



TAREAS

- Comprobación de la proporcionalidad entre la frecuencia de rotación f_R del disco rotante y el tiempo T_p de una precesión del giroscopio y determinación del momento de inercia a partir del registro gráfico $f_R(T_p)$.
- Comprobación de la proporcionalidad entre la frecuencia de rotación f_R y la frecuencia de nutación f_N por medio de un registro gráfico $f_N(f_R)$ resp. de los tiempos correspondientes $T_R(T_N)$.

OBJETIVO

Estudio experimental de la precesión y de la nutación de un giroscopio y determinación del momento de inercia

RESUMEN

Además de su movimiento de rotación, un giroscopio realiza un movimiento de precesión y uno de nutación, dependiendo de si una fuerza externa y por lo tanto un momento angular externo actúa sobre su eje de rotación o si el eje de rotación del giroscopio, girando serenamente, experimenta una desviación de su posición de equilibrio, siendo el período de precesión inversamente proporcional al período de rotación y el período de nutación directamente proporcional al período de rotación. La dependencia del período de precesión del período de rotación permite la determinación del momento de inercia del disco en rotación.

EQUIPO REQUERIDO

Número	Aparato	Artículo N°
1	Giroscopio	1000695
2	Puerta fotoeléctrica	1000563
1	Diodo láser, rojo	1003201
1	3B NETlog™ (230 V, 50/60 Hz)	1000540
	3B NETlog™ (115 V, 50/60 Hz)	1000539
1	3B NETlab™	1000544
3	Pie soporte, 3 patas, 150 mm	1002835
3	Nuez universal	1002830
3	Varilla de soporte, 750 mm	1002935

2

FUNDAMENTOS GENERALES

Un giroscopio es un cuerpo rígido que gira alrededor de un eje fijado en un punto. Si una fuerza externa actúa sobre el eje, el momento angular provoca una variación del impulso angular. El giroscopio se mueve entonces en la dirección perpendicular al eje de la figura y perpendicular a la fuerza actuante. A este movimiento se le denomina precesión. Si a un giroscopio que gira serene-

namente se le golpea en contra de su eje de rotación, éste realiza movimientos de volcado basculares, a los cuales se le llama nutación. En general estos dos movimientos se superponen.

En el experimento se utiliza un giroscopio cuyo disco grande rota con rozamiento mínimo alrededor de un eje de rotación fijado en un punto de apoyo. Una masa contraria está ajustada de tal forma que el punto de apoyo concuerda con el centro de gravedad. Si el giroscopio se encuentra en equilibrio y el disco se pone en rotación, sobre él actúa un impulso angular L :

$$(1) \quad L = I \cdot \omega_R$$

I : Momento de inercia, ω_R : Velocidad angular

El momento de inercia del disco en rotación se da por medio de:

$$(2) \quad I = \frac{1}{2} M \cdot R^2$$

M : Masa del disco, R : Radio del disco

Si se carga el eje de rotación con una masa adicional m , en esta forma se tiene una variación del impulso angular generada por el momento angular τ introducido por la masa adicional:

$$(3) \quad \tau = m \cdot g \cdot r = \frac{dL}{dt}$$

r : Distancia del punto de apoyo del eje de rotación hasta el punto de acción de la masa adicional

El eje de rotación se mueve, según la Fig. 2 un ángulo dado por

$$(4) \quad d\varphi = \frac{dL}{L} = \frac{m \cdot g \cdot r \cdot dt}{L}$$

y realiza una precesión. De ello se deduce la velocidad angular del movimiento de precesión:

$$(5) \quad \omega_p = \frac{d\varphi}{dt} = \frac{m \cdot g \cdot r}{L} = \frac{m \cdot g \cdot r}{I \cdot \omega_R}$$

y con $\omega = 2\pi/T = 2\pi f$:

$$(6) \quad \frac{1}{T_R} = f_R = \frac{m \cdot g \cdot r}{I} \cdot T_p$$

Si el disco giratorio se pone en rotación sin un momento angular adicional externo y se golpea leve y lateralmente al eje de rotación, el giroscopio realiza movimientos de nutación. La velocidad angular de nutación es en este caso directamente proporcional a la velocidad angular de rotación:

$$(7) \quad \omega_N = C \cdot \omega_R \quad \text{o} \quad T_R = C \cdot T_N$$

C : Constante

En el experimento, los movimientos de rotación, precesión y nutación se captan con puertas fotoeléctricas y el desarrollo temporal de los impulsos se registra y representa por medio del 3B NETlog™ y del 3B NETlab™.

EVALUACIÓN

Los períodos de rotación, precesión y nutación se determinan por medio de los desarrollos temporales registrados para los impulsos. De acuerdo con la ecuación (6) el período de precesión es inversamente proporcional al período de rotación y de acuerdo con la ecuación (7) el período de nutación es directamente proporcional al período de rotación. En los diagramas correspondientes, por lo tanto, los valores de medida se encuentran en una recta que pasa por el origen. De la pendiente de una recta adaptada a los puntos de medida $f_R(T_p)$ se puede determinar experimentalmente el momento de inercia del disco en rotación del giroscopio y por medio de la ecuación (2) compararlo con el valor calculado teóricamente.

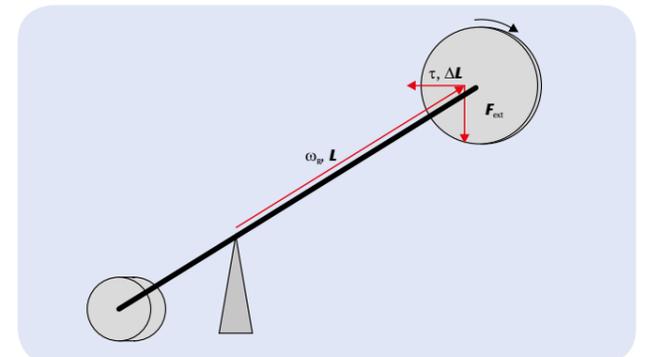


Fig. 1: Dibujo esquemático del giroscopio para la precesión

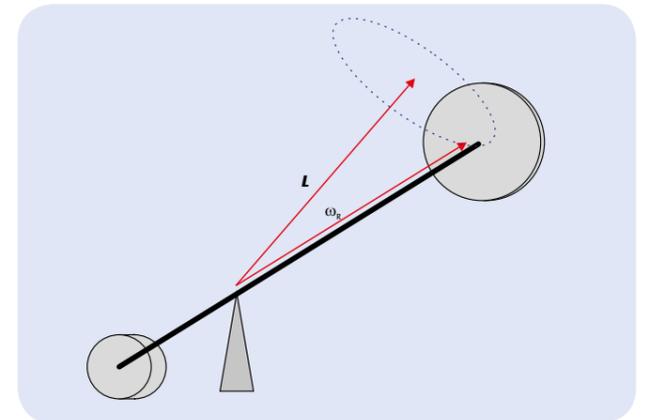


Fig. 2: Dibujo esquemático del giroscopio para la nutación

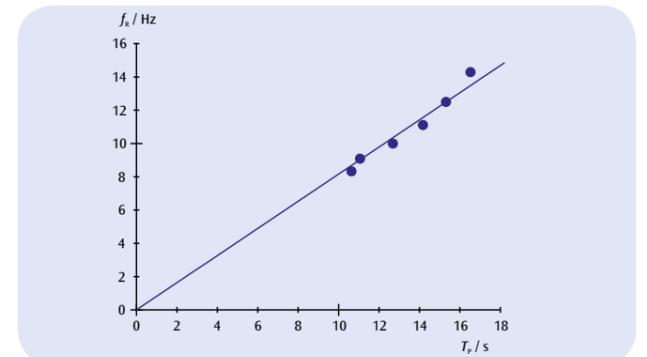


Fig. 3: Frecuencia de rotación f_R del disco en rotación en dependencia del tiempo de precesión T_p

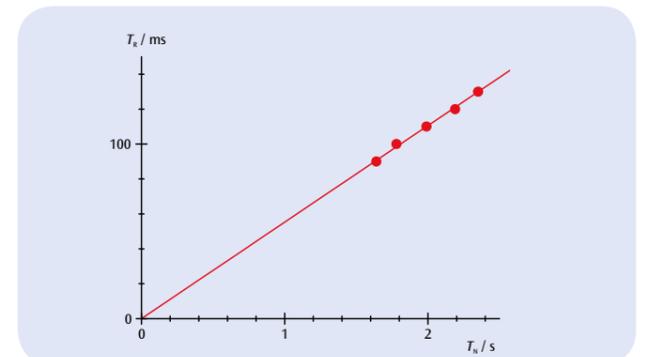


Fig. 4: Tiempo de rotación T_R en dependencia del tiempo de nutación T_N