

مرکز آموزش هیدرولیک ایران فلویید پاور



ما تجربیات و دانش هیدرولیک خود را با شما به اشتراک میگذاریم

## شیرهای پروپورشنال-۱

محاسبه فرکانس طبیعی

(Natural Frequency)

شرکت بنیان تدبیر پارس

[www.iranfluidpower.com](http://www.iranfluidpower.com)

تهیه و تنظیم:

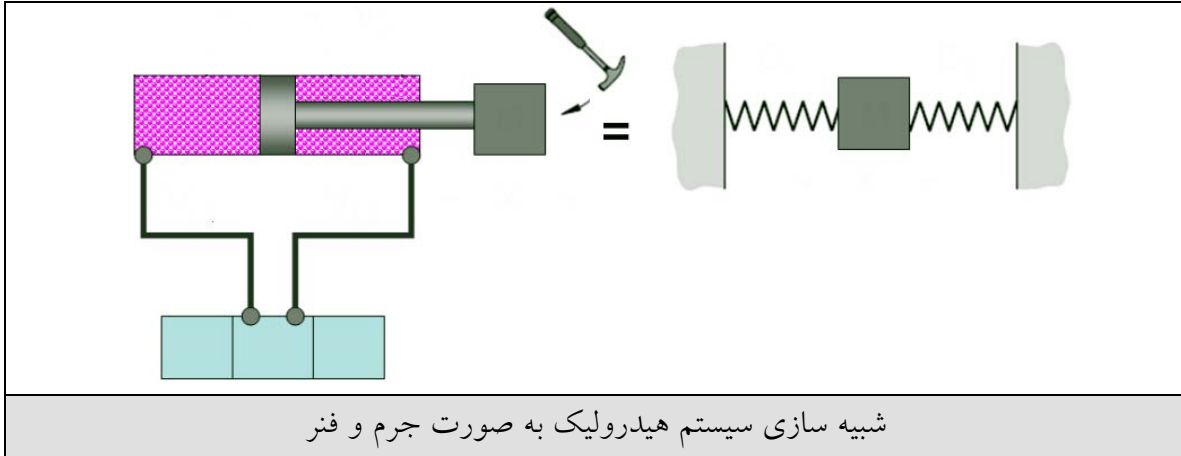
مهندس امیر هوشنگ وهابزاده

اسفند ۱۳۹۴

(کلیه حقوق این اثر برای مولف و شرکت بنیان تدبیر پارس محفوظ میباشد)

استفاده آموزشی از این اثر برای مدرسین و کاربران هیدرولیک مجاز میباشد

فرکانس طبیعی  $\omega_0$  مربوط به یک سیستم پایدار، فرکانسی است که پس از اعمال یک نیروی ضربه به آن سیستم تا قبل از برگشت به حالت شرائط پایدار خود، تحت آن فرکانس آزادانه نوسان مینماید.



فرکانس طبیعی یک سیستم هیدرولیک را هم به روش تجربی و با روشهای آزمایشگاهی میتوان بدست آورد و هم با شبیه سازی سیستم به صورت جرم و فنر و انجام محاسبات مربوطه میتوان بدست آورد. از آنجا که در سیستمهای هیدرولیک پروپورشنال و سروو و مخصوصا در صورت کنترل حلقه بسته سیستم، ممکن است شرایط کارکرد به نحوی باشد که عملکرد سیستم کاملا نوسانی و غیر مطلوب گردد، محاسبه فرکانس طبیعی و اجتناب از شرایط عملکرد نوسانی اهمیت خواهد داشت. امروزه علاوه بر روشهای پیچیده محاسباتی، امکان استفاده از نرم افزارهای کاربردی و تعیین مقادیر مطلوب سیستم نیز وجود دارد.



### محاسبه فرکانس طبیعی سیستم هیدرولیک

در یک سیلندر دو طرفه، پیستون بین دو ستون روغن درگیر است. از آنجا که روغن کمی قابل فشرده شدن میباشد، این ستون روغن به صورت فنر عمل میکند و بر جرم متصل به پیستون اثر میگذارد. در صورتی که شیر متصل به سیلندر بسته باشد و سیلندر تحت تاثیر ضربه خارجی قرار بگیرد، یک نوسان میرا در آن اتفاق می افتد. فرکانس نوسان ایجاد شده که همان فرکانس طبیعی سیستم است را از رابطه (۱) میتوان محاسبه نمود.

$\omega_0 = \sqrt{\frac{40 \times E \times A_p}{S \times M} \times \frac{1 + \sqrt{\alpha}}{2}}$	$\alpha = \frac{A_p - A_R}{A_p}$	(۱)
--	----------------------------------	-----

در این رابطه داریم :

$\omega_0$  فرکانس طبیعی سیستم هیدرولیک بر حسب rad/sec

S طول کورس سیلندر بر حسب mm

M جرم متصل به سیلندر بر حسب kg

$A_p$  سطح مقطع پیستون بر حسب  $cm^2$

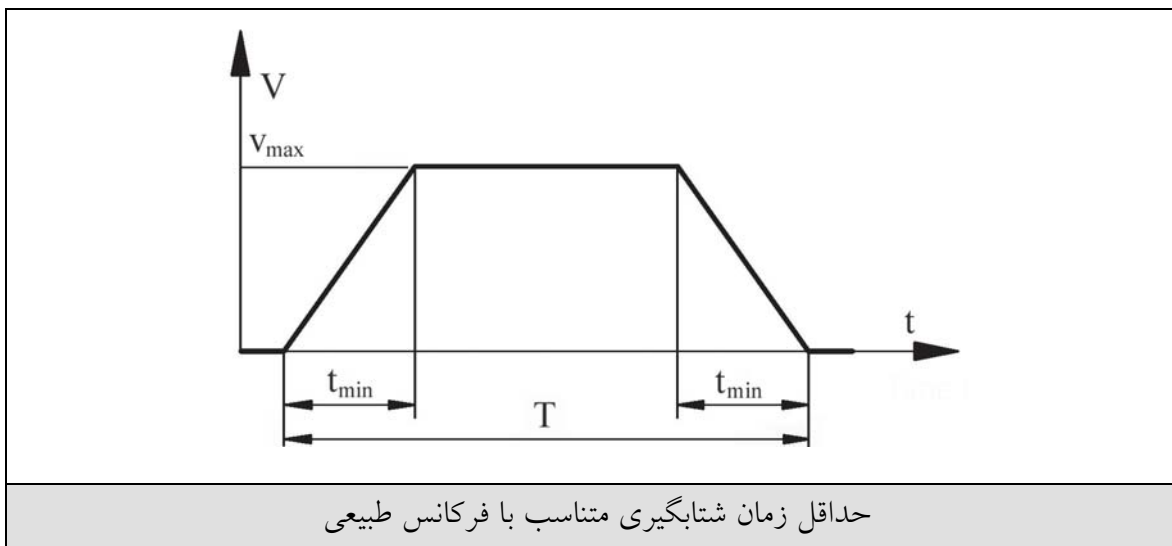
$A_R$  سطح مقطع میل پیستون بر حسب  $cm^2$

E مدول الاستیسیته روغن بر حسب  $\frac{kg}{cm \times sec^2}$  که مقدار آن برابر  $1.4 \times 10^7$  میباشد.

در سیستمهای هیدرولیک پروپورشنال به منظور جلوگیری از ایجاد نوسان، حداقل زمان شتابگیری  $t_{min}$  نباید کمتر از مقدار مشخصی باشد. این مقدار مینیمم از شرایط پایداری طبق معیار Route به صورت زیر محاسبه میشود.

$t_{min} = \frac{35}{\omega_0}$		(۲)
---------------------------------	--	-----

در این رابطه  $t_{min}$  حداقل زمان شتابگیری بر حسب ثانیه و  $\omega_0$  فرکانس طبیعی سیستم است. ممکن است در بعضی از منابع (مثلا کتاب پروپورشنال (Festo) به جای ضریب 35 عدد 18 را ببینید. این اختلاف به خاطر محدوده قابل قبول معیار Route است.



برای محاسبه ماکزیمم سرعت مجاز جهت طی نمودن کورس S در زمان کل T و رعایت حداقل زمان شتابگیری  $t_{min}$  از رابطه (۳) استفاده مینمائیم.

$V_{max} = \frac{S}{T - t_{min}}$	(۳)
-----------------------------------	-----

که در آن t بر حسب sec ، طول کورس S بر حسب cm و  $V_{max}$  بر حسب cm/sec میباشد.

همچنین برای محاسبه شتاب حرکت برای رسیدن به سرعت  $V_{max}$  در زمان  $t_{min}$  از رابطه (۴) استفاده مینمائیم:

$a = \frac{V_{max}}{t_{min}}$	(۴)
-------------------------------	-----

که در آن t بر حسب sec ،  $V_{max}$  بر حسب cm/sec و a بر حسب  $cm/sec^2$  میباشد.

## مساله نمونه

یک سیلندر هیدرولیک با قطر پیستون  $D=5\text{cm}$  ، قطر میل پیستون  $d=3\text{cm}$  ، طول کورس  $S=500\text{mm}$  ، جرمی معادل  $2000\text{kg}$  را در زمان کل  $T=1.5\text{sec}$  حرکت میدهد. مطلوب است محاسبه  $\omega_0$  ،  $t_{\min}$  و  $V_{\max}$  با در نظر گرفتن معیار Route برای جلوگیری از نوسان در حرکت.

$$A_P=19.6\text{cm}^2$$

$$A_R=7\text{cm}^2$$

$$\alpha = \frac{A_P - A_R}{A_P} = \frac{19.6 - 7}{19.6} = 0.64$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{40 \times 1.4 \times 10^7 \times 19.6}{500 \times 2000}} \times \frac{1 + \sqrt{0.64}}{2} = 94.3 \text{ rad/sec}$$

$$t_{\min} = \frac{35}{\omega_0} = \frac{35}{94.3} = 0.37\text{sec}$$

$$V_{\max} = \frac{S}{T - t_{\min}} = \frac{50}{1.5 - 0.37} = 44.2 \text{ cm/sec}$$

برای مباحث تکمیلی مانند محاسبات مربوط به دبی لازم جهت تامین سرعت فوق، نیروی مربوط به شتابگیری ، ضربه ناشی از حرکت ، تصحیح روابط با در نظر گرفتن شلنگ و اتصالات به مراجع زیر رجوع نمائید.

- 1) Proportional Hydraulics, Basic Level – Festo
- 2) Electrohydraulic Proportional and Control Systems – Bosch
- 3) Basics for Updated electrohydraulic axis -Atos

نمونه پروژه های شرکت بنیان تدبیر پارس ( سال ۹۳ و ۹۴ )



یونیت های هیدرولیک شامل شیرآلات پروپورشنال Boschrexroth



تیم مهندسی شرکت بنیان تدبیر پارس  
پاسخگوی سئوالات فنی شما جهت طراحی و ساخت انواع سیستمهای هیدرولیک میباشد

ایمیل : <a href="mailto:info@btpco.com">info@btpco.com</a>	فکس : ۸۸۴۰۷۲۷۵	تلفن : ۸۸۴۵۲۵۸۷ - ۸۸۴۵۲۵۸۶
--	----------------	----------------------------

[www.iranfluidpower.com](http://www.iranfluidpower.com)