



دستور کار دستگاه ژيروسکوپ

SGA-60

شرکت طراحی مهندسی سنتام

تهیه و تنظیم: واحد پشتیبانی

زمستان ۹۷

www.santamco.com

SANTAM

ENG.DESIGN CO.LTD.

کارخانه: تهران کیلومتر ۵ جاده قدیم کرج، خیابان صنایع فلزی، بلوار ۱۷ شهرپور، پرسی گاز شمالی،
نبش کوچه وزین، پ ۱۲

صندوق پستی : ۱۳۸۶۵/۴۳۶

تلفن : ۶۶۸۱۴۴-۶۶۸۱۴۴۹۷-۶۶۸۱۴۴۹۷-۶۶۸۰۶۳۹۷ (+۹۸۲۱)

فاکس : ۶۶۸۱۶۵۸۱ (+۹۸۲۱)

پست الکترونیک : info@santamco.com

وب سایت : www.santamco.com

(حق چاپ و کپی برداری محفوظ و مخصوص شرکت سنتام میباشد)

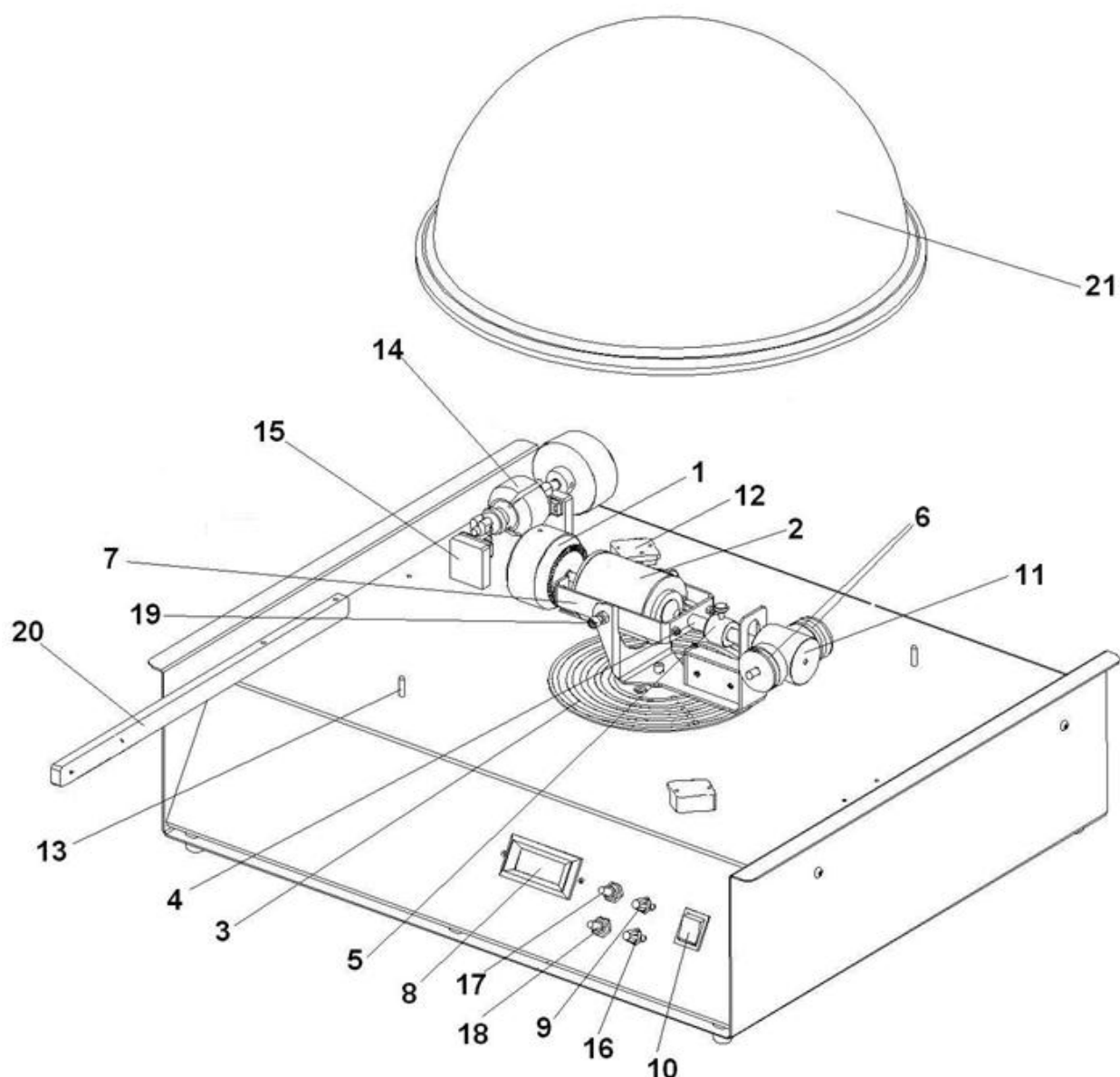
فهرست

۱.....	بخش‌های اصلی و شرح دستگاه
۳.....	تئوری آزمون
۴.....	روش بایفیلار
۶.....	روش انجام آزمون
۱۱.....	جهت کوپل ژيروسکوپ
۱۲.....	شرایط نگهداری دستگاه

بخش‌های اصلی و شرح دستگاه

بخش‌های اصلی با توجه به شکل ۱ به شرح زیر می‌باشند:

- | | |
|---------------------|--------------------------|
| ۱- دیسک | ۲- روتور دیسک |
| ۳- صفحه لغزان | ۴- بازوی بالانس |
| ۵- قطعه بالانس | ۶- وزنه ی بالانس |
| ۷- جیمبال | ۸- نمایشگر |
| ۹- ولوم دور روتور | ۱۰- کلید OFF-ON |
| ۱۱- جایگاه وزنه | ۱۲- میکروسوییچ |
| ۱۳- گیره حفاظ | ۱۴- نمونه بایفیلار |
| ۱۵- پایه بایفیلار | ۱۶- ولوم لغزان |
| ۱۷- سویچر دور روتور | ۱۸- سویچر دور لغزان |
| ۱۹- لولای جیمبال | ۲۰- جایگاه آویز بایفیلار |
| ۲۱- حفاظ شیشه ای | |



شکل ۱: اجزای دستگاه ژيروسکوپ.

مشخصات محاسباتی دستگاه:

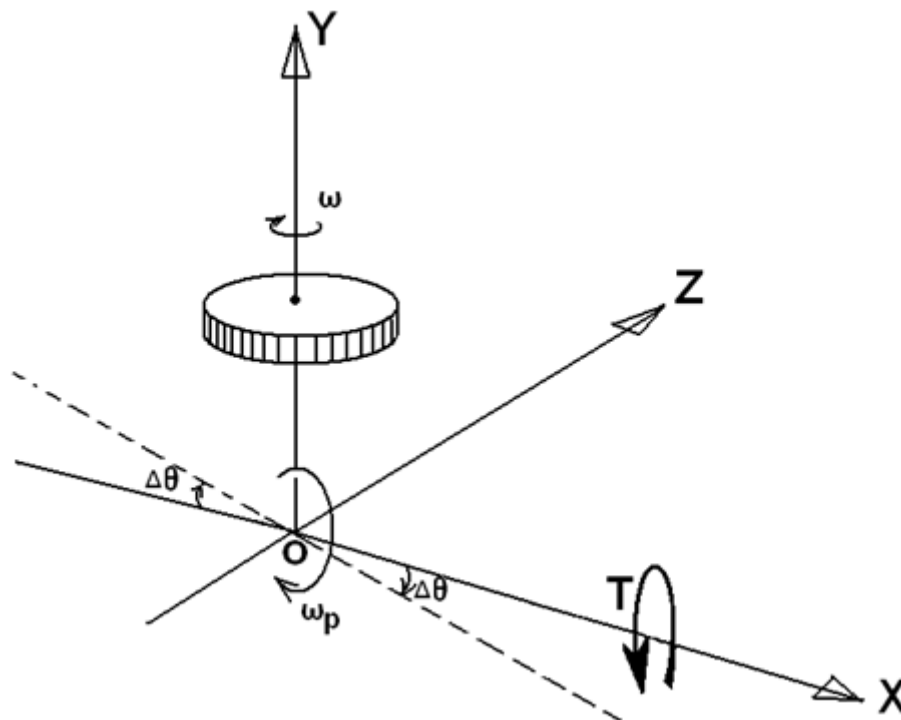
- ۱- جرم مجموعه بایفیلار (m) که با استفاده از ترازو اندازه گیری می شود.
- ۲- فاصله ی بین دو آویز بایفیلار $(2R) = 70$ میلی متر.
- ۳- فاصله ی مرکز جرم وزنه ها تا لولای جیمبال $= 164,5$ میلی متر.
- ۴- وزنه های بالانس = ۲۵ گرم، ۵۰ گرم و ۱۰۰ گرم (از هر وزنه ۲ عدد موجود می باشد)

تئوری آزمون

محاسبه کوپل

امروزه ژيروسکوپها کاربرد زیادی در صنایع، به خصوص در سیستمهای ناوبری کشتیها، هواپیما و... دارا میباشند که در اینجا با توجه به ماهیت آموزشی دستگاه، به روابط حاکم و معادلات دینامیک و پارامترهای این ابزار میپردازیم.

یک ژيروسکوپ مطابق شکل زیر دارای ممان اینرسی I برحسب (Kg m^2) می باشد و همچنین به ترتیب در دو جهت Y و Z دارای سرعت دورانی ω بر حسب (rad/s) و ω_p (rad/s) می باشد. از طرفی برای مومنتوم زاویه ای دیسک در جهت Y داریم:



شکل ۲: دستگاه مختصاتی ژيروسکوپ

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

بنابراین کوپل ژيروسکوپیک با توجه به شکل ۲، از رابطه ی زیر به دست می آید:

$$T_o = I\omega \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \rightarrow T_o = I\omega\omega_p \quad (2)$$

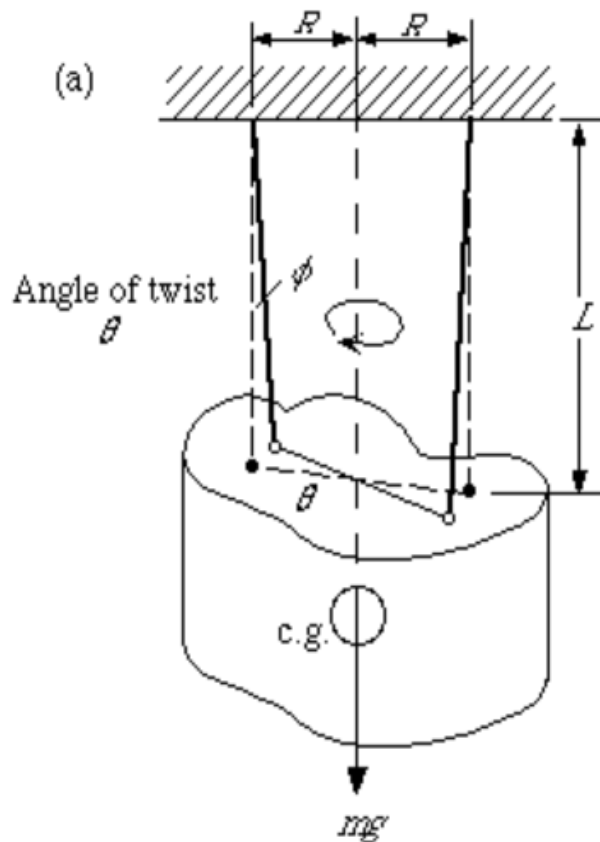
می‌بینیم که کوپل T_0 مطابق شکل ۲ در جهت X و در جهت خلاف عقربه‌ی ساعت بر روی دیسک اعمال می‌گردد که این نیرو می‌بایست در طراحی سیستم‌ها در نظر گرفته شود.

روش بایفیلار

برای به دست آوردن ممان اینرسی یک قطعه مکانیکی در راستای محوری خاص این روش به کار می‌رود که در آن قطعه از دو آویز مطابق شکل زیر آویزان شده و حول محور مورد نظر به نوسان پیچشی واداشته می‌شود.

اگر طول آویزها L ، زاویه‌ی انحراف آویز ϕ ، زاویه پیچش قطعه θ و فاصله‌ی دو آویز از یکدیگر $2R$ باشد، آنگاه از معادلات سیستم خواهیم داشت (شکل ۳):

$$R\theta = L\phi(3)$$



شکل ۳: دوران یک جزء حول محوری خاص

برای معادله ارتعاشی داریم:

$$M_o = I\ddot{\theta} \rightarrow \frac{mgR^2\theta}{L} = I\ddot{\theta} \quad (4)$$

با مرتب کردن معادله بالا:

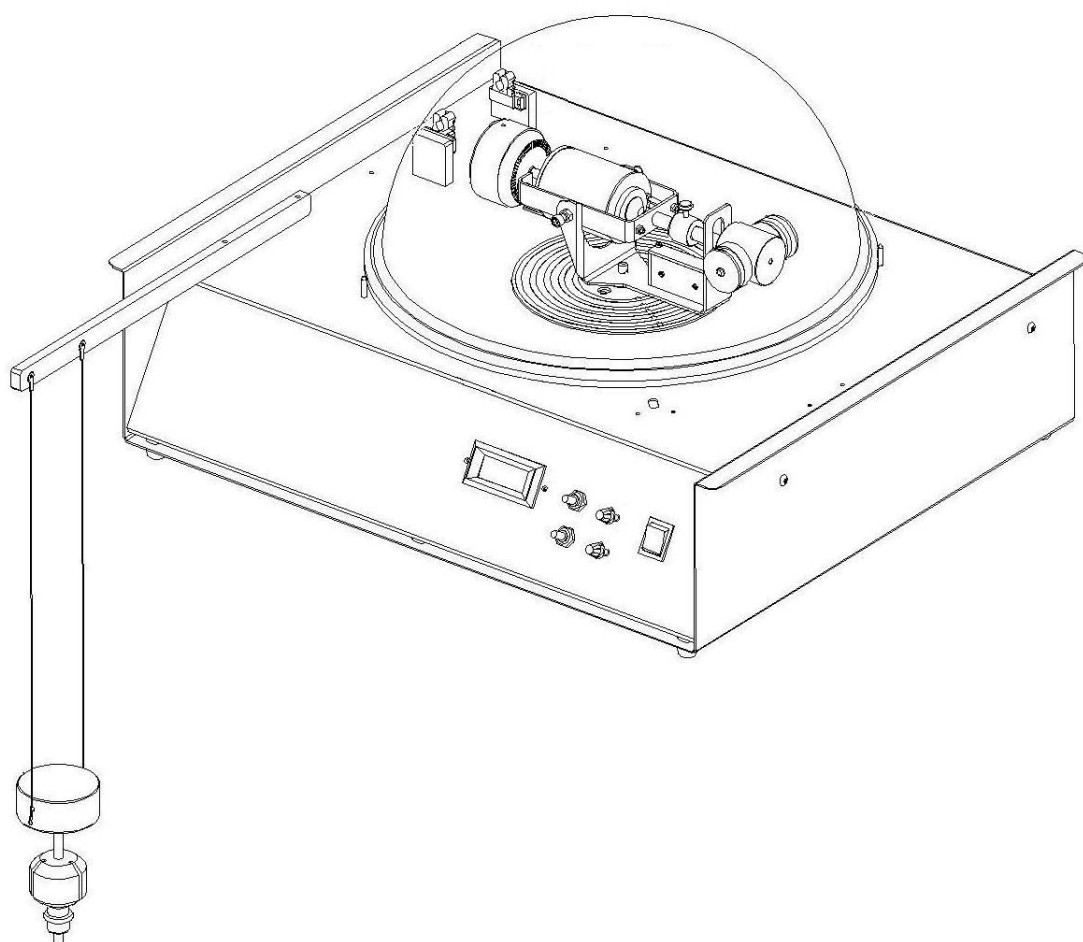
$$\ddot{\theta} + \frac{mgR^2\theta}{IL} = 0 \quad (5)$$

حال از دوره تناوب T این سیستم ارتعاشی میتوان ممان اینرسی قطعه را به دست آورد:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{IL}{mgR^2}} \rightarrow I = \frac{mgR^2T^2}{4\pi^2L} \quad (6)$$

روش انجام آزمون

نخست مجموعه‌ی بایفیلار که از دیسک و روتور تشکیل شده است را با دو پیچ به جایگاه آویز بایفیلار (مطابق شکل ۴) وصل می‌کنیم. سپس مجموعه بایفیلار به کمک دست حول محور گذرنده بین دو آویز چند درجه منحرف می‌شود و رها می‌گردد تا به نوسان درآید. با رکورد زمان مربوط به تعداد نوسان‌های کامل (معمولا ۲۰ نوسان) دوره‌ی تناوب T به دست می‌آید. آنگاه با جای‌گذاری پارامتر و اندازه‌ها در فرمول (۶) مقدار ممان اینرسی مجموعه روتور و دیسک محاسبه می‌شود.



شکل ۴: ابزار و نحوه بستن مجموعه‌ی بایفیلار جهت به دست آوردن ممان آن

۱- در این مرحله پیش از بستن وزنه‌ها بر روی جایگاه وزنه می‌بایست بازوی بالانس در وضعیت تعادل قرار گیرد. بدین منظور قطعه‌ی تعادل را بر روی بازوی بالانس آنقدر جابه‌جا می‌کنیم تا بازو به طور الاکلنگی در حالت تعادل قرار گیرد. در ادامه وزنه‌ها بر روی جایگاه وزنه به صورت پیچی بسته می‌شوند که در نتیجه آن بازوی بالانس به طور الاکلنگی به سمت وزنه‌ها می‌چرخد.

۲- حال جهت ایمنی می‌بایست حفاظ شیشه‌ای بین گیره حفاظ و میکروسوییچ قرار گیرد به طوری که این تماس میکروسوییچ را فعال نماید. (نکته: در صورتی که میکروسوییچ با قرار گیری حفاظ فعال نشود ولوم لغزان عمل نخواهد کرد). برای ورود برق به دستگاه دکمه‌ی OFF-ON زده می‌شود تا نمایشگر دور روتور و دیگر بخش‌ها فعال شود (شکل ۴).

۳- برای راه‌اندازی دستگاه نخست می‌بایست جهت سویچ‌های روتور و لغزان را تنظیم نمود که برای این کار کافیسیت اپراتور مقابل نمایشگر دستگاه بایستد و هر دو سویچ‌ها در جهت راست تنظیم نماید.

۴- در ادامه کار به آرامی ولوم دور روتور را می‌چرخانیم تا دور روتور افزایش یابد. از طرفی برای ایجاد کوپل ژيروسکوپ بر روی وزنه‌ها نیاز است که مجموعه هم‌زمان حول محور لغزان دوران نماید. بنابراین ولوم لغزان پیچانده می‌شود تا روتور علاوه بر چرخش حول محور خود در صفحه‌ی دیگر حول لغزان بچرخد. این کار آنقدر ادامه پیدا می‌کند تا در اثر کوپل ژيروسکوپ، وزنه‌های بالانس حول لولای جیمبال بلند شوند.

۵- جهت محاسبات تست، اپراتور به محض دیدن جابه‌جا شدن وزنه‌ها می‌بایست سرعت روتور را از روی نمایشگر یادداشت نماید. برای کمیت دیگر یعنی سرعت دورانی لغزان، به دلیل ثابت بودن می‌توان مقدار آن را به کمک یک کورنومتر به دست آورد.

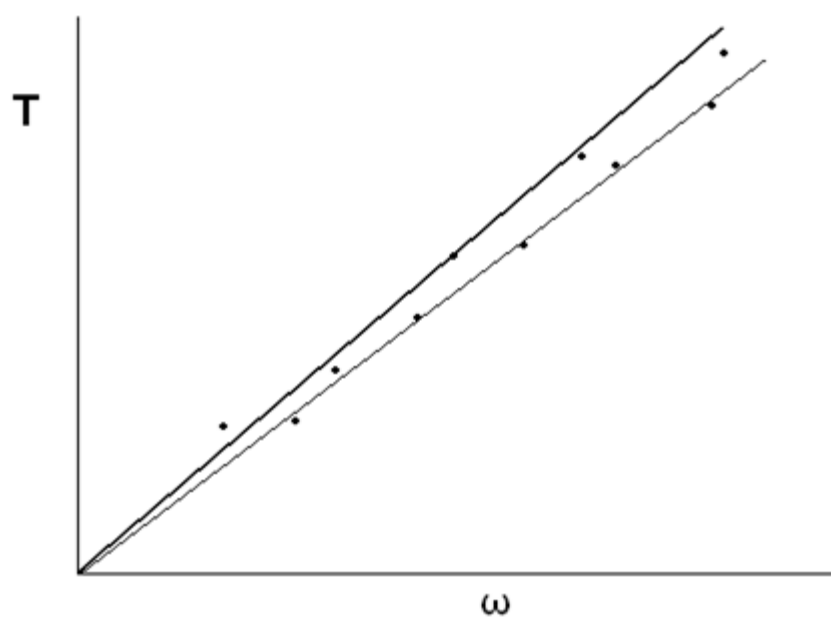
۶- حال با داشتن سرعت‌ها و ممان اینرسی و با جای‌گذاری در فرمول (۲) مقدار کوپل ژيروسکوپ محاسبه می‌شود. در مرحله‌ی بعد این کوپل با مقدار کوپل ناشی از وزنه‌ها مقایسه می‌شود. برای محاسبه‌ی کوپل وزنه‌ها کافیهست مقدار نیروی گرانش وزنه‌ها در طول بازوی اعمال آن نسبت به لولای جیمبال (۱۶۴,۵ میلی‌متر) ضرب گردد.

۷- پس از انجام آزمون برای وزنه‌های بالانس متفاوت، نیاز است جهت نتیجه‌گیری آن‌ها را در جدول پایین لیست نمود.

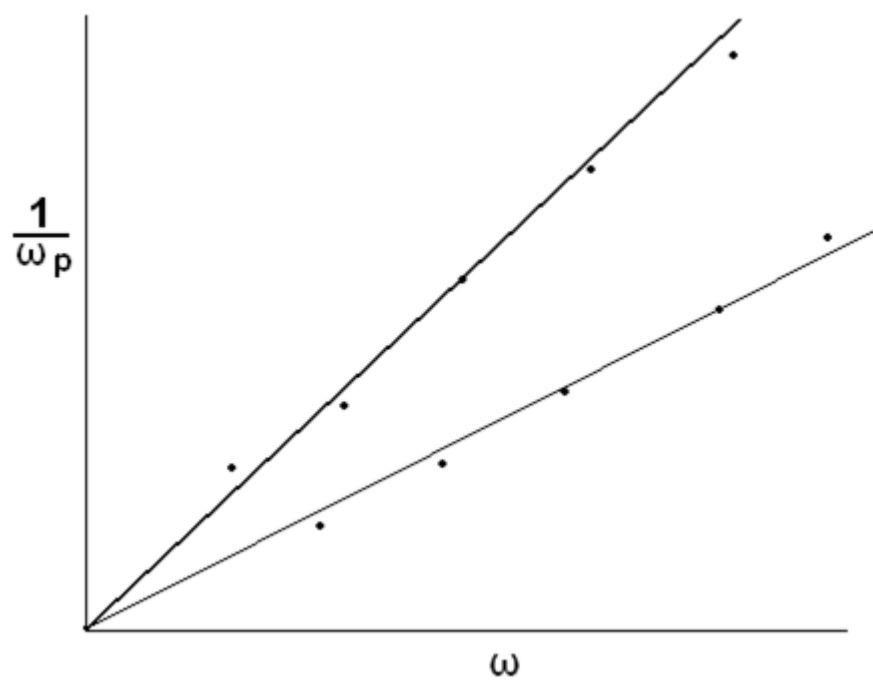
۸- همچنین از نتایج به دست آمده می‌توان با رسم گراف‌هایی مانند شکل‌های ۵, ۶, ۷، خطی بودن روابط را تحقیق نمود. گراف‌ها بر حسب سرعت روتور-کوپل، سرعت لغزان-کوپل و سرعت روتور-عکس سرعت لغزان رسم می‌گردند.

جدول ۱: نتایج آزمون برای وزن‌های مختلف

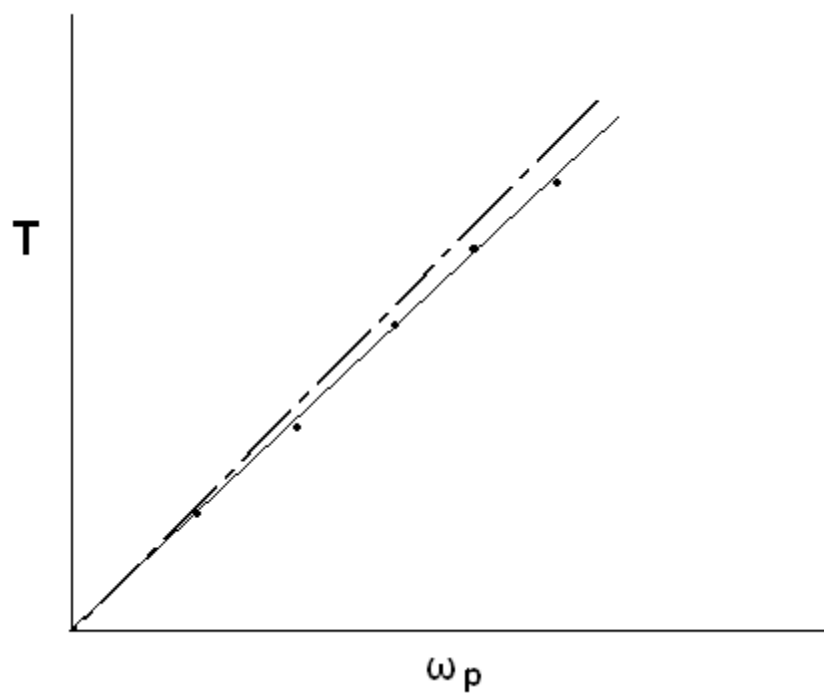
وزنه های بالانس (gr)	کوپل ژيروسکوپیک (N.m)	سرعت روتور		سرعت لغزان		$\frac{1}{\omega_p}$	
		(rev/min)	(rad/s)	(rev/min)	(rad/s)	(s/rad)	
۵۰							
۱۰۰							
۲۰۰							



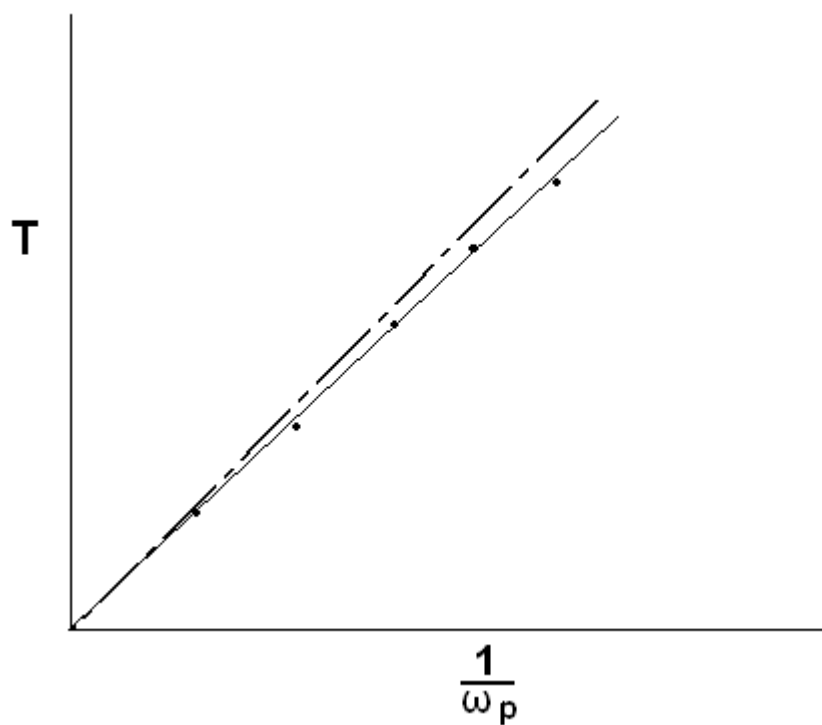
شکل ۵: نمودار سرعت روتور- کوپل



شکل ۶: گراف سرعت روتور-عکس سرعت لغزان



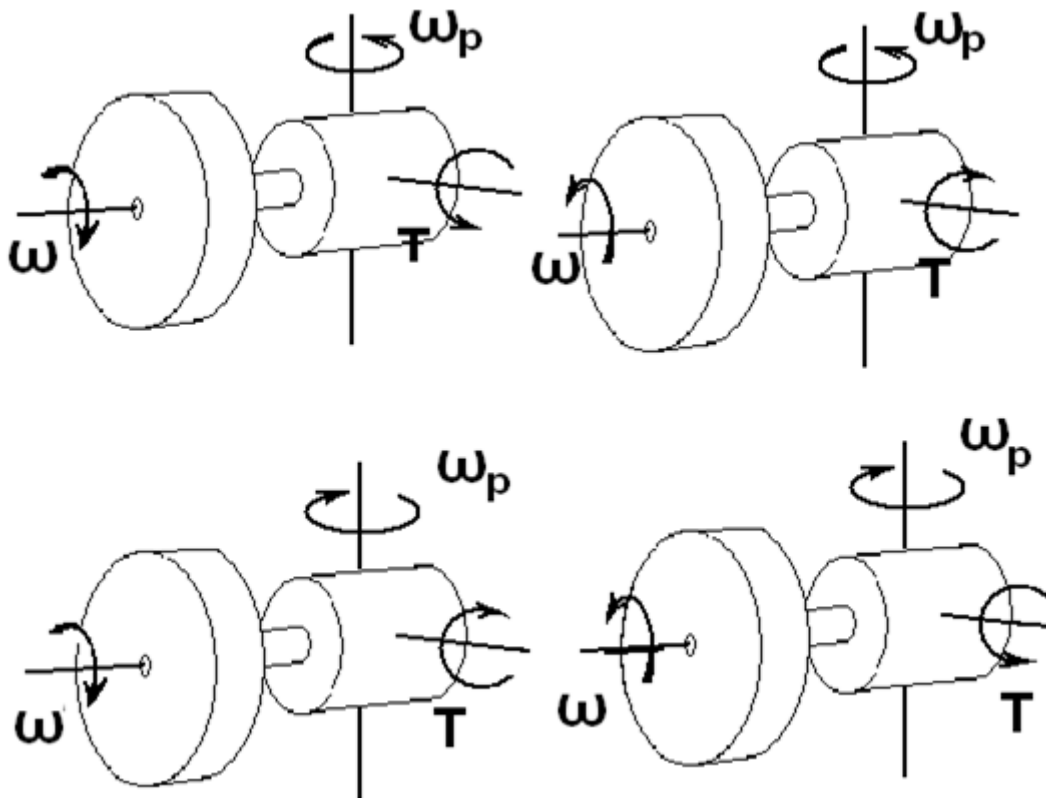
شکل ۷: گراف سرعت لغزان- کوپل



شکل ۸: گراف عکس سرعت لغزان- کوپل

جهت کوپل ژيروسکوپ

از طرفی با توجه به جهت چرخش روتور و لغزان چهار حالت کوپل ژيروسکوپی T مطابق شکل ۸ برای سیستم امکان پذیر می باشد. بنابراین برای ایجاد حالت های زیر جهت چرخش روتور ω و لغزان ω_p مطابق تصویر زیر تنظیم می گردد که برای دسترسی به این شرایط می بایست سوییچهای لغزان و روتور در جهت های مناسب تنظیم شوند.



شکل ۹: حالت های ممکن برای کوپل ژيروسکوپی

پرسش ها:

۱- مقدار کوپل تئوری و تجربی محاسبه و مقایسه نمایید و دلایل اختلاف را نام ببرید.

۲- نتایج آزمون بالا را برای وزنه های بالانس مختلف به دست آورید.

۳- چند مورد از کاربردهای نیروی ژيروسکوپیک را در صنعت نام ببرید.

شرایط نگهداری دستگاه

درجه حرارت مناسب (15°C تا 40°C)

رطوبت 90 تا 10 درصد بدون تقطیر

حتماً در جای مسقف قرار گیرد و از بارش باران و برف محافظت شده باشد.

عدم وجود گرد و غبار

عدم تابش مستقیم نور خورشید

عدم رطوبت زیاد و محیط خورنده

عدم وجود باد