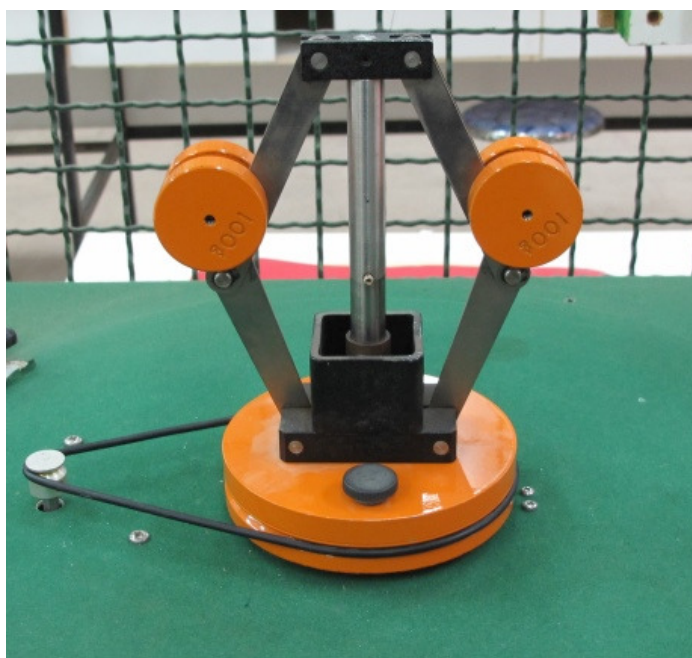




آزمایش شماره ۵ گاورنر



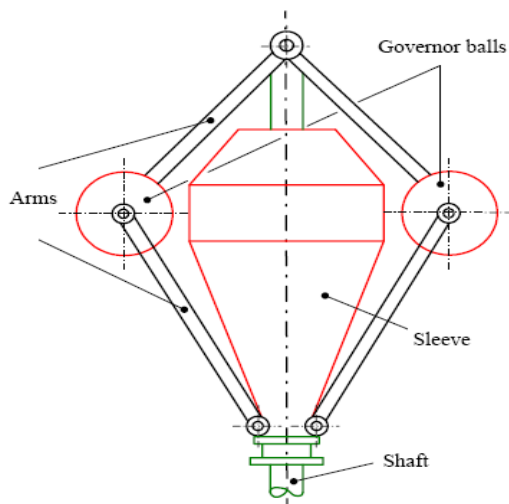


هدف

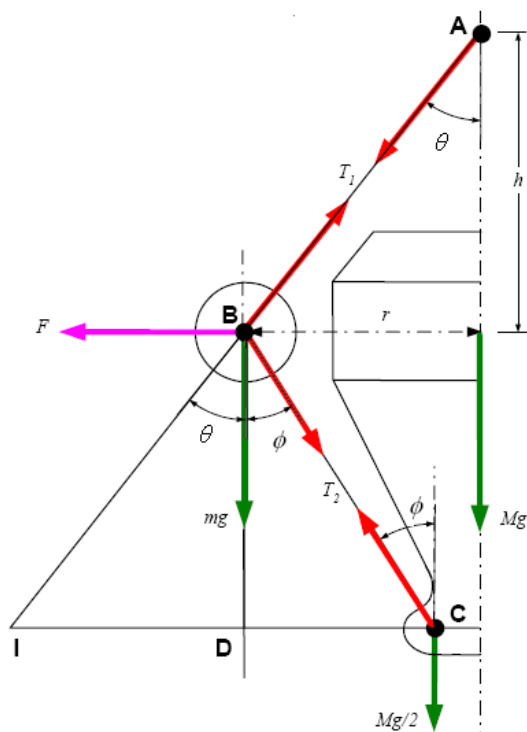
بررسی عوامل موثر بر رفتار گاورنر

تئوری آزمایش و روش انجام آن

گاورنر یک مکانیزم ساده مکانیکی است که در دستگاه‌های مختلف از قبیل توربین‌ها و دیزل ژنراتورها برای کنترل دور بکار می‌رود. در این آزمایش رفتار دو نوع گاورنر به نام‌های پورتر (Porter) و پروئل (Proell) که از معروفترین انواع گاورنر می‌باشند، بررسی و تأثیر عوامل مختلف بروی عملکرد آن‌ها اندازه‌گیری و تحلیل می‌گردد. برای راه اندازی و ثبت نتایج، ابتدا گاورنر مربوطه را در محفظه شیشه‌ای قرار داده، سپس با روشن کردن دستگاه، دوران را بسیار آرام و پیوسته افزایش دهید. با افزایش دور، قسمت متحرک گاورنر (Sleeve) روی محور مدرج خود شروع به بالا رفتن می‌کند. این محور بوسیله خطوطی به فاصله ۴ میلیمتر در طول ۲۴ میلیمتر مدرج شده است. با گذشتن اسلیو از هر یک از خطوط، مقدار دور را از روی دستگاه تاکومتر بخوانید. طرز استفاده از این وسیله به این صورت است که درجه تنظیم را روی یکی از اعداد (۱۰/۳ و ۱۰۳ و ۱۰) تنظیم کرده و مقادیر روی صفحه در قسمت بالای عقربه بر حسب ۱ و ۱۰ و پایین آن بر اساس ۰/۳ و ۳ می‌باشد که باید این اعداد را در ۱۰۰۰ ضرب کرد. همچنین برای کاهش دور، مراحل مشابه حالت قبل انجام داده و نتایج را ثبت کنید. این آزمایش را برای گاورنرهای پورتر و پروئل در سه حالت بدون ساچمه، ۲۰ ساچمه و ۴۰ ساچمه تکرار کنید و نتایج بدست آمده را در جدول مربوطه ثبت کنید.



شکل (۵-۱): گاورنر پورتر



شکل (۲-۵): نیروهای وارد بر گاورنر پورتر

الف) گاورنر پورتر

دیagram نیروهای وارد بر گاورنر پورتر در شکل (۲-۵) نشان داده شده است. با گشتاورگیری حول تکیه گاه A به رابطه (۱-۵) دست خواهیم یافت.

$$mgr - Fh + T_2 h \sin \phi + T_2 r \cos \phi = 0 \quad (۱-۵)$$

با توجه به آنکه $F = mr\omega^2$ و $T_2 \cos \phi = \frac{1}{2}Mg$ خواهیم داشت:

$$mgr - mr\omega^2 h + \frac{1}{2}Mg \tan \phi \cdot h + \frac{1}{2}Mgr = 0 \quad (۲-۵)$$

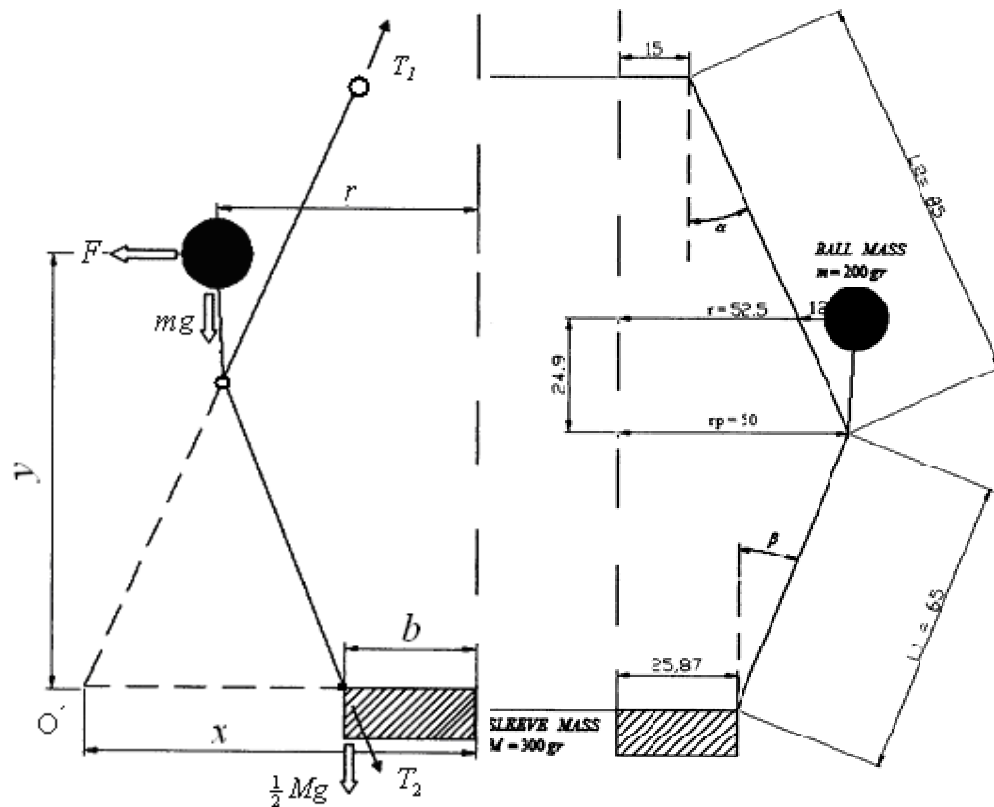
از قرار دادن $r = h \tan \theta$ در رابطه (۲-۵) و ساده سازی آن، رابطه بین سرعت زوایه‌ای دوران و موقعیت هندسی اعضای گاورنر بدست می‌آید:

$$\omega^2 = \frac{g}{h} \left[1 + \frac{1}{2} \frac{M}{m} \left(1 + \frac{\tan \phi}{\tan \theta} \right) \right] \quad (۳-۵)$$



ب) گاورنر پروئل (Proell)

شکل (۳-۵) ابعاد و مشخصات گاورنر پروئل مورد استفاده در آزمایشگاه و نیروهای وارد بر آن را نشان می دهد.



شکل (۳-۵): گاورنر پروئل و نیروهای وارد بر آن

اگر حول نقطه O' گشتاور گیری انجام شود:

$$F \cdot y = mg(x - r) + \frac{1}{2} Mg(x - b) \quad (۴-۵)$$

همچنین با جایگذاری $F = mr\omega^2$ خواهیم داشت:

$$mr\omega^2 y = mg(x - r) + \frac{1}{2} Mg(x - b) \quad (۵-۵)$$

در نتیجه ω تئوری برابر خواهد بود با:

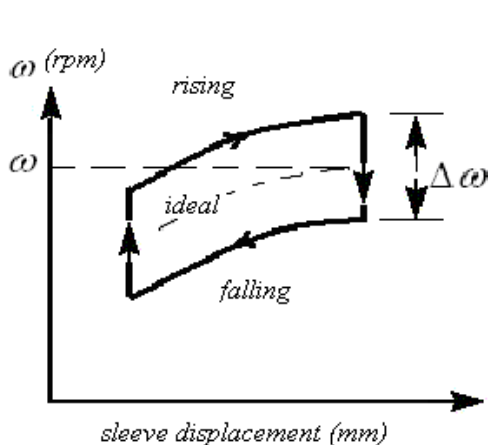
$$\omega^2 = \frac{g}{ry} \left[(x - r) + \frac{1}{2} \frac{M}{m} (x - b) \right] \quad (۶-۵)$$



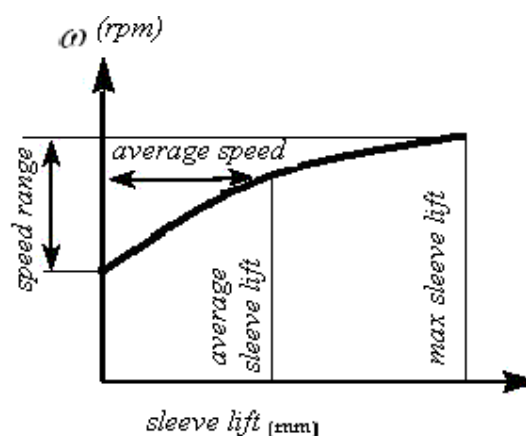
حساسیت گاورنر:

حرکت بیش از حد اسلیو بر اثر تغییر جزئی در سرعت دورانی محور را حساسیت گاورنر می نامند. یک گاورنر حساس در محدوده کوچکی از سرعت دورانی عمل می کند، زیرا با تغییرات جزئی در سرعت، اسلیو به انتها الیه خود می رسد. این گاورنر را اصطلاحاً تکنوا (Isochronous) می نامند که دارای حساسیت فوق العاده زیاد است. با توجه به شکل (۴-۵) حساسیت گاورنر را می توان به صورت رابطه (۷-۵) تعریف کرد.

$$(۷-۵) \quad \text{حساسیت} = \frac{\text{پهنای باند سرعت گاورنر}}{\text{میانگین سرعت محور}}$$



شکل (۵-۵)



شکل (۴-۵)

ناحیه بی احساس:

اگر اصطکاک بین محور و اسلیو در نظر گرفته شود، هنگام افزایش یا کاهش سرعت، وجود نیروی اصطکاک مانع از جابجایی اسلیو می شود. به محدوده‌ای که در آن اسلیو با افزایش یا کاهش سرعت جابجا نمی شود، ناحیه بی احساس گویند. با توجه به شکل (۵-۵) ضریب ناحیه بی احساس برابر است با:

$$(۸-۵) \quad \text{ضریب ناحیه بی احساس} = \frac{\Delta\omega}{\omega}$$

که ω میانگین سرعت زاویه در حالت بالا رفتن و پایین آمدن و $\Delta\omega$ اختلاف آنهاست.

**پایداری گاورنر:**

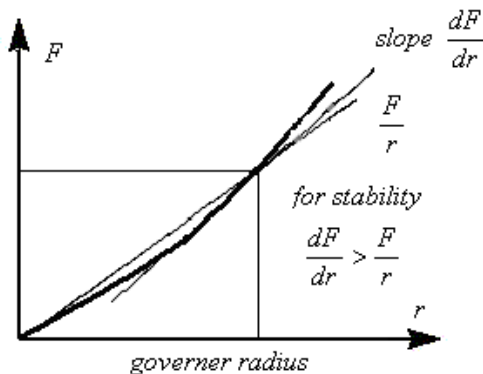
هنگامیکه سرعت گاورنر در حال افزایش است گلوله ها به سمت خارج حرکت می کنند تا در شعاع بزرگتری قرار گیرند. در چنین حالتی اصطلاحاً گاورنر را پایدار گویند. حال اگر نیروی کنترل کننده گلوله ها به صورت زیر تعریف شود:

$$F = mr\omega^2 \quad (9-5)$$

این تابع وقتی پایدار است که نرخ افزایش F بیشتر از r باشد. با تعریف ضریب پایداری بصورت زیر:

$$\text{ضریب پایداری} = \left(\frac{\frac{dF}{dr} - \frac{F}{r}}{\frac{F}{r}} \right) \quad (10-5)$$

اگر مقدار عددی ضریب پایداری مثبت باشد، گاورنر پایدار است.



شکل (۵-۶): بررسی پایداری گاورنر

با توجه به اطلاعات داده شده در جدول های (۵-۱) و (۵-۲) سرعت زاویه ای گاورنر را برای جابجایی های مشخص اسلیو برای حالت های بدون ساچمه و با ساچمه ثبت نمایید.



جدول ۵-۱: نتایج آزمایش گاورنر پورتر

بالا رفتن Sleeve (mm)	سرعت زاویه ای rpm					
	بدون ساچمه		با ۲۰ ساچمه*		با ۴۰ ساچمه	
	rising	falling	rising	falling	rising	falling
0						
4						
8						
12						
16						
20						
24						

جدول ۵-۲: نتایج آزمایش گاورنر پروئل

بالا رفتن Sleeve (mm)	سرعت زاویه ای rpm					
	بدون ساچمه		با ۲۰ ساچمه		با ۴۰ ساچمه	
	rising	falling	rising	falling	rising	falling
0						
4						
8						
12						
16						
20						
24						

*وزن هر ساچمه ۱/۰۳ گرم می باشد.

خواسته‌ها

- رسم منحنی تغییرات سرعت دورانی بر حسب جابجایی اسلیو و مقایسه آن با حالت تئوری
- رسم منحنی تغییرات نیروی کنترل شده بر حسب شعاع ۲ و مقایسه آن با حالت تئوری
- مقایسه گاورنرها از نظر حساسیت و پایداری
- بررسی تأثیر تغییرات وزن اسلیو در گاورنر پورتر و پروئل