

# Robotiehitamise juhend

## **Servomootor**

Autorid: Alar Ainla  
Alvo Aabloo

© Tartu Ülikool

**Juhendi koostamist on toetanud EITSA**

Tartu 2003



## **SISUKORD**

<b>SISUKORD</b>	<b>2</b>
<b>SERVOMOOTORI PÕHIMÕTE</b>	<b>3</b>
<b>KUIDAS SERVOMOOTOR TÖÖTAB?</b>	<b>3</b>
MILLEST KOOSNEB SERVOMOOTOR?	3
KUIDAS TÖÖTAB?	4
<b>KUIDAS SERVOMOOTORIT JUHTIDA?</b>	<b>4</b>
<b>MODIFITSEERITUD SERVOD</b>	<b>5</b>
<b>SERVOMOOTORID +/-</b>	<b>6</b>
<b>NÄITED SERVOMOOTORITEST:</b>	<b>6</b>



## Servomootori põhimõte

Servomootor on tagasisidega mootor - see tähendab, et servomootorit juhtides antakse signaaliga ette positsioon, kuhu tahetakse mootor keerata ja mootor püüab seda positsiooni siis hoida. Kui mootor oma signaaliga etteantud positsioonist välja viia, siis ta hakkab koheselt ennast tagasi õigesse - “tasakaalu” – asendisse viima, käitudes sarnaselt vedrule. **Servomootor ei võimalda pidevat pöörlemist, vaid liikumist teatud nurgas.**



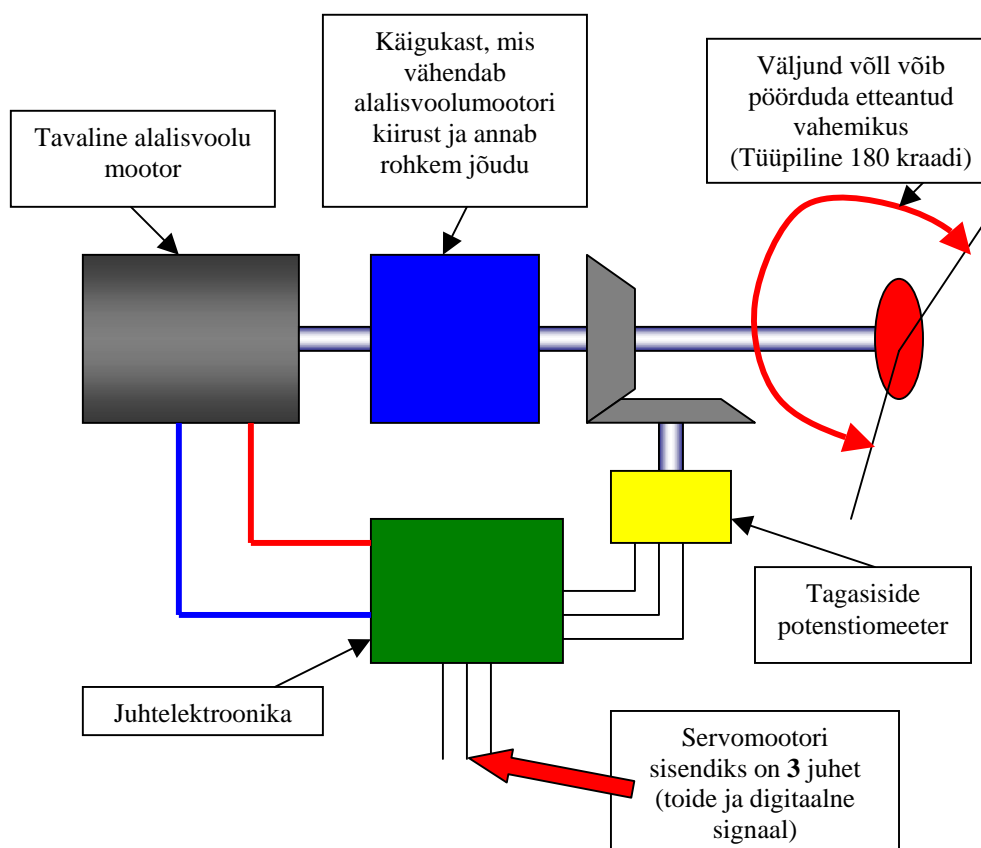
Robotikas on servomootori rakendusteks peamiselt robotite jäsemed jms. erandiks on **modifitseeritud servomootor**, mis võimaldab ka pidevat pöörlemist, st. selliseid saab kasutada ka rataste veomootoritena. Servomootorite eelisteks on suur erivõimsus (ehk võimsus oma suuruse kohta), neid on lihtne juhtida, ei ole tarvis ehitada jõuelektroonikat, piisab servomootori ühendamisest otse mikrokontrolleri jalale.

## Kuidas servomootor töötab?

### Millest koosneb servomootor?

Servomootor koosneb:

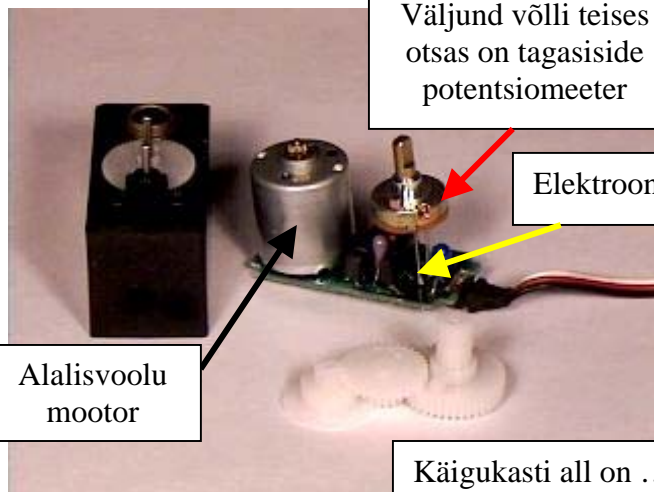
- Tavaline alalisvoolu (DC) mootor
- Käigukast (ülekanne), mis vähendab kiirust, kuid suurendab jõudu
- Tagasiside andur, milleks on harilikult potentsiomeeter



- Juhtimiselektronika



Käigukast

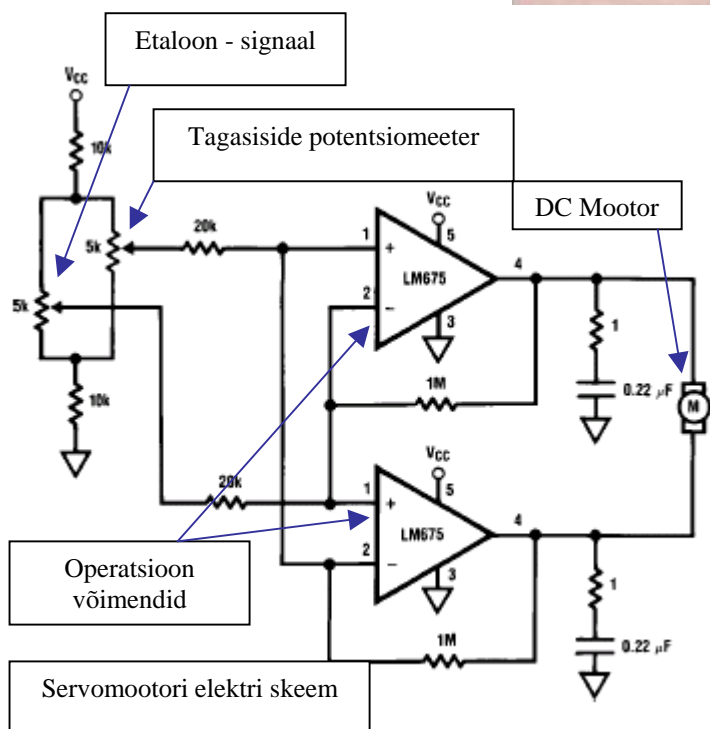


Väljund võlli teises otsas on tagasiside potentsiomeeter

Elektronika

Alalisvoolu mootor

Käigukasti all on ...



### Kuidas töötab?

Kui tagasiside potentsiomeetrilt tulev pinge ja signaalist saadav pingel on erinevad, siis seda erinevust võimendatakse vastupidises suunas, nii et mootor hakkaks keerama. Mootor keerab ennast nii kaua kuni jõuab punkti, kus pinged saavad võrdseks, siis saab pinge mootoril nulliks ja mootor jääb seisma, kui nüüd signaali muuta või mootor jõuga oma tasakaalu asendist välja keerata, siis rakendub koheselt

tasakaalustav pinge, mis püüab mootorit õigesse asendisse pöörata. Mida suurem on hälve õigest positsioonist seda suurem on ka pinge mootoril, ehk seda suurema jõuga ja kiiremini keeratakse, seega on see väga sarnane vedrule.

## Kuidas servomootorit juhtida?

### Mootor ühendamine

<b>Must juhe</b>	<b>Maa</b> (ehk toitepinge negatiivne klemm)
<b>Punane juhe</b>	<b>+5V</b> toide (ehk toitepinge positiivne klemm)
<b>Valge juhe</b>	<b>Signaal</b> . Mikrokontrolleri PWM väljundisse (MSP430F149 on hulganisti PWM väljundeid)

### Signaal

Praktikas ei juhitava servomootorit mitte analoog pingega, vaid digitaalse **PWM** (*pulse width modulation* ehk impulsi pikkuse/täiteteguri modulatsioon) signaaliga. See



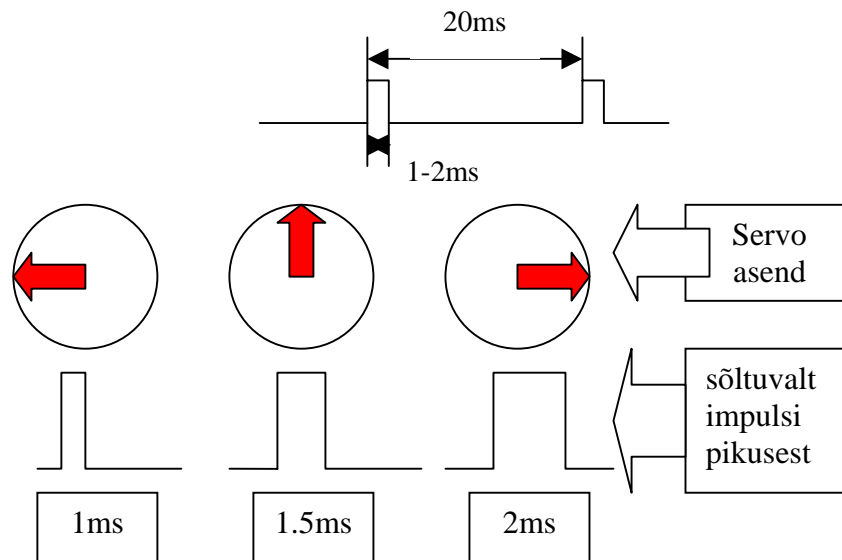
tähendab et mootori signaali otsale antakse kindla aja järel impulsse, mille pikkus määrab ära, millise nurga servomootor võtab.

### PWM signaali saamine

Osade mikrokontrollerite puhul toetab riistvara PWM signaali genereerimist, sellisel juhul on eriti lihtne - programmeerija peab ainult endale sobivalt riistvara häälestama (käivitama Timerid jms sellise sobivalt). Kui aga riistvara ei toeta PWM signaali genereerimist siis on seda võimalik teha ka tarkvaraliselt, perioodiliselt muutes signaali nivood jalal. See aga nõuab rohkem niigi hinnalisi protsessori takte ja on ka palju keerulisem teostada. Robotexil kasutatav MSP430F149 omab palju PWM kanaleid, seega tuleb vaid hoolikalt tähele panna, et elektroonika disainimisel saaksid mootorid ühendatud kontrolleri jalgadega, millega on võimalik kasutada riistvaralist PWMi.

### Impulsid

Üldlevinud on servod, millele tuleb impulsse anda iga **20ms** järel ja impulsi pikkus on **1-2ms**, mis siis määrab positsiooni ligi **180 kraadises nurgas** (nurk varieerub veidikene sõltuvalt tootjast, nii et seda tuleb konkreetsel juhul uurida)



### Modifitseeritud servod

Servosid modifitseeritakse (otsi Googlist *modify servo motor* või *servo hacking*), et muuta nad pidevalt pöörlevaks (*continious rotating*).

#### Milleks seda teha?

Et saaks kasutada servosid näiteks robot kulguri rataste veomootorina. See on kasulik, kuna servomootoreid on väga lihtne juhtida, selleks pole vaja eraldi elektroonikat, samas on nad väga võimsad oma suuruse kohta, samuti annab käigukast (ülekanne) neile sobiva võlli pöörlemise kiiruse ja jõu, nii et veoratta võib kinnitada otse servomootori telje külge. See kõik muudab roboti ehitaja tööd hulga lihtsamaks.

#### Kuidas seda teha?



Et saada servomootorit pidevalt pöörlema selleks eemaldatakse kõigepealt hammasrataste küljest piirajad, mis ei lase teha täisringe. Seejärel eemaldatakse ka potentsiomeeter ja asendatakse kahe samasuure takistiga (see võrduks siis olukorraga, kus tagasiside “näeb”, et servo on koguaeg keskmises asendis. Juhtimiseks antakse nüüd samuti impulsse.

### Impulsid

Kui potentsiomeeter on asendatud takistitega sümmeetriliselt, siis vastab **1.5ms paigal seis**, **1ms kiire tagurpidi liikumine**, **2ms kiire edaspidi liikumine**, vahepealsetele impulsi pikkustele aga lihtsalt väiksem kiirus, näiteks: 1.1ms oleks aeglane tagurpidi liikumine jne.

### Servomootorid +/-

+ Lihtne kasutada, ühendada ja juhtida, suuruse kohta võimsad, madala pingelised (5V)

- Suhteliselt kallid

### Näited servomootoritest:



Hästi väikene servomootor  
Suurus: 23x9.5x15.5mm  
Jõumoment: 7.1mNm  
Kiirus: 0.09s/60deg  
Mass: 5.4g  
Toitepinge: 4-6V



Tavaline servomootor  
Suurus: 39.5x20x39.6mm  
Jõumoment: 48-61mNm  
Kiirus: 0.17s/60deg  
Mass: 46g  
Toitepinge: 4-6V