GUIA 8: Sistemas rotantes

OBJETIVO GENERAL

Esta práctica tiene como objetivo el estudio experimental del comportamiento de sistemas rotantes. Se propone realizar un estudio experimental de las leyes de la dinámica de las rotaciones y de las leyes de conservación en sistemas sujetos a rotación uniforme.

ACTIVIDAD:

Se busca montar un dispositivo experimental compuesto de un disco rígido que pueda girar alrededor de un eje que pase por su centro como indica la Fig. 1.
A continuación, montar una rueda con rayos conectada a un fotointerruptor de manera que ruede acoplada (debido a la fricción) al disco principal.

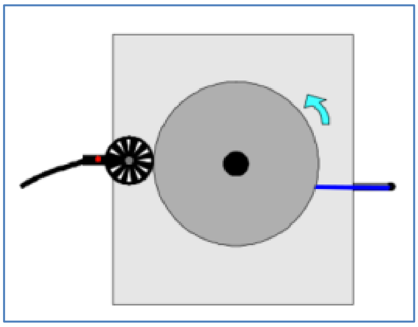

Figura 1: Montaje a emplear para el estudio de sistemas rotantes

PARTE 1. Caracterización Inicial del Montaje Experimental: Estudio del Torque de Rozamiento

En ausencia de rozamiento, un cuerpo rígido puesto en rotación permanecerá en dicho estado indefinidamente. Sin embargo, sabemos que la realización experimental de dicho escenario estará siempre sujeto a fuerzas disipativas, cuyo trabajo hará que, más tarde o más temprano, dicho movimiento cese. Resulta entonces de interés caracterizar dichas fuerzas de rozamiento antes de conducir las experiencias, para así disponer de una medida de su influencia sobre el montaje. Es por ello que esta parte preliminar de la práctica está dedicada a caracterizar inicialmente las fuerzas de rozamiento presentes en el sistema experimental construido.

Para ello, se proponen las siguientes actividades:

(a) Hacer girar el disco dándole un impulso inicial y estudiar la variación de la velocidad angular ω con el tiempo. Midiendo con el fotointerrumptor los tiempos de pasaje sucesivos de los rayos de la rueda podrá obtener la evolución temporal de la velocidad angular ω, en forma similar a la que lo hacía empleando las cebras en el caso del movimiento lineal.
(b) Representar en un gráfico la velocidad angular en función del tiempo (ω vs. t).
(c) Discutir el carácter de la fuerza de rozamiento o torque de freno τ_r.
(d) Estudiar la variación de τ_r para distintas masas del disco M o distintos momentos de inercia I, agregando por ejemplo una pieza circular y otra rectangular.

Recuerde que para el caso de un disco el momento de inercia en la dirección z es $I = \dfrac{M.R^2}{2}$ donde M es la masa y R el radio del disco.

Parte 2. Disco en Rotación con Torque Externo

Para la realización de esta segunda parte, se propone montar el dispositivo experimental como se ilustra en la Figura 2; colocar un hilo en la parte inferior del disco que pase a través de una polea y del cual se puedan colgar masas de distinto valor.

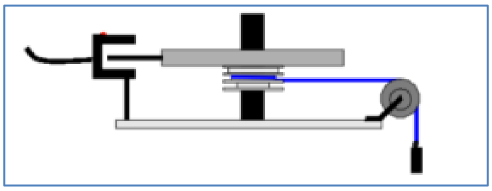

Fig.2: Montaje a emplear para el estudio del disco en rotación con torque externo

El hilo transmitirá al disco un torque y una aceleración angular controlados por el valor de las pesas. Recuerde que el valor del torque τ viene dado por la siguiente expresión,

$$\tau = F \times r \quad (1)$$

donde *F* es la fuerza y *r* la distancia al eje de rotación.
Liberar el sistema desde el reposo, dejarlo acelerar y luego dejar que el hilo se desprenda. Repetir el experimento para distintas masas colgantes m.
Empleando este montaje y protocolo experimental, se propone:

(a) Medir la velocidad angular ω(t) mientras el peso está cayendo y cuando el peso se libera y el disco gira libremente.

Utilizando las leyes de Newton combinadas con las ecuaciones conocidas de movimiento circular y cuerpo rígido se pueden expresar las ecuaciones del movimiento antes y después del desprendimiento del hilo.
Las ecuaciones de movimiento del sistema cuando el hilo está unido a la polea son:

$$T \cdot r - \tau_r = I \cdot \alpha_1$$
y (2)
$$m \cdot g - T = m \cdot r \cdot \alpha_1$$

donde τ_r es el torque del roce, *I* el momento de inercia del disco y *r* el radio de la polea por donde pasa el hilo.
Y la ecuación una vez que el hilo se desprendió es:

$$\tau_r = I \cdot \alpha_2 \quad (3)$$

donde $\alpha_{1,2}$ son las aceleraciones angulares antes y después del desprendimiento, respectivamente.
De (2) y (3), suponiendo que τ_r es constante, se tiene que:

$$m \cdot r \cdot (g - r \cdot \alpha_1) = I \cdot (\alpha_1 + \alpha_2) \quad (4)$$

Como se puede observar, la expresión (4) relaciona el momento de inercia del disco, *I*, con los valores obtenidos para m, r, α_1, α_2.

(b) De una adecuada representación gráfica de la relación (4), obtener I como ajuste lineal de la misma.

(c) Compare el valor de I obtenido en el inciso anterior con el valor calculado a partir de la masa M del disco y de la geometría del sistema que gira.

Nota. En el desarrollo del primer inciso, [(a)], ponga especial atención en que la cuerda se desprenda con facilidad, de modo que a partir de ese momento sobre el sistema actúe únicamente la fuerza de rozamiento, y que no se genere un impulso producto del desprendimiento de la cuerda.