



FUNZIONI

- Conferma della proporzionalità tra la frequenza di rotazione f_R del disco e il tempo T_p di una precessione del giroscopio e determinazione del momento d'inerzia dall'applicazione grafica $f_R(T_p)$.
- Conferma della proporzionalità tra la frequenza di rotazione f_R e la frequenza di nutazione f_N tramite l'applicazione grafica $f_N(f_R)$, ovvero dei tempi corrispondenti $T_R(T_N)$.

SCOPO

Analisi sperimentale della precessione e nutazione di un giroscopio e determinazione del momento d'inerzia.

RIASSUNTO

Un giroscopio compie un moto di precessione e nutazione oltre al suo moto di rotazione, secondo se una forza esterna e quindi un ulteriore momento torcente ha un effetto sull'asse di rotazione oppure l'asse di rotazione del giroscopio che ruota a un basso numero di giri è sottoposto a una deviazione dalla sua posizione di equilibrio. Inoltre, il periodo di precessione è inversamente proporzionale al periodo di rotazione e il periodo di nutazione è direttamente proporzionale al periodo di rotazione. La dipendenza del periodo di precessione dal periodo di rotazione consente la determinazione del momento d'inerzia del disco rotante.

APPARECCHI NECESSARI

Numero	Apparecchio	Cat. n°
1	Giroscopio	1000695
2	Fotocellula	1000563
1	Diodo laser, rosso	1003201
1	3B NETlog™ (230 V, 50/60 Hz)	1000540
	3B NETlog™ (115 V, 50/60 Hz)	1000539
1	3B NETlab™	1000544
3	Base di supporto, 3 gambe, 150 mm	1002835
3	Manicotto universale	1002830
3	Asta di supporto, 750 mm	1002935

BASI GENERALI

Un giroscopio è un corpo rigido che ruota attorno ad un asse fissato in un punto fisso. Se sull'asse interviene una forza esterna, il momento torcente modifica il momento cinetico. Il giroscopio si muove quindi in direzione verticale rispetto all'asse del corpo e alla forza incidente. Questo movimento viene definito precessione. Se un giroscopio che ruota a un basso numero di giri riceve un

urto contro il suo asse di rotazione, compie movimenti basculanti, chiamati nutazione. Generalmente, questi movimenti si sovrappongono.

Nell'esperimento viene utilizzato un giroscopio il cui disco grande ruota a basso attrito intorno a un asse di rotazione posto in punto di contatto. Una massa contraria viene regolata in modo che il punto di contatto coincida con il baricentro. Se il giroscopio si trova in equilibrio e il disco viene messo in rotazione, agisce un momento cinetico costante L :

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

I : Momento d'inerzia, ω_R : Accelerazione angolare

Il momento d'inerzia del disco rotante del giroscopio viene dato da:

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

M : Massa del disco, R : Raggio del disco

Se l'asse di rotazione viene gravato da una massa supplementare m , allora il momento torcente provocato da un carico aggiuntivo causa τ una modifica del momento cinetico:

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

r : Distanza del punto di supporto dell'asse di rotazione dal punto di applicazione della massa supplementare

L'asse di rotazione ruota quindi secondo la fig. 2 intorno all'angolo

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

e con movimento di precessione. Ne consegue quindi per l'accelerazione angolare del moto di precessione:

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

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

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

Se il disco di rotazione viene messo in rotazione senza un ulteriore momento torcente esterno e l'asse di rotazione viene urtato leggermente di lato, il giroscopio compie moti di nutazione. L'accelerazione angolare della nutazione è quindi direttamente proporzionale all'accelerazione angolare della rotazione:

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

C : Costante

Nell'esperimento, il movimento di rotazione, precessione e nutazione viene rilevato con sensori fotoelettrici e i tracciati temporali degli impulsi vengono registrati e rappresentati con l'aiuto di 3B NETlog™ e 3B NETlab™.

ANALISI

I periodi di rotazione, precessione e nutazione vengono definiti tramite i tracciati temporali registrati degli impulsi. Secondo l'equazione (6), il periodo di precessione è inversamente proporzionale al periodo di rotazione e secondo l'equazione (7), il periodo di nutazione è direttamente proporzionale al periodo di rotazione. Nei diagrammi corrispondenti, i valori di misurazione si trovano pertanto su una retta di origine nei limiti della precisione di misurazione. Dall'incremento di una delle rette adattate ai punti di misurazione $f_R(T_p)$, è possibile determinare il momento d'inerzia del disco rotante del giroscopio in maniera sperimentale e confrontarlo con quello calcolato in maniera teorica con l'equazione (2).

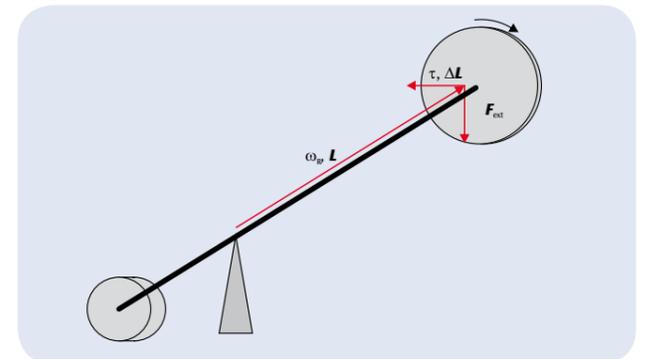


Fig. 1: Schizzo schematico del giroscopio per la precessione

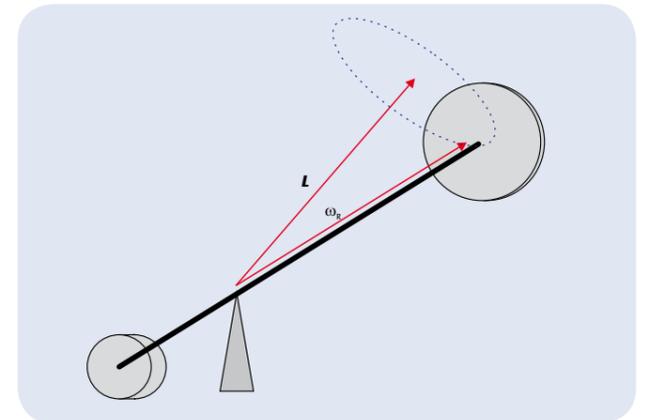


Fig. 2: Schizzo schematico del giroscopio per la nutazione

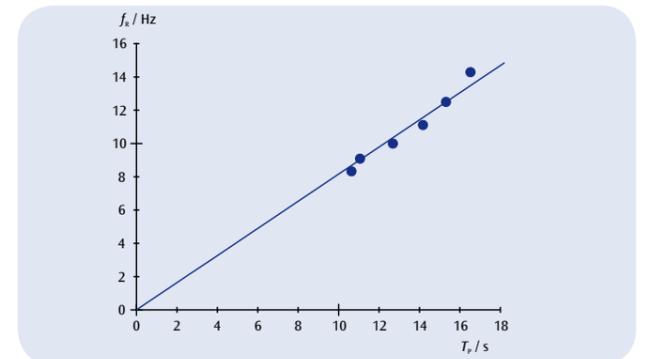


Fig. 3: Frequenza di rotazione f_R del disco di rotazione in relazione al tempo di precessione T_p .

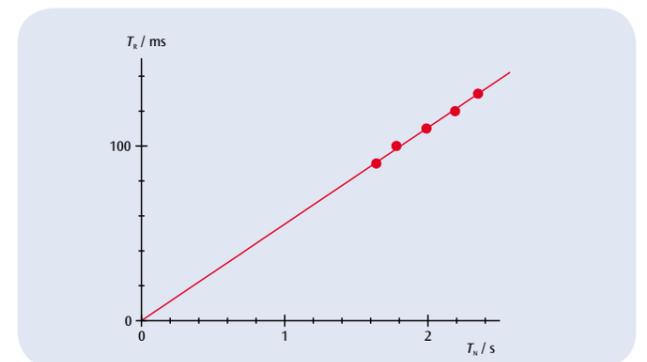


Fig. 4: Tempo di rotazione T_R in relazione al tempo di nutazione T_N .