

# MALÉ SERVOMECHANISMY PRO ROBOTIKU A MECHATRONIKU

Servomechanismus (dále jen servo) je řízený regulační obvod, zejména pro regulaci polohy nebo její derivace (rychlosti, zrychlení), jehož regulátor i regulovaná soustava (motor) tvoří nedílný celek. Servo se používá k vykonávání namáhavých úkonů, například k otvírání a zavírání šoupátek, ovládání brzd, řízení vozidel a letadel prostřednictvím pomocných pohonů (servomotorů), popřípadě jako koncový člen průmyslových robotů.

Servem je tedy každý výkonový člen, který posiluje nebo ulehčuje lidskou práci. Serva obecně mají zavedenu zpětnou vazbu, která však nemusí být jen automatická, ale může být zavedena i přes lidskou obsluhu. Například při řízení automobilu natáčíme řídicí kola pomocí posilovače řízení (tedy servořízení), ale zpětná vazba, která určuje velikost natočení kol je zavedena přes řidiče, kde snímacím prvkem polohy jsou lidské oči a řídicím prvkem ruce, otáčející volantem.

Serva se v průmyslové praxi často nazývají aktuátory či aktory jako protiklad ke slovu senzor. Senzor je snímač libovolné veličiny, aktor pak funguje jako výkonný člen, který provádí nějakou činnost, většinou v závislosti na stavu senzoru, případně podle pokynů obsluhy.

## Typy serv

### 1. Rychlostní a momentové řízení serva

Tento systém je konstruktérům robotů znám jako řízení rychlosti a směru otáčení pohonných kol u mobilních kolových a pásových robotů. Rychlost otáčení a směr pohybu serva se snímá většinou pomocí inkrementálních (přírůstkových) impulzních snímačů, které předávají do řídicího obvodu (zesilovač odchylky) informaci o rychlosti a směru otáčení poháněného členu (kola).

Můžeme snímat ještě výkonový moment na výstupu serva, ať už přímo měřičem síly, nebo zprostředkovaně, pomocí měření velikosti příkonu pohonu serva. V tomto případě můžeme řídit ještě točivý moment a zabránit například prokluzu kol.

### 2. polohové řízení serva

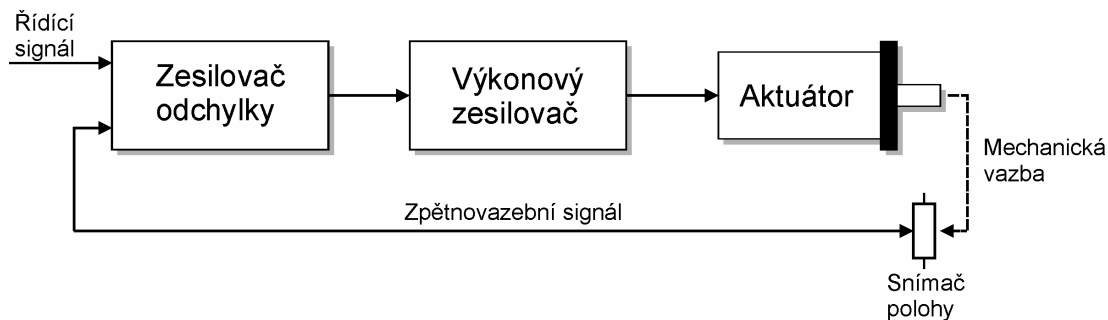
a) bodové snímání polohy.

Servo můžeme řídit tak, že na dráze pohybu výstupního hřídele vytvoříme pevně určené zastavovací body (break point). Ovládací systém ovšem může servo polohovat jen do některého z těchto zastavovacích bodů. Zastavení v jiné poloze je v tomto případě bez mechanického přestavení zastavovacího bodu vyloučeno. Vlastní zastavovací body můžeme vytvořit mechanickými spínači, nebo optickými, indukčními, případně magnetickými bezkontaktními spínači. Výhodou tohoto řešení je snadná konstrukce řídicího systému.

Příkladem tohoto řešení jsou například automatické dveře, kde je možno nastavit v několika polohách velikost rozevření křídel podle vnější teploty nebo automatické závory na parkovištích.

b) kontinuální snímání polohy.

Pokud je na výstupu serva připojen snímač, který na svém výstupu poskytuje spojitý signál, odpovídající aktuální pozici serva, pak můžeme pomocí připojeného řídicího obvodu polohovat servo do libovolného bodu jeho dráhy. Schématicky je tento způsob řízení naznačen na obr. 1



Obr. 1

Snímačem polohy výstupního hřídele je ve většině případů potenciometr, zapojený jako dělič napětí. U nejdokonalejších serv průmyslového provedení jsou pak použita inkrementální nebo absolutní impulzní čidla, obsluhovaná většinou specializovaným obvodem na bázi mikroprocesorů. Jinou – velmi moderní – možností snímání polohy jsou, zvláště u serv s lineárním pohybem (viz dále zmiňované hydraulické válce), tyčové snímače na bázi ultrazvuku. Dalšími snímači mohou být například induktivní měřiče vzdálenosti, měřící prvky na bázi lineárních transformátorů a mnohé jiné.

Serva podle bodu a) i b) nemusí být ale jen rotační, ale mohou vykonávat také například posuvný pohyb. Serva s posuvným pohybem a elektrickým pohonem se používají například k polohování satelitních antén. Do kategorie těchto serv ale patří i proporcionálně řízené hydraulické válce stavebních strojů.

## Řídící signály

Řídící signál má za úkol sdělit servu polohu, požadovanou nadřazeným řídicím systémem, případně obsluhou stroje, ve kterém je servo vestavěno.

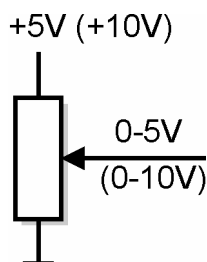
## Typy řídicích signálů

### Analogové

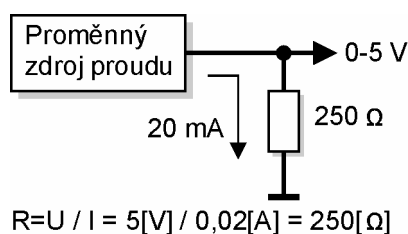
Napětíové 0-5 V, 0-10 V, 1-5 V, 2-10 V

Proudové 0-20 mA, 4-20 mA

Pro ruční řízení jednoduchých servomechanismů se většinou používá analogový řídicí signál 0-5 V (obr.3), který snadno generujeme potenciometrem, připojeným mezi napájecí napětí digitálních obvodů a zem napájecího napětí. Pokud je požadována větší imunita proti rušení vnějším elektromagnetickým, případně elektrostatickým rušivým polem, používáme jako měřonosnou veličinu proud v hodnotě 4-20 mA. Nenulová minimální hodnota proudu umožní vyhodnotit rozpojený obvod (proud je menší než 4 mA) a zvětšení proudu na 20 mA pak značí zkrat na vedení. Proudový zdroj (vysílač) je možno snadno realizovat, přijímač je tvořen pouze vhodně dimensovaným rezistorem – viz obr.4.



Obr. 3



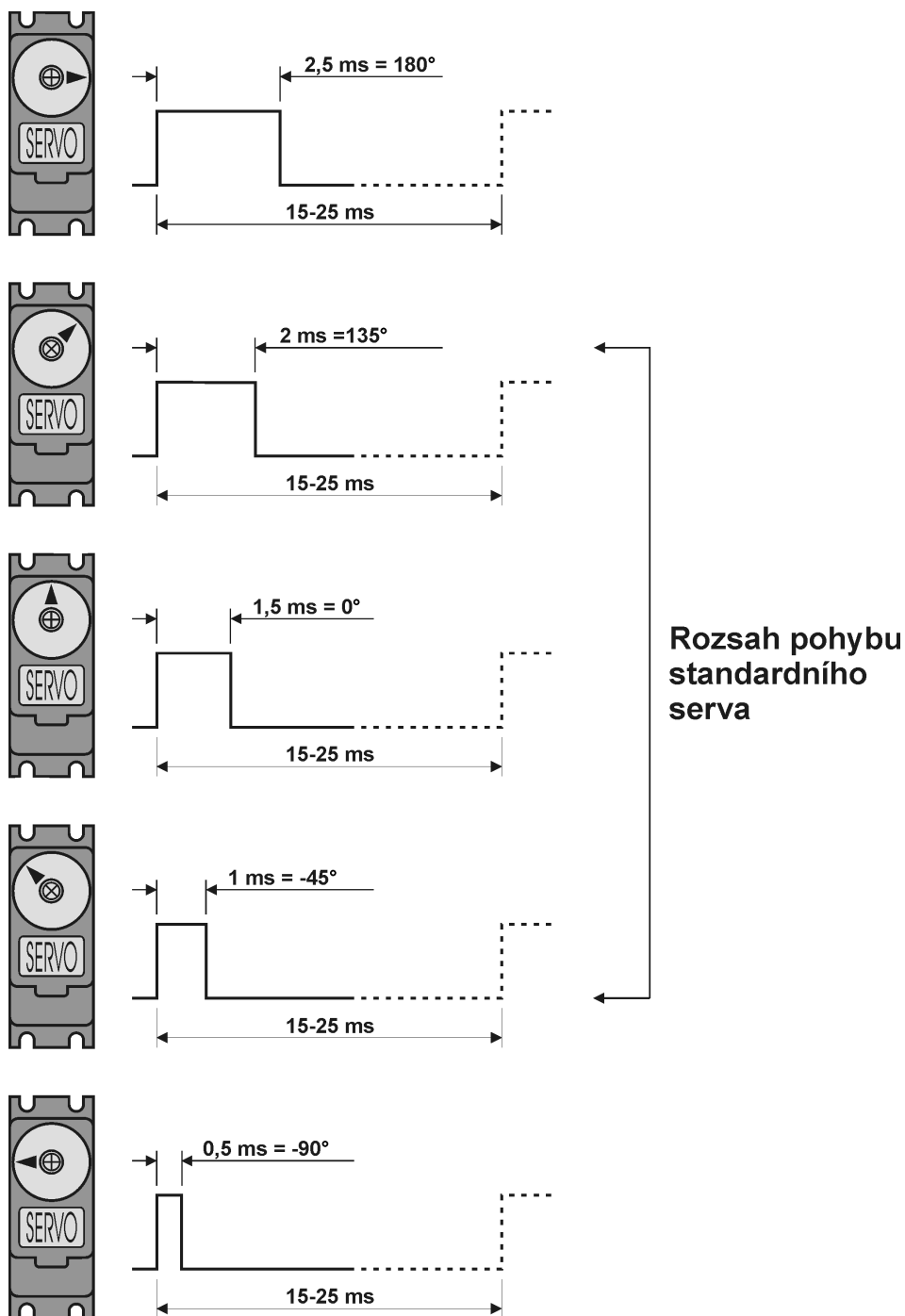
Obr. 4

## Pulzně šířková modulace

Nejběžnějším způsobem řízení malých serv je ale jejich ovládání pomocí pulzně šířkového signálu (PWM). Tento způsob řízení se původně používal k předávání informace modelářským servům, ale s rozvojem a snižující se cenou mikroprocesorů nalézá uplatnění i v průmyslových zařízeních.

Tento signál je dvoustavový čili nabývá jen logických stavů 0 a 1 (0 V / 5 V), ale přenosovou veličinou je doba jeho trvání. Takovýto signál se dobře generuje mikroprocesorem a také se mikroprocesorem dobře zpracovává. Jakým způsobem je servo tímto signálem řízeno ukazuje obr. 5.

Výhodou takového typu signálu je – v porovnání se signálem analogovým – jeho značná odolnost proti rušení. V prostředí s opravdu vysokou úrovní rušení je možno místo napěťového signálu použít signál proudový (viz obr. 3), který zaručí šumovou imunitu. Signál typu PWM je také možno snadno přenést optickým kabelem a tím je kromě odolnosti proti rušení zaručeno i galvanické oddělení serva od řídicího systému.



Obr. 5

## Digitální

Nejpokročilejším, ale také nejsložitějším způsobem ovládní serva je přenos informací o poloze serva digitálním signálem, který může obsahovat informaci o poloze serva, jeho rychlosti pohybu, akceleraci a točivém momentu, se kterým má servo pracovat.

Modelářská digitální serva jsou většinou jakýmsi hybridem mezi servem klasickým, protože vysílačem zpětné vazby je zpravidla klasický potenciometr, ale signál je zpracováván mikroprocesorem, který také přijímá řídicí signály v digitální podobě.

V poslední době ale už se objevují skutečně precizní serva, u kterých je vysílačem zpětné vazby je digitální magnetický enkodér, který zaručuje skutečně precizní polohování.

## Prvky pro konstrukci serva

Jako výkonové členy se v malé robotice a modelářství se používají především komutátorové (v poslední době i bezkomutátorové) elektromotory s vhodně dimenzovanou převodovkou. Vyjímkou nejsou ani synchronní nebo krokové motory, které, díky zavedené zpětné vazbě, mohou podávat výrazně větší výkon, než při polohování v otevřené smyčce, protože například u krokového motoru díky zavedené zpětné vazbě nehrozí nebezpečí ztráty kroku při přetížení nebo při prudší akceleraci. Výhodou krokových a synchronních motorů je, že poskytují velký točivý moment při nízkých otáčkách a tak se při vhodném dimenzování obejdu bez převodovky.

Průmyslová serva však používají i jiné způsoby přenosu síly, například hydraulický nebo pneumatický přenos výkonu, lineární elektromotory a mnohé jiné.

## Řídicí obvody serva

Jak již bylo zmíněno, řídicí obvod serva se skládá z vyhodnocovací části, která porovnává vstupní řídicí signál se signálem ze zpětnovazebního členu a je v ní obsažen také regulátor motoru, výkonového zesilovače, který má za úkol řídit směr a rychlost otáčení pohonného elektromotoru a vlastního zpětnovazebního členu, kterým je ve zmiňovaných případech většinou precizní potenciometr.

## Napájení serv

Standardní modelářská serva, které se v robotice velmi často používají, jsou většinou napájena napětím rozsahu 4,8 – 7,2 V (tj. 4 až 6 akumulátorů s napětím 1,2 V), výjimečně je pak u serv pro velké modely je povoleno zvýšit napětí na 8,4 V.

Běžná serva pro průmysl, laboratorní a měřicí techniku používají většinou napájecí napětí 12 a 24 V, která jsou průmyslovými standardy.

## Konektory pro připojení řídicího a výkonového obvodu

Připojovací konektory serva jsou většinou sružené, takže v jednom pouzdru obsahují kontakty pro řídicí signály i kontakty pro výkonové napájení. Modelářská serva používají dnes výhradně trojpinové konektory s roztečí 2,54 mm, takže není problém s jejich připojením k nadřazenému řídicímu systému. Rozložení kontaktů je zvoleno tak, aby při otočení konektoru nedošlo k poškození vnitřní elektroniky serva.

Pokud používáme serva v konstrukcích, kde je nebezpečí vibrací, je vhodné místo originálních konektorů použít konektory, které mají nějakou ochranu proti uvolnění. Dobré zkušenosti jsou s levnými konektory typu PSH (značení GMe). Pro náročnější použití jsou výhodné konektory typu RJ (telekomunikační), u nichž je ale vhodné pro přenos napájecího napětí spojit několik kontaktů paralelně.

Na trhu je nepřeberné množství kvalitních konektorů, takže pro vlastní konstrukci serva, určeného do ztížených podmínek je možno vybrat nejvhodnější z nich.

## Možná uspořádání serv

Doposud jsme předpokládali, že výstupní pohyb serva je především rotační. V průmyslové praxi to tak většinou bývá, protože rotační součásti se snadno ukládají do ložisek a utěšňují.

Ovšem přesto se často setkáváme i se servy, která konají lineární pohyby.

Miniaturní lineární serva s elektrickým pohonem vyrábí například firma Firgelli. U nich je lineárního pohybu dosaženo spojením převodového elektromotorku a šroubovicového převodu se stoupáním 2 mm na otáčku. Serva se vyrábějí v délkách 25 až 150 mm s různou rychlostí pohybu.

V textu výše je zmínka o hydraulických pohonech se zpětnou vazbou, které můžeme též považovat za serva. Tyto pohony se převážně vyskytují ve stavebních strojích, případně ve velkých obráběcích strojích. V poslední době se však objevily mikrohydraulické prvky, které se používají v modelářství (většinou modely stavebních strojů) a u nichž se objevují první pokusy o zavedení zpětné vazby a tím vytvoření serva.

## Komerční řídicí jednotky

### SOS-AT

SOS-AT (Sériový Ovladač Servomechanismů s mikroprocesorem ATmel) je miniaturní modul, určený pro ovládání osmi modelářských serv. Řídicí signál se do modulu přenáší opticky oddělenou sériovou linkou jednoduchým protokolem. Mikroprocesor modulu se stará o generování řídicích signálů pro všech 8 serv a tak snižuje výpočetní zátěž nadřazeného systému.

Pro napájení SOS-AT je třeba použít dvě napájecí napětí: +5V  $\pm$ 5% 100 mA pro mikroprocesor a 4,8 až 6V pro napájení připojených serv. Proud tohoto zdroje je závislý na počty a typu připojených serv.

### ServoAnim

Je modul podobný ovladači SOS-AT, je však vybaven vnitřní pamětí, do které je možno nahrát posloupnost pohybu serv a tak umožňuje činnost bez nadřazeného řídicího systému. ServoAnim je navíc vybaven stabilizátorem napětí pro naájení mikroprocesoru, takže nevyžaduje přesné napájecí napětí (tak jako SOS-AT) a úplným sériovým rozhraním pro připojení k nadřazenému systému.

### SSC-32

Tento modul je určen pro připojení až 32 serv a má mnoho možností řízení polohy serv, řízení jejich rychlosti a zrychlení. Na moduly jsou i 4 digitální vstupy pro obecné použití. Data se do modulu přenášejí z nadřazeného systému sériovou linkou s přenosovou rychlostí 2 400 Bd, 9 600 Bd, 38,4 kBd, 115,2 kBd a paritou 8N1

Celý projekt je založen na mikroprocesoru ATMega8, a je open source.

## Servozesilovač pro vlastní konstrukci servomotoru

Jako novinku nabízí Hobbyrobot servozesilovač pro vlastní konstrukci serva. Řídicí signál je buď PWM s rozsahem časování 0,5 až 2,5 ms nebo analogový signál 0 až 5 V.

Maximální výstupní proud servozesilovače je 5 A, je tedy možno připojit i výkonnější motor – například stěračový.