

هدف از آزمایش

آشنایی با ژيروسکوپ، مشاهده پدیده ژيروسکوپی و تشخیص کوپل ژيروسکوپی بر اساس جهت گردش دیسک و روتور.

تئوری آزمایش

جسمی که حول یک محور تقارن دوران می کند، در برابر تغییر امتداد این محور از خود مقاومت نشان می دهد که به آن اثر ژيروسکوپی گفته می شود.

به عنوان مثالی از پدیده کوپل ژيروسکوپی می توان به چرخش چرخ های خودرو اشاره کرد. هنگامی که خودرو در پیچ دور میزند کوپل ژيروسکوپی ایجاد شده می تواند سبب واژگونی خودرو شود یا در هواپیما با تغییر جهت هواپیما کوپل ژيروسکوپی حاصل از مؤلفه های دورانی سبب بالا رفتن یا پایین آمدن دماغه می شود. همچنین کوپل حاصل از چرخش توربین در کشتی هنگام دور زدن کشتی سبب تاب خوردن آن می شود. با توجه به این پدیده لازم است طراحان کوپل را محاسبه و از اثرات نامطلوب آن جلوگیری کنند. از اثر کوپل ژيروسکوپی در ژيروسکوپ هواپیما برای جهت یابی و تعیین جهت حرکت استفاده می شود.

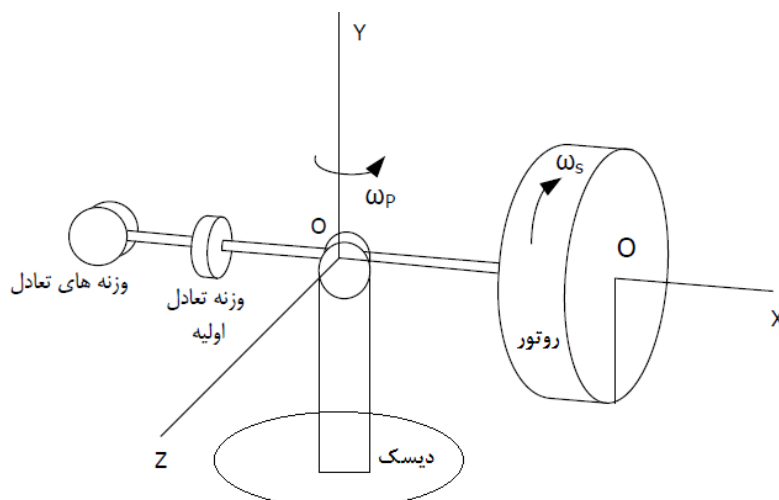
در این آزمایش ما دیسکی داریم که دارای سرعت زاویه ای ω_p حول محور مشخصی (در شکل (۱) محور Y) است، با چرخش دیسک و همچنین روتور متصل به آن که با سرعت ω_s حول محور X مشخص شده در شکل (۱) در حال دوران می باشد، کل روتور بر اثر خاصیت ژيروسکوپی تمایل به چرخش حول محور سومی که عمود بر دو محور قبلی می باشد، را دارد که در اینجا محور Z می باشد.

حال برای مومنوم زاویه ای دیسک در جهت Y داریم:

$$H_o = I\omega \quad (1)$$

بنابراین کوپل ژيروسکوپ با توجه به شکل (۱) به صورت زیر می باشد:

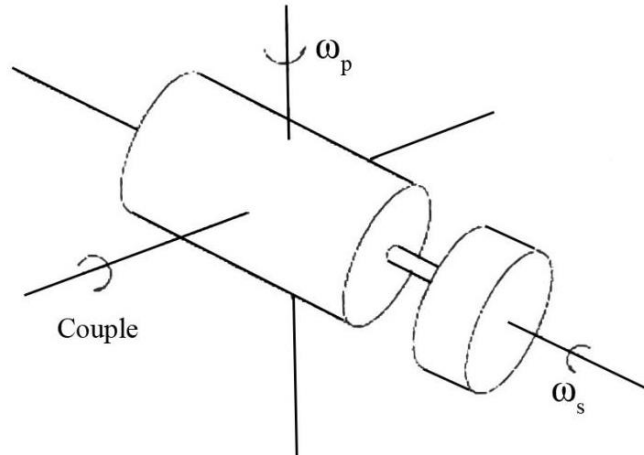
$$T_o = I\omega_s\omega_p \quad (2)$$



شکل ۱: نمای شماتیک دستگاه ژيروسکوپ

با توجه به معادله (۲) می توان کوپل را محاسبه کرد.

در این رابطه I ممان اینرسی جسم دوران کننده است. بردار کوپل، عمود بر دو بردار سرعت زاویه ای ω_p و ω_s است. اصطلاحاً به ω_p سرعت پیشروی میگویند. در آزمایش ژيروسکوپ برای خنثی کردن این کوپل پیچشی از گشتاور ایجاد شده توسط وزنه ها استفاده می شود و در نهایت محور ژيروسکوپ چرخان در تعادل قرار می گیرد. (شکل ۲)



شکل ۲: کوپل ژيروسکوپی

روش انجام آزمایش

مرحله اول

ابتدا برای بدست آوردن گشتاور اینرسی جرمی روتور دستگاه، از روش بایفیلار استفاده می کنیم. برای بدست آوردن ممان اینرسی یک قطعه مکانیکی در راستای محوری خاص این روش بکار می رود که در آن قطعه از دو آویز مطابق شکل (۳) آویزان شده و به نوسان پیچشی واداشته می شود. برای این کار روتوری را که در کنار دستگاه واقع شده است را از دو نخ در مکان مشخص شده آویزان کرده، سپس انحراف کمی به آن می دهیم و مدت زمان ۲۰ نوسان را اندازه گیری می کنیم.

اگر جرم روتور M ، طول ریسمان برابر L و فاصله آن ها d باشد، در این صورت معادله حرکت دورانی روتور به شکل ذیل است:

$$\sum M = I\alpha \rightarrow I\ddot{\theta} = \frac{Mgd^2\theta}{L} \quad (3)$$

که یک حرکت هارمونیک ساده بوده و پریود آن برابر است با:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{IL}{mgd^2}} \quad (4)$$

بنابراین ممان اینرسی مجموعه برابر است با:

$$I = \frac{Mgd^2T^2}{4\pi^2L} \quad (5)$$