

# Zariadenia FA pre začiatočníkov (servomechanizmy)

Tu je stručný prehľad servomechanizmov pre  
začiatočníkov.

Tento úvodný kurz je určený pre začiatočníkov, nováčikov v odbore servomechanizmov, je to príležitosť naučiť sa základy servomechanizmov.

Kapitoly tohto kurzu boli zostavené takto.  
Odporúčame vám začať kapitolou 1.

### **Kapitola 1 - Čo sú to servomechanizmy?**





Prečítajte si viac o základoch servomechanizmov, vrátane účelu, praktických aplikácií, princípov činnosti a konštrukcie.

### **Kapitola 2 – Rozdiely medzi invertormi a servomechanizmami**

Prečítajte si viac o rozdieloch medzi použitím a špecifikáciami, o porovnaní základných konštrukcií a o náhradných invertoroch a servomechanizmoch.

### **Záverečný test**

Na úspešné absolvovanie kurzu je potrebných: 60 % alebo viac.

Prejsť na nasledujúcu stranu		Prejsť na nasledujúcu stranu.
Späť na predchádzajúcu stranu		Späť na predchádzajúcu stranu.
Prejsť na požadovanú stranu		Zobrazí sa „Obsah“ a môžete prejsť na požadovanú stranu.
Ukončíte kurz		Ukončíte kurz. Okná, ako je obrazovka „Obsah“ a kurz sa zatvorí.

### Preventívne opatrenia

Pred použitím skutočného hardvéru si prečítajte Preventívne opatrenia v príslušných návodoch a dodržiavajte príslušné bezpečnostné informácie, ktoré sa v nich uvádzajú.

# Kapitola 1 Čo je to servomechanizmus?

## 1.1 Úloha servomechanizmu

Slovo „servomechanizmus“ sa používa pre situáciu, keď sa objekt pohybuje do cieľovej polohy alebo sleduje pohyblivý objekt. Slovo „servo“ pochádza z latinského slova servos, znamenajúceho otrok, a zo slova „servomechanizmus“ („servo“ je skrátená verzia).

Servomechanizmus je riadiaci systém riadiaci stroj podľa vydávaných povelov.

Servomechanizmus umožňuje riadenie polohy, rýchlosti, krútiaceho momentu alebo kombináciu týchto spôsobov riadenia.

Riadenie polohy	Regulácia otáčok	Regulácia krútiaceho momentu
<p>Servomechanizmy presne pohybujú predmetmi alebo ich zastavujú v nastavenej polohe.</p> <p>Servomechanizmy dokážu predmety dokonca polohovať s lepšou ako mikrónovou presnosťou (<math>\mu\text{m} = 1/1000 \text{ mm}</math>), a opakovane ich spúšťať/zastavovať.</p>	<p>Servomechanizmy rýchlo reagujú na rýchlosť cieľa dokonca aj pri zmene rýchlosti.</p> <p>Servomechanizmy dokážu dokonca minimalizovať rozdiel rýchlosti voči rýchlosti cieľa pri zmene záťaže.</p> <p>Možná je spojitá prevádzka v širokom rozsahu rýchlostí.</p>	<p>Servomechanizmy riadia krútiaci moment aj pri zmene zaťaženia.</p> <p>*Krútiaci moment je sila, ktorá vyvoláva otáčanie.</p>

Vysokorýchla a vysokopresná prevádzka servomechanizmov pracuje so spätnou väzbou, ktorá neustále overuje ich prevádzku, aby správne vykonávali zadané povely.

Dôležité je, aké presné je toto riadenie a ako sa minimalizuje rozdiel medzi povelovým signálom a signálom spätnej väzby. Definícia „servomechanizmu“ podľa japonskej priemyselnej normy (JIS):

Riadiaci systém na riadenie objektov sledovaním zmien cieľa pomocou cieľovej polohy, orientácie, postoja a ďalších faktorov. Servomechanizmy sa delia predovšetkým na systémy a sekcie, uvedené nižšie.

Povelová sekcia	Táto časť vydáva na výstup signály prevádzkových povelov.
Sekcia radiča	Táto sekcia pohybuje motorom a ostatnými dielmi podľa povelov.
Sekcia ovládača a detektora	Táto sekcia poháňa riadený cieľ a deteguje stav cieľa.

Väčšina mechanizmov používa hydraulické alebo pneumatické systémy. V poslednej dobe sa však široko využívajú elektrické systémy vzhľadom na ich vysokú úroveň udržateľnosti. Striedavý servomechanizmus je najčastejšie používaný elektromotor na riadenie FA, kde sa vyžaduje presnosť.

Servomotory majú kódovače, ktoré detegujú uhol otočenia, rýchlosť a smer. Tieto detegované informácie motory posielajú do servosilňovača (riadiaca sekcia) ako spätnú väzbu.

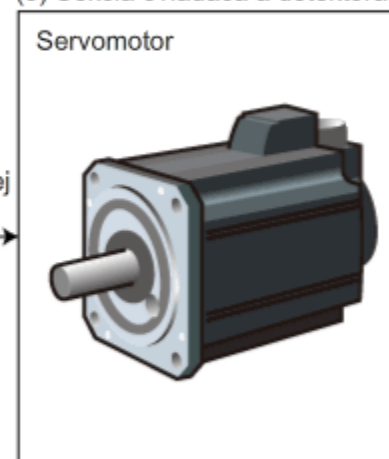
(1) Povelová sekcia



(2) Sekcia radiča



(3) Sekcia ovládača a detektora



Povelové signály

Dodávka elektrickej energie

Spätná väzba (návrat)

### Typy servomotorov

Vo všeobecnosti existujú tri typy servomotorov: Typový rad striedavých servomotorov SM (synchronný), typový rad striedavých servomotorov IM (indukčný), a jednosmerné servomotory. V prístrojoch a systémoch FA je striedavý servomechanizmus typového radu SM najpoužívanejší pri nižších alebo stredných kapacitách.

Bez potreby údržby	Jednosmerné servomotory si vyžadujú prehliadky a údržbu kefiiek a usmerňovačov.
Odolnosť proti vplyvom prostredia	Jednosmerné servomotory sa nemôže používať v aplikáciách, kde sa vyžaduje čisté prostredie, pretože produkujú prach z oderu kefiiek.
Výroba elektrickej energie počas výpadkov	Typový rad striedavých servomotorov IM sa nemôže používať počas výpadkov napájania, pretože nemá permanentné magnety.



Typy	Konštrukcia	Vlastnosti	
		Výhody	Nevýhody
Striedavý servomotor typového radu SM (synchronný)		Bez potreby údržby. Vynikajúca odolnosť proti vplyvom prostredia. Vysoký krútiaci moment. Riadenie výroby elektrickej energie počas výpadkov. Kompaktný a ľahký. Vysoká tarifa za energiu.	Trocha zložitejšie riadenie servozosilňovačom než v prípade jednosmerných servomotorov. Medzi motorom a servozosilňovačom je požadovaná reakcia 1:1. Môže dochádzať k demagnetizácii.
Striedavý servomotor typového radu IM (indukčný)		Bez potreby údržby. Vynikajúca odolnosť proti vplyvom prostredia. Vysoká rýchlosť a vysoký krútiaci moment. Vysoká účinnosť pri vysokej kapacite. Robustná konštrukcia.	Nízka efektívnosť pri nízkej kapacite. Zložitejšie riadenie servozosilňovačom než v prípade jednosmerných servomotorov. Bez riadenia výroby elektrickej energie počas výpadkov. Zmeny charakteristiky v závislosti od teploty.
Jednosmerný servo motor		Jednoduchšie riadenie servozosilňovačom. Výroba elektrickej energie počas výpadkov. Nízka cena za nízku kapacitu. Vysoká tarifa za energiu.	Vyžadujú si údržbu a pravidelnú kontrolu dielov pri usmerňovači. Nepoužívajú sa v aplikáciách, kde sa vyžaduje čisté prostredie, pretože produkujú prach z oderu kefiiek. Nepoužívajú sa pri vysokom krútiacom momente vzhľadom na použitie kefiiek. Môže dochádzať k demagnetizácii.

[Typy kódovačov]

<Prírastkové kódovače a absolútne kódovače>

Servomotory stále viac používajú absolútne kódovače, ktoré si po výpadku napájania nevyžadujú operáciu návratu na počiatok.

Absolútne kódovače majú absolútny detektor polohy na detekciu polohy pri otáčaní a detektor otočení, ktorý sčítava počet otočení.

Dáta detektora otočení sú zálohované batériou, aby sa predišlo strate dát pri výpadku napájania.

Vo všeobecnosti platí, že optické kódovače sa používajú, ak sa požaduje kompaktnosť pri vysokom rozlíšení. Namiesto nich sa však môžu použiť magnetické kódovače, ak sa výslovne požaduje odolnosť proti vonkajším vplyvom. (vysoká odolnosť proti škvrnám a podobne).

Na nasledujúcom diagrame je uvedený princíp činnosti optického kódovača.

Niektoré kódovače dosahujú vysoké rozlíšenie (1 milión impulzov/otočenie), čo túto metódu detekcie ďalej zlepšuje.

Porovnanie kódovačov (všeobecné)

Položka	Prírastkový kódovač	Absolútny kódovač
Výstup	Výstup prírastkovej hodnoty. Na výstup sa posiela impulz zodpovedajúci zmenám uhla otáčania.	Výstup absolútnych hodnôt. Na výstupe je absolútna hodnota uhla natočenia.
Odozva počas výpadkov napájania	Vyžaduje si operáciu návrat na počiatok pri zapnutí.	Nevyžaduje si operáciu návrat na počiatok pri zapnutí.
Cena	Nízka cena, pretože ich konštrukcie sú relatívne jednoduché.	Vysoká cena, pretože ich konštrukcie sú relatívne zložité.
Konštrukcia		
Doplňujúce informácie	Prírastkové kódovače s viacerými optickými drážkami na otáčajúcom sa kotúči konvertujú polohové dáta drážok na elektrické signály detegovaním svetla prechádzajúceho cez pevné drážky fotodiódou.	Absolútny kódovač spojíte deteguje polohu osi motora (absolútny kódovač je pripravený na osi motora). Kódovač si nevyžaduje operáciu návrat na počiatok pri zapnutí napájania, pretože nepotrebuje sčítavanie impulzov.

Vďaka svojej flexibilitě sa servomechanizmy používajú v extrémne širokom okruhu aplikácií v rôznych odvetviach. Servomechanizmy sa využívajú na veci v našom každodennom živote, ako sú mechaniky DVD počítačov a pevné disky, mechanizmy posunu papiera v kopírovacích strojoch a mechanizmy posunu pásky v digitálnych videokamerách. Servomechanizmy sa používajú aj v priemyselných aplikáciách, ako sú letecké riadiace mechanizmy a pohony astronomických teleskopov.

Niektoré príklady aplikácií striedavých servomechanizmov používaných v oblastiach FA ilustrujeme nižšie.

Striedavé servomechanizmy získavajú v 80. rokoch minulého storočia popredné postavenie v pohonoch s meniteľnou rýchlosťou pre prístroje FA, používané pri číslicovom riadení (NC) a v robotike.

V 90. rokoch minulého storočia sa začínajú používať v širšom okruhu aplikácií vďaka rozšíreniu trhu, prechodu od použitia hydraulických systémov na elektrické systémy.

V nedávnej minulosti viedol pokrok v informačných technológiách (IT) vrátane mobilnej komunikácie k dramatickému rozšíreniu aplikácií servomechanizmov v odboroch ako je výroba polovodičov, osadzovanie elektronických komponentov a výroba displejov z tekutých kryštálov (LCD).

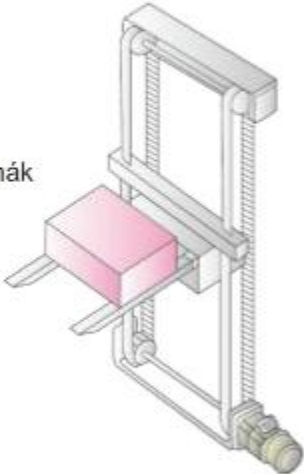
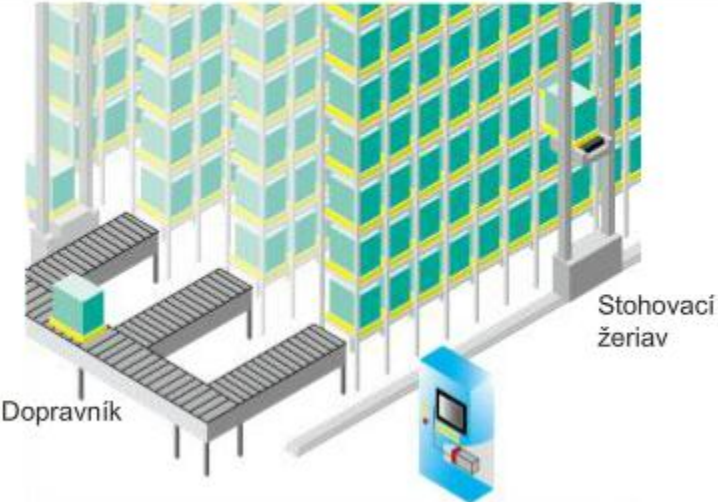
1. Prepravné aplikácie
2. Aplikácie na navíjacích strojoch
3. Aplikácie pre potravinárske výrobky
4. Polovodičové aplikácie
5. Aplikácie pri vstrekovacom lisovaní
6. Aplikácie osadzovania elektronických súčiastok



### Riadenie dopravy

Prepravné zariadenia sú nenahraditeľnými prvkami v mnohých odboroch, pretože sa zvyšuje stupeň prepracovanosti a automatizácie priemyslu.

Nižšie uvádzame niektoré príklady použitia servomechanizmov v tomto odbore.

Prepravný stroj (zvislý)	Automatizované systémy vychystávania pre sklady
<p>Servomechanizmy zvyšujú rýchlosť stroja a zlepšujú efektivitu výroby. Predmety presne zastavujú v nastavenej polohe. Servomotor so systémom magnetickej brzdy sa používa na zabránenie padaniu predmetov zo stroja pri výpadkoch napájania.</p>	<p>Striedavé servomechanizmy sa široko používajú v jednotkách na vyberanie a prenášanie systémov automatizovaného vychystávania pre sklady, kde splňajú požiadavky na vysokú rýchlosť. Použitie striedavých servomotorov umožňuje spojitjšie riadenie a nastavovanie rýchlosti pri vysokorýchlostnej prevádzke. Efektívnosť logickej správy skladových zásob sa dramaticky zvyšuje v rámci celého procesu od nákupu surovín a polotovarov až po dodávku koncových výrobkov vďaka použitiu automatizovaných systémov vychystávania v skladoch v rámci systému správy dodávateľského reťazca (SCM).</p>
<p>Zdvihák</p> 	 <p>Dopravník</p> <p>Stohovací žerjav</p>

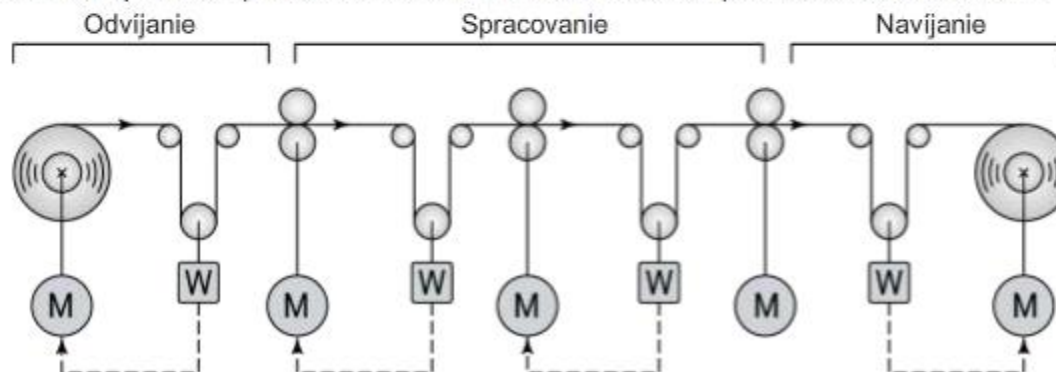
### Aplikácie na navíjacích strojoch

Navíjací stroj pracuje s dlhými kusmi materiálu, ako je papier alebo fólia. Nazýva sa aj „kotúčový papier“.

Navíjacie operácie sa v podstate skladajú z troch krokov: odvíjanie materiálu, spracovanie materiálu a navíjanie materiálu na kotúč.

Metóda spracovania sa môže meniť v závislosti od aplikácie (nasekávačka, laminátor, tlačiareň), ale celková štruktúra zostáva rovnaká.

Schéma typického mechanizmu:



Nasekávačka	Laminátor
<p>Nasekávačka je stroj, ktorý zhotoví záseky v spracúvanom materiáli na navíjacom valci, finálny postup. Napnutie je riadené tak, aby nasekávačka správne umiestnila náseky.</p>	<p>Laminátor je prístroj, ktorý spojí k sebe a zataví vrstvy fólie. Vhodne sa riadi napnutie, aby na fólie pôsobil vhodný prítlak. Podobné mechanizmy majú aj stroje na nanášanie povlakov, tlačiarne a iné typy zariadení.</p>

### Aplikácie pre potravinárske výroby

Požiadavky na zvýšenie kvality a bezpečnejšie spracovanie potravín stále rastú, preto sa servomechanizmy často používajú ako riešenie v mnohých oblastiach potravinárskeho priemyslu.

Linka plničky	Linka baliaceho stroja
<p>Plnička plní fľaše rôznych tvarov a veľkostí rôznymi druhmi kvapalín s vysokou rýchlosťou.</p> <p>Plniaci postup je riadený tak, že fľaše sa naplnia správnym množstvom podľa ich veľkosti s vysokou rýchlosťou bez tvorby bubliniek.</p>	<p>Servomechanizmy zaručujú, že potravinárske výroby budú hermeticky presne a hygienicky zabalené.</p> <p>Dôležité je, aby sa z kotúča odstrihlo správne množstvo fólie podľa veľkosti každého potravinárskeho výrobku.</p>

### Polovodičové aplikácie

Postupy výroby polovodičov spravidla prebiehajú na submikrónovej úrovni.

Z tohto dôvodu si vyžadujú extrémne vysokú presnosť spracovania a čisté prostredie.

Široko sa tu používajú práve systémy servomechanizmov, pretože dokážu spĺňať tieto podmienky.

Polovodičové technológie neustále napredujú a otvárajú tak stále väčšiu potrebu technológie servomechanizmov stále vyššej úrovne.

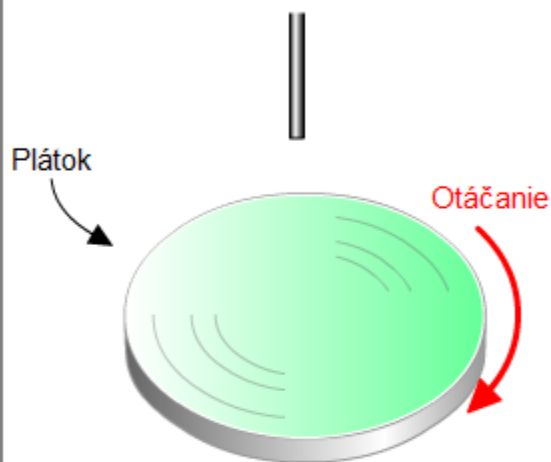


## Rotačné nanášanie

Pri výrobe polovodičových obvodov sa využívajú fotografické princípy. Fotorezist sa nanáša na polovodičový plátok rotačným nanášaním.

Stroje na rotačné nanášanie využívajú princíp odstredivej sily na nakvapkanie roztoku fotorezistu na plátok, aby sa rozprestrel po povrchu v tenkej a rovnomernej vrstve.

Ak sa plátok točí príliš rýchlo, fotorezist môže z plátka odletieť. A naopak, ak sa plátok točí príliš pomaly, fotorezist sa nemusí rozdeliť rovnomerne po celom povrchu.

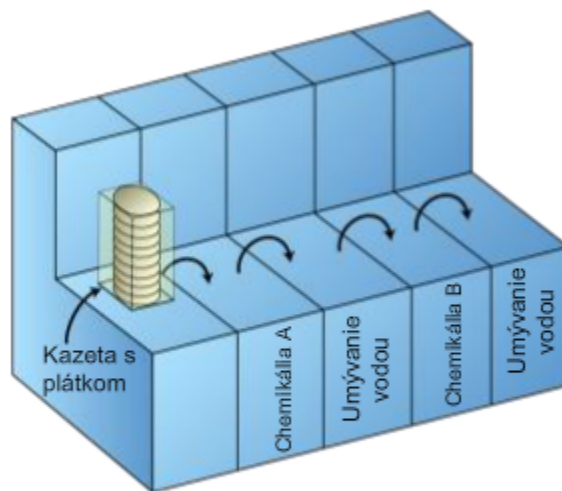


## Čistenie plátka

Postupy výroby polovodičov využívajú fotografické princípy a počas výroby si vyžadujú vykonanie viacerých čistiacich krokov.

Plátky sa ponárajú do chemických roztokov a do vody (purifikovaná voda), aby sa rozpustili, neutralizovali a odplavili nečistoty a potom sa vysušia.

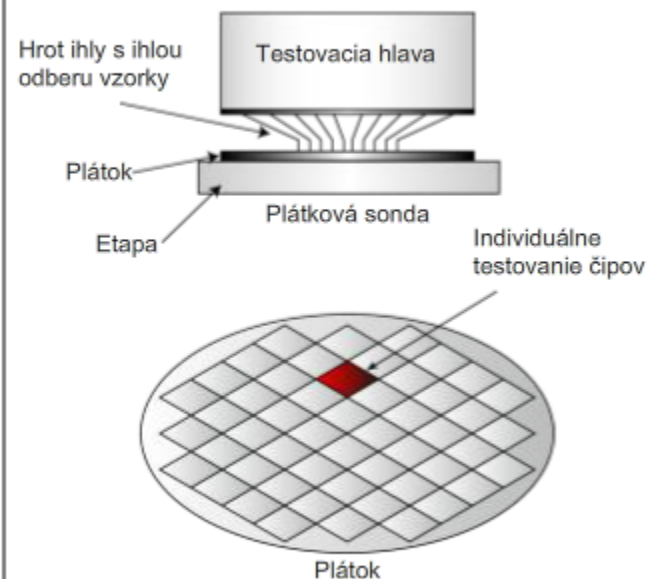
Používa sa dávkové spracovanie, pri ktorom sa súčasne spracovávajú viaceré plátky v kazete, a jednoplátkové spracovanie, pri ktorom sa plátky spracovávajú jednotlivo.



## Plátková sonda

Z jedného plátka sa vyrába veľký počet čipov LSI a každý čip sa pred montážou testuje pomocou plátkovej sondy a testera.

Keďže ihla sa prikladá priamo na povrch čipu, vyžaduje sa presné polohovanie. Tento krok sa musí spracovávať vysokou rýchlosťou.

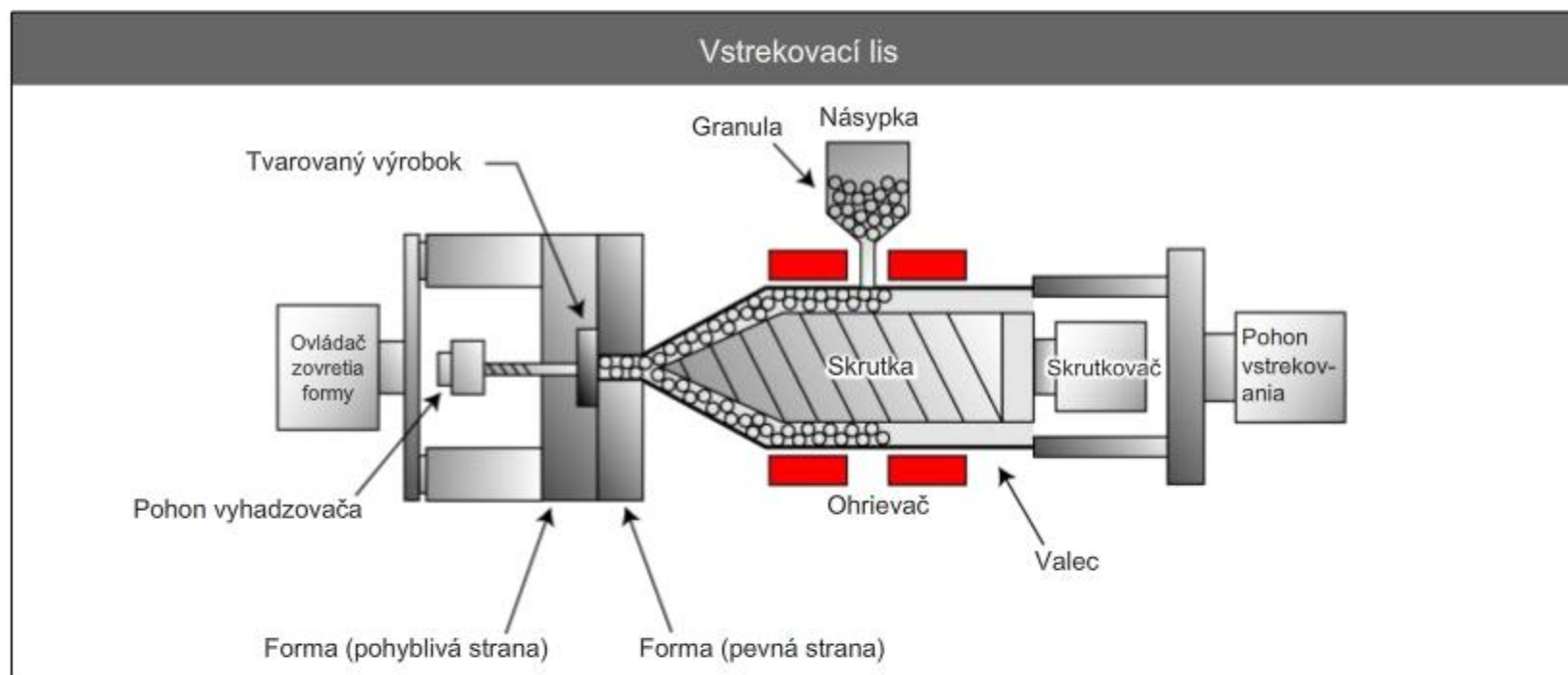


### Aplikácie pri vstrekovacom lisovaní

Vstrekovací lis je zariadenie na výrobu dielov z plastu.

Plastový materiál sa zohreje a roztaví, potom sa vstreknutím do formy vyrábajú diely.

Konvenčné vstrekovacie lisy využívajú najmä hydraulické riadenie, avšak stále viac vstrekovacích lisov začína využívať systémy striedavých servomechanizmov na úsporu elektrickej energie.



Ohrievač roztaví tieto plastové materiály a pelety v blízkosti zostavy so závitkovým vretenom a lis ich vstrečne do formy. Po stuhnutí materiálu sa výlisok vytlačí vyrážacím kolíkom, aby sa dal vybrať z formy.

Sila zovretia formy je mimoriadne veľká. Niektoré sily pri aplikáciách pre veľké diely môžu prekročiť dokonca až 3000 ton.

### Aplikácie osadzovania elektronických súčiastok

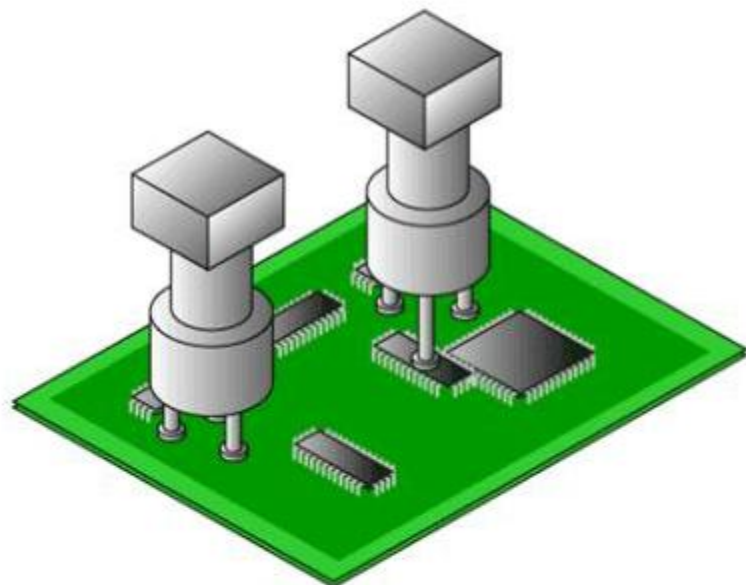
Osadzovacie stroje sú zariadenia, ktoré osadzujú elektronické komponenty, ako sú čipy LSI, do dosiek plošných spojov, kde sa vyžaduje vysoká rýchlosť a vysoká presnosť.

V súčasnosti sa vyžaduje pokročilá technológia osadzovania digitálnych komponentov (polovodičových čipov osadzovaných priamo na dosku plošných spojov), stohovania čipov a súvisiace technológie.

Objavila sa aj potreba jednotiek detektorov na zabezpečenie automatizovaného vysokorýchlostného osadzovania dosiek plošných spojov, zvyšujúceho produktivitu.

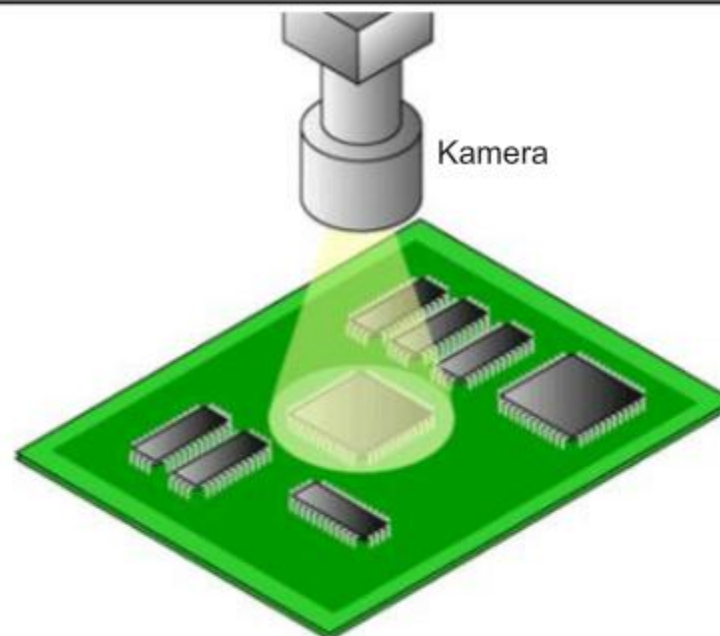
Striedavé servomechanizmy spĺňajú tieto požiadavky.

Osadzovací stroj



Elektronické súčiastky (čipy LSI, odpory, kondenzátory a pod.) sa osadzujú na dosku plošných spojov (DPS). Tento proces si vyžaduje presné polohovanie s vysokou rýchlosťou.

Základné testovanie



Testuje sa správne osadenie elektronických súčiastok (IO, odpory, kondenzátory a pod.) na DPS. V niektorých prípadoch sa môže testovať aj samotná DPS.

Hlavnou charakteristikou servosystému je to, že porovnáva povelovú hodnotu a aktuálnu hodnotu a snaží sa o minimalizovanie rozdielu medzi nimi použitím riadenia spätnej väzby.

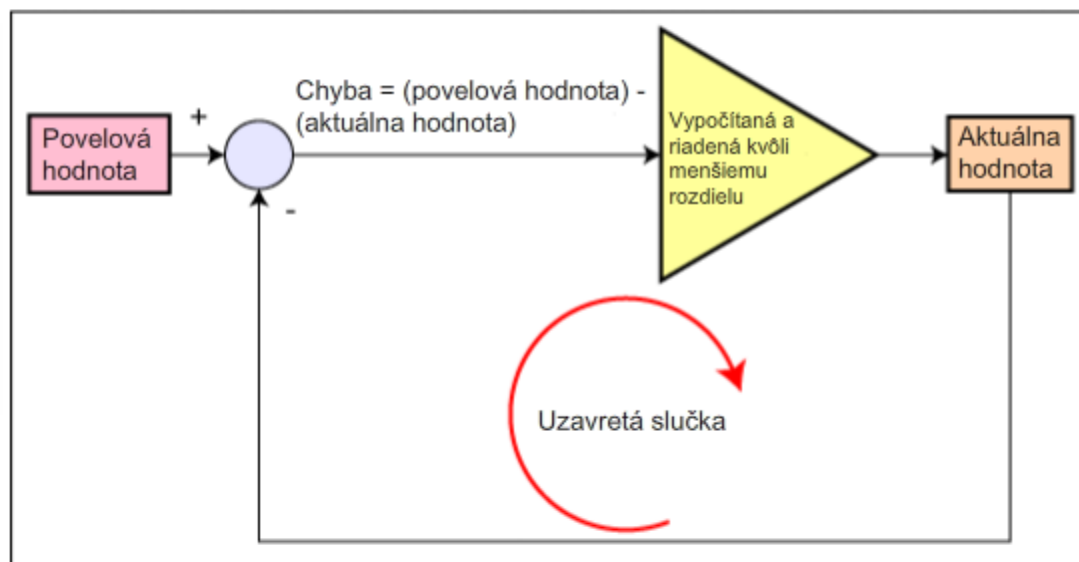
Spätnoväzobné riadenie sa zopakuje tak, aby (riadený) stroj plnil povel podľa možnosti čo najpresnejšie. Pokiaľ dôjde k odchýlke, zmení sa metóda riadenia a spätná väzba sa zopakuje.

Slučka, ktorá cyklicky prechádza cez stavy „chyba → aktuálna hodnota → chyba“, sa označuje ako uzavretá slučka, pretože sa uzatvára.

A naopak, systém, kde sa nepoužíva žiadna spätná väzba, sa označuje ako otvorená slučka.



Cyklus tu nie je „jednoducho sa nasledujúce povelovú ponechávajú BEZ spätnej väzby“. Presné riadenie sa dosahuje opakovaním, aby sa chyba napravila a minimalizovala.





Existujú tri rôzne povelové režimy servosystémov, uvedené v nasledujúcom zozname. O režime sa rozhoduje v závislosti od toho, aké sú povelové hodnoty.

- (1) Režim polohovej regulácie (2) Režim rýchlostnej regulácie (3) Režim regulácie krútiaceho momentu

Niektoré výrobky umožňujú prepínať režimy servomechanizmu aj počas prevádzky.

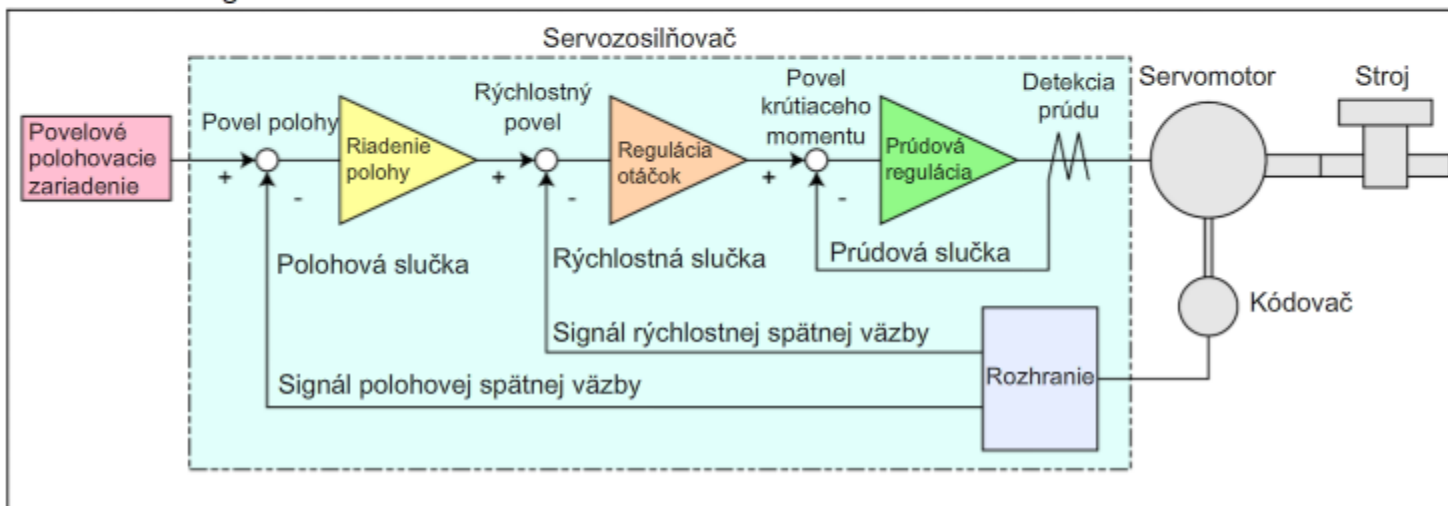
Príklad:

Prepnutie z režimu rýchlostnej regulácie do režimu režim regulácie krútiaceho momentu	Stroj beží konštantnou rýchlosťou (režim riadenia rýchlosti), keď sa materiál začne navíjať na navíjací kotúč. Neskôr sa prepína do režimu regulácie krútiaceho momentu na zaručenie navíjania materiálu s konštantným napnutím.
---	--

Použitie riadenia pohybu sa v posledných rokoch rozšírilo. Toto riadenie je vhodné, ak sa radič používa súčasne na riadenie viacerých osí.

### Riadiaca slučka servomechanizmu

Dôraz na tok signálov v servomechanizme. Servomechanizmus má túto konštrukciu:



V striedavých servosystémoch deteguje snímač namontovaný na servomotore impulzné signály a prúd motora. Spätná väzba sa posiela na servozosilňovač a slúži na riadenie stroja tak, aby vykonával vydané povel.

V tejto spätnej väzbe sú tieto tri rôzne slučky.

Polohová slučka	Toto je slučka, ktorá riadi polohu pomocou signálov polohovej spätnej väzby, vygenerovaných z impulzov kódovača.
Rýchlostná slučka	Toto je slučka, ktorá riadi rýchlosť pomocou signálov rýchlostnej spätnej väzby, vygenerovaných z impulzov kódovača.
Prúdová slučka	Toto je slučka, ktorá riadi krútiaci moment pomocou signálov prúdovej spätnej väzby, vygenerovaných na základe detekcie prúdu servozosilňovača.

V každej slučke sú signály riadené tak, aby bol rozdiel medzi povelovým signálom a spätnoväzobným signálom nulový. Rýchlosti reakcie pre slučky uvádzame nižšie v poradí od pomalších po rýchlejšie.

(Polohová slučka) < (Rýchlostná slučka) < (Prúdová slučka)

Dolu sa uvádza typ slučky, používanej v každom regulačnom režime.

Spôsob riadenia	Slučka
Režim riadenia polohy	Polohová slučka, rýchlostná slučka, prúdová slučka
Režim regulácie rýchlosti	Rýchlostná slučka, prúdová slučka
Režim regulácie krútiaceho momentu	Prúdová slučka (potrebné je však riadenie rýchlosti v stave bez zaťaženia)

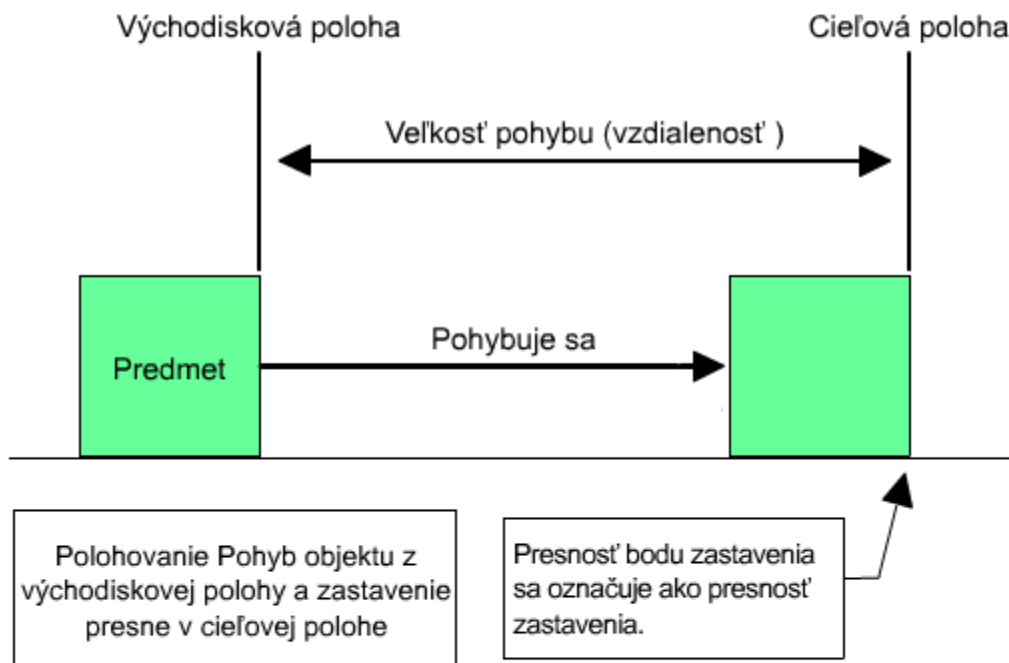
[Režim riadenia polohy]

(a) Cieľová poloha pre riadenie polohovania

V systémoch FA zahŕňa „proces polohovania“ objekty, ako sú spracovávané obrobky alebo nástroje (vrtáky, rezačky), pohybujúce sa s optimálnou rýchlosťou a ich zastavenie v určenej polohe s vysokou presnosťou. Tento typ riadenia sa nazýva riadenie polohy.

Väčšina servosystémov sa môže použiť pre toto riadenie polohovania.

Štart (Stlačte toto tlačidlo)



Pri riadení polohovania motor potrebuje v každom okamihu presné monitorovanie stavu rýchlosti motora, preto sa používa kódovač, ktorý deteguje stav rýchlosti motora.

Okrem toho, aby bolo možné sledovať povely pri vysokých rýchlostiach, servomotory používajú špecializované kódovače určené na zvýšenie generovaného krútiaceho momentu, súčasti výkonnostných charakteristík motora, a na zníženie zotrvačnosti samotného motora.



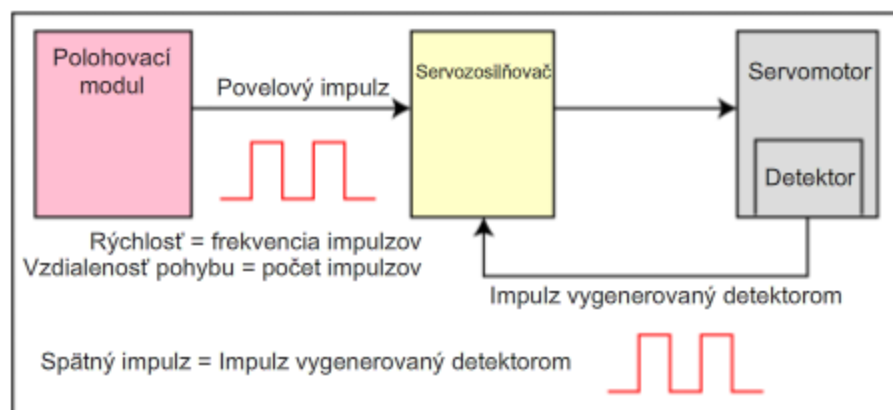
[Režim riadenia polohy]

(b) Základy riadenia polohy

Základné riadenie polohy v servosystémoch obsahuje nasledujúce položky:

- Veľkosť pohybu stroja je úmerná celkovému počtu povelových impulzov.
- Rýchlosť stroja je úmerná rýchlosti postupnosti povelových impulzov (frekvencii impulzov).
- Polohovanie sa dokončí v rozsahu konečný impulz plus/mínus jeden impulz a poloha sa udržiava dovtedy, kým nebudú privedené žiadne aktualizované polohové povely.

(Funkcia zamknutie servomechanizmu)



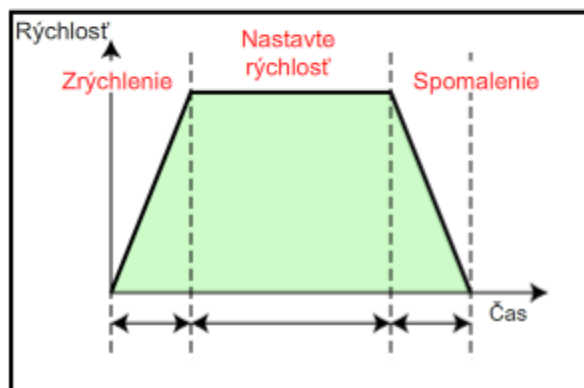
Z tohto dôvodu presnosť polohy servosystému určujú nasledujúce faktory.

- Veľkosť pohybu mechanického systému na jedno otočenie servomotora
- Počet výstupných impulzov kódovača na jedno otočenie servomotora
- Chyby, ako je napríklad vôľa v mechanickom systéme

[Režim regulácie rýchlosti]

Riadenie rýchlosti v servosystémoch sa charakterizuje tým, že stroje dokážu pracovať s detailne určenou rýchlosťou v širokom rozsahu s minimálnymi odchýlkami.

(a) Funkcie plynulý štart/stop



Zrýchľovanie rýchlosti (rýchlosť zmeny rýchlosti) pri stúpajúcej/klesajúcej hrane možno upraviť tak, aby sa predišlo otrasom stroja počas zrýchľovania/spomaľovania.

(b) Široký rozsah regulácie rýchlosti

Riadenie rýchlosti je možno v širokom rozsahu od extrémne nízkej po vysokú rýchlosť.

(Približne 1:1000 - 1:5000) Charakteristika menovitého krútiaceho momentu v rámci rozsahu riadenia rýchlosti.

(c) Nízka rýchlosť zmeny rýchlosti

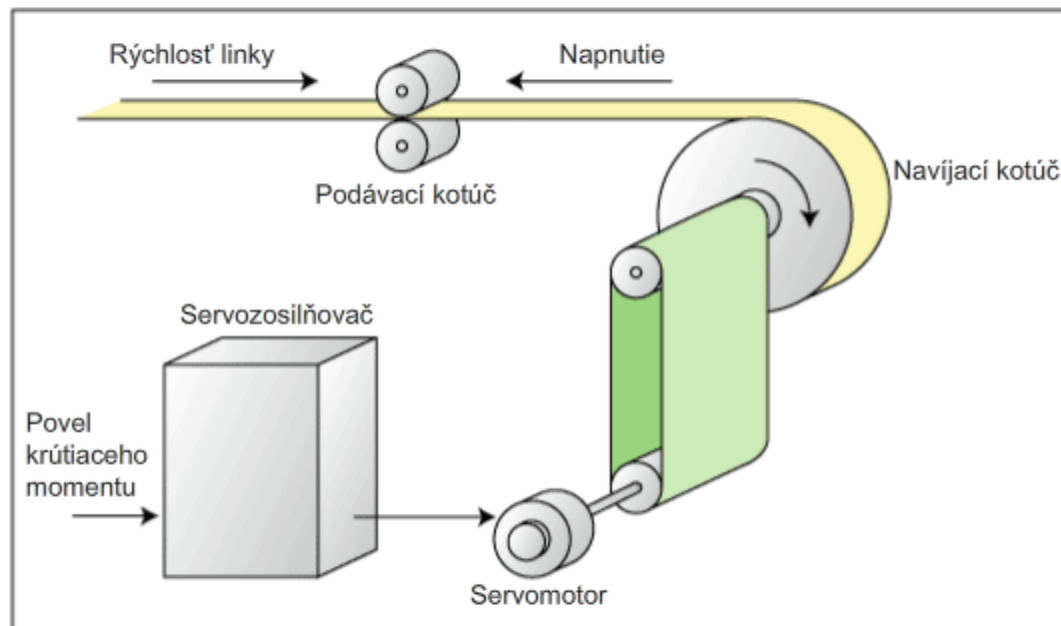
Stroje môžu bežať s menšou zmenou rýchlosti pri zmene zaťaženia.

[Režim riadenia krútiaceho momentu]

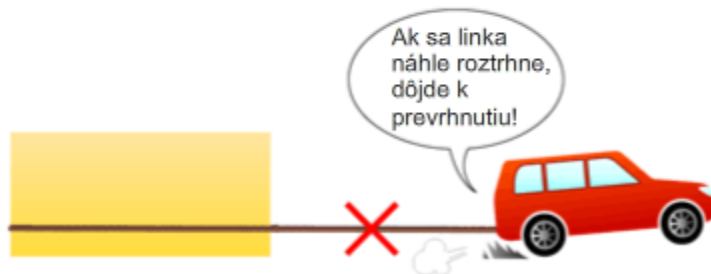
Vydáva na výstup cieľový krútiaci moment ovládajúci prúd servomotora pri riadení krútiaceho motora.

<Príklady navijania>

- (a) Keďže krútiaci moment záťaže sa zvyšuje so zväčšovaním polomeru navijacieho kotúča, výstupný krútiaci moment zo servomotora je riadený tak, aby udržiaval konštantné vhodné riadené napnutie.



- (b) Dbajte na nastavenie hodnoty obmedzenia rýchlosti, pretože motor sa pri malom zaťažení rozbehne s veľmi vysokou rýchlosťou, napríklad ak sa materiál náhodne prereže v polovici danej operácie.



## Kapitola 2 Aké sú rozdiely medzi invertormi a servomechanizmami?

### 2.1 Rozdiely v aplikáciách a špecifikáciách

Invertory na univerzálne použitie a servomechanizmy na univerzálne použitie sa zásadne líšia z hľadiska cieľov a funkcií.

Výber závisí od takých faktorov, ako je napríklad spôsob prevádzky, podmienky záťaže a cena.

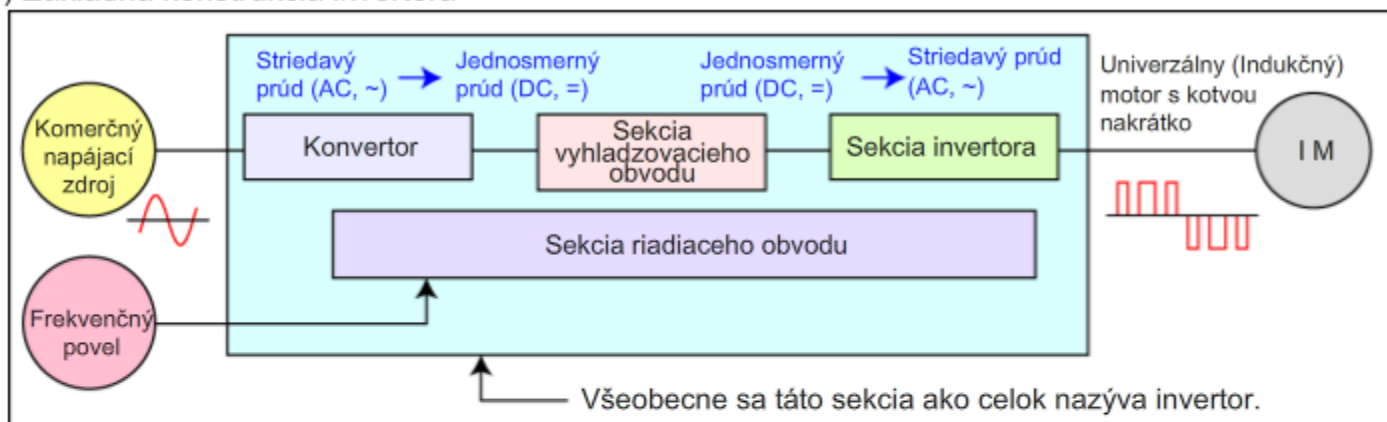


Porovnanie	(Univerzálny) inverter	Servomechanizmus (univerzálny)
Riadiace aplikácie	Používajú sa na riadenie pri relatívne miernych normálnych podmienkach.	Používajú sa v aplikáciách, kde sa vyžaduje vysoká rýchlosť a vysoko presná kontrola.
Režim riadenia	Používajú sa najmä pre režimy riadenia rýchlosti.	Používa sa v režimoch polohovej regulácie, rýchlostnej regulácie a regulácie krútiaceho momentu.
Motor	Používa sa univerzálny (indukčný) motor.	Je určovaný/obmedzovaný kombináciou servozosilňovača.
Prevádzka s viacerými motormi	Jedným invertorom môžu byť poháňané viaceré motory.	Platí zásada, že jeden servozosilňovač sa používa iba na pohon jedného motora.
Cena	(Relatívne) lacné	(Relatívne) drahé
Reakčná schopnosť (čím vyššia, tým lepšie)	Nízka reakčná schopnosť. Približne 100 rad/s.	Vysoká reakčná schopnosť. Približne 200 rad/s až 15000 rad/s.
Presnosť zastavenia	Približne až do 100 $\mu\text{m}$ .	Dostupná približne až do 1 $\mu\text{m}$ .
Frekvencia štart/stop (počet možných spustení/zastavení stroja)	Približne 20 ot/min alebo menej.	Približne 20 ot/min až 600 ot/min.
Rýchlosť zmeny rýchlosti	Vysoká rýchlosť zmeny. Keďže nie je k dispozícii žiadna rýchlostná spätná väzba, zmeny zaťaženia a ďalších faktorov môžu ľahko spôsobovať vplyv.	Nízka rýchlosť. Umožňuje vyvážiť zmeny zaťaženia a ďalších faktorov, pretože pôsobí spätná väzba po rýchlosti.
Spojité prevádzkové rozsah (spojitá prevádzka pri 100 % zaťažení)	Úzky rozsah. Približne 1:10 rad/s.	Široký rozsah. Približne 1:1000 rad/s až 1:5000 rad/s.
Maximálny krútiaci moment (menovitý krútiaci moment)	Približne 150 %.	Približne 300 %.
Výstup	Približne 100 W až 300 kW.	Približne 10 W až 60 kW.

Základná konštrukcia je rozdelená na dve hlavné časti: hlavný obvod, ktorý konvertuje elektrinu. Riadiaci obvod, ktorý vydáva povely určujúce, ako sa má elektrina prekonvertovať.

Hlavný obvod	<p>Z hľadiska konštrukcie sú invertory a servomechanizmy takmer to isté. Rozdiel medzi servomechanizmami a invertormi spočíva v tom, že servomechanizmy majú časť, nazývanú dynamická brzda. Jednotka dynamickej brzdy absorbuje zotrvačnú energiu, ktorá sa vytvára na servomotore a zapína brzdu na servomotore.</p>
Riadiaci obvod	<p>V porovnaní s invertormi majú servomechanizmy pomerne komplikovanú konštrukciu. Práve z tohto dôvodu si servomechanizmy vyžadujú funkcie zložitej spätnej väzby, prepínania riadiaceho režimu, limity (pre prúd, rýchlosť, krútiaci moment) a ďalšie operácie.</p>

### (1) Základná konštrukcia invertora

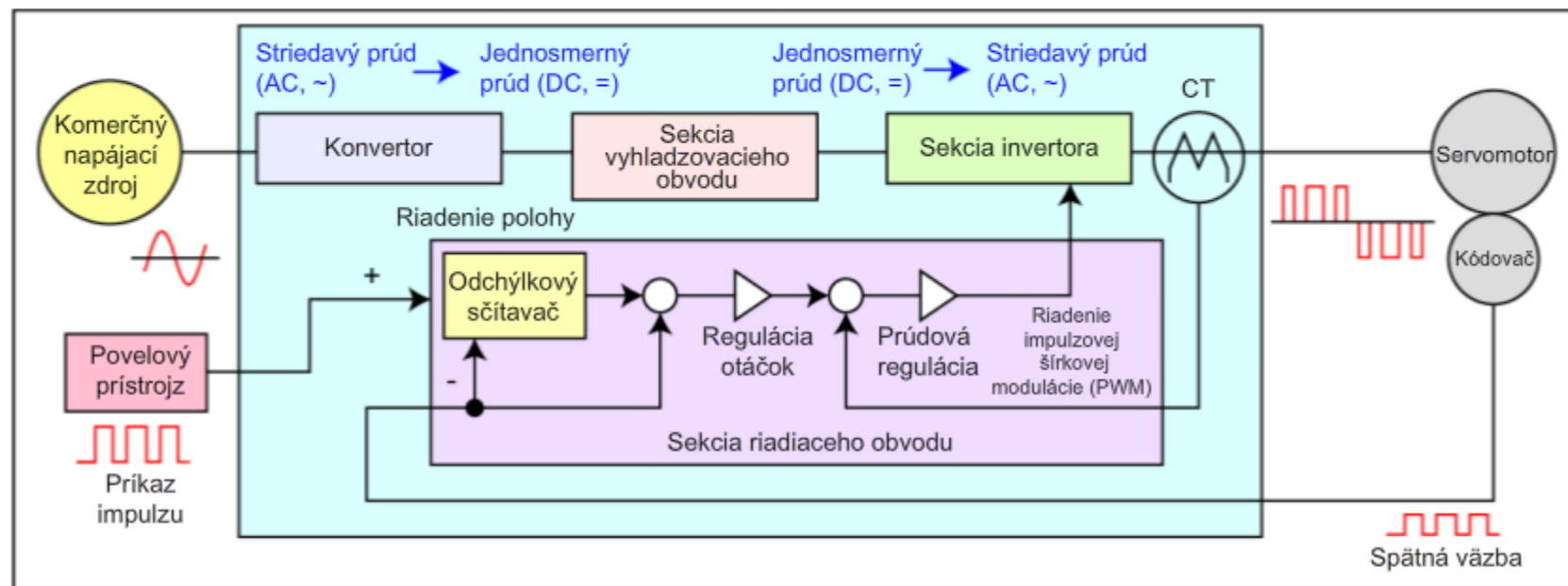


Každá sekcia funguje takto:

- Sekcia konvertora : Služi na konverziu striedavého napätia z komerčného napájacieho zdroja na jednosmerné napätie.
- Sekcia vyhladzovacieho obvodu : Zabezpečuje vyhladenie variácií pri zvlnení jednosmerného prúdu.
- Sekcia invertora : Zabezpečuje konverziu jednosmerného napätia na striedavé napätie s premennou frekvenciou.
- Sekcia riadiaceho obvodu : Zabezpečuje predovšetkým riadenie sekcie invertora.

## 2.2 Porovnanie základných konštrukcií

(2) Pri základnej konštrukcii servomechanizmu funguje každá sekcia takto:



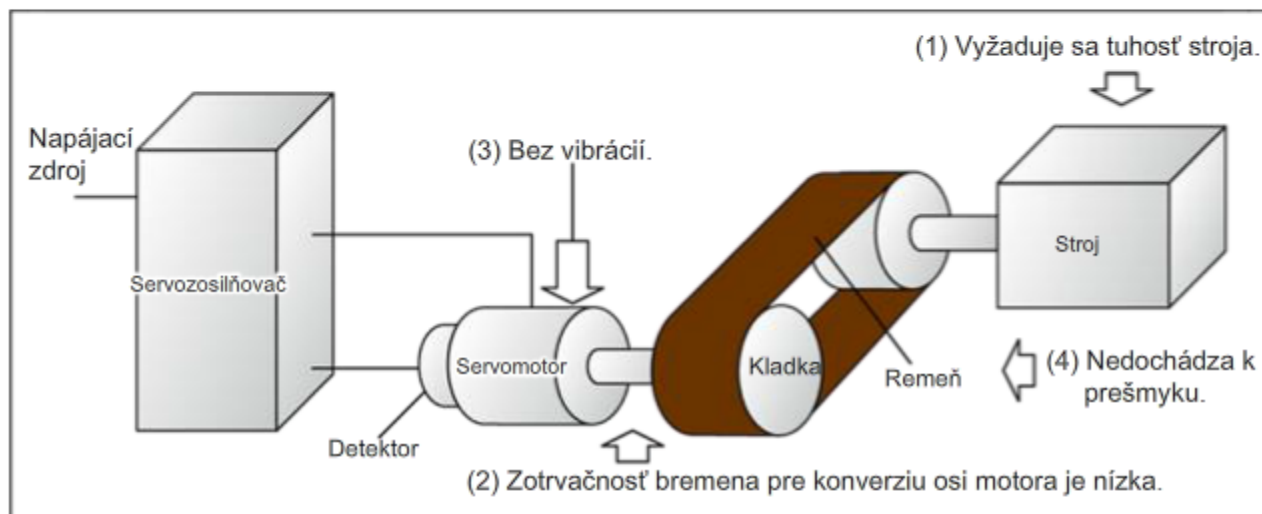
- Sekcia konvertora : Služi na konverziu striedavého napätia z komerčného napájacieho zdroja na jednosmerné napätie. (Rovnako ako v prípade invertora)
- Sekcia vyhladzovacieho obvodu: Zabezpečuje vyhladenie variácií pri zvlnení jednosmerného prúdu. (Platí to isté, ako pre invertory)
- Sekcia invertora : Zabezpečuje konverziu jednosmerného napätia na striedavé napätie s premennou frekvenciou.  
Rozdiel medzi servomechanizmami a invertormi spočíva v tom, že servomechanizmy majú časť, nazývanú dynamická brzda.
- Sekcia riadiaceho obvodu : Zabezpečuje predovšetkým riadenie sekcie invertora.  
Servomechanizmy majú pomerne zložitú konštrukciu v porovnaní s invertormi z toho dôvodu, že si vyžadujú funkcie spätnej väzby, prepínania riadiaceho režimu, limity (pre prúd, rýchlosť, krútiaci moment) a ďalšie operácie.



Vo všeobecnosti servomechanizmy ponúkajú lepšiu výkonnosť ako invertory.

Preto sa predpokladá, že prechod od inverterov k servomechanizmom nespôsobuje pre prevádzku žiadne problémy.

Majte však na pamäti nasledovné.



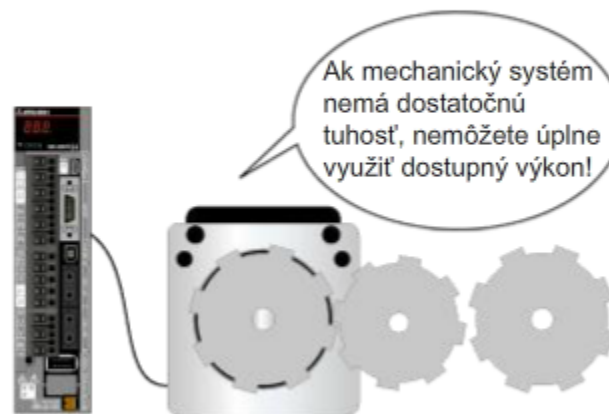
#### (1) Tuhosť zo strany stroja

Servomechanizmus má dvojnásobný krútiaci moment oproti invertoru.

Ak má stroj slabú konštrukciu, pri zrýchľovaní/spomaľovaní môže dochádzať k vibráciám (parazitné nízkofrekvenčné kmitanie), pretože servomechanizmus prijíma signály spätnej väzby, určené na riadenie.

V takých prípadoch sa musia prijať protiopatrenia, ako je zosilnenie konštrukcie samotného stroja alebo zníženie zisku (citlivosti riadenia) servosystému.

Servozosilňovač Mitsubishi má v riadiacej slučke funkciu filtra. Filtračná funkcia automaticky upraví a zníži zisk systému servomechanizmu na potlačenie vibrácií na frekvenciách, ktoré ľahko vznikajú v mechanických systémoch (rezonančné frekvencie).





## (2) Hodnota zotrvačnosti bremena pre konverziu osi motora

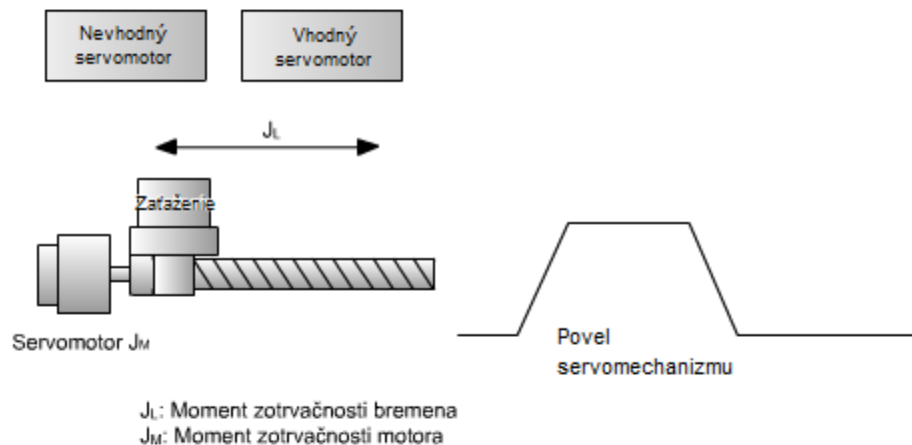
Všeobecne platí, že vplyv momentu zotrvačnosti záťaže na servomechanizmy je väčší než na inverty.

Ak je moment zotrvačnosti záťaže príliš veľký v porovnaní s momentom zotrvačnosti motora, hriadeľ motora bude ľahko ovplyvňovaný záťaže a riadenie sa stanú nestabilným.

Dôležité je vybrať vhodné výkonnostné charakteristiky servomechanizmu podľa zaťaženia mechanického systému.

Pre stabilitu je žiaduce, aby zväčšenie momentu zotrvačnosti záťaže (konverzia osi motora) voči momentu zotrvačnosti motora má byť menšie ako je odporúčaný pomer zotrvačnosti záťaže k zotrvačnosti motora.

↓ tlačidlo nadol. ↓



## (3) Vibrácie osi motora

Účinok mechanických vibrácií na časť, na ktorej je namontovaný motor, môže spôsobovať problémy na otáčajúcom sa hriadeľ motora.

Servomotory so vstavanými detektormi si vyžadujú opatrenia na zníženie vibrácií.

## (4) Prešmyk mechanizmu zníženia rýchlosti

Mechanizmy na zníženie rýchlosti s klinovými remeňmi si vyžadujú na zabránenie prešmyku v remeňovej sekcii také protipatrenia, ako je použitie ozubených remeňov.

Teraz, keď ste absolvovali všetky lekcie kurzu Zariadenia FA pre začiatočníkov (servomechanizmy), ste pripravený podstúpiť záverečný test. Ak vám nie sú jasné niektoré z preberaných tém, využite túto príležitosť a preštudujte si tieto témy.

**V tomto záverečnom teste je celkom 10 otázok (27 položiek).**

Záverečný test môžete zopakovať toľkokrát, koľko budete chcieť.

### Ako sa hodnotí test

Po výbere odpovede nezabudnite kliknúť na tlačidlo **Hodnotenie**. Ak tak neurobíte, nezískate skóre v teste. (Považujú sa za nezodpovedané otázky.)

### Výsledky hodnotenia

Na stránke výsledkov sa objaví počet správnych odpovedí, počet otázok, percento správnych odpovedí a výsledok vyhovel/nevyhovel.

Správne odpovede: 10

Celkom otázok: 10

Percento: 100%

Na úspešné absolvovanie testu je potrebných 60 % správnych odpovedí.

Pokračovať

Kontrola

- Kliknutím na **Pokračovať** sa test ukončí.
- Po kliknutí na **Kontrola** skontrolujte test. (Kontrola správnej odpovede)
- Kliknutím na tlačidlo **Opakovať** sa môžete pokúsiť o opakované absolvovanie testu.

Servomechanizmus je mechanizmus ovládaný vydávanými povelmi a overujúci v každom okamihu svoje prevádzkové podmienky a spätnú väzbu na zaručenie, že neexistuje žiadna chyba od vydaných povelov.

Vyberte správne tvrdenie o vlastnostiach riadenia.

- Signály spätnej väzby sa riadia tak, aby boli minimalizované.
- Rozdiel medzi povelovým signálom a signálom spätnej väzby je riadený tak, aby bol minimalizovaný.
- Povelové signály sa riadia tak, aby boli minimalizované.

Hodnotenie

Späť

Vyberte typ servomotora najčastejšie používaného v zariadeniach FA.

- Servomotor synchronného radu (SM)
- Servomotor indukčného radu (IM)
- Jednosmerný servo motor

Hodnotenie

Späť

Absolútny kódovač (detekcia absolútnej polohy)

Vyplňte prázdne miesta vo vysvetlení pre absolútne kódovače.

Absolútne kódovače, ktoré si nevyžadujú  po výpadku napájania, sa v ostatných rokoch používajú stále viac.

Absolútne kódovače majú  na detekciu polohy pri otáčaní a detektor otočení, ktorý  počet otočení.

Dáta detektora otočení sú zálohované , aby sa predišlo strate týchto dát.

Hodnotenie

Späť

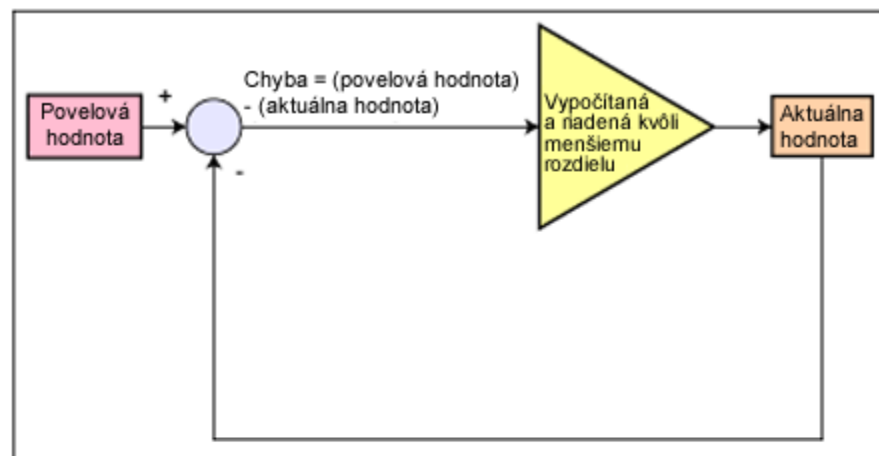
### Princíp činnosti servoriadenia

Vyplňte prázdne miesta vo vysvetlení princípov servoriadenia.

Hlavnou vlastnosťou servosystému je to, že porovnáva povelovú hodnotu a  ,

a  rozdiel medzi oboma použitím  .

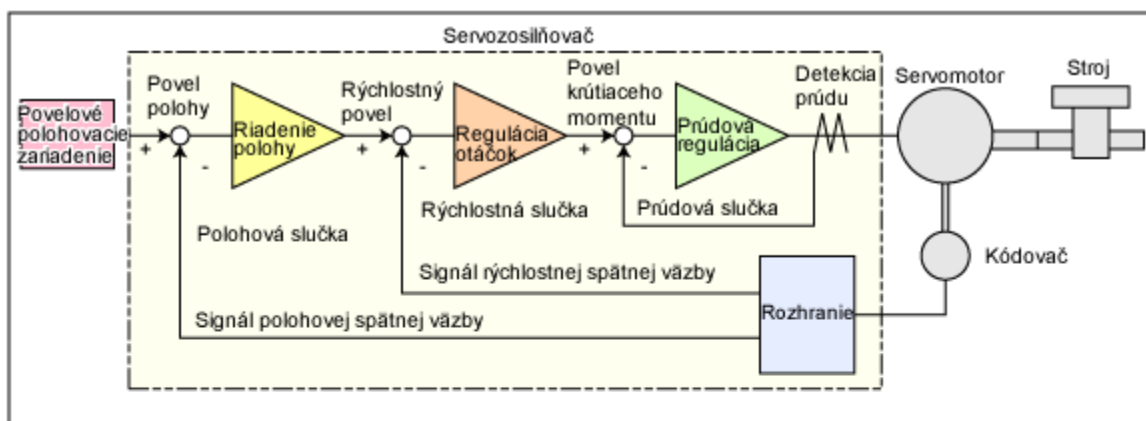
Podľa toku riadiacich signálov sa slučka, ktorá cyklicky prechádza cez stavy „chyba → aktuálna hodnota → chyba“, označuje ako  pretože  .



### Typy riadiacich slučiek servomechanizmu

Vyberte regulačnú slučku servomechanizmu, ktorá zodpovedá ďalej uvedenému vysvetleniu.

- Select-- ▼ Riadiaca slučka, ktorá využíva signály polohovej spätnej väzby, vygenerované z impulzov kódovača.
- Select-- ▼ Riadiaca slučka, ktorá využíva signály rýchlostnej spätnej väzby, vygenerované z impulzov kódovača.
- Select-- ▼ Riadiaca slučka, ktorá využíva signály prúdovej spätnej väzby, vygenerované z impulzov kódovača detekciou výstupného prúdu servozosilňovača.



Hodnotenie

Späť

### Princípy riadenia polohy

Pri riadení polohy servomechanizmu sa servomechanizmus ovláda tak, aby vydávaný povelový impulz a impulz spätnej väzby z kódovača boli navzájom ekvivalentné.

Vyplňte prázdne miesta v nasledujúcich vysvetleniach vhodnými výrazmi.

Veľkosť pohybu stroja je úmerná  .

Rýchlosť stroja je úmerná  .

Polohovanie sa dokončí, keď bude rozdiel medzi povelovým impulzom a spätnoväzobným impulzom v rozsahu

, a  sa udržiava dovtedy,

kým nebudú vydané povely aktualizovanej polohy.



**Vlastnosti riadenia rýchlosti servomechanizmu**

Vyberte správne tvrdenie o riadení. (Možné sú viaceré odpovede.)

- Široký rozsah regulácie rýchlosti.
- Úzky rozsah regulácie rýchlosti.
- Nízka rýchlosť zmeny rýchlosti.
- Vysoká rýchlosť zmeny rýchlosti.

[Hodnotenie](#)[Späť](#)

### Riadenie krútiaceho momentu servomechanizmu

Vyberte správne tvrdenia o riadení krútiaceho momentu.

- Riadenie krútiaceho momentu sa používa na reguláciu prúdu servomotora.
- Riadenie krútiaceho momentu sa používa na reguláciu napätia servomotora.
- Riadenie krútiaceho momentu sa používa na reguláciu prúdu vstupu servozosilňovača.

Hodnotenie

Späť

Bezpečnostné opatrenia pri prechode z invertora na servomechanizmus. (mechanická tuhosť)

Vyplňte prázdne miesta v nasledujúcom vysvetlení.

Servomechanizmus má  krútiaci moment oproti invertoru.

Z tohto dôvodu pri slabej konštrukcii stroja (stroje s nízkou tuhosťou) pomerne ľahko dochádza k  pri zrýchľovaní.

V takýchto prípadoch sa systém používa v oblasti, kde k vibráciám nedochádza vďaka zosilnenej konštrukcii stroja alebo znížením .

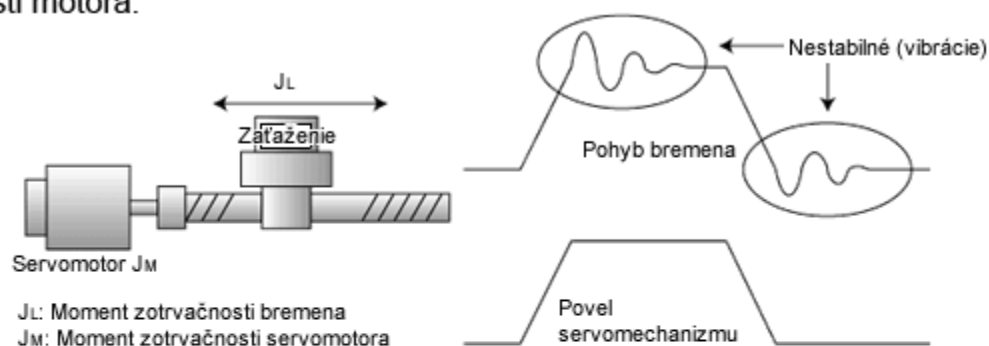
Bezpečnostné opatrenia pri prechode z invertora na servomechanizmus. (zotrvačnosť bremena)

Vyplňte prázdne miesta v nasledujúcom vysvetlení.

Všeobecne platí, že vplyv  zotrvačnosti záťaže na servomechanizmy je väčší než na invertory.

V prípade servomotorov, pokiaľ bude moment zotrvačnosti  príliš veľký v porovnaní s momentom zotrvačnosti motora, hriadeľ motora bude ľahko ovplyvňovaný záťažou a riadenie sa stane .

Všeobecné orientačné pravidlo platné pre stabilitu znie, že zväčšenie momentu zotrvačnosti záťaže (konverzia osi motora) voči momentu zotrvačnosti  má byť menšie ako je odporúčaný pomer zotrvačnosti záťaže k zotrvačnosti motora.



Absolvovali ste záverečný test. Rozsah výsledkov je nasledovný.  
Záverečný test ukončíte prechodom na ďalšiu stranu.

Správne odpovede: 10

Celkom otázok: 10

Percento: 100%

Pokračovať

Kontrola

**Gratulujeme. Absolvovali ste test.**

Absolvovali ste kurz **Zariadenia FA pre začiatočníkov (servomechanizmy)**.

Ďakujeme vám za absolvovanie tohto kurzu.

Dúfame, že lekcie sa vám páčili a že informácie, ktoré ste získali v tomto kurze, budú užitočné pri konfigurovaní systémov v budúcnosti.

Kurz si môžete prejsť toľkokrát, koľkokrát budete chcieť.

**Hodnotenie**

**Zatvoriť**