

16. Řídící a akční členy :

Řídící člen - je část regulačního obvodu do kterého vstupuje řídicí veličina w a rozdělujeme je na **Elektrické** (spínače, potenciometry, regul.transformátory, řídicí PC, apod.) a **mechanické** (pákové mechanismy, pružiny, apod.).

Řídící členy nemají zpětnou vazbu.

Akční členy :

Akčními prvky rozumíme všechny prvky, které jsou určeny k využití zpracovávané informace. Jsou to tedy prvky na konci řetězce zpracovávané informace. V podstatě můžeme akční členy rozdělit na dvě skupiny - **pohony** (motorické jednotky) a **regulační orgány** (ventily atd.).

Pohony: jsou to zařízení, která převádějí signál ústředních členů regulačního obvodu na výchylku konající požadovanou práci.

Regulační orgány: míníme zařízení pro ovládání toku hmoty nebo energie systémem.

Pohony dělíme : 1 / podle energie:

- elektrické (elektromotor)
- pneumatické (kompresor)
- hydraulické (pístnice)

2/ podle vstupního signálu:

- spojitě (proporcionální)
- nespojitě (dvoupolohové)

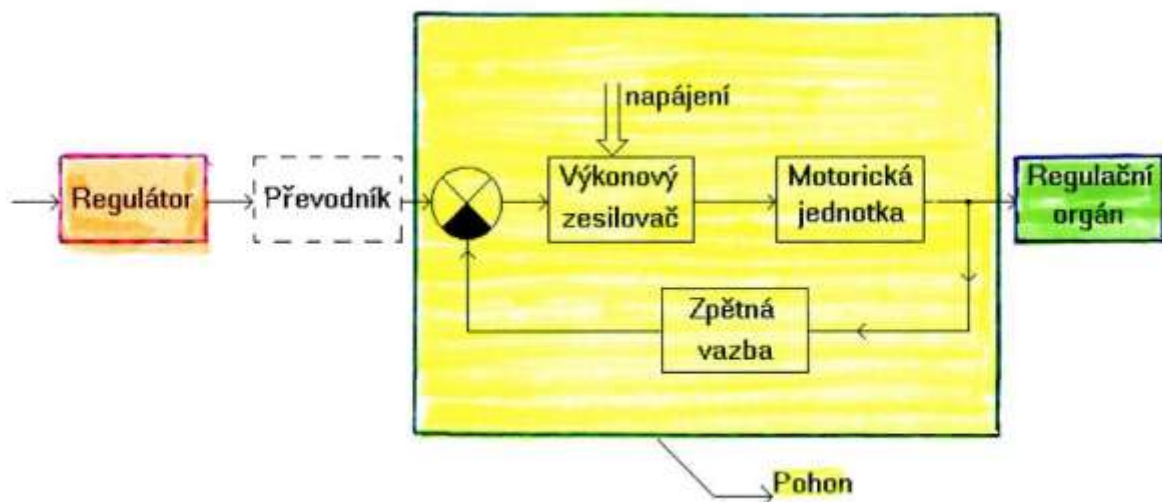
3/ podle dráhy posunu:

- posuvné
- kyvné
- rotační

4/ podle chování v čase:

- statické
- astatické

Blokové schéma pohonu:



Při řízení procesů jsou na pohony kladeny tyto požadavky:

- 1/ **Přímočarý pohyb**- pro ovládání polohy regulačních ventilů a šoupátek v rozsahu řádově 10 - 100 mm při silách 100N - 100MN.
- 2/ **Úhlově vychýlení mechanismu** - pro ovládání škrticích klapek, žaluzií, kohoutů atd. rozsah úhlů 90°- 270°

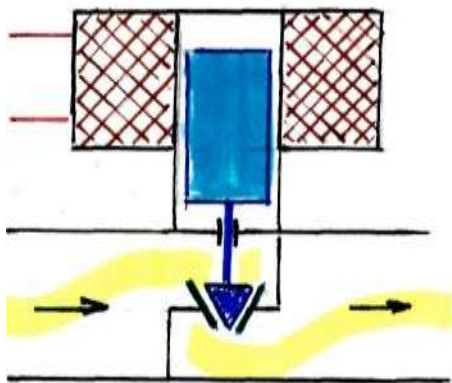
3/ **Otáčivý pohyb**

U pohonů se mohou používat tato **přídavná zařízení:**

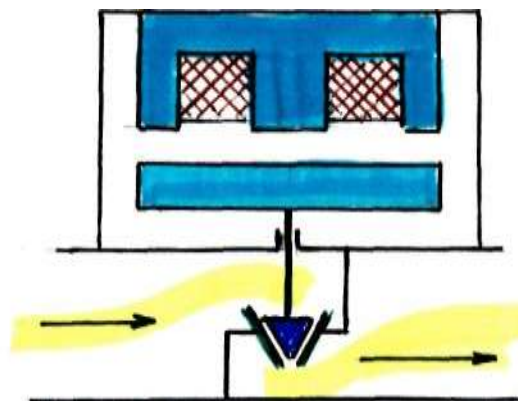
- 1/ zařízení pro definování chování pohonu v případě výpadku napájecí energie - pasivní bezpečnost
- 2/ zařízení pro ruční ovládání regulačního orgánu
- 3/ vysílač skutečné polohy regulačního orgánu
- 4/ u elektrických pohonů koncové spínače
- 5/ převodovka - momentové vypínače

Elektrické servomotory -jsou nejrozšířenější ovládací prvky. Podle způsobu převodu povelů na regulační orgán rozdělujeme elektrické servomotory na **elektromagnetické** a **elektromotorické**.

Elektromagnetické servomotory - jsou nejjednodušší a nejlevnější. Převod povelů se provádí působením magnetického pole solenoidu (el.cívka), spojeného přímo s regulačním orgánem. Pohon a regulační orgán spolu tvoří jeden konstrukční celek. Představiteli těchto pohonů jsou **Solenoidový ventil** a **elektromagnetický ventil** (viz obr.).Používají se v dvoupolohové regulaci, nebo jako havarijní (bezpečnostní) ventil. V bezproudovém stavu (ztráta napájecího napětí) jsou uzavřeny vlastní hmotností feromagnetického jádra. **Montují se vždy svisle.**



Solenoidový ventil



Elektromagnetický ventil

Elektrické motory :

- základní vlastností elektrického motoru, která rozhoduje o jeho použití je určena jeho **mechanickou charakteristikou** tj. závislost otáček na jeho zatěžovacím momentu. Tato charakteristika se liší pro jednotlivé konstrukce motoru a může být **měkká** (komutátorové a ss motory), **tvrdá** (indukční a ss derivační motory, cize buzené), **absolutně tvrdá** (synchronní motory). Další vlastnosti rozhodují o použití motoru z hlediska pohonu je konstantnost nebo proměnnost jeho otáček a způsob a rozsah jejich ovládní. Z hlediska praktického nasazení pohonu nás zajímá ::

- jmenovitý výkon
- záběrový moment
- přetížitelnost motoru
- tepelná a klimatická odolnost
- krytí a ochrana proti explozi

- Rozdělení motorů :** 1/ *stejnoseměrné pohony* - cizebuzený
- paralelní
 - sériový
 - smíšené buzení - kompaubní
 - protikompaubní
 - lineární

- 2/ *střídavé motory* : - synchronní
- asynchronní
 - komutátorové
 - krokové motory

Dále rozlišujeme 3 druhy zatěžování:

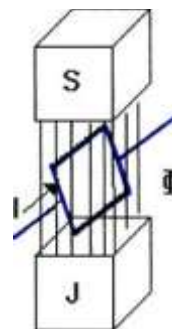
- 1/ **trvalé** - motor pracuje bez zastavení až dosáhne ustálené teploty
- 2/ **krátkodobé** - doba zatížení t_2 je kratší než doba pro ustálené oteplení a doba chodu motoru
- 3/ **přerušované zatížení** - doba zátěže t_z a doba klidu t_k mají poměr předepsaný výrobcem $Z=(t_z/t_z+t_k)$ [%]

Stejnoseměrné motory :

Skládají se ze **statoru** a **rotoru**

Moment síly: $M = F \times D$

Síla $F = B \times I \times l$

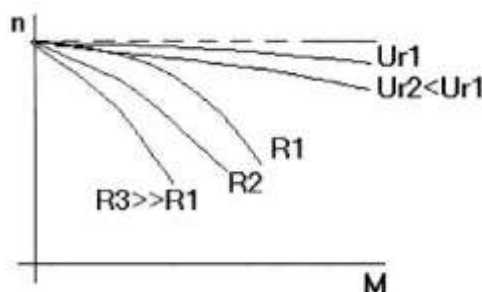
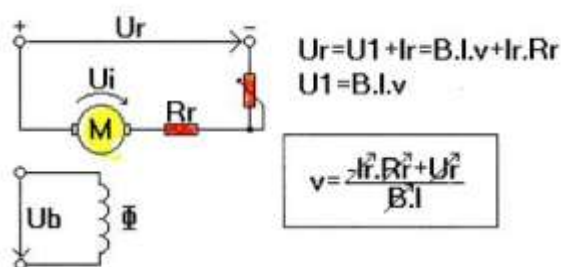


Stator - z plného materiálu s budícím vnutím

Rotor - s vnutím v drážkách je složen z plechů opatřených komutátorem s kartáči.

Příklady zapojení motorů:

1/ **Cize buzený motor**



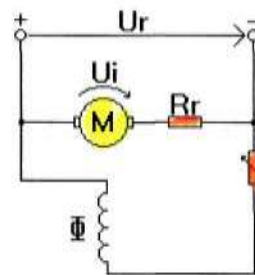
- Z uvedeného vzorce vyplývá, že motor lze řídit
- 1/ změnou rotorového napětí U_r
 - 2/ rotorovým odporem - změnou proudu I_r (motor se stává měkčí)
 - 3/ buzením tokem Φ , U_b (odbuzováním stoupají otáčky)

2/ paralelně buzený ss motor - derivační

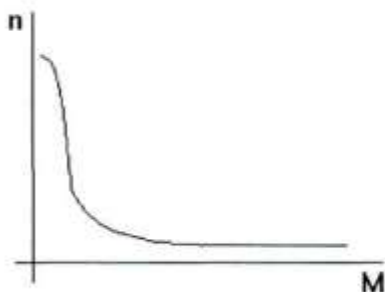
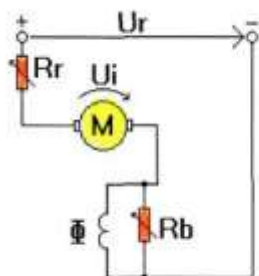
Řízení se provádí 1/ změnou budícího toku

2/ změnou úbytku napětí $R_r \cdot I_r$

Požítí: používá se při menších požadavcích na rozsah otáček



3/ sériově buzený ss motor

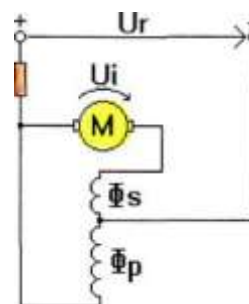


4/ smíšené buzení

Řízení se provádí převážně bočnickem

Když se sčítají buzení $O_p + O_s$ pak jde o motor **kompaubní**.

Když se buzení odečítají $O_p - O_s$ pak jde o motor **protikompaubní**



Indukční motory:

Indukční motory jsou tvořeny litinovou kostrou, v níž je uložen svazek izolovaných plechů tvaru dutého válce s drážkami pro statorové jednorázové nebo třífázové vinutí. Do dutiny se vkládá rotor složený z plechů nalisovaných na drážkovaném hřídeli. Konce statorového vinutí jsou vyvedeny na 6 svorek umožňujících zapojení do hvězdy nebo do trojúhelníku.

Podle provedení rotoru můžeme dělit troj fázové motory 1/ **kroužkové**

2/ **s kotvou nakrátko**

3/ **s vírovou nebo lineární, dvojitou kotvou**

Princip otáčení - je dán skládáním magnetických toků geometricky posunutých o 120° . Výsledný vektor má konstantní amplitudu a rotuje synchronními rychlostí v cívice rotoru se indukují napětí, které v závitě na krátko vyvolá proud a magnetický tok. Závit se bude snažit otáčet ve směru otáčivého magnetického pole. V ideálním případě se točí **synchronní rychlostí**. Vlivem ztrát třením a vlivem zátěže se však točí **asynchronní rychlostí** tj. rychlostí menší - **vzniká skluz**.

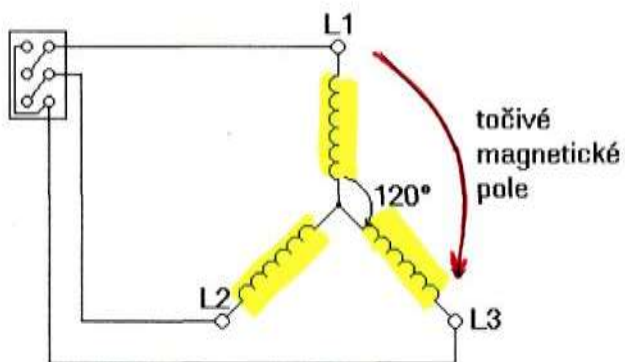
$$S = \frac{n_s - n}{n_s} \cdot 100 [\%]$$

Skluz

Při **synchronních otáčkách rotoru** s magnetickým polem **statoru** by nedocházelo ke změně magnetického toku plochou rotorových závitů, takže by se v něm neindukovalo žádné napětí a rotor by nedával žádný moment.

Růstem zatížení se proto musí otáčky rotoru zmenšovat, aby byla změna $\Delta\Phi/\Delta t$ a tím se indukovaný rotorový proud a hnací moment zvětšovaly. Tím vznikají **otáčky asynchronní**.

Princip indukčního motoru:



$$n_s = \frac{60 \cdot f}{p}$$

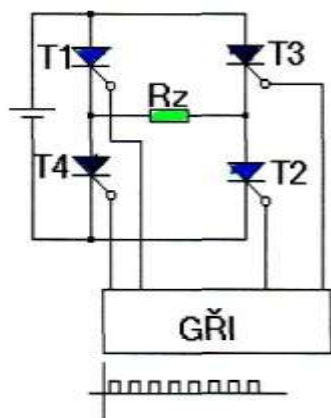
↘ počet pólových dvojic

Řídící obvody pro indukční motory :

1/ **Střídače** - mění *stejnoseměrné napětí zdroje na střídavé napětí libovolného kmitočtu.*

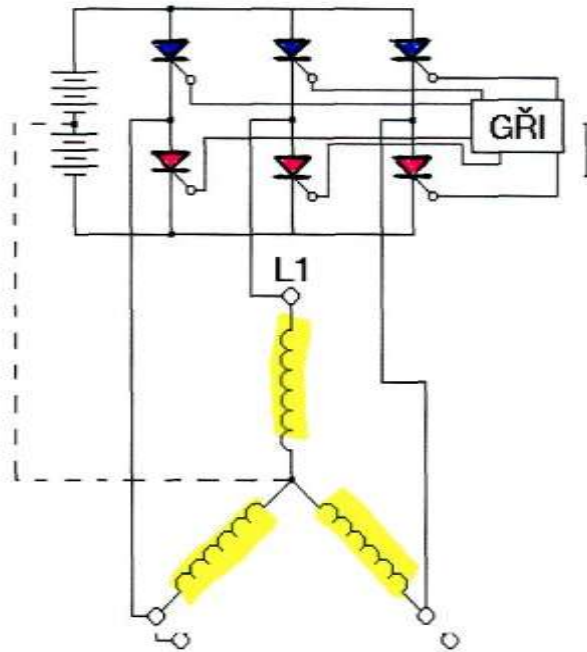
2/ **Frekvenční měniče** - mění *kmitočty (frekvenci) napájecího napětí.*

Střídače: Sepnutím tyristoru T1 a T2 protéká zatěžovací proud odporem R_z jedním směrem. Sepnutím tyristoru T3 a T4 opačně. Frekvence výstupního napětí je dána frekvencí impulsů tj. jednorázový střídač.



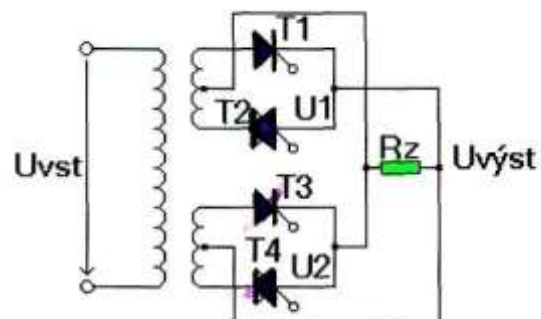
Třífázový střídač:

Vytváří ze *stejnoseměrného zdroje trojfázovou soustavu střídavých* výstupních *napětí*, které se svým tvarem blíží sinusovému průběhu. Jsou posunuty o 120° elektrických. GŘI - vysílá impulsy rovněž vzájemně posunuté o 120° . Každý tyristor je sepnut po dobu půl periody (tj. 180° elektrických) v druhé polovině je sepnut tyristor v téže větvi můstku. Součet jednotlivých napětí U_a, U_b, U_c se blíží průběhu sinusovky.

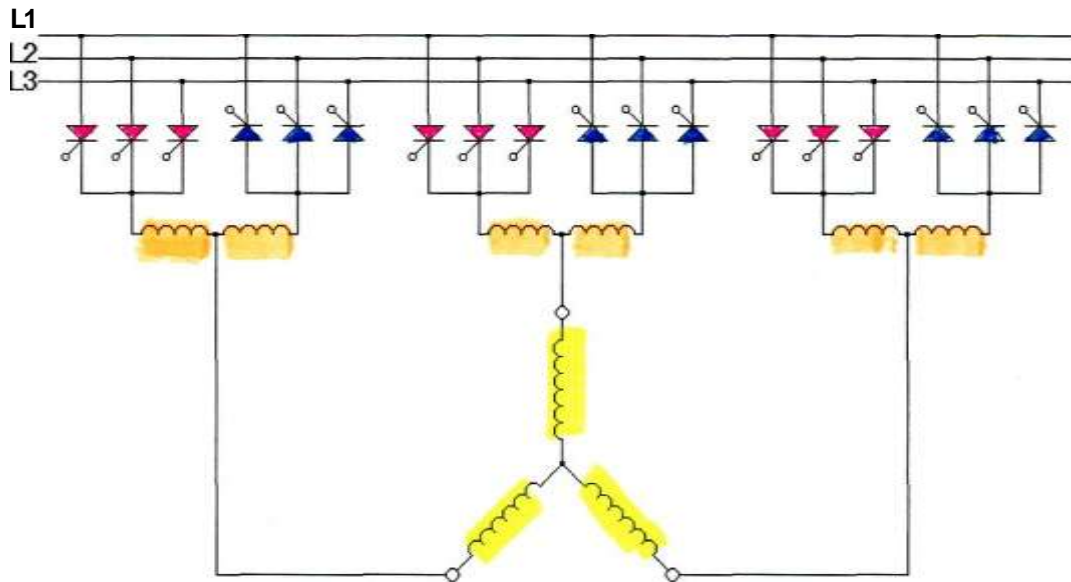


Frekvenční měnič:

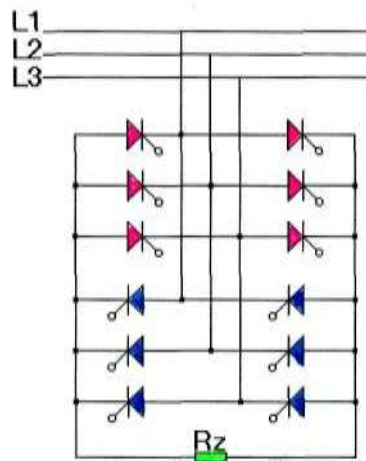
Jednorázový měnič - je tvořen 2 antiparalelními usměrňovači (U1 tvořeno tyristory T1 a T2, U2 T3 a T4). Z nichž U1 propouští pulsy tvořící kladnou půl vlnu a U2 zápornou půl vlnu lichoběžníkového napětí.



Trojfázový měnič frekvence



Trojfázový můstkový měnič frekvence pro trojfázovou zátěž:



Krokové motory – představují nejmodernější pohony v regulační technice. Zejména v oblasti CNC strojů a přesných polohových technologií. Krokový motor musí být ovládán speciálním **ovladačem**.

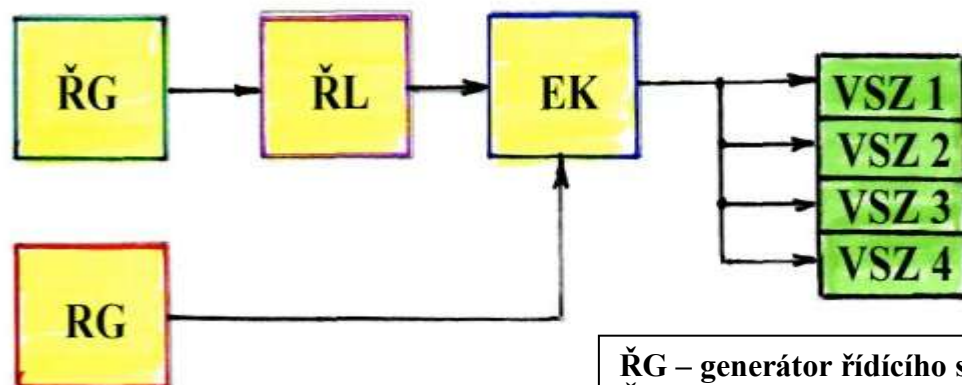
Princip činnosti krokového motoru jen založen na mnohopólové konstrukci statoru a rotoru, kdy řídicí obvod řídí napájení jednotlivých vinutí statoru dle vstupního impulsního řídicího signálu.



Řízení krokového motoru

Elektronický ovladač - řídí funkční pohyb a režimy chodu krokového motoru v závislosti na přivedené informaci. Hlavní funkční části ovladače jsou zpravidla **elektronický komutátor, výkonový spínací zesilovač, řídicí logika, generátor řídicího a reverzačního signálu**.

Elektronický komutátor - je funkční část ovladače, ve které se mění vstupní impulsní řídicí signál na sled cyklicky se opakujících kombinací na výstupech komutátoru (viz. obr.)
Změna smyslu otáčení krokového motoru se dosáhne pomocí reverzačního signálu.



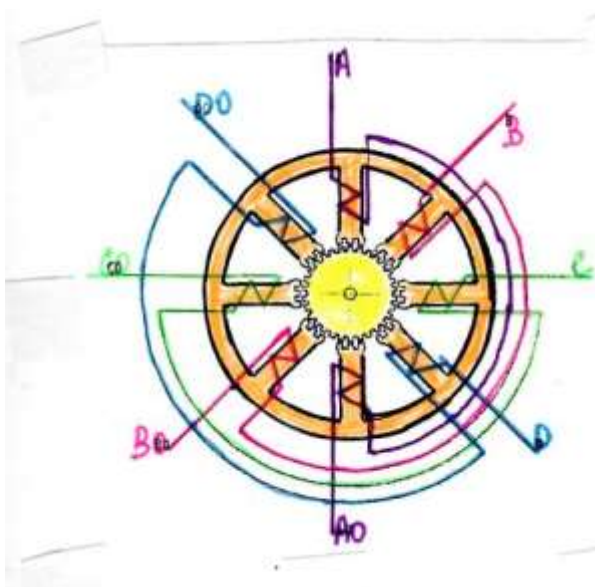
ŘG - generátor řídicího signálu
ŘL - řídicí logika
RG - generátor reverzního signálu
EK - elektronický komutátor
VSZ - výkonové spínací zesilovače

Základní uspořádání ovladače

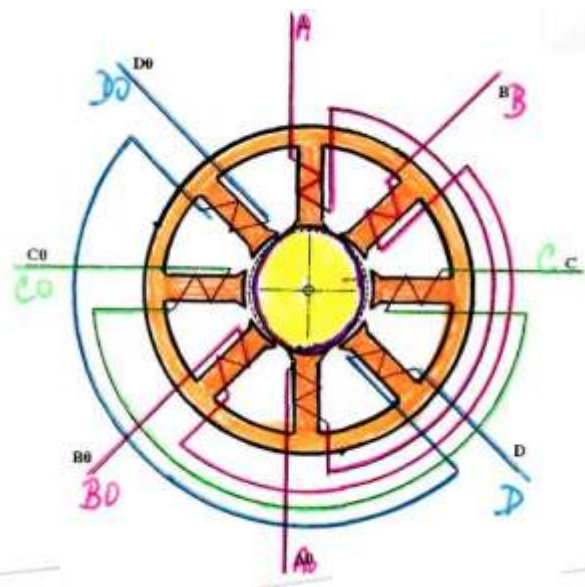
Nejpoužívanější konstrukce krokových motorů :

1. *s pasivním rotorem*
2. *s aktivním rotorem* - rotor obsahuje permanentní magnet (magneticky aktivní část)
3. *s odvalujícím se rotorem* - vzduchová mezera mezi rotorem a statorem je v jednom, nebo několika místech nulová. *s pasivním rotorem*

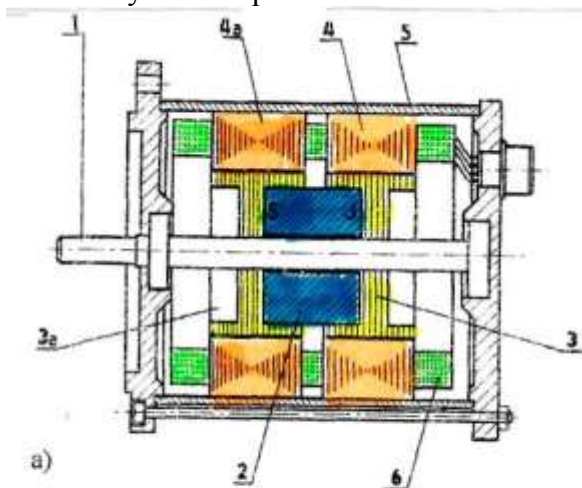
U všech krokových motorů je vinutí pouze na statorové části motoru !



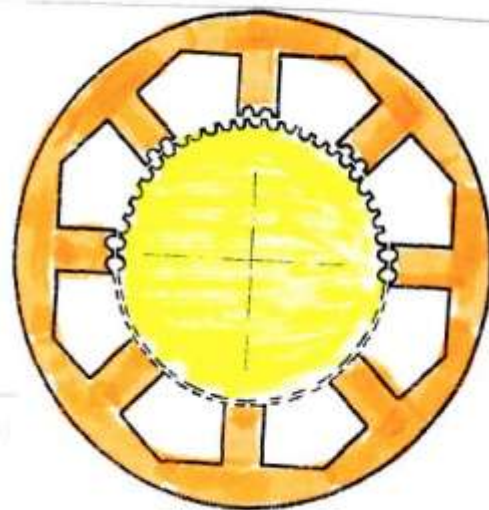
Krokový motor s pasivním rotorem



Krokový motor s odvalujícím se rotorem



1 - hřídel; 2 - magnet; 3, 3a - rotorové pólové
nástavce; 4, 4a - statorové svazky; 5 - kostra; 6 - vinutí



Krokový motor s aktivním rotorem - axiálně polarizovaný magnet

Vlastnosti krokových motorů - dle konstrukce velmi malá velikost kroku - $0,36^\circ$ až 60° .
Pásmo provozních kmitočtů - několik kHz až desítky kHz.
Momenty - od mN.m až desítky Nm.

Další používané elektrické pohony v automatizaci

- motory s piezoelektrickým pohonem

Pneumatické pohony :

Pneumatické pohony jsou jednoduché a robustního provedení, mají čistý provoz, vysokou provozní spolehlivost, velké přestavní síly (až 10^4N) a poměrně krátké přestavné doby.

Dělení pneumatických pohonů :

Dle převádějíci tlak na sílu nebo výchylku

- pohony s membránou
- pohony s pístem
- pohony s vlnovce
- pohony speciální

Podle způsobu generování pohybu

- jednočinné
- dvojitě

Podle dráhy výstupního prvku

- posuvné
- kyvné
- rotační

Dle signálu

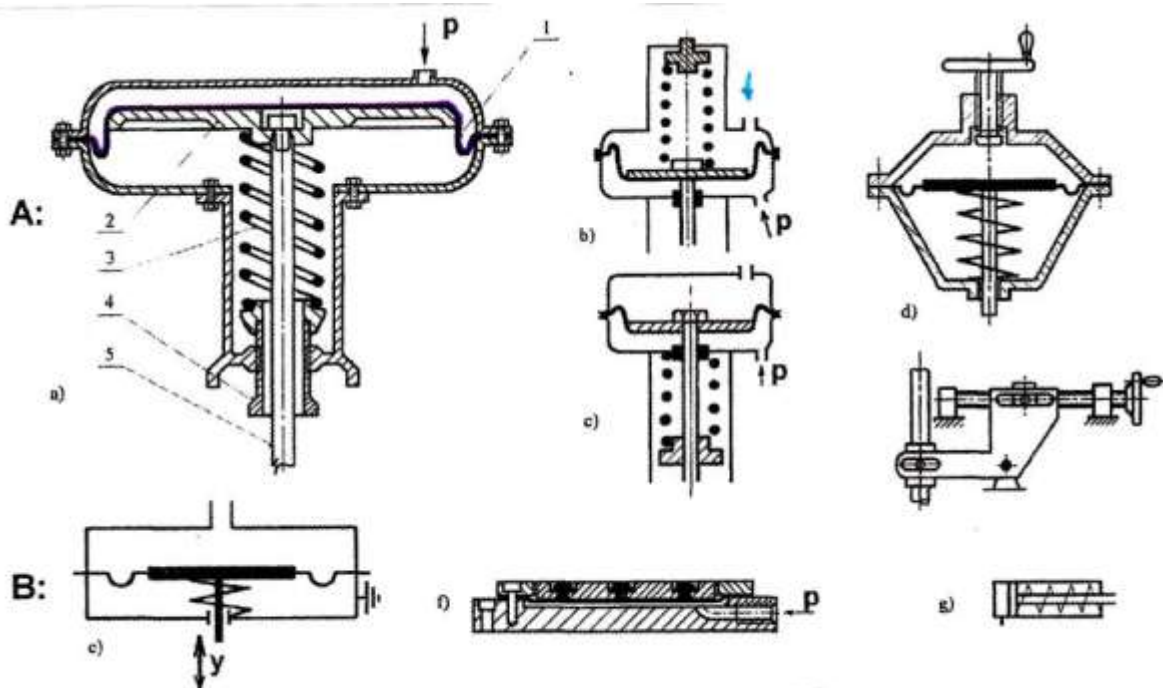
- spojitě
- nespojitě - dvupolohové - mají pružiny, které zajišťují návrat do výchozí pozice.

Membránové pohony - používají se pro pohon pro regulační orgány.

Výhody- dokonalá těsnost

Nevýhody - relativně malý zdvih

Podle pohybu táhla rozlišujeme činnost pohonu **na přímý** (táhlo jde dolů) a **nepřímý** (táhlo jde nahoru).



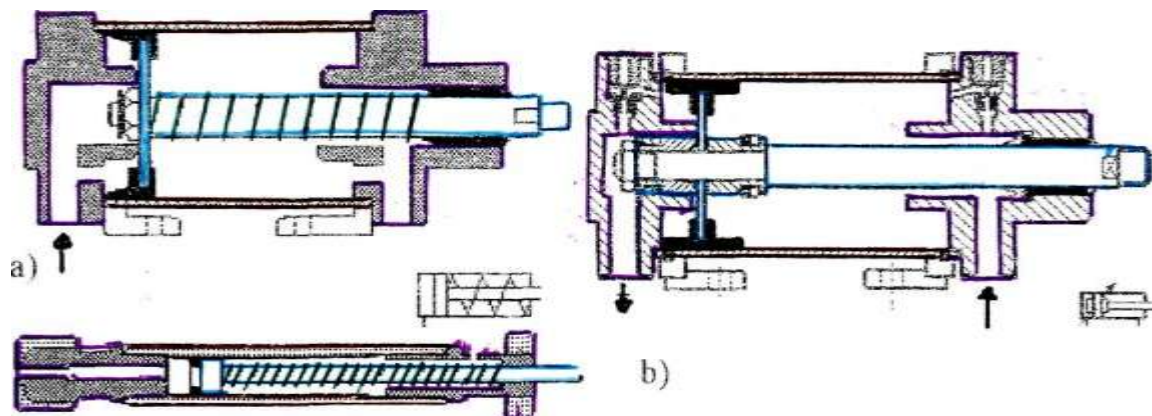
Membránové pohony

Pístové pohony - používají se v různých oblastech techniky, nejvíce však v **ovládací technice**.

Přednosti - možný velký zdvih (řádově až metry), robustnost a spolehlivost konstrukce, značné síly a momenty (desítky kN, stovky Nm) malý zastavěný prostor a relativně nízká cena.

Nevýhody - značné tření při pohybu a možná netěsnost.

Pístové pohony mohou být **jednočinné** - musí mít pro vratný pohyb do výchozí pozice **vratnou pružinu**, nebo **dvojčinné** - tlakový vzduch se přivádí na obě strany pístu - je možno nastavit polohu. **Nejrozšířenější pístový pohon je spalovací motor!**

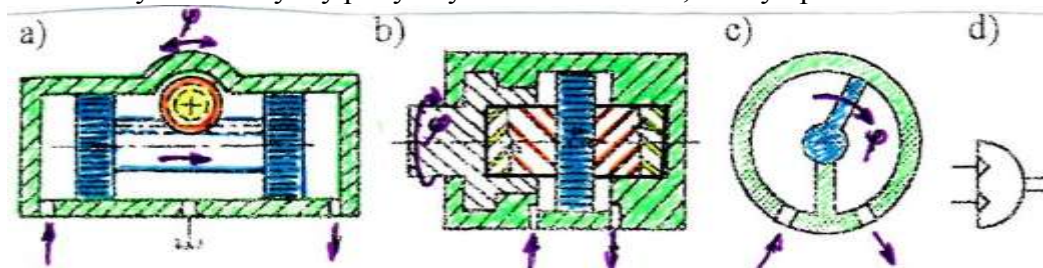


Jednočinné písty

Dvojčinné písty

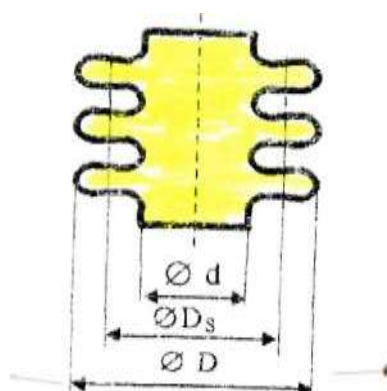
Různé provedení pneumatických pohonů

Pohony s kyvným pohybem - na bázi převodu přímočarého pohybu na kyvný, pístový se šroubovým převodem, nebo křídlový motor. Kyvný pohyb bývá běžně do 180°, někdy i přes 270°.

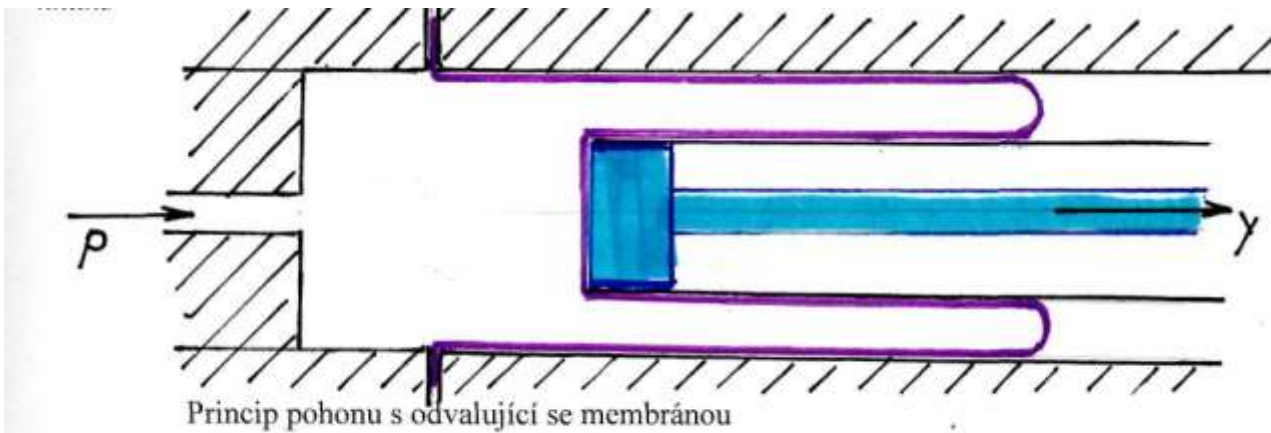


Obr. 6.31 Kyvné pneumomotory: a) pístový - převod pastorkem a ozubenou tyčí b) pístový se šroubovým převodem, c) křídlový, d) schématická značka

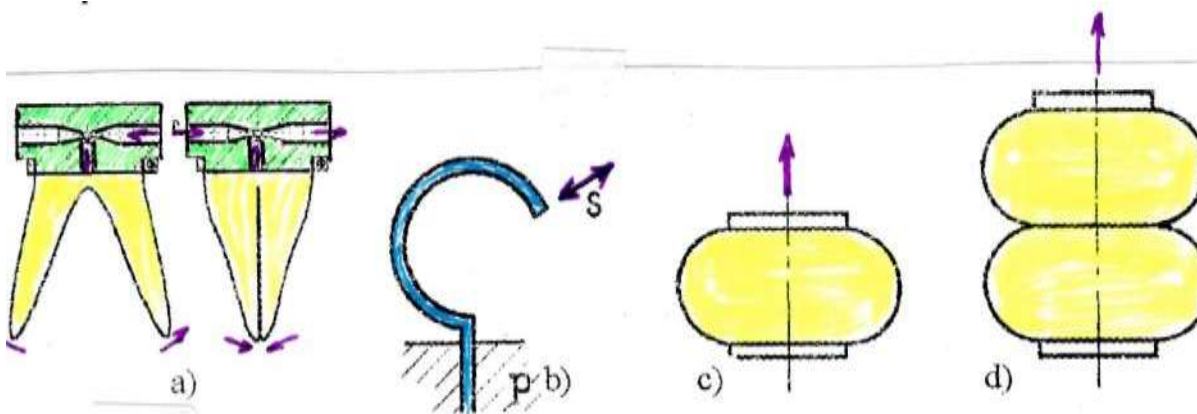
Pohony vlnovcové - základem je vlnovec vyrobený z bronzu, nebo pro vyšší tlaky z nerezové oceli (až do 1 MPa).



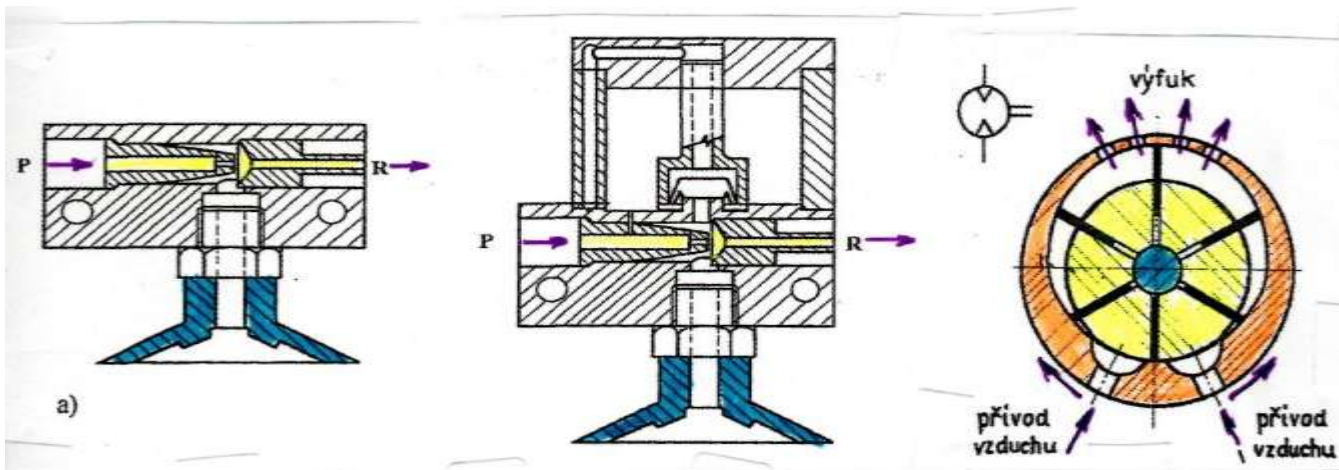
Pohon s odvalující membránou - tento pohon spojuje výhody membránových a pístových pohonů



Pohony speciální – pryžové prsty, pneumatické vaky, pneumatický sval, přísavný motor apod.



Obr. 6.34 Speciální pneumatické pohony: a) pryžové prsty, b) Bourdonovo pero, c) vak jednokomorový, d) dvoukomorový

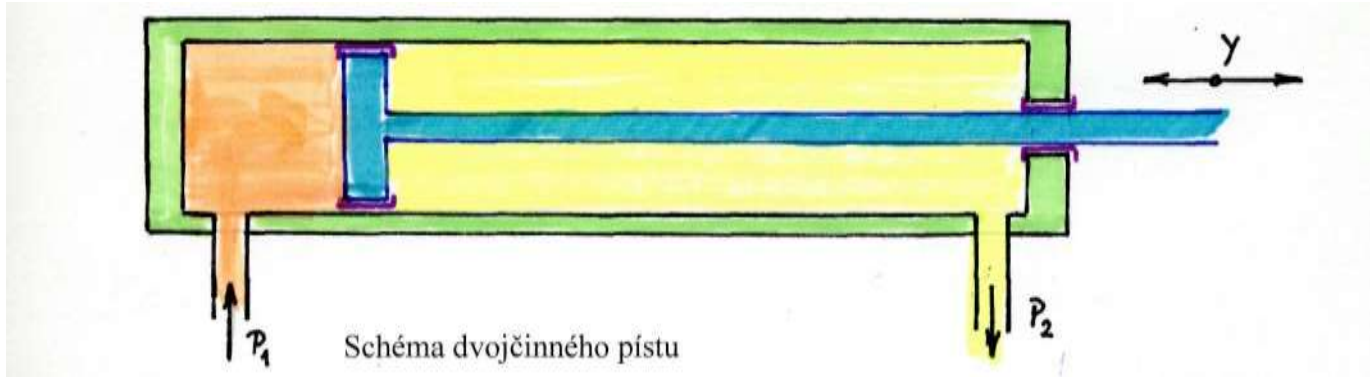


Přísavka s ejektorem – jednoduchá - s akumulací komorou – rotační křídlový motor

Hydraulické pohony :

Hydraulické servomotory - mají plynulý chod i při proměnné mechanické zátěži neboť pohonná látka (hydraulický olej) je nestlačitelný. Používají se pro **největší přestavné síly a momenty** (až 10 MPa). Jsou nenáročné z hlediska výroby i montáže, ale musejí mít dokonale těsná vedení kapaliny. Pracovní tlaky v hydraulických obvodech dosahují až desítek MPa (stovky „atm“) - nelze proto použít membrány jako převodový prvek a pružina pro vratný pohyb.

Hydraulické pohony jsou zásadně na základě dvojčinného pístu !



Hydraulické pohony jsou schopny generovat největší síly při malých dobách přestavení a současně nejmenších možných rozměrech a váze.

Použití - v mobilní technice - pozemní vozidla, stavební technika, lodě, letadla, raketová technika, vodní turbíny apod.

Tyto pohony ve spojitě regulaci průmyslových zařízení tvoří vždy **jednu jednotku s čerpadlem, zásobní nádrží oleje a rozdělovačem**. Důvodem je omezení délky vedení rozvodů, kde při velké délce rozvodů by mohly vzniknout tlakové rázy.

Schéma jednotky :

