

Mechatronics

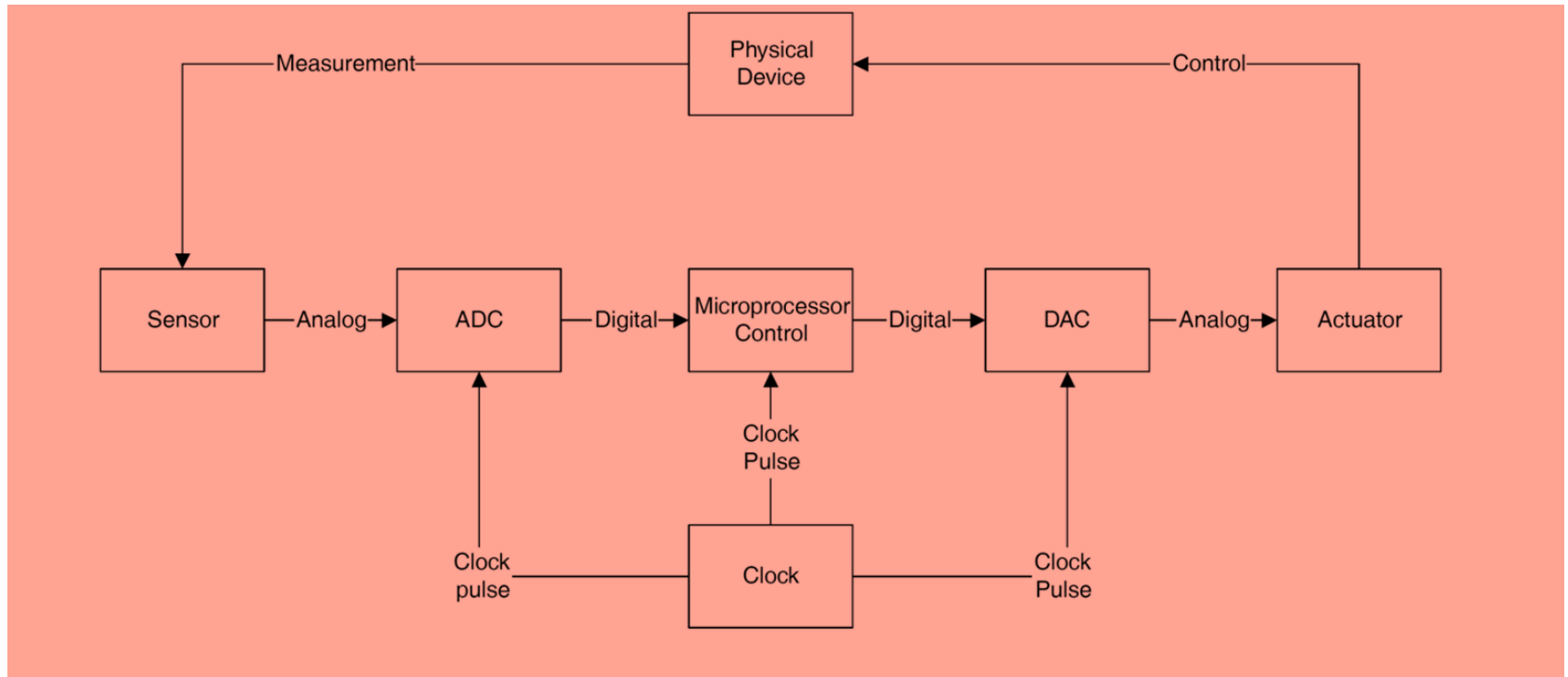
Actuators

University of Mohaghegh Ardabili (UMA)

Dr. K Sabahi

ksabahi2005@gmail.com

Mechatronics system component



Actuators

The **prime mover** or **actuator** provides the source of mechanical power in a control system. It is easy to identify the prime mover in a system because it will be the source of the first physical movement.

Typical prime movers are motors, hydraulic cylinders, and control valves. Technically speaking, a prime mover is a transducer as well because it converts one kind of energy into another, usually electrical energy into mechanical energy.

Many examples of linear actuators can be found in control systems, particularly in the field of robotics—for example, an object is picked up, moved in a linear fashion to another spot, and set down.

Actuators

Some devices (such as the solenoid and the linear motor) can convert electrical energy directly into linear motion, but more often it is done in two stages. First, a motor is used to create rotary mechanical motion; second, the rotary motion is converted into linear motion.

The three general types of linear actuators are **electric**, **hydraulic**, and **pneumatic**. Each type has its particular advantages and disadvantages, and all are in wide use.

ELECTRIC LINEAR ACTUATORS

Electric actuators require the least hardware and maintenance

For example, electric actuators work well for lowering the landing gear in an airplane but could not be used for a spray-painting robot, which must make quick, long sweeps.

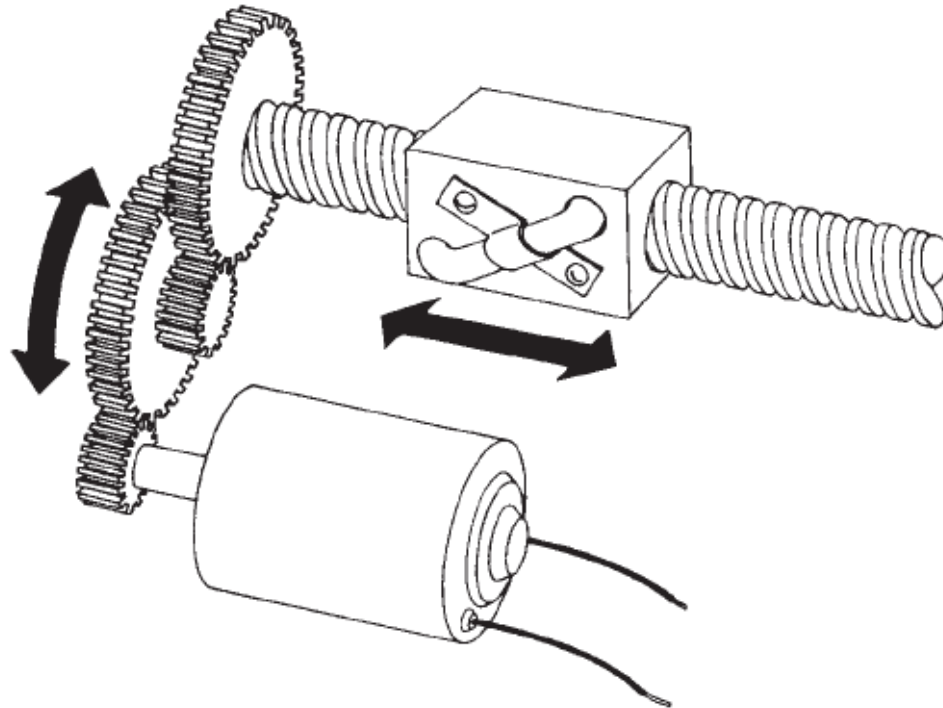
Leadscrew Linear Actuators

Solenoids

Electric Linear Motors

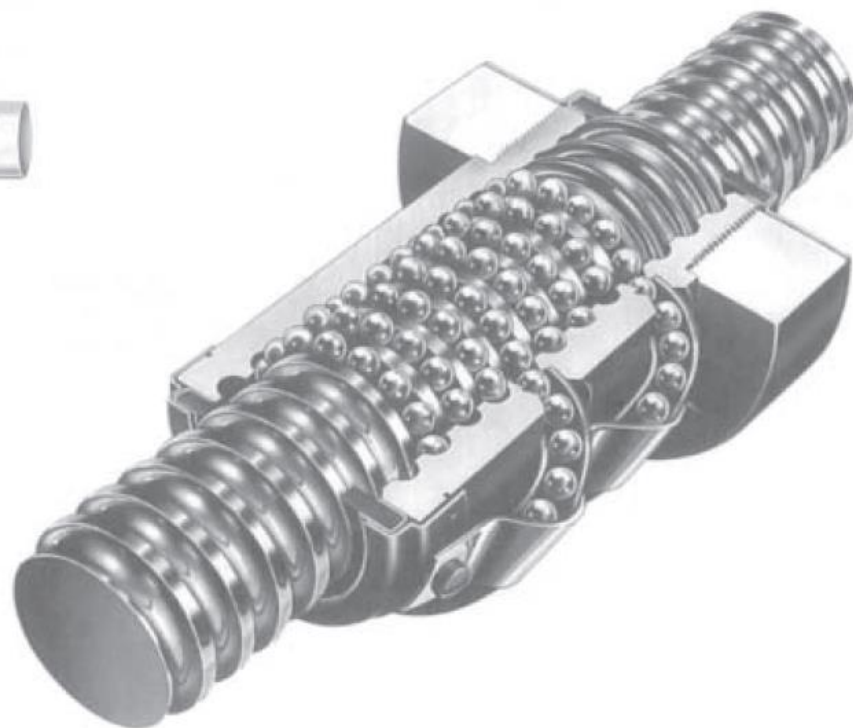
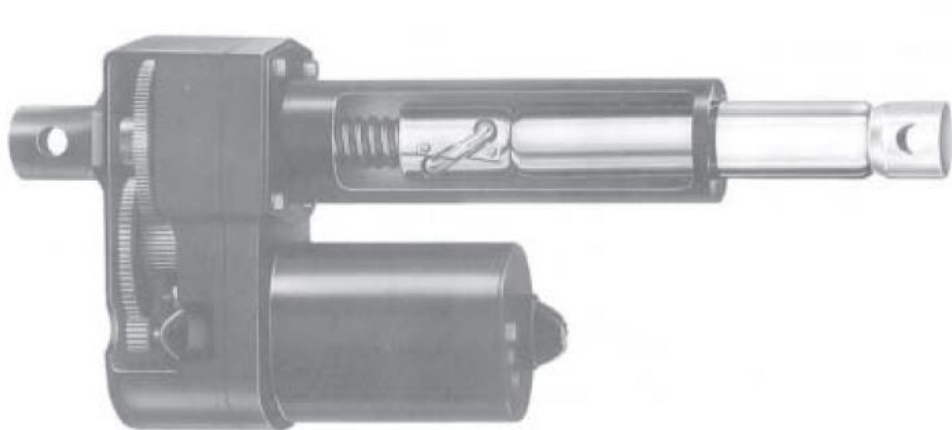
عملگرهای خطی پیچ‌هدایت

عملگر خطی پیچ‌هدایت دارای شفت رزوه‌داری (به نام پیچ‌هدایت یا پیچ‌رانس (leadscrew)) هستند که توسط یک موتور الکتریکی چرخانده می‌شوند. در این عملگر و در زمان چرخش شفت، "مه‌ره" روی شفت رزوه‌دار حرکتی خطی دارد



ball bearing screw

به منظور کاهش اصطکاک و افزایش کارایی، اکثر دستگاه‌ها از بلبرینگ‌ها برای انتقال نیرو از پیچ‌رانش به مهره (ball bearing screw) استفاده می‌کنند.



عملگرهای خطی الکتریکی

در عملگرهای پیچ بلبرینگ و در مقایسه با نوع پیچ هدایت (مهره روی شفت رزوه‌دار) اصطکاک تاحدودی از بین رفته است.

عملگرهای خطی الکتریکی در اندازه‌های متنوعی از بارهای اسمی زیر ۱۰۰ پوند تا بیش از ۱۰۰۰ پوند و میزان حرکت از ۴ تا ۳۶ اینچ و یا بیش از آن می‌باشند.

از مشخصه‌های اصلی عملگرهای الکتریکی می‌توان به حرکت خطی، خیلی آرام و ثابت آن اشاره کرد

- بطور مشخص، عملگرهای الکتریکی بطور کلی دارای مزایاهای زیر هستند:
- (۱) جهت اتصال تنها نیاز به سیم‌کشی دارند و در آن‌ها نیاز به لوله‌کشی نمی‌باشد
 - (۲) نیازی به سخت‌افزار پشتیبان اضافی همانند پمپ‌ها و مخازن ندارد
 - (۳) تنها در زمان حرکت واقعی از انرژی استفاده می‌کنند.

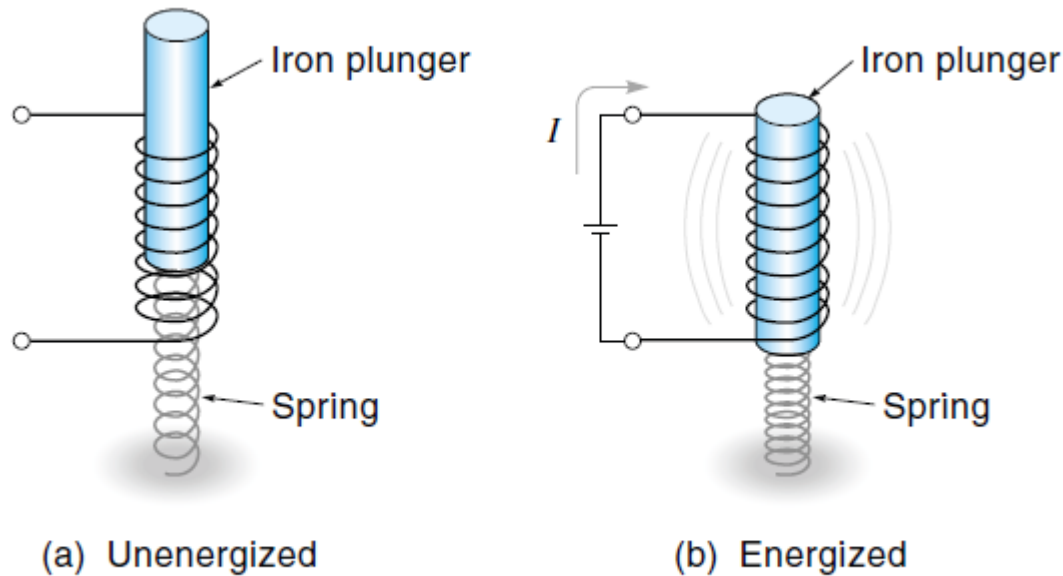
$$1 \text{ N} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$$

عملگرهای خطی الکتریکی



سولنوئیدها

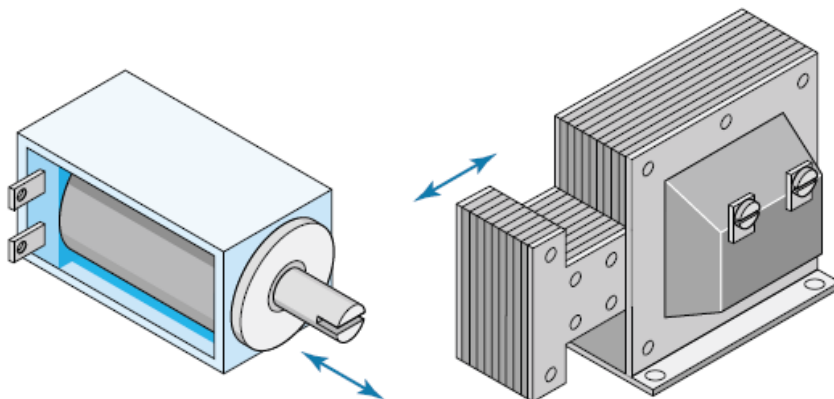
سولنوئید، یک وسیله الکترومغناطیسی ساده‌ای است که بطور مستقیم انرژی الکتریکی را به حرکت خطی مکانیکی تبدیل می‌کند، اما میزان حرکت خطی (طول جابجایی) آن بسیار کوتاه می‌باشد که این ویژگی کاربردهای سولنوئید را محدود می‌کند.



سولنوئیدها

محدودیت اصلی سولنوئید، میزان جابجایی کوتاه آن (معمولاً کمتر از یک اینچ) می باشد. اما علیرغم این محدودیت، هنوز هم کاربردهای بسیاری از قبیل فعال سازی قفل های الکتریکی درب خودرو، باز و بسته کردن شیرها و به کار انداختن بست های مکانیکی می باشند.

از سولنوئید می توان در اجرای کنترل کننده خاموش- روشن (کنترل گسسته) بهره برد.



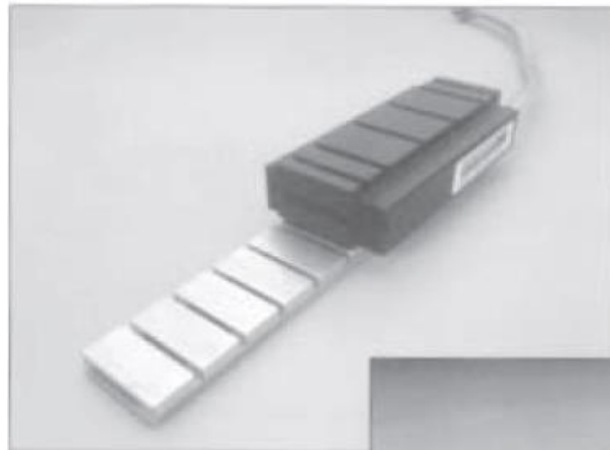
(a) DC solenoid

(b) AC solenoid

موتورهای الکتریکی خطی

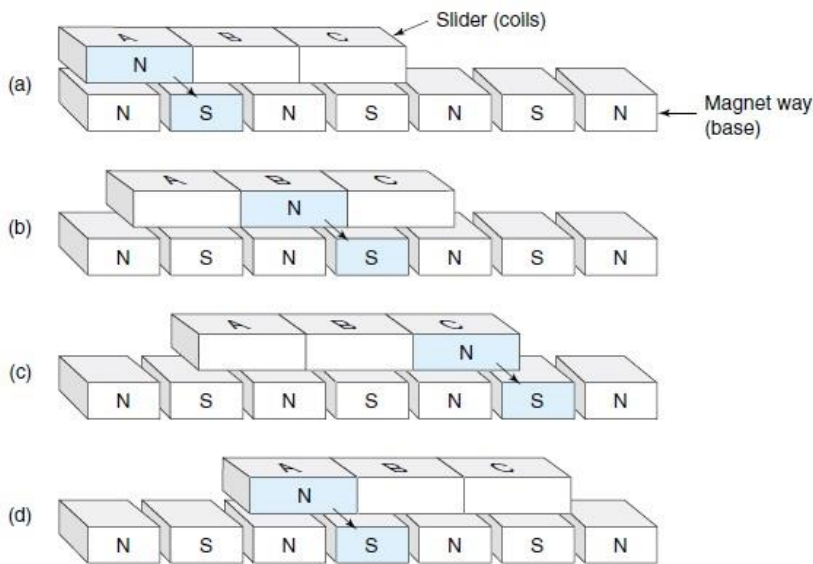
یکی دیگر از انواع جدید عملگرهای خطی، موتور الکتریکی خطی است. اصولاً، موتور خطی یک موتور DC بدون جاروبک دوار (BLDC) است که بصورت مسطح در آورده شده است. موتورهای خطی، بطور مستقیم انرژی الکتریکی را به حرکت خطی تبدیل می کنند. آنها توانایی کار در سرعت بالا (تا حدود 10 m/s)، نیروی بالا (بیش از 1000 lb) و حرکت طولانی (چندمتر) هستند.

یک موتور خطی شامل دو بخش است: بخش اصلی که به آن مسیر مغناطیسی می گویند و شامل یک صفحه آهنی با یک ردیف از قطب - متناوب مغناطیس دائم می باشد و بخش متحرک که اسلایدر نامیده می شود و شامل سیم پیچ ها می باشد.



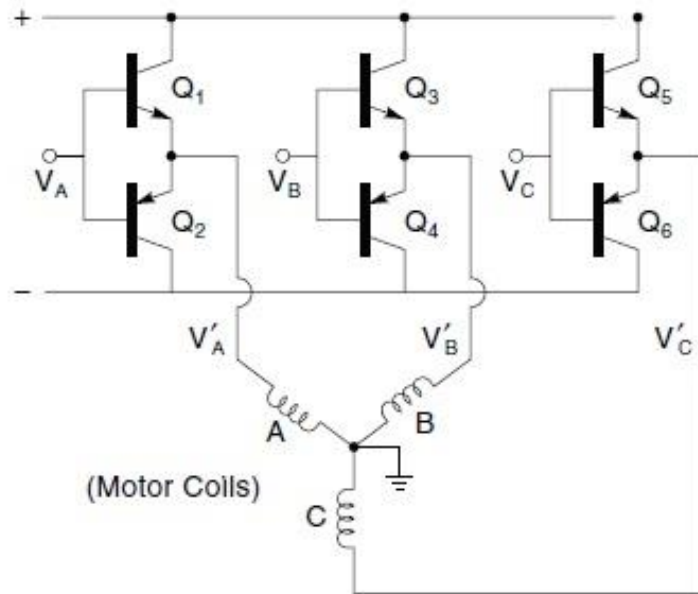
موتورهای الکتریکی خطی

عملکرد موتور خطی سه فازی ساده‌ای در شکل زیر نشان داده شده است که سه سیمپیچ روی چهار آهنربا وجود دارد.

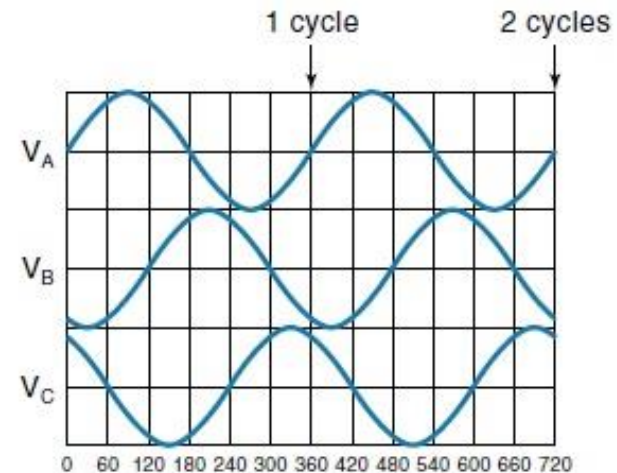


سیمپیچ A روشن می‌شود و باعث می‌شود که این قطب بصورت یک قطب N در آید. نیروی جاذب بین قطب N و نزدیک ترین قطب S بر روی مسیر آهنربا سبب می‌شود که اسلایدر به سمت راست حرکت کند. وقتی اسلایدر به موقعیت نشان داده شده در (b) حرکت می‌کند، سیمپیچ A خاموش می‌شود و سیمپیچ B روشن می‌شود و سبب تجدید نیروی جاذب به سمت راست می‌شود و اسلایدر بیشتر حرکت می‌کند. وقتی اسلایدر به موقعیت (a) می‌رود، سیمپیچ B قطع می‌شود و سیمپیچ C روشن می‌شود و سبب می‌شود که اسلایدر به موقعیت (d) حرکت کند.

مدار درایور برای موتور خطی سه فازی



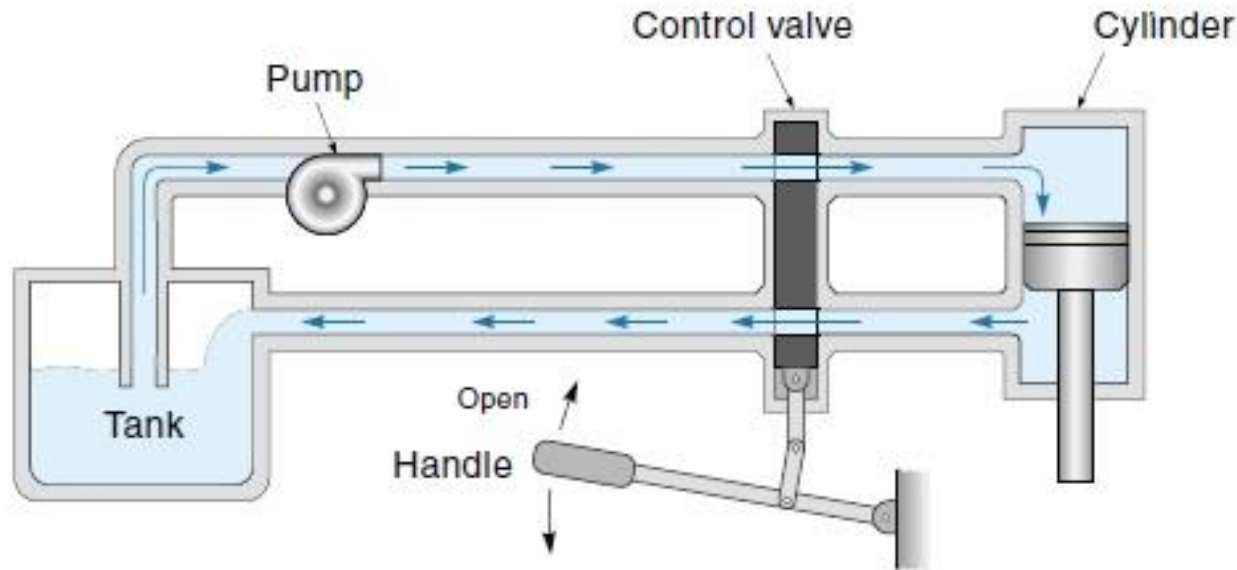
(a) Schematic for three-phase operation



(b) Phase voltage sequence

سیستم‌های هیدرولیک

سیستم‌های هیدرولیک برای تامین حرکت خطی قوی، سریع یا آرام ایده آل هستند. این سیستم از یک سیال (روغن سبک) برای انتقال انرژی از پمپ به عملگر استفاده می‌کند.



سیستم‌های هیدرولیک

یکی از تفاوت‌های اصلی بین مایع و گاز این است که برخلاف مایعات، زمانی که گاز تحت فشار قرار می‌گیرد در حجمی کوچکتر فشرده می‌شود.

$$F = PA$$

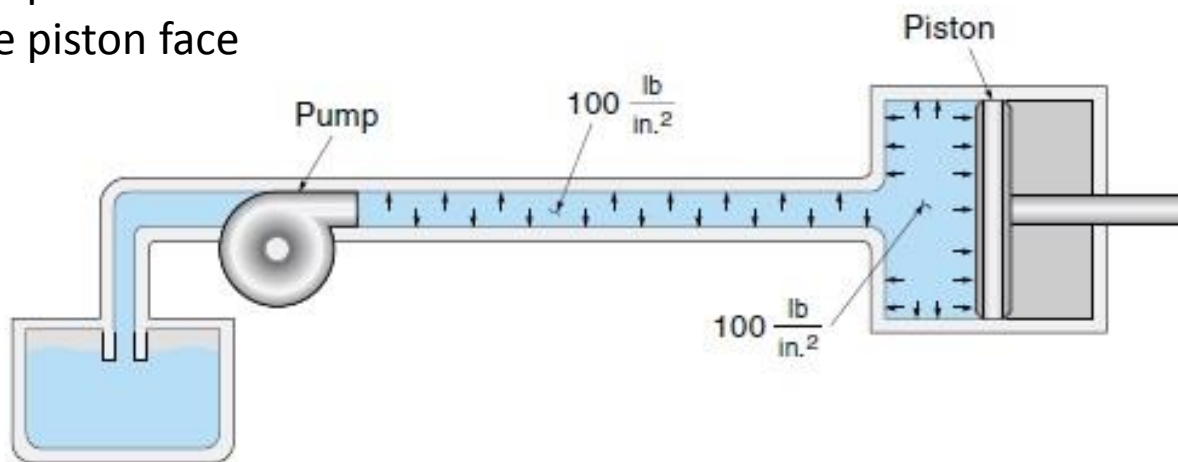
F = total force exerted on the piston

P = hydrostatic pressure

A = area of the piston face

تراکم‌ناپذیر

فشار هیدرواستاتیکی



عملگرهای هیدرولیک

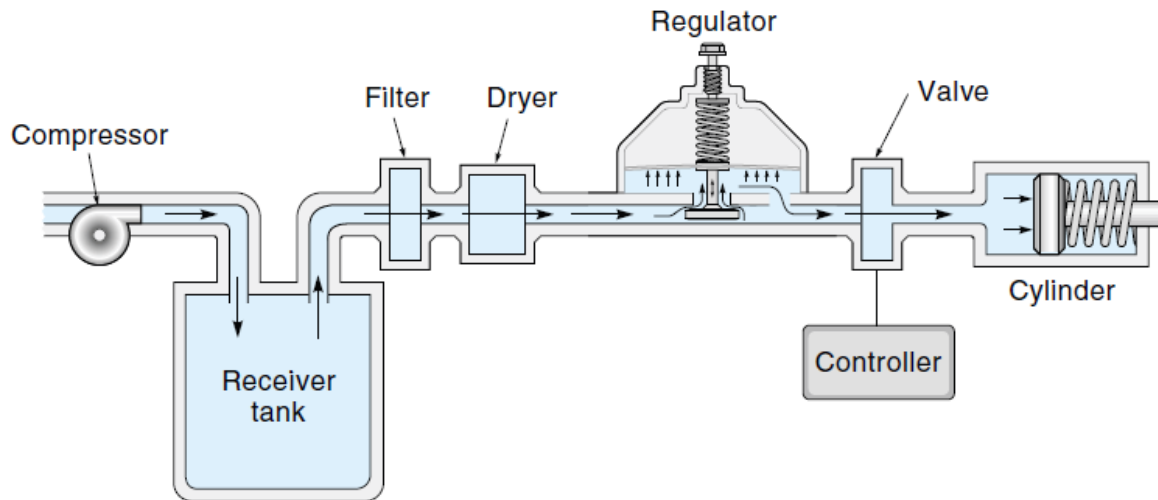


Specifications

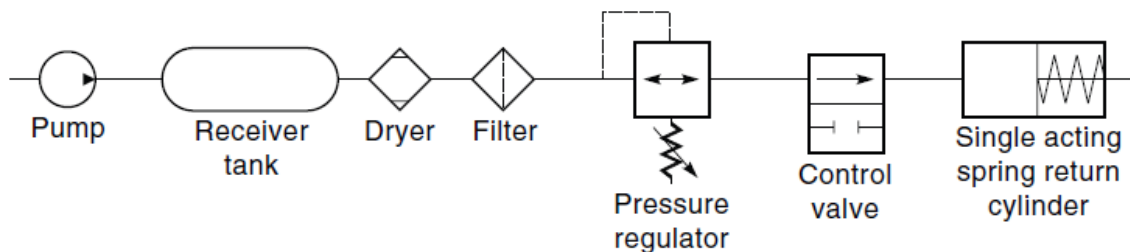
Power	28 VDC per MIL-STD-704
Command Signal	4 to 20 mA, proportional to position
Media	Hydraulic Oil per MIL-H-5606/23282
Supply Pressure	2000 psi Max
Temperature Range	-40°F to +250°F
Static Force	700/600 lb Extension/Retraction, 1500 psi Supply
Stroke	±0.85 inches
Step Response	1.2/1.4 sec Extension/Retraction, Full Scale, 1500 psi Supply
Frequency Response	5.6 Hz @ -3dB, 1500 psi Supply, Unloaded
ServoValve	JASC FlexJet™
Position Feedback	Single-Channel Potentiometer, 4-20 mA Report
Materials of Construction	6061-T6 Aluminum, Stainless Steel
Dimensions	10.00 L x 2.13 Dia. x 3.23 H (overall)
Weight	1.92 lb (actuator, dry); 0.44 lb (ECU)
Part Number	101552-1

سیستم‌های پنوماتیکی

سیستم‌های پنوماتیکی از فشار هوا برای ایجاد حرکت مکانیکی استفاده می‌کنند



(a) Diagram



(b) Symbolic diagram

سیستم‌های پنوماتیکی

هوا بر خلاف سیال هیدرولیک قابل فشرده‌سازی می‌باشد

نکته مهم در این مقایسه این نکته است که سیستم پنوماتیک تمایل به حالت ارتجاعی (فنری) داشته در حالی که سیستم هیدرولیک همانند جسم جامد می‌باشد.

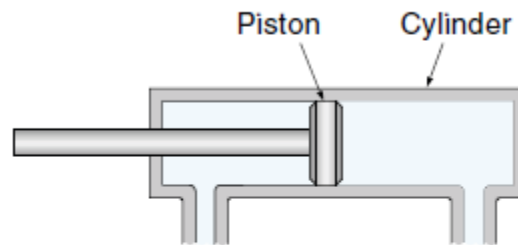
سیستم‌های پنوماتیک معمولاً در زمانی که به تعیین موقعیت دقیق یک سیستم توسط فیدبک درستی نیاز باشد، بکار برده نمی‌شوند

تفاوت دیگر بین سیستم ای هیدرولیک و پنوماتیک این است که سیستم‌های پنوماتیک مجبور نیستند که هوای فشار پایین را به کمپرسور برگردانند: این سیستم‌ها بسادگی می‌توانند هوای فشار پایین را در جو تخلیه می‌کنند – که مشخصاً یک مزیت مهم می‌باشد.

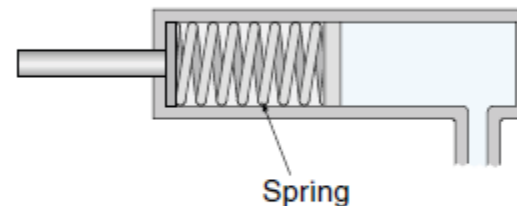
سیستم‌های پنوماتیکی

مزیت مهم دیگر سیستم‌های پنوماتیک این است که آن‌ها "کثیف" نمی‌باشند.

در سیستم پنوماتیک، عدم حذف بخار آب موجود در هوای فشرده می‌تواند بر اجزاء پنوماتیک آسیب برساند.



(a) Double-acting cylinder



(b) Single-acting cylinder

عملگرهای پنوماتیکی

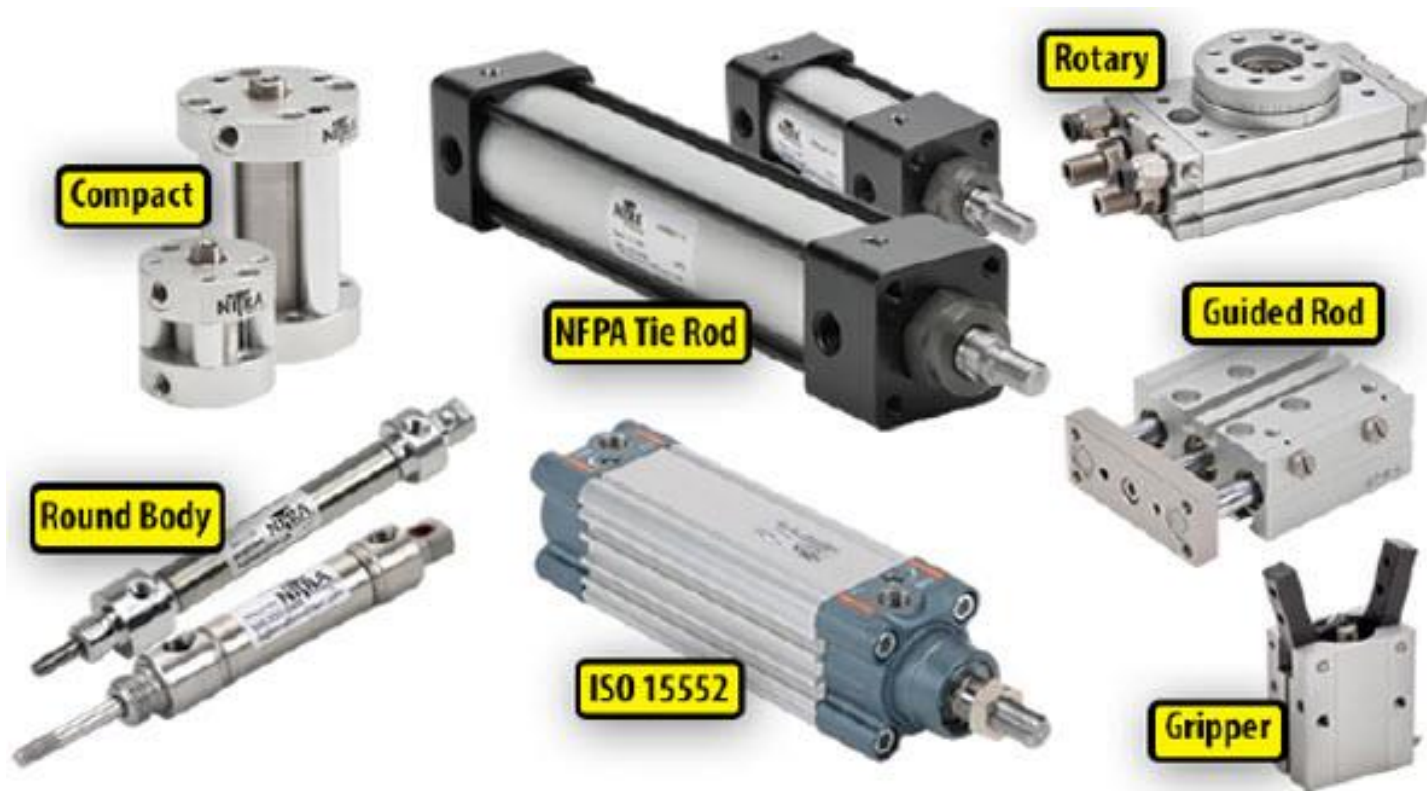
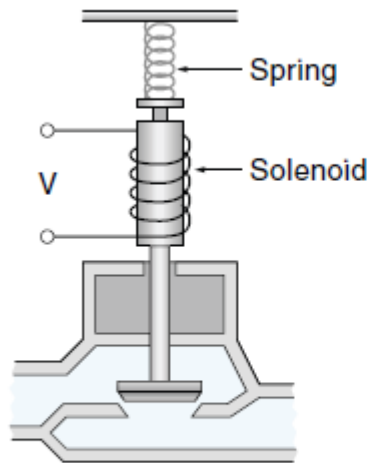


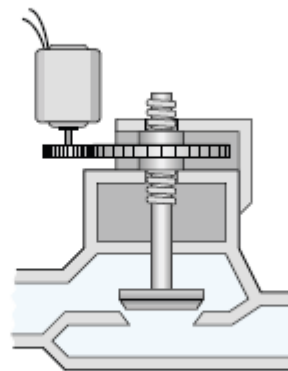
Figure 4A: Pneumatic actuators come in a variety of shapes and sizes

شیرهای کنترل فلو

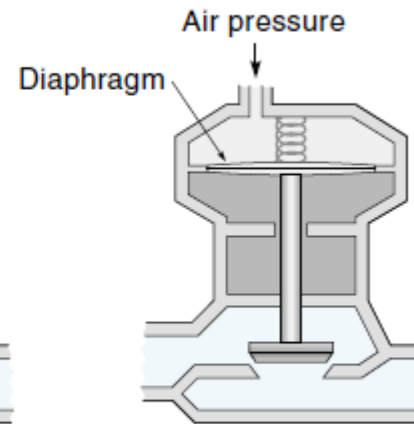
یکی از انواع معمول عملگرهایی که در سیستم‌های کنترل فرآیند مورد استفاده قرار می‌گیرد، شیر کنترل فلو می‌باشد، که فلو سیالات را تنظیم می‌کند.



(a) On-off type:
solenoid-actuated



(b) Variable flow:
electric-actuated



(c) Variable flow:
pneumatic-actuated