

Robotiehitamise juhend

Alalisvoolumootor

Autorid: Alar Ainla
Alvo Aabloo

© Tartu Ülikool

Juhendi koostamist on toetanud EITSA

Tartu 2003



Sisukord

SISUKORD	2
ALALISVOOLUMOOTORI PÕHIMÕTE	3
KUIDAS ALALISVOOLUMOOTOR TÖÖTAB?	3
KUIDAS ALALISVOOLUMOOTORIT JUHTIDA/ÜHENDADA?	4
LIHTNE JUHTIMINE ÜHES SUUNAS	4
MOOTORI PÖÖRLEMIS SUUNA MUUTMINE JA H-BRIDGE	5
ALALISVOOLUMOOTORID +/-	6
NÄITED ALALISVOOLU MOOTORITEST	6



Alalisvoolumootori põhimõte

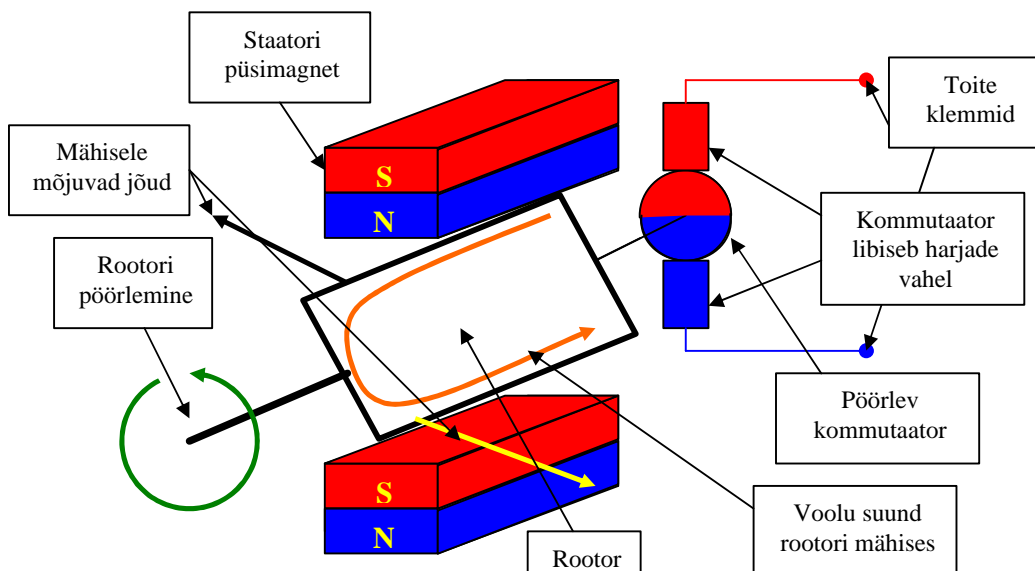
Alalisvoolu (ehk DC – *Direct Current*) mootor on üks kõige lihtsam mootor (ajalooliselt ka kõige vanem). Tema mehaaniliseks väljundiks on võlli pidev pöörlemine. Võrreldes servo- või sammootoriga on alalisvoolu mootor üpris juhitamatu, tema kahel elektriklemmil polaarsusi vahetades saab muuta pöörlemise suunda. Veojõud sõltub toite pingest, nagu ka kiirus. Viimane sõltub oluliselt ka sellest, kui suur on koormus. Etteantava juhtsignaaliga järgi pole võimalik eeldada mitu pööret on mootor juba teinud. Seda pole ka tihti vaja. Näiteks: roboti veomootorites, kus liigutakse edasi, tagasi või seistakse lähtuvalt välisest tagasisidest (sonari, puute- jms andurite lugemist). Alalisvoolu mootori puudus on see, et nende jõud on väike aga pöörlemiskiirus väga suur, seega praktilistes rakendustes on peaaegu alati vaja kasutada aeglustavat ja jõudu suurendavat ülekannet (käigukasti). Eelis, näiteks sammootori ees, on suur erivõimsus (suur võimsus oma massi ja suuruse kohta) ja see, et nad on kõige odavamad mootorid.



Kuidas alalisvoolumootor töötab?

Alalisvoolumootoreid on tegelikult mitmeid erinevaid tüüpe sõltuvalt nende võimsusest. Siin kohal käsitleme ainult pisikesi nn. mikromootoreid, mis on sobivad väikesteks – üliõpilaste - roboti projektideks.

Sellise mootori peamisteks koostisosadeks on paigal seisev **staator** ja pöörlev **rootor**. Staator koosneb püsिमagnetitest, rootor aga mähistest (ankrud) ja kommutaatorist.



Vaatame kuidas see toimib.

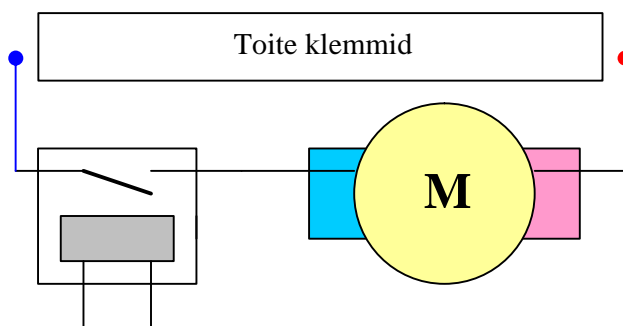


Vooluga mähistraadile mõjub püsिमagnetite tekitatud väljas **Lorenzi jõud**. Jõu suund on määratud parema käe reeglga (vaata füüsika õpikust). Lorenzi jõud keeraks rootorit kuni tasakaalu asendini. Sinna jõudes aga kommutaator pöörduv nii palju, et ühendab mähisel pinge polaarsuse ümber, seega muutub ka voolu suund ja tekitab uuesti keerav jõud, mis viiks ta järgmisesse tasakaalu asendisse, siis toimub analoogiline ümber ühendamine ja nii võib mootor pöörelda lõpmatuseni või vähemalt esimese voolukatkestuseni, kui enne laagrid läbi ei kulu. Kui mootorile on rakendatud nõrk koormus (kui väliselt koormust pole, siis on selleks hõõrdejõud laagrites ja kommutatori ning harjade vahel) siis kasvab kiirus väga suureks, mis võib mõnedele mootoritele isegi kahjulik olla, tugev kulumine ja harjade ning kollektori kuumenemine. Samas on ka täielik kinni kiilumine enamikele alalisvoolumootoritele kahjulik – kasvab vool ja mähised kuumenevad.

Kuidas alalisvoolumootorit juhtida/ühendada?

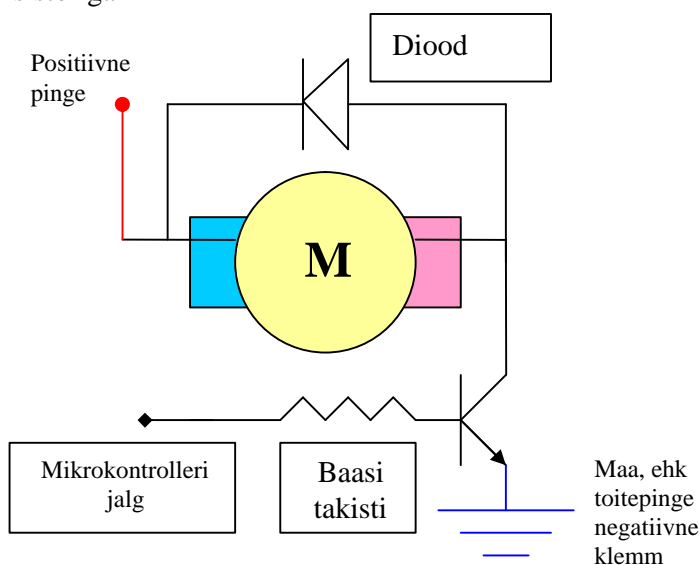
Lihntne juhtimine ühes suunas

See skeem võimaldab kas mootorit sisse lülitada või välja lülitada



Kui rele lülitab vooluringi kokku siis mootor pöörleb, kui vooluring on lahti siis seidab. Suunda aga muut ei saa.

Sama skeem transistoriga

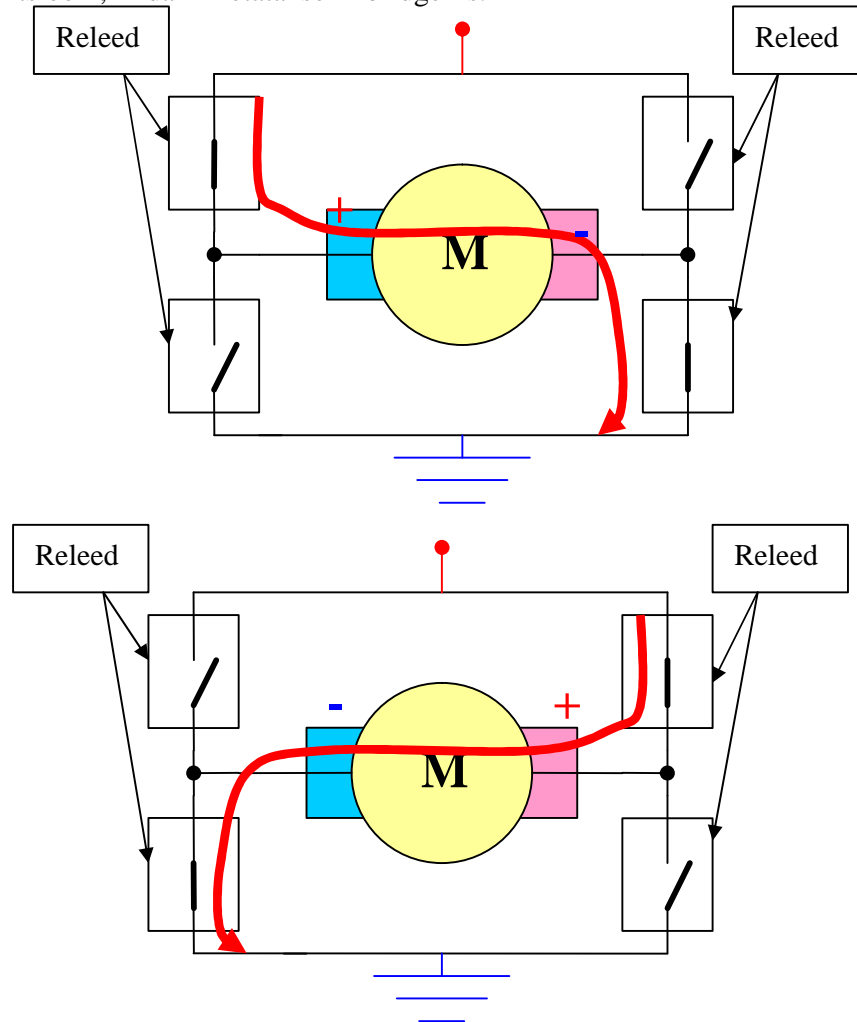




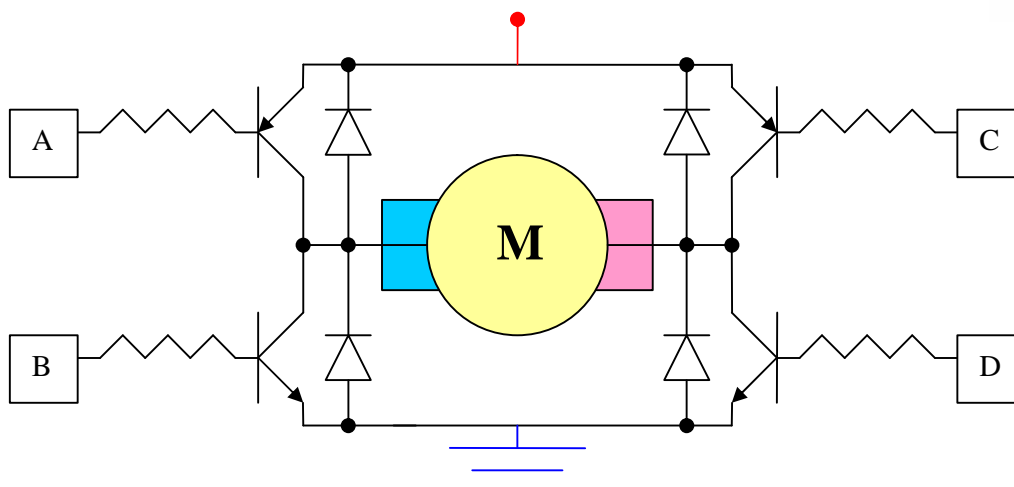
Selles skeemis toimib transistor lülitina (nagu rele), mis laseb voolu läbi (kui mikrokontrolleri jalal on '1' ehk +3V) või katkestab vooluringi (kui mikrokontrolleri jalal on '0' ehk 0V). Baasi takisti tuleb määrata vastavalt maksimaalsele mootori voolule ja transistori võimendus tegurist (aga see jääb vahemiku 100...1000 Ω). Diiod on vaja selleks et kaitsta transistori mootori mähiste poolt indutseeritud pingest impulsside eest.

Mootori pöörlemis suuna muutmine ja H-Bridge

Alalisvoolumootori pöörlemis suuna muutmiseks on tarvis muuta toitepinge polaarsust tema klemmidel (sisuliselt vahetada juhtmed ümber). Selleks kasutatakse konstruktsiooni, mida nimetatakse H-bridge'ks.



Jooniselt võib tutvuda H-bridge toimimis printsiibiga. Praktikas kasutatakse enamasti releede asemel pooljuhte (transistore)



Joonisel toodud A, B, C, D on mikrokontrolleri jalad.

A	B	C	D	Funktsioon
0	0	1	1	Ühte pidi
1	1	0	0	Teist pidi
1	0	1	0	Seisab
0	1	x	x	Lühis!!!
x	x	0	1	Lühis!!!

NPN transistorid (B,D) juhivad voolu, kui nivoo on '1' ehk (3V).
PNP transistorid (A,C) juhivad voolu, kui nivoo on '0' ehk (0V).
Signaali kombinatsioonid on antud tabelis!

Kindlasti tuleb hoiduda lühisest ja tagada, et selline olukord ei tekkiks mingil juhul!!!

Praktikas kasutatakse sageli, ka mikroskeeme, kuhu on H-bridge sisse ehitatud, väliselt rakendatakse ainult toite pinget, ühendatakse mootor ja antakse signaal. Väikeste alalisvoolumootorite juhtimiseks sobivad võimsus buffrid (ühe mootori kohta 2 buffrit, üks ühe ja teine teise jala külge). Kui mõlemal on sama nivoo siis mootor seisab, kui erinev siis liigub. Suund on määratud voolu suunaga.

Alalisvoolumootorid +/-

+ väikesed, suur erivõimsus, odavad.

- ei saa täpselt juhtida, halb kiiruse ja jõu suhe – praktiliseks kasutamiseks on vaja ülekannet.

Näited alalisvoolu mootoritest

Väike koos käigukastiga alalisvoolumootor

Toitepinge: **6V**

Voolutarve: **85mA**

Ülekanne: **10:1**, ehk suurendab jõudu 10x vähendab kiirust 10x

Maksimaalne jõumoment: **15mNm**

Kiirus: **120p/min** (maksimaalse lubatud koormusega), **215p/m** (vaba)

Mõõtmed: **36mm** pikk, **27mm** läbimõõt

Suurem koos käigukastiga alalisvoolumootor

Toitepinge: **12V**

Voolutarve: **680mA**

Ülekanne: **200:1**, ehk suurendab jõudu 200x vähendab kiirust 200x

Alalisvoolumootor



Maksimaalne jõumoment: **1000mNm**

Kiirus: **23p/min** (maksimaalse lubatud koormusega), **33p/m** (vaba)

Mõõtmed: **36mm** pikk, **27mm** läbimõõt

NB! Alalisvoolumootorite suuruste ja võimsuste ülemine piir on tegelikult palju suurusjärke suurem, kui siin nendes näidetes. Sellised mootorid pole aga käsitletud, kuna nad on liiga suured, kallid ja vajavad suuri toite allikaid, olles seega sobimatud väikesteks robotiteks, mida tehakse TÜ, roboti ehitus kursuste raames või kodudes.