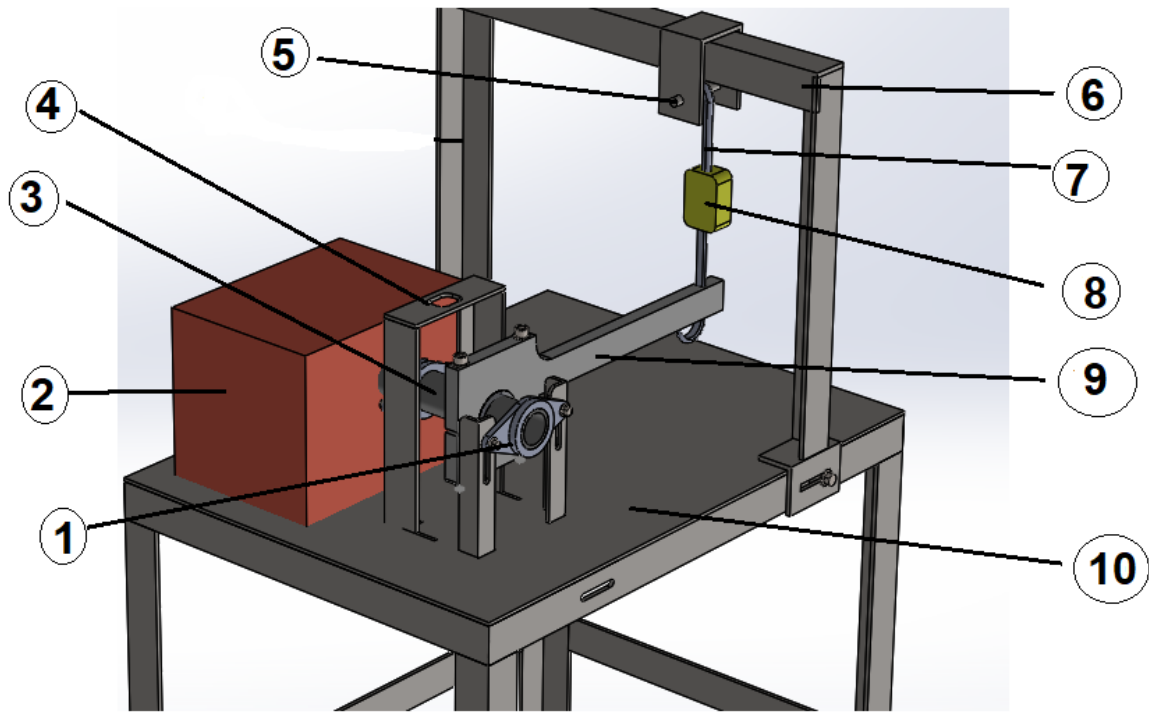



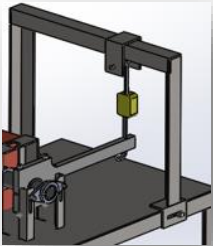
Figura.1 Partes del Dinamómetro de prony.

- 1- Chumacera
- 2- Motor GT-241 Mitsubishi
- 3- Eje
- 4- Base sensor rpm Óptico
- 5- Pasador de soporte dinamómetro
- 6- Soporte de dinamómetro
- 7- Gancho soporte dinamómetro
- 8- Dinamómetro
- 9- Freno prony
- 10- Banco de Pruebas

Tabla de componentes del dinamómetro de prony

N°	Componente	Imagen	Función
1	Sensor de Velocidad óptico (rpm)		<p>Instrumento para medición óptica (sin contacto hasta una distancia máxima de 400mm) y/o mecánica de revoluciones por minuto [3]. Encargado de medir las rpm del eje del motor GT-241 Mitsubishi</p>
2	Dinamómetro (10-20 kg)		<p>Instrumento utilizado para medir fuerzas o para calcular el peso de los objetos [4]. Su función es medir la fuerza aplicada al momento en que el brazo principal ejerce una fuerza de frenado.</p>
3	Freno prony		<p>Sistema dinamométrico empleado para medir el par de giro de los motores, a partir de una mordaza compuesta de dos placas que frenan el eje de un motor</p>
4	Placa de corcho		<p>Es un material con unas características innatas únicas: resistente y ligero, aislante térmico y acústico, impermeable a líquidos, elástico y compresible [5] Soporta el contacto del eje del motor con el freno prony con un coeficiente de fricción adecuado</p>

N°	Componente	Imagen	Función
5	Banco de pruebas.		<p>El banco de pruebas es una plataforma para experimentación y acople de los componentes del dinamómetro y motor que componen el banco dinamométrico.</p>
6	Motor GT241 Mitsubishi.		<p>Motor GT241 Mitsubishi de 2.4 HP o 2800 KW, Proporciona la energía mecánica para evaluar su torque y potencia.</p>
7	Eje del motor.		<p>Encargado de transmitir la el movimiento giratorio que el motor proporciona.</p>
8	Chumaceras.		<p>Son rodamientos montados que son usados para brindar apoyo al eje de rotación para que se mantenga fijo.</p>

N°	Componente	Imagen	Función
9	Tornillos cabeza hexagonal Hueca.		El tornillo es una especie de sujetador. Se utiliza para unir las dos piezas del brazo principal, de forma ajustable.
10	Soporte del dinamómetro.		Componente fundamental que soporta el dinamómetro y las fuerzas de reacción cuando se está evaluando el motor.

Como Funciona

Descripción:

Freno prony

El freno consta de un brazo en tipo mordaza compuesto por dos placas superior e inferior sobre el que va montado en un extremo un dinamómetro y al otro extremo un eje el cual está en contacto con el mismo, este eje es el que conecta al motor del cual se quiere medir su potencia. El ajuste de la mordaza es variable por medio de dos tornillos que unen las dos placas del brazo principal, pudiéndose así controlar el torque de carga aplicado al motor, en la figura 2 se muestra las partes del

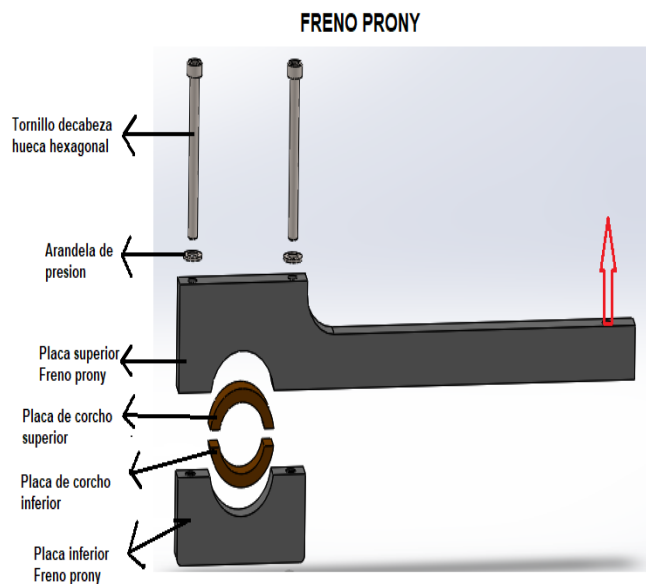


Figura.2 Componentes del freno prony.

A medida que se ajustan los tonillos la mordaza comprime al eje de manera que este vaya reduciendo la velocidad de giro, absorbiendo la energía por medio de la fricción que genera el contacto de las placas de corcho contra el eje, generando una reacción en el otro extremo del brazo.

La configuración experimental se muestra en la Figura 3. La reacción que se genera cuando la mordaza empieza a frenar al eje se transmitirá al dinamómetro, a medida que se frena el motor, el gancho de soporte del dinamómetro se tensa y la fuerza de tracción aumentará es decir ajustando la fuerza del freno se puede cambiar la fuerza del torque, Dado que la lectura la fuerza de reacción se mostrara en el dinamómetro.

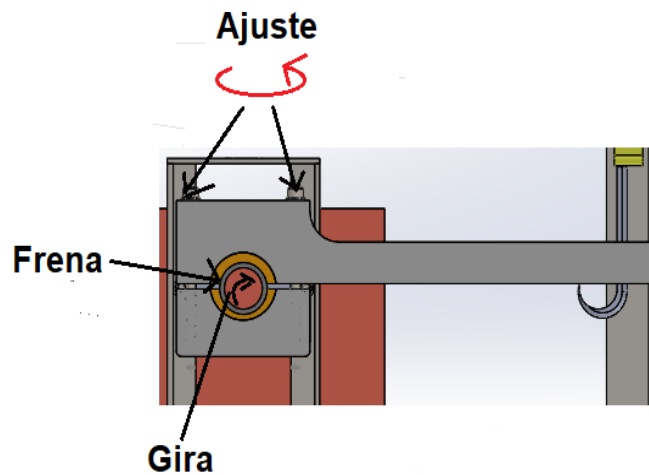


Figura.3 Configuración del freno

La configuración experimental se muestra en la Figura 3. La reacción que se genera cuando la mordaza empieza a frenar al eje se transmitirá al dinamómetro, a medida que se frena el motor, el gancho de soporte del dinamómetro se tensa y la fuerza de tracción aumentará es decir ajustando la fuerza del freno se puede cambiar la fuerza del torque, Dado que la lectura la fuerza de reacción se mostrara en el dinamómetro.

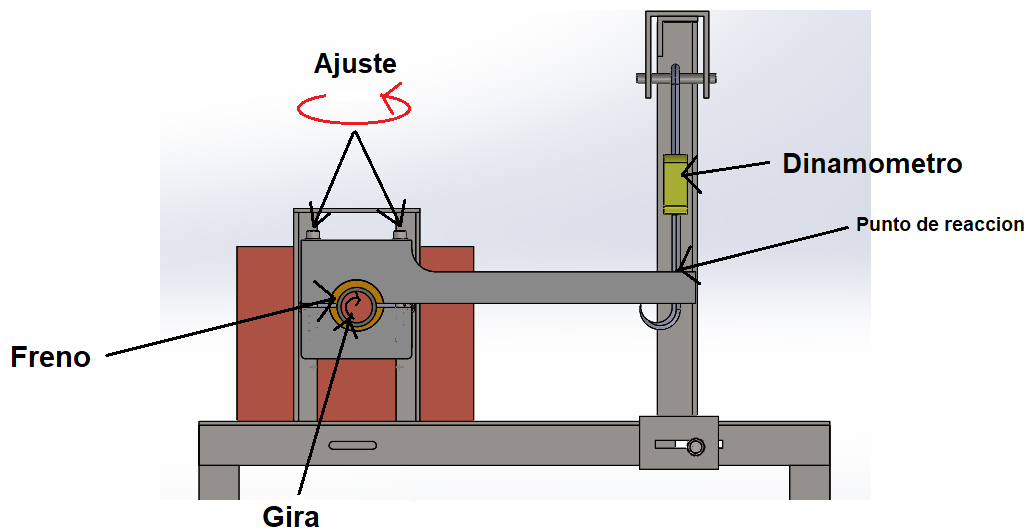


Figura.4 Configuración experimental.

Dinamometro

El dinamómetro está ubicado en el punto de reacción sostenido por el pasador del soporte del dinamómetro como se muestra en la figura 3. La función principal es medir la fuerza del torque transmitido por el freno, de manera que este valor nos servirá para determinar la potencia y el torque que está generando el motor, debido a que este montaje experimental no es estable y se reflejara una variabilidad en la lectura de la fuerza debido a la vibración y otros factores, es necesario realizar un aproximado en la toma de los datos.

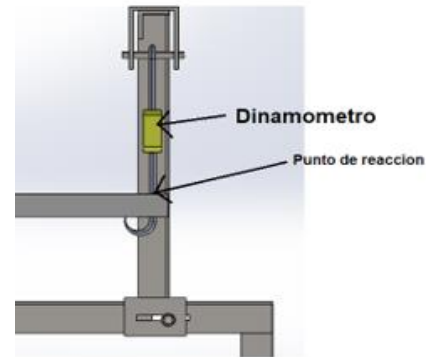


Figura.5 Ubicación de dinamometro

Sensor rpm (óptico)

El sensor de revoluciones del motor es un elemento fundamental para el buen funcionamiento del motor. Detecta las revoluciones a las que gira el eje de salida, y envía la información a la unidad de control del sensor. Es muy importante conocer el rpm a las que gira el motor ya que así podremos determinar la potencia y el torque que es motor esta proporcionando.

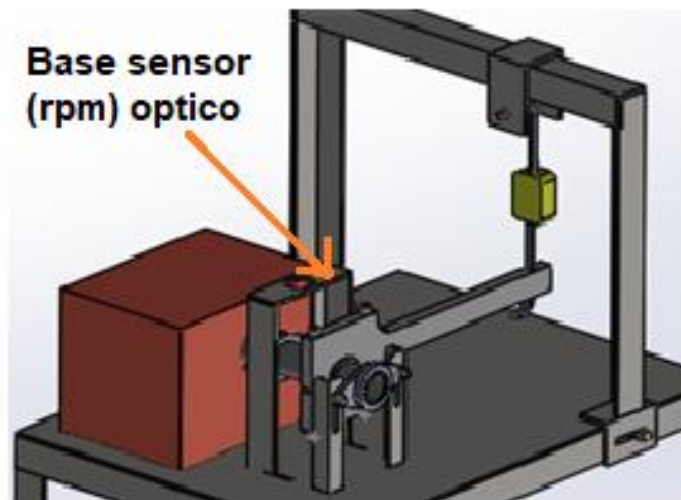


Figura. 6 Ubicación Sensor (rpm).

Como medir el Torque

Para la medición del torque se debe tener en cuenta la ergonomía del freno prony, tomando como referencia una longitud de (40 cm o 0,40 m). desde el husillo del eje hasta el punto de reacción o punto donde se dispone el dinamómetro El Torque es el resultado del producto de aplicar la fuerza o la reacción que se genera al momento de frenado por la longitud del brazo, para esto damos uso de la ecuación 1, experimentalmente tomamos la información de fuerza que proporciona el dinamómetro para multiplicarla por el brazo del freno prony y así obtener el toque que se genera en ese momento.

$$T^{\vec{r}} = F \times r \text{ (Ecuacion 1)}$$

Donde:

T = Torque o momento de fuerza. N.m $(\frac{kg*m^2}{s^2})$.

F = El vector fuerza ejercida. N= $(\frac{kg*m}{s^2})$.

r = El radio o largo de brazo, es el vector distancia del punto de rotación al vector fuerza (m).

El torque puede variar dependiendo de la velocidad de giro del motor, y el ajuste que se le dé al freno prony de modo que aumenta el torque de carga. De esta manera podemos obtener una tabla de valores de fuerza dada en (kg o lb) y de velocidad dadas en (rpm) con estos datos son útiles para determinar el torque del motor a diferentes regímenes y evaluar cómo es su comportamiento.

Tabla de Torque

N°	<i>Velocidad Angular (rpm)</i>	<i>Fuerza (kg o lb)</i>	<i>Longitud Brazo (m- in)</i>	<i>Torque (N.m- lb.in)</i>
1				
2				
3				

Esta tabla de datos sirve de referencia para establecer una gráfica de torque en función de la velocidad de giro del motor. Al igual que muestra la fuerza de reacción al freno a determinado régimen de giro.

Como medir la Potencia

La potencia desarrollada por el motor para ser medida es necesario tener en cuenta la sección anterior, es decir el torque desarrollado y el régimen de giro del motor (rpm) o sea un torque o momento de fuerza, que actúa sobre un cuerpo que gira con velocidad angular, su potencia es el producto de torque por velocidad angular [6].

$P = T * \omega$ (HP) (Ecuación 2) Donde:

ω = Velocidad angular (rad/s)

T = Torque o momento N.m $(\frac{kg*m^2}{s^2})$.

La velocidad del giro del motor esta información la proporciona el sensor de rpm, para calcular la potencia generada es necesario pasar los rpm a rad/s y para esto realizamos la siguiente conversión.

$$\frac{1 \text{ rev}}{\text{min}} = \frac{2\pi \text{ rad}}{60 \text{ s}}$$

En el caso de los motores de combustión interna, estos producen un torque en el eje, el cual gira a una velocidad angular constante. El torque puede variar dependiendo de la velocidad de giro del motor, y el ajuste que se le dé al freno prony de modo que aumenta el torque de carga, con estos datos son útiles para determinar la del motor a diferentes regímenes y evaluar cómo es su comportamiento.

La potencia también puede ser expresada en watts (W), realizando la siguiente conversión.

1HP=746 Watts

Tabla de Potencia

Nº	Velocidad Angular (rpm)	Torque (N.m- lb.in)	Potencia (HP)
1			
2			
3			

Esta tabla de datos sirve de referencia para establecer una gráfica de potencia en función de la velocidad de giro del motor. Al igual que muestra la fuerza de reacción al freno a determinado régimen de giro también se evidencia el torque generado.

Precauciones y pasos de operación



¡ADVERTENCIA!: ¡MANTÉN TUS DEDOS ALEJADOS DEL EJE

GIRATORIO! ¡Use el sentido común y tenga mucho cuidado con este dispositivo!

- Antes de comenzar, familiarícese con el aparato. Ubique los sensores de fuerza, de rpm y freno prony verifique que los componentes estén bien ajustados y en su lugar. Es extremadamente importante mantener el funcionamiento en ralentí cuando se vaya encender el motor.
- Este experimento debe comenzar con una fuerza de tracción cercana a cero. Por lo tanto, los tornillos de ajuste del freno prony deben estar completamente flojos sin que el freno realice ningún tipo de reacción.
- Una vez que esté familiarizado con la ubicación de todo, encienda los sensores de velocidad (rpm) y sensor de fuerza (Dinamómetro).
- Está a punto de poner en marcha el motor; asegúrese de que nada obstruya al eje y, de ahora en adelante, tenga mucho cuidado.
 1. Tare los sensores de fuerza.
- Ahora comience a aplicar una fuerza de tracción en los tornillos con una llave hexagonal (L), girando lentamente cada uno de ellos. Cuanto más lento gire, mejores

serán los resultados. Observe que a medida que aumenta la fuerza de tracción, la velocidad medida del eje disminuye.

- Tan pronto como el eje empiece a disminuir él tome los datos de los sensores y consígnelos en las tablas correspondientes. Ubique la tabla de torque y potencia frente a velocidad angular y consigne los datos.
- Repita este mismo procedimiento aumentando los rpm del motor y ajustando más el freno prony, y consigne los datos en las tablas correspondientes
- Calcule el torque y la potencia utilizando las ecuaciones ((1) y (2)) y llene las tablas de acuerdo los ensayos realizados.
- ¿A qué velocidad angular ocurrió esta salida de potencia máxima? Localice la fuerza de tracción correspondiente examinando el gráfico Tracción (T) vs. Velocidad angular (ω). Verifique que obtenga la misma salida de potencia máxima usando estos valores que obtuvo del gráfico de salida de potencia. (Ecuaciones (1) y (2)).
- Determine la fuerza de tracción máxima y la velocidad angular máxima que alcanzó la polea.
- Ahora repita el procedimiento realizado. Encuentre la salida de potencia máxima, la velocidad angular y la fuerza de tracción correspondientes, la velocidad angular máxima y la fuerza de tracción máxima. ¿Qué pasó con la potencia de salida cuando aumentaste los rpm?

Referencias

- [1] Gilles.Tim, «Automotive Servises Inspection Maintenance,» Repair, 5Th edition cengage lerarming , 2015.
- [2] L.C, «Potencia mecanica en un eje de motor,» de *Dianmica Mecanica*, Limbo CMS designed by German Kerbs, 2009.
- [3] Dewesolft, «Medición de RPM, ángulo y velocidad mediante sensores digitales, encoders y contadores,» Dewesolft, 11 Mayo 2009. [En línea]. Available: <https://dewesoft.com/es/daq/medicion-de-rpm-con-sensores-digitales-y-contadores>.
- [4] J. G. A. Pérez Porto, «DINAMÓMETRO,» *Qué es, definición y concepto. Definicion.*, Última actualización el 12 de diciembre de 2012. Recuperado el 21 de marzo de 2023.
- [5] Corkup, «El corcho natural,» NAVE-21, [En línea]. Available: <https://corkup.es/corcho-natural/#:~:text=El%20corcho%20es%20un%20material,%25%20natural%2C%20renovable%20y%20biodegradable..> [Último acceso: 12 02 2023].
- [6] J. A. Rodríguez-Marroyo, «TRABAJO, POTENCIA Y ENERGIA,» de *Biomecánica Básica aplicada a la Actividad Física y al Deporte*, Mexico, Paidotribo, 2007, pp. 149-171.