

Torsión de una barra de silicón con el uso de una polea

Luis R. Mendoza Escareño¹, David Arodi Pineda Ibarra²

luis.mendoza2983@alumnos.udg.mx¹ david.pineda4979@alumnos.udg.mx²

Resumen

En esta práctica se pretenden estudiar los conceptos teóricos vistos en clase sobre las deformaciones en cuerpos sólidos. En especial, se tratará un caso en el que se aplica un torque a un cilindro en un extremo mientras que el otro permanece fijo. Esto se logró utilizando un arreglo experimental que incluía una barra de silicón y una polea atada a un hilo. Se pudo observar una relación lineal entre el ángulo de deformación en la barra y el peso utilizado para generar la torca.

1. Introducción

Se considera una varilla cilíndrica de longitud L y radio R sometida a momentos torsores M_T en sus dos extremos como se muestra en la figura abajo. Cuando se aplican dichas fuerzas, los momentos en cada extremo son de sentidos opuestos.

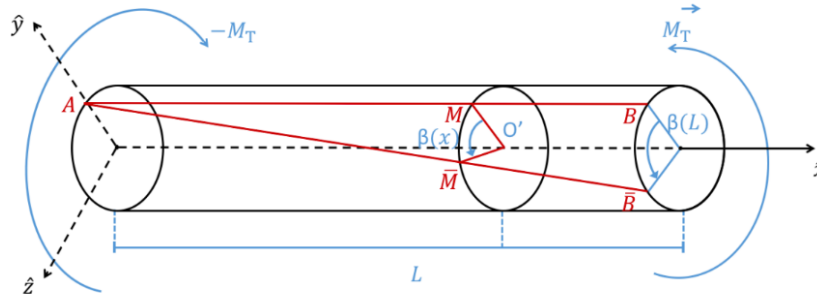


Figura 1: Varilla sometida a momentos torsores M_T , se toma que para $x=0$ la barra no gira y para $x=L$ la barra gira un determinado ángulo $\beta(L)$,

Para este caso, se considera que el ángulo de deformación β es una función que depende de la longitud de la barra; esto es, $\beta = \beta(x)$. En este caso, se tiene que:

$$\beta(x) = \phi \cdot x \quad (1)$$

En donde ϕ se encuentra dado por:

$$\phi = \frac{M_T}{G\mathcal{J}} \quad (2)$$

donde M_T es el momento torsor, que se encuentra por el producto entre el brazo de palanca y la fuerza aplicada. En este experimento, el brazo de palanca es el radio r de la polea, mientras que la fuerza aplicada es el peso mg de las masas colgadas sobre el hilo. Entonces, $M_T = r \cdot mg$.

Por otro lado, G es el módulo de torsión, dado por:

$$G = \frac{Y}{2(1 + \nu)}$$

Se sabe también que esta ' G ' se puede definir experimentalmente aplicando una torca sobre un objeto con la siguiente expresión:

$$G = \frac{\tau}{\beta}$$

Con τ la torca aplicada sobre el objeto y β el ángulo de giro debido a esta torque.

Siguiendo con la definición de ϕ de (2), \mathcal{J} es el segundo momento de inercia de la varilla de silicón, y se encuentra dado por:

$$\mathcal{J} = \frac{\pi R^4}{2}$$

siendo R el radio de la varilla. Por lo tanto, sustituyendo estos valores en (2) e inyectando esta expresión en (1) con $x = L$, se tiene que:

$$\beta = \frac{4Lrmg(1 + \nu)}{\pi R^4 Y} \quad (3)$$

si además se cambia el producto del radio de la polea con el peso de las masas por un torque τ , se tiene finalmente que:

$$\beta = \frac{4L\tau(1 + \nu)}{\pi R^4 Y} \quad (4)$$

2. Dispositivo experimental y metodología

Para la realización de este experimento se utilizaron los siguientes materiales:

- Dos soportes de ajuste universal.
- Una barra de silicona.
- Una polea.
- Un trozo de hilo.
- Cinco pesas de metal.

Primero se utiliza uno de los soportes (1) para sostener la barra de silicona. Es importante colocar la varilla horizontal a una altura considerable para tener un mayor margen de maniobra. Antes de colocar la barra de silicona, es necesario fijar la polea en uno de sus extremos. Del lado contrario se fijará al soporte universal.

El segundo soporte universal (2) tendrá dos funciones: dará la dirección al hilo para que funcione correctamente la polea unida a la barra de silicona; y disminuirá la deformación que no sea debida a

la rotación de la barra. Por esto es importante colocarla a la misma altura que la polea y colocarlas de manera que se toquen para contrarrestar la fuerza tangencial a la rotación. Por último, solo queda pasar el hilo por la polea, dándole varias vueltas, y por encima del segundo soporte universal. Es importante hacer un nudo al final del hilo que permita cargar los pesos. Teniendo así el siguiente arreglo experimental:

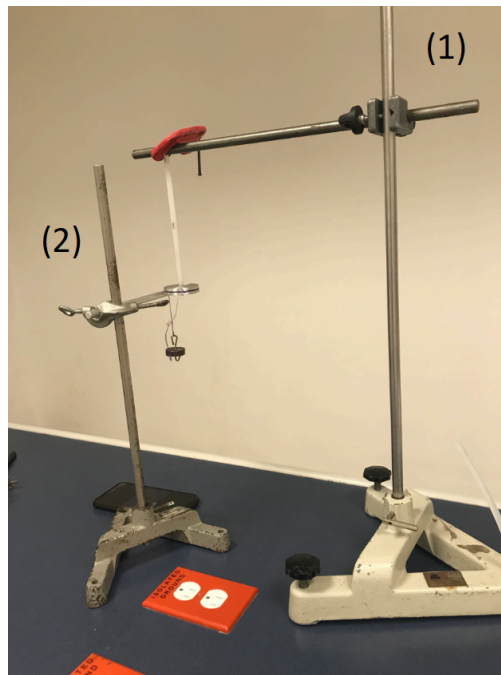


Figura 2: Arreglo experimental

La barra utilizada tenía 23.6 cm de largo y un diámetro de 7.42mm y una polea con 5.074 cm de diámetro. Además se utilizó la mano de un participante del proyecto para contrarrestar aun mejor las fuerzas tangenciales a la rotación. Se utilizaron 5 pesas de, aproximadamente 49g cada una. Para el cálculo de los ángulos generados a partir de los torques ejercidos se utilizó el software 'illustrator', en el cuál se midió el giro a partir de las imágenes tomadas en el experimento.

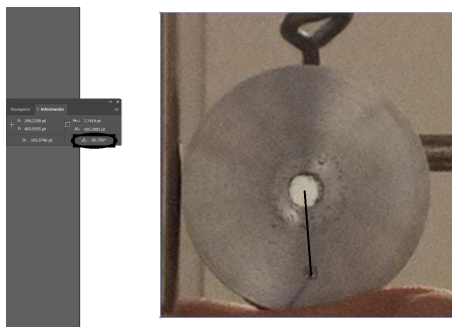


Figura 3: Medición del ángulo a partir de una imagen, software 'illustrator'

El cálculo del torque debido a las masas, el cambio de ángulo de grados a radianes y la gráfica junto con su ajuste lineal se produjeron en el programa python, más en concreto en un notebook de google colab que se encuentra en el siguiente [link](#)

3. Resultados

Masas [Kg]	Torque correspondiente [N*m]	Ángulo [grad]	Ángulo [rad]
0	0	0	0
0.0492	0.012245	50.338	0.87856
0.09885	0.024602	116.349	2.030673
0.1485	0.036971	167.263	2.91929
0.19805	0.049291	208.520	3.63936
0.24725	0.061536	261.186	4.55855

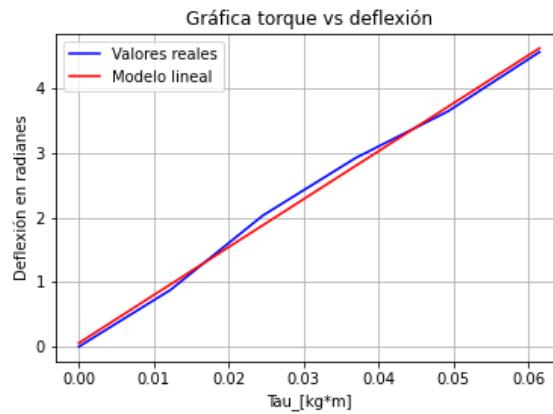


Figura 4: Gráfica de torque vs deflexión, en esta se observan los valores reales sobre la línea azul y los valores correspondientes al ajuste lineal $y=74.132x+0.056$, el promedio del error relativo es de $\epsilon_R=0.0409$ lo que corresponde al 4.09 %.

Gracias a que el módulo de cizalla está definido como el torque entre el ángulo de deflexión, de la pendiente del ajuste lineal se obtiene $G=0.0134$.

4. Discusiones

Pareciera que los datos se adaptan de manera aceptable a la función lineal, tal como lo dice la ecuación (1) teniendo un valor de promedio de error relativo del 4 %. Error que podría deberse a la fricción generada por el segundo soporte universal, además de los errores técnicos tales como la medición de los ángulos por parte del software 'ilustrador' o errores manuales al realizar la práctica.

5. Conclusiones

El experimento fue realizado con los materiales proporcionados de manera satisfactoria. Tras varios intentos, se eligió el arreglo descrito en este documento. Gracias al uso de la tecnología fue posible obtener evidencia para analizar y así poder calcular los datos correspondientes a la teoría vista en clase.

Puede observarse en la figura 4 que la tendencia de los datos obtenidos es relativamente lineal, lo cual concuerda con los datos teóricos ya que se ve que la torca aplicada es directamente proporcional

al ángulo de deformación de la barra.

Para futuros experimentos y arreglos experimentales, sería necesario introducir un elemento extra que impidiera que la barra se deforme de manera horizontal, y que, en la medida de lo posible, solo lo haga de manera angular. Esto podría disminuir el margen de error y resultaría en datos experimentales más cercanos al modelo lineal planteado.

Referencias

- [1] Cros, A. (s.f.). MECANICA DE MEDIOS CONTINUOS. Universidad de Guadalajara.
- [2] Cros, A. (2022). Torsión de una varilla.