

Examensarbete, Högskolan på Åland, Utbildningsprogrammet för Elektroteknik

MOTORSYSTEM

- Roderstyrning för autonom segelrobot

John Morgan Frank



15:2017

Datum för publicering: 18.05.2017

Handledare: Kjell Dahl

EXAMENSARBETE

Högskolan på Åland

Utbildningsprogram:	Elektroteknik
Författare:	John Morgan Frank
Arbetets namn:	Motorsystem – Roderstyrning för autonom segelrobot
Handledare:	Kjell Dahl
Uppdragsgivare:	Anna Friebe

Abstrakt
<p>Examensarbetet har gjorts på begäran av ÅSR (Åland Sailing Robots) genom Anna Friebe. Syftet med arbetet är att skapa energisnålt motorsystem för styrning av vindflöjeln och roder till 4 meter lång segelrobot som ägs av ÅSR.</p> <p>Ett exemplar av den styranordningen som jag anser kommer att fungera bäst för en robotsegelbåt har konstruerats och kopplats upp på testbänk där jag sedan har lämnat över arbetet för programmering.</p> <p>I detta arbete har jag undersökt motorer, givare, motorstyrningar och transmissioner, samt gjort beräkningar på olika faktorer som har påverkat val och dimensionering av komponenterna för motorsystemen.</p> <p>Dessa faktorer tillsammans med satta kriterier har jag tagit hänsyn till när jag skapade styranordningen.</p>

Nyckelord (sökord)
Motorsystem, Roderstyrning, Segelrobot

Högskolans serienummer:	ISSN:	Språk:	Sidantal:
2017:15	1458-1531	Svenska	28

Inlämningsdatum:	Presentationsdatum:	Datum för godkännande:
04.05.2017	12.05.2017	18.05.2017

DEGREE THESIS

Åland University of Applied Sciences

Study program:	Electrical Engineering
Author:	Morgan Frank
Title:	Electric Motor Systems – for Autonomous Sailing Robots
Academic Supervisor:	Kjell Dahl
Technical Supervisor:	Anna Friebe

Abstract
<p>This thesis has been done on request by ÅSR (Åland Sailing Robots) through Anna Friebe. The purpose is to create an energy-saving motor control system for the wind vane and rudder to a 4 meter long robotic sailing boat, owned by ÅSR.</p> <p>A prototype of the control device that I think will work best for a robot sailing boat has been manufactured and connected to a test bench where I have handed over the work for programming.</p> <p>In this work I have examined motors, sensors, motor controls and transmissions, and made calculations of various factors that have influenced the choice and dimensioning of the components of the motor systems.</p> <p>These factors, together with the established criteria, were taken into consideration when I created the control device.</p>

Key words
Motor Systems, Rudder control, Sailing Robots

Serial number:	ISSN:	Language:	Number of pages:
2017:15	1458-1531	Swedish	28

Handed in:	Date of presentation:	Approved on:
04.05.2017	12.05.2017	18.05.2017

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1 INLEDNING.....	6
1.1 Syfte	7
1.2 Metod	7
1.3 Avgränsningar.....	7
2. ORDLISTA.....	8
3. ELEKTRONISKA KOMPONENTER.....	9
3.1 Arduino Mega och CAN-BUS Shield.....	9
3.3 Halleffektgivare	9
3.4 H-brygga	9
3.5 MOSFET Power Control Kit	10
3.6 Optisk pulsgivare	10
3.7 Pololu Maestro	10
3.8 Pololu JRK 12v12.....	10
4. SYSTEMFUNKTION	11
4.1 Vindroder	12
4.2 Elektromekanisk kabelstyrning.....	13
4.3 In/ur kopplingssystem för vindrodret.....	13
5. BERÄKNINGAR	14
5.1 Vindflöjels vridmoment	14
5.2 Dimensionering av kugghjul och hastighet.....	15
6. MOTORSYSTEMENS KOMPONENTER.....	17
6.1 Motor.....	17
6.2 Givare.....	19
6.3 Motorstyrning	19

6.4 Transmission	19
6.5 Komponenter för vindroder	20
6.5.1 Motor.....	20
6.5.2 Givare.....	20
6.5.3 Motorstyrning	20
6.5.4 Transmission	20
6.6 Komponenter för in/ur-koppling av vindrodret	20
6.6.1 Motor.....	20
6.6.2 Givare.....	21
6.6.3 Motorstyrning	21
6.7 Komponenter för elektromekanisk kabelstyrning.....	21
6.7.1 Motor.....	21
6.7.2 Givare.....	21
6.7.3 Motorstyrning	21
7. UTFÖRANDE	22
7.1 Motorsystem till vindroder	22
7.1.1 Montering av motor, givare och kuggremshjul.....	22
7.2 Systemintegration	24
8. SLUTSATSER.....	26
LITTERATURFÖRTECKNING.....	27

- BILAGA 1 - Elmotor till vindflöjel
- BILAGA 2 – Elmotor till in/ur-koppling av vindroder
- BILAGA 3 – Elmotor till elektromekanisk kabelstyrning
- BILAGA 4 - Dimensionering av kugghjul
- BILAGA 5 – Ritning på kugghjul
- BILAGA 6 - Optisk pulsgivare
- BILAGA 7 - Arduino Mega
- BILAGA 8 - CAN-Bus Shield
- BILAGA 9 - Motordrivsteg: L298 H-Bridge
- BILAGA 10 - Motorkontroller: Pololu JRK 12v12
- BILAGA 11 - Kretsschema för motorsystemet

1 INLEDNING

Robotstyrda båtar har blivit alltmer populärt att forska och projektera om och de har potential att bli ett kostnadseffektivt och miljövänligt alternativ för olika ändamål inom sjöfarten. Åland Sailing Robot är ett projekt som skapades år 2013 vid Högskolan på Åland där man har som mål att bygga den första robotsegelbåten som ska kunna korsa Atlanten i autonomt tillstånd, inspirerad av ”The Microtransat Challenge” vilket är en tävling som går ut på att segelrobotar som är max 4 meter långa får delta, ska segla över Atlanten. Tävligen är till för att öka intresset att utveckla autonoma segelrobotar.

Delmål som projektet Åland Sailing Robot har är att år 2017 kunna utföra första testerna med den marina forskningsplattformen, se Figur 1. Projektet finansieras delvis av Europeiska regionala utvecklingsfonden. Målet är att utveckla en mobil marin havsforskningsplattform, som är autonom och använder vind- och solenergi. Detta är ett resurseffektivt framtidsalternativ för att kunna bedriva olika typer av havsforskning. Syftet med projektet är att utveckla Ålands kompetens och innovation inom obemannad och autonom sjöfart samt grön teknologi. Det treåriga projektet är planerat till 2016-2018 . Plattformen kommer att utvärderas för marina sensormätningar och övervakning av bland annat tumlare i Östersjön. (Åland Sailing Robots, 2016)



Figur 1: Mobil marin havsforskningsplattform (Åland Sailing Robots, 2016)

1.1 Syfte

Mitt examensarbete handlar om att utveckla motorsystem till en 4 meter lång segelrobot där det ska gå att kunna använda två olika sätt att styra rodet.

I detta arbete har jag undersökt bland annat motorer, drivsystem, givare samt vilka krafter som påverkar valen av styrenheterna till segelrobotens roder och vindflöjel genom teoretiska beräkningar och praktiska tester utefter den tänkbara konstruktionslösning som jag anser vara mest lämplig. Dessa krafter har jag tagit hänsyn till när jag dimensionerat styrenheten. Styrningen kommer att kunna ske genom manuellt system via radiokontroll och automatisk styrning av båten efter given färdväg.

Projektet för samman kunskaper från många olika kurser och därför ansåg jag att det kunde bli ett intressant och lämpligt arbete.

1.2 Metod

Jag har undersökt vilka sorters komponenter som finns på marknaden för motorsystem och jämfört dem med varandra för att slutligen få fram ett så optimalt system som möjligt. Med hjälp av undersökningen tillsammans med teoretiska beräkningar och praktiska tester, har sedan en komplett styranordning konstruerats och kopplats upp på en testbänk där jag sedan har lämnat över arbetet för programmering.

För att kunna tillverka kuggremshjulen i önskad dimension, ritade och designade jag dessa i programmet AutoCAD. Elschemat på motorsystemet ritades i programmet Eagle.

1.3 Avgränsningar

Examensarbetet omfattar endast hårdvaran av styrenheten i sig, och inte programmeringen. Strömförsörjningssystem till styrenheten som t.ex. batteri- och solcellssystem kommer inte att designas eller utvärderas. Olika faktorer som har påverkat valen av motorstyrssystem som t.ex. för- och nackdelar av olika likströmsmatade motorer, val av givare och andra komponenter, kommer att tas upp.

2. ORDLISTA

CAN-BUS	<p>”Controller Area Network”. Är ett seriellt kommunikationsprotokoll, dvs. ett nätverk där två eller fler enheter kan utbyta information.</p> <p>Kommunikationen bygger på en 2-trådskoppling med terminerande 120-ohmsmotstånd vid ändnoderna och endast en nod kan sända vid varje givet tillfälle. Meddelanden ges olika prioritet vilket gör det möjligt att ge viss kommunikation förtur. Hastigheten är konfigurerbar och maximala hastigheten varierar mellan 10kbp/s upp till 1Mbit/s med avseende på ledningslängden från 1 km ner till 40 meter. (Axiomatic Technologies, 2006)</p>
Graykod	<p>Även kallat ”reflekerad binärkod” som ändrar endast en bit åt gången när man ökar eller minskar med ett.</p>
Motordrivsteg	<p>Fungerar bara som en krets som hanterar den spänning och ström som motorn drivs på. (Pololu, 2009)</p>
Motorkontroller	<p>Är en motordrivanordning med mikrokontroller och motordrivsteg på samma kretskort. Mikrokontrollen tar hand om PWM och logik-signaler och ger ut andra gränssnitt för att ange motorns hastighet och riktning. (Pololu, 2009)</p>
PWM	<p>Pulse Width Modulation, pulsbreddsmodulering. Bygger på att spänningen slås på och av i inställda tidsintervaller så att det bildas ett digitalt pulståg som varvtalsreglerar t.ex. en motor.</p>
Värddator	<p>Är ett system som betjänar andra system, klienter eller datorer.</p>

3. ELEKTRONISKA KOMPONENTER

I det här kapitlet tar jag upp de elektroniska komponenter som jag använt mig av och beskriver mer detaljerat begreppen som förekommer i rapporten.

3.1 Arduino Mega och CAN-BUS Shield

Arduino är ett kretskort med programmerbar processor baserad på lättanvända hårdvara och mjukvara som utför logiska funktioner genom att skicka en uppsättning instruktioner (Arduino, 2016). Arduino Mega har 16 analoga ingångar och 54 digitala in/ut gånger, varav 15 är pulsbreddsmodulerade (dessa kan b.l.a. användas för att styra likströmsmotorers hastighet och riktning).

CAN-BUS Shield förser Arduino Mega med CAN bus egenskaper för kommunikation till givare och ställdon (Sparkfun, 2015).

3.3 Halleffektgivare

En halleffektgivare känner av styrkan hos ett närliggande magnetfält. Genom att fästa en magnet på axeln hos en motor, kan givaren känna av när axeln är parallell med dem. Med användning av ett gränssnitt, kan denna information matas ut som ett digitalt värde, som kan räknas som ett band av pulser. Räknar man dessa pulser får man fram hur många gånger motorn har snurrat och hur motorn rör sig. Vissa halleffektskort har flera halleffektgivare på dem. Det är vanligt att ha två givare (A och B) 90 grader förskjutna från varandra. Med två givare kan man tala om riktningen som motorn snurrar genom att se vad som kommer först (A före B eller B före A). Eller så kan du bara övervaka båda givarna och få fler antal räknesteg för mer exakt kontroll. (Instructables, 2016)

3.4 H-brygga

H-brygga av typ L298 är ett motordrivsteg som kan styra både motorns varvtal och rotationsriktning (Electrokit, 2005). Varvtalet styrs med PWM-signaler från en mikrokontroll.

3.5 MOSFET Power Control Kit

MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) är av typen RFP30N06LE N-Channel. Den används för att kontrollera högre spänningar och strömmar med 0-5V styrsignal med lågt effektbehov och styrs med en digital utgång på Arduino. (Sparkfun, 2014)

3.6 Optisk pulsgivare

Givarprincipen bygger på att flera roterande glasskivor med reflekterad binärkod är kopplade till en axel via mekanisk växel, där en lysdiod lyser genom kodskivorna som har ett regelbundet streckmönster. Strecken bryter ljuset från lysdioden när skivorna roterar och det pulserande ljuset som bildas fångas upp av en fototransistor som genererar elektriska pulser. Varje steg har en unik kod som gör att man alltid vet givarens position inom 4096 varv, även efter ett strömavbrott. (Oemautomatic, 2015)

3.7 Pololu Maestro

Pololu Maestro är ett servostyrssystem som stödjer 3 sätt för kommunikation: USB, TTL serieport för användning med inbyggda system och internt skriptspråk för självständig kommunikation som är oberoende av externa system. Kanalernas utgångar kan konfigureras för RC-servo. Den kan hastighets- och accelerationsstyras i detalj och gör det enkelt att åstadkomma mjuka och följsamma rörelser utan något yttre styrsystem som t.ex. en PC. (Pololu Corporation, 2014)

3.8 Pololu JRK 12v12

Pololu JRK 12v12 är en motorkontroller till borstförsedda DC-motorer som stödjer fyra gränssnittslägen: USB, logic-level seriell, analog spänning och radiostyrning (RC). Kontrollern kan användas som en open-loop-varvtalsreglering eller för closed-loop-hastighet eller positionskontroll. Den klarar av att ge ut en ström på 12A (30A max) och arbetsintervallet är 6V - 16V med överspänningsskydd upp till 40V och ställbart strömskydd. Ett fritt tillgängligt konfigurationsverktyg (för Windows) gör det lätt att kalibrera och konfigurera via USB-porten som möjliggör direkt motorstyrning från en PC med flexibel kalibrering och höghastighetskommunikationsprotokoll med konfigurerbar felhantering och ställbar PID-reglering med PWM. (Pololu Corporation, 2014)

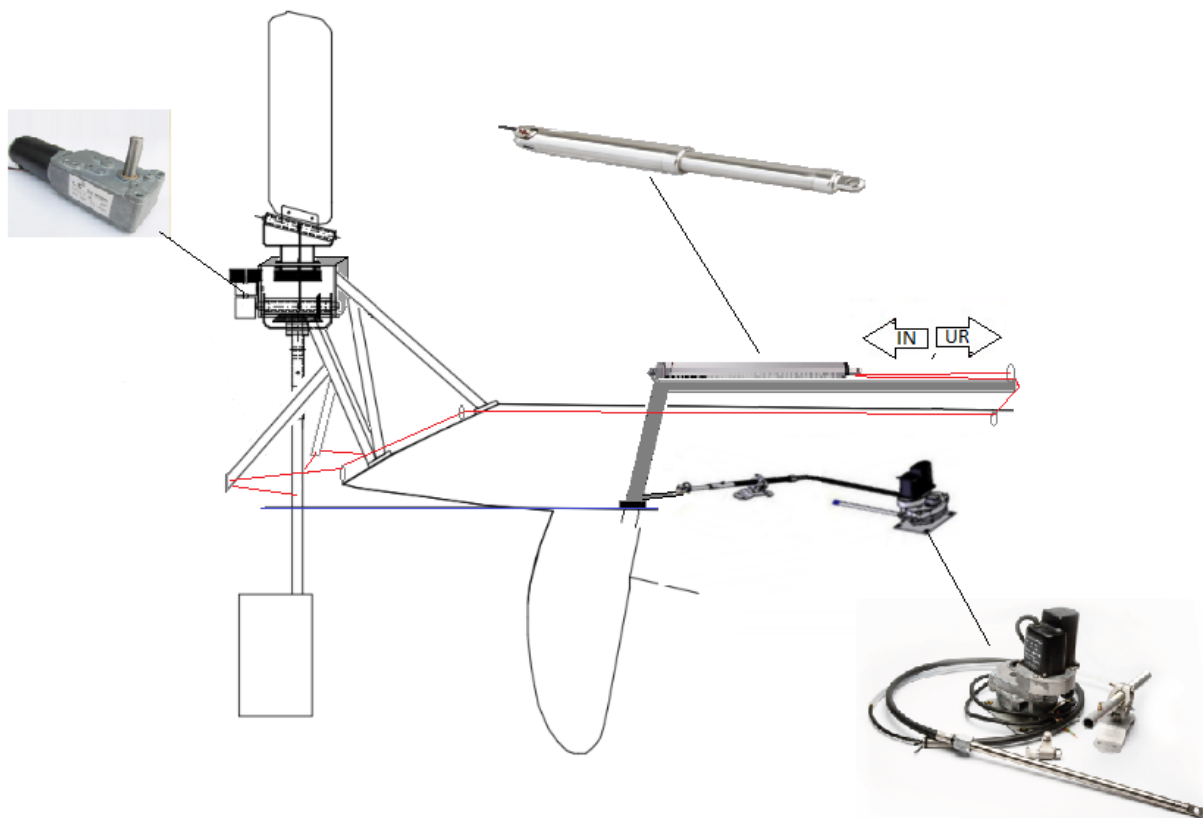
4. SYSTEMFUNKTION

Kapitlet ger en överblick på hur roderstyrningen fungerar, se Figur 2.

Ett vindroder motoriserades för att kunna justera vindflöjelns position samt en motor för in/ur koppling av vindrodret. Motorn för in/ur kopplingen sköter spänningen på repen som vindrodret använder för att styra båtens roder med.

Det andra sättet att kunna styra rodret är via en elektromekanisk motorenhet som kommer vara fastmonterad på roderstocken.

Eftersom segelroboten drivs av 12 volts batteri så krävs det att sätten att styra rodret på, är energisnåla och robusta för att kunna klara av den marina miljön och begränsade energikällan. Mer information om motorerna kan läsas i bilagorna 1, 2 och 3.



Figur 2: Överblick på motorens placering.

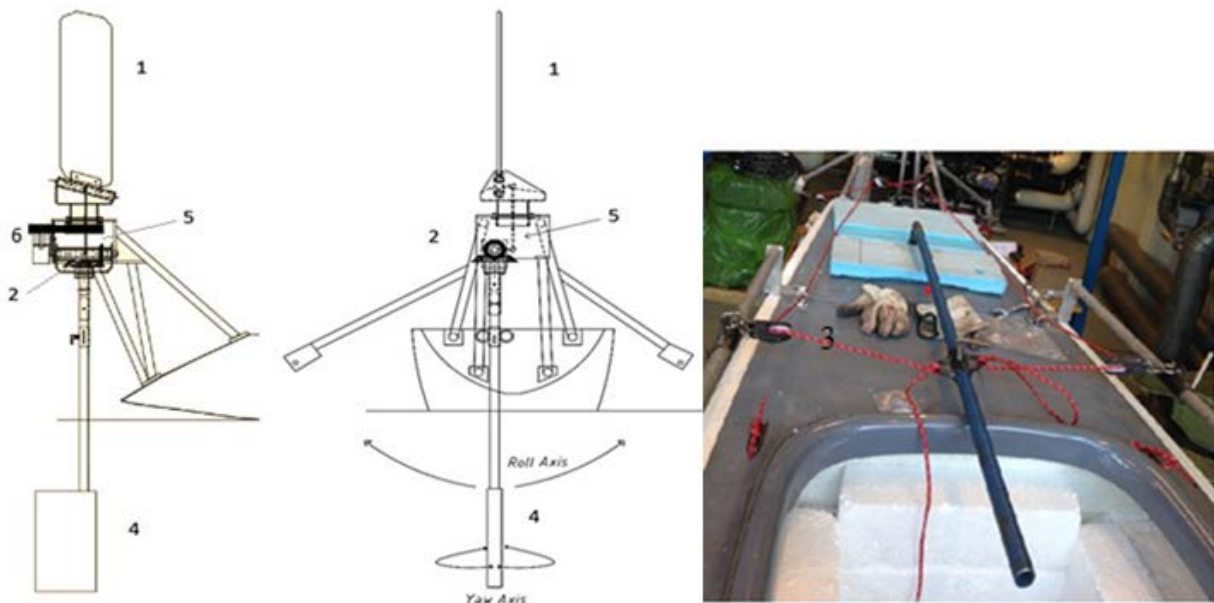
4.1 Vindroder

Styranordningen tenderar alltid att ha framkanten av flöjeln (nr 1 i figur 3) rakt mot vinden. Om vinden eller båten ändrar kurs kommer flöjeln att luta på grund av den förändrade anfallsvinkeln från vinden mot flöjeln. När detta inträffar kommer armen (nr 5 i figur 3) som förbinder flöjeln med kugghjulet, att röra sig uppåt eller nedåt beroende på vilken sida av flöjeln vinden påverkar.

När armen rör sig upp eller ner, rör sig kugghjulen i växeln (nr 2 i figur 3) denna rörelse leder till en roterande rörelse som ändrar vinkeln på lilla roder (nr 4 i figur 3). När vinkeln ändras av de små förändringarna i växeln, kommer vattnets motståndskraft göra så att lilla rodret rör sig i sidled.

Det lilla rodret är anslutet till rorkulten via rep (nr 3 i figur 3). När lilla rodret rör sig i sidled till ena sidan dras repen som gör att rorkulten ändrar sin vinkel och båten ändrar sin position tills vindflöjeln får vinden mot framkanten. För att kunna styra båten till rätt inställd kurs efter angiven färdväg används en elmotor (nr 6 i figur 3) som styr vindflöjels position.

Lilla roderarmen är med flyttbara fästen, så att hävarmen kan justeras till ett lämpligt avstånd.

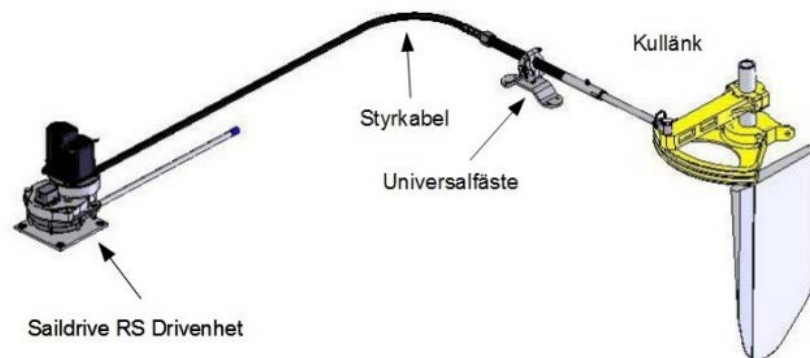


Figur 3: Huvudkomponenter. 1: Vindflöjel, 2: Växel, 3: Repen som är ansluten till rorkulten, och 4: Lilla rodret, 5: armen som överför rörelsen från vingen till växeln, 6: Elmotor som styr vindflöjels position.

4.2 Elektromekanisk kabelstyrning

Segelbåten ska för det mesta köras med vindroder, men det kan finnas situationer då man behöver styra segelbåten på annat sätt. En sådan situation kan vara om vinden blir för svag eller att vindrodret havererar.

Motorenheten som valdes är speciellt anpassad för båtar där man vill kunna skifta mellan olika styrmöjligheter, se Figur 4. Drivenheten består av en snäckväxel, styrkabel, elektrisk motor med magnetkoppling som möjliggör frikoppling av rodret, samt en integrerbar roderlägesgivare.



Figur 4: Saildrive RS (Flotec Marin, 2010)

Frikopplings mekanismen, är nödvändig för att frikoppla motorn från växeln så att båten kan styras med vindrodret, och sköts av Arduino Mega tillsammans med en transistor (MOSFET) som slår av/på spänningen till magnetkopplingen (clutch).

4.3 In/ur kopplingssystem för vindrodret

In- och urkopplingen av vindrodret sköts av ett ställdon som styr spänningen på repen från vindrodret. Vindrodret får full kontroll över rodret när ställdonet är indraget och att den elektromekaniska motorenheten är frikopplad. Vid urkoppling av vindrodret aktiveras elektromekaniska motorenheten samtidigt som ställdonet körs ut och släpper spänningen på repen. Ställdonet ska köras max ut/in och det regleras med halleffektgivare som är inbyggda i ställdonet. Räknar man pulserna från hallgivarna får man fram hur många varv motorn har snurrat och åt vilket håll motorn rör sig. Som en extra säkerhet kan man ställa in strömbegränsningen på motorkontrollern så att den inte överstiger motorns tillåtna strömgräns. Det går även att ställa in körtiden för ställdonet på Arduino Mega för att förhindra onödiga elförluster, t.ex. att ställdonet körs och det låser sig av någon anledning innan den når fram till angiven position.

5. BERÄKNINGAR

Då man ska välja en lämplig storlek på motorsystem börjar man med att få fram den mekaniska lasten dvs. masströghetsmoment och friktionsmoment. Därefter väljer man applikationens önskade prestanda i form av accelerations- och retardationstider och max-hastigheter för att tillsammans med tidigare beräknade storheter ge uppgift om nödvändig motorstorlek. (G&L Beijers Electronics AB, 1999)

5.1 Vindflöjelns vridmoment

För att veta vilka krafter motorn bör klara av börjar man med att få fram den mekaniska lasten antingen genom att teoretiskt beräkna masströghetsmoment och friktionsmoment, eller utföra praktiska tester.

Jag valde att göra praktiska tester där jag använde ett snöre som lindades runt vindflöjelns axel, se Figur 5. Vid ena ändan på snöret fästes en fjädervåg som man drar tills att axeln börjar rotera. Då läser man av fjädervågen som visar dragkraften i Newton. Multipliceras dragkraften med axelns radie, får man fram vridmomentet för lasten. Jag använde olika vikter på vindflöjeln som ska simulera olika vindstyrkors påverkan.



Figur 5: Mätning av vridmoment

Tabell 1: Resultaten av praktisk mätning av vridmomentet med olika vikter.

<i>Rotation</i>	<i>Utan vikter (0m/s)</i>	<i>0,556Kg (5,2m/s)</i>	<i>1,818Kg (15m/s)</i>
<i>Medsols</i>	<i>62N</i>	<i>77N</i>	
<i>Motsols</i>	<i>75N</i>	<i>100N</i>	<i>110N</i>

Genom att räkna ut olika storlek på luftmotståndets påverkan på vindflöjeln så kunde jag räkna ut vad vikterna skulle motsvara i vindstyrka(m/s):

$$F_d = \frac{1}{2} C * \rho * A * V^2$$

C=En konstant för olika kroppars former.(1,98 för lång platta på $90^\circ \times \cos 45^\circ = 1.4$)

ρ = densitet för luft & luftfuktighet. (luft som är 10°C och luftfuktighet på 50 % ger densitet på $1,244\text{kg/m}^3$)

A= Arean för kroppen (vindflöjeln = $0,2\text{m}^2$)

V= Flödet (vindens hastighet)

När jag fått fram dragkraften och multiplicerat den med cylinderns radie fick jag fram vridmomentet som krävs för att kunna rotera vindflöjeln:

$$M_v = 110\text{N} * 0,035\text{m} = 3,85\text{Nm}$$

Från uträkningen fick jag fram att motorn som ska användas ska klara av ett vridmoment på minst 3.85Nm för att kunna rotera vindflöjeln när den påverkas av en vindstyrka på 15m/s .

5.2 Dimensionering av kugghjul och hastighet

Då man dimensionerar kugghjul är det främst styrkan och hastigheten på motorn som påverkas. Mindre dimension på motorns kugghjul ger en ökad kraft på bekostnad av hastigheten.

För att räkna ut kugghjulens utväxling började jag rita upp axlarna för motorn och vindflöjeln där jag sedan förde in krafter, moment och radie, se Figur 6.

M_m = Moment för motor. Angivet som 5Nm , se bilaga 1.

M_r = Moment för vindroder: Beräknat till $3,85\text{Nm}$, se kapitel 5.1.

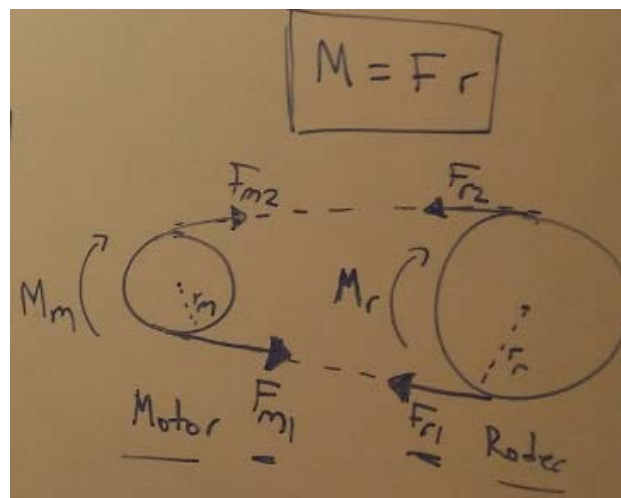
F_m = Kraften från motor

F_r = Kraften från vindroder

F_{net} = Netto för krafterna

r_m = Radie för motor

r_r = Radie för vindroder



Figur 6: Uppställning av Vridmoment, krafter och mått.

$$M_m = (F_{m1} - F_{m2})r_m$$

$$M_r = (F_{r1} - F_{r2})r_r$$

$$\left. \begin{matrix} F_{m1} = F_{r1} \\ F_{m2} = F_{r2} \end{matrix} \right\} (F_{m1} - F_{m2} = F_{r1} - F_{r2}) = F_{net}$$

$$M_m = F_{net} * r_m$$

$$M_r = F_{net} * r_r$$

$$\frac{M_m}{r_m} = \frac{M_r}{r_r} \left. \right\} M_r = \frac{r_r}{r_m} * M_m \geq 3,85Nm$$

$$\frac{r_r}{r_m} * 5Nm \geq 3,85Nm \left. \right\} \frac{r_r}{r_m} \geq \frac{3,85Nm}{5Nm}$$

$$\frac{r_r}{r_m} \geq 0,77 \rightarrow \frac{r_m}{r_r} \leq 1,3$$

Från uträkningen får man fram att utväxlingen på motorns kuggremshjul ska vara dimensionerad till högst (1:1,3) för att motorn ska orka rotera vindflöjeln med en vind på 15m/s.

På grund av platsbrist blev motorns kugghjul dimensionerat till (1:1,5), se Figur 7 och 9.



Figur 7: Här ser man att det är några millimeter tillgodo mellan kuggremshjulet och armen för balansvikten.

Vindflöjels hastighet beräknas med formeln:

$$V = \omega * r$$

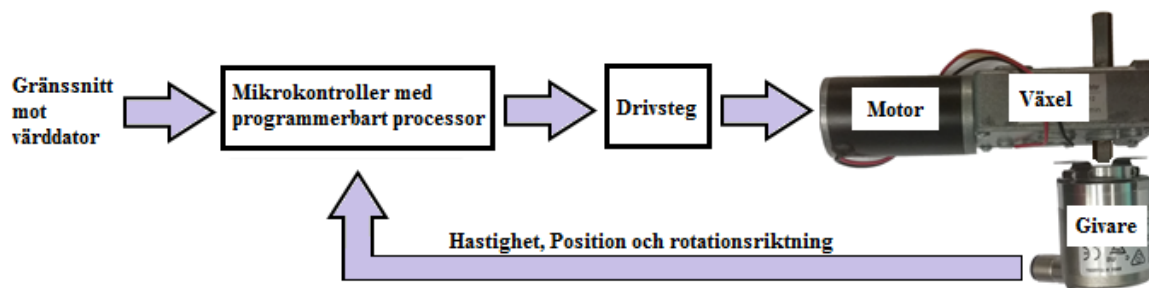
V= Hastighet; ω = Vinkelhastighet; r = Radie; ω_r = Vindflöjels vinkelhastighet; ω_m = Motorns vinkelhastighet; r_r = Vindflöjels radie; r_m = Motorns radie.

$$\omega_r * r_r = \omega_m * r_m \rightarrow \frac{r_r}{r_m} = \frac{\omega_m}{\omega_r} \rightarrow \frac{\omega_m}{\omega_r} \geq 1,5 \rightarrow \omega_r \leq \frac{4rpm}{1,5} \rightarrow \omega_r \leq 2\frac{2}{3} rpm$$

Från uträkningen får man fram att vindflöjeln roterar ett varv på 22,5 sek.

6. MOTORSYSTEMENS KOMPONENTER

Att kunna välja lämpliga komponenter till ett motorsystem då man vet moment och varvtalsbehov beror av andra systemkrav som t.ex. sättet att kommunicera med det överordnade styrsystemet, se Figur 8. Valet styrs också av pris, energiåtgång och IP klass.



Figur 8: Schematisk bild av ett motorsystem

6.1 Motor

För att välja rätt typ av motor bör man veta vilka egenskaper motortyperna har. Vanligast inom området styrda likströmsmotorer är stegmotorer, borstlösa motorer och borstförsedda motorer, se Tabell 2, 3 och 4.

Tabell 2: Stegmotorers för och nackdelar (Drivteknik, 2016)

Fördelar	Nackdelar
+ <i>Lågt pris</i> <i>Låga eller inga underhållskostnader.</i> <i>Förhållandevis lågt inköpspris</i>	- <i>Ljud</i> <i>Eftersom motorn drivs med ett elektriskt pulståg uppstår momentpulsationer som bl a ger upphov till oljud.</i>
+ <i>Idealisk för positionering</i> <i>Behöver till skillnad från övriga motortyper ingen rotorlägesgivare i positioneringsdrifter.</i>	- <i>Resonans</i> <i>Vid vissa frekvenser på puls-tåget kan man få resonansproblem som resulterar uteblivet vridmoment och förlorad position.</i>
+ <i>Högt moment vid låga varv</i> <i>Vid låga varvtal har stegmotorn, i förhållande till sin fysiska storlek, ett mycket högt vridmoment.</i>	- <i>Lågt moment vid höga varv</i> <i>Moment-varvtalskurvan visar ett med ökat varvtal fallande vridmoment. Det är viktigt att dimensionera efter tillämpningens momentbehov, annars riskeras att motorn stannar och tappar position. Med stegmotorer har man vanligtvis inte någon rotorlägesgivare så drifttillstånd då positionen går förlorad är förödande.</i>
+ <i>Enkel och robust uppbyggnad</i>	

Tabell 3: Borstförsedd likströmsmotorers för och nackdelar (Drivteknik, 2016)

Fördelar	Nackdelar
<p>+ Lågt pris <i>Ekonomisk: Automatiskt tillverkade motorer i grundutförande utan högprestandamagneter kan erbjudas till låga priser. Drivdonen är också enklare och därmed billigare än till stegmotorer och borstlösa.</i></p>	<p>- Förslitning <i>Den mekaniska konstruktionen med kommutator och kolborstar begränsar livslängden och ökar underhållskostnaderna. Den faktiska livslängden för kolborstarna beror på materialval, hur väl genomarbetad konstruktionen är med avseende på god kommutering (låg gnistbildning vid drift) och inte minst hur den används i tillämpningen. Upprepade starter och stopp med högt lastmoment och högt varvtal eller drift i låg temperatur då luftens relativa fuktighet är mycket låg (ingen smörjning med vattenmolekyler) bidrar till att reducera livslängden.</i></p>
<p>+ Hög verkningsgrad <i>Borstmotorer har oftast ett högt förhållande mellan topp- och kontinuerligt vridmoment, och med rätt inställt drivdon kan konstant moment erhållas i hela varvtalsområdet. God verkningsgrad vid högre varvtal.</i></p>	<p>- Gnistbildning <i>Då det vid kommutering uppstår gnistor i mer eller mindre omfattning är den borstförsedda likströmsmotorn olämplig för tillämpningar i explosiva miljöer.</i></p>
<p>+ Ljud <i>Det mekaniska oljudet är mycket lägre än hos en stegmotordrift.</i></p>	<p>- Elektriska störningar <i>Kommutering med kolborstar skapar en del elektriska störningar, som måste minskas med någon lämplig avstörningsmetod.</i></p>
<p>+ Mjuk gång</p>	

Tabell 4: Borstlösa likströmsmotorers för och nackdelar (Drivteknik, 2016)

Fördelar	Nackdelar
<p>+ Effektiv <i>Den borstlösa likströmsmotorn har vanligtvis ett högt förhållande mellan topp- och kontinuerligt vridmoment. De har också i allmänhet mycket högt vridmoment i förhållande till tröghetsmomentet, en egenskap som gjort att de i dag dominerar i snabba servodrifter.</i></p>	<p>- Pris <i>Magnetmaterial: För att kunna utnyttja motors alla goda elektriska egenskaper vill man också att motors eget tröghetsmoment skall vara lågt varför den oftast bestyckas med mycket högklassigt magnetmaterial (kobolt-samarium eller järn-neodym). Tillverkning: Rotordiametern blir liten och därmed ett lågt tröghetsmoment vilket ökar kostnaden då dessa magnetmaterial kostar mer än magneter i något ferritmaterial. Då rotern gjorts lång med liten diameter blir också statorpaketet längre och diametern liten.</i></p>

	<i>Detta medför att det är mer arbetsintensivt och kostsamt att lägga in lindningshärvarna i statorpaketet.</i>
<i>+ Lättkyld Effektförlusterna som till största delen uppstår i statorpaketet kan enkelt kylas.</i>	<i>Drivelektronik: För att driva motorn krävs att man försör rotoraxeln med någon form av rotorlägesgivare som används för att styra kommuteringen. Denna givare samt en mer komplicerad drivelektronik ökar kostnaden för ett komplett drivpaket.</i>
<i>+ Ljud Ingen pulsresonans, inget mekaniskt oljud.</i>	

6.2 Givare

Givare inom motorsystem används främst för att mäta hastighet, position och rotationsriktning. För sådana ändamål används vanligen optisk pulsgivare, resolver eller potentiometer. Givare kan delas in i två grupper: absoluta och inkrementella. Absoluta givare behåller den exakta positionen även vid ett eventuellt spänningsbortfall medan inkrementella givare tappar sin position. (Sandqvist, 1996)

6.3 Motorstyrning

För att kunna styra en elmotor med önskat beteende använder man mikrokontroller som kan sköta logiken, och ett drivsteg som används för att leverera den spänning och ström som mikrokontrollern beräknat fram. (Compotech, 2014)

6.4 Transmission

Vid överförande av rotationsrörelse används vanligen kugghjul-, kedje- eller kuggremstransmissioner. Kugghjul används då avståndet mellan axlarna är relativt litet och att axlarna roterar i cirkulär centrerande rörelse. Vid längre avstånd används kedje- eller kuggremstransmission. Fördelen med kuggrem jämfört med kedja är att den kräver mindre underhåll, har lägre vikt och är mer elastisk vilket ger dämpande effekt mot ryckningar. (Dahlvig, 1988)

6.5 Komponenter för vindroder

6.5.1 Motor

Kriterierna som motorn skulle uppfylla var att den ska klara av att kunna rotera vindflöjeln när den påverkas av en vindstyrka på 15m/s, samt vara liten och lätt för att kunna monteras på vindrodret och att den ska tåla marina miljön. Motorn som jag valde är en borstförsedd likströmsmotor med inbyggd snäckväxel som gör att endast kraften från motorn kan få växeln att rotera, vilket gör att växeln låser sin position när motorn stängs av och på så sätt behåller vindflöjels inställda position, se Bilaga 1.

6.5.2 Givare

Kravet som ställdes på givaren var att den skulle ha CAN-BUS som gränssnitt, vara pålitlig och vattentålig. Eftersom motorsystemet ska sitta på en autonom segelbåt som ska kunna klara av att vara ute en längre tid till havs så kan det vara smart att välja en givare som inte tappar sin position efter t.ex. ett strömavbrott, om batteriet i segelbåten skulle ta slut och sedan laddas upp igen med solceller. Därför valdes en optisk pulsgivare som är en absolutgivare med graykod, av modell AHM36A-BACCO14x12. Den kan ge ut position, riktning och fart av motorns axel.

6.5.3 Motorstyrning

Valet påverkades främst av givartypens gränssnitt samt pris. Därför valdes en Arduino Mega 2560 R3 med CAN-BUS shield som sköter logiken och en H-brygga L298 som motordrivsteg. Vid val av mikrokontroller togs hänsyn till enkelhet och flexibilitet. Arduino Mega har många kommunikationsmöjligheter samt går lätt att programmera och testa.

6.5.4 Transmission

Eftersom axeln på vindrodret roterar excentriskt valdes kuggrem på grund av att den är elastisk, tål marina miljön bättre och inte kräver något underhållsarbete, till skillnad mot kedja som är mer känslig för saltvatten och behöver smörjas.

6.6 Komponenter för in/ur-koppling av vindrodret

6.6.1 Motor

För att kunna släppa spänningen på repen valdes ett linjärt ställdon med borstförsedd likströms motor, vilket är en motor som omvandlar roterande rörelse till en linjär förflyttning, se Bilaga 2.

Eftersom den ska sitta på rorkulden och kommer att utsättas för väder, vind och saltvattenstänk, togs extra hänsyn till IP-klass och materialval.

6.6.2 Givare

Företaget som tillverkade motorn kunde bara erbjuda halleffektgivare. Om positioneringsbegränsning skulle behövas kan man använda sig av externa gränslägesbrytare.

6.6.3 Motorstyrning

Motorstyrningen görs med Pololu JRK 12v12 motorkontroll, för att kunna ställa in strömbegränsningen, och en mer invecklad logik sköts av Arduino Mega där man b.l.a. kan ställa in körtiden för ställdonet.

6.7 Komponenter för elektromekanisk kabelstyrning

Saildrive RS är en komplett drivenhet, styrdon, kabel, integrerad roderlägesgivare och med elektrisk frikoppling, se Bilaga 3. Denna drivenhet är kraftfull och relativt snabb med lågt motstånd på ca 50 Newton i standby läge och inget underhållsarbete krävs.

6.7.1 Motor

Motorn består av en borstförsedd likströms motor som är monterad på en snäckväxel som gör att endast kraften från motorn kan få växeln att rotera. Detta gör att växeln låser sin position när motorn stannar och om spänning matas till den inbyggda magnetkopplingen.

6.7.2 Givare

En intern, resistiv roderlägesgivare som fungerar som en roterande potentiometer fanns som extra tillbehör. Den valdes på grund av att den är enkel att installera och kalibrera och att det är en typ av absolutgivare.

6.7.3 Motorstyrning

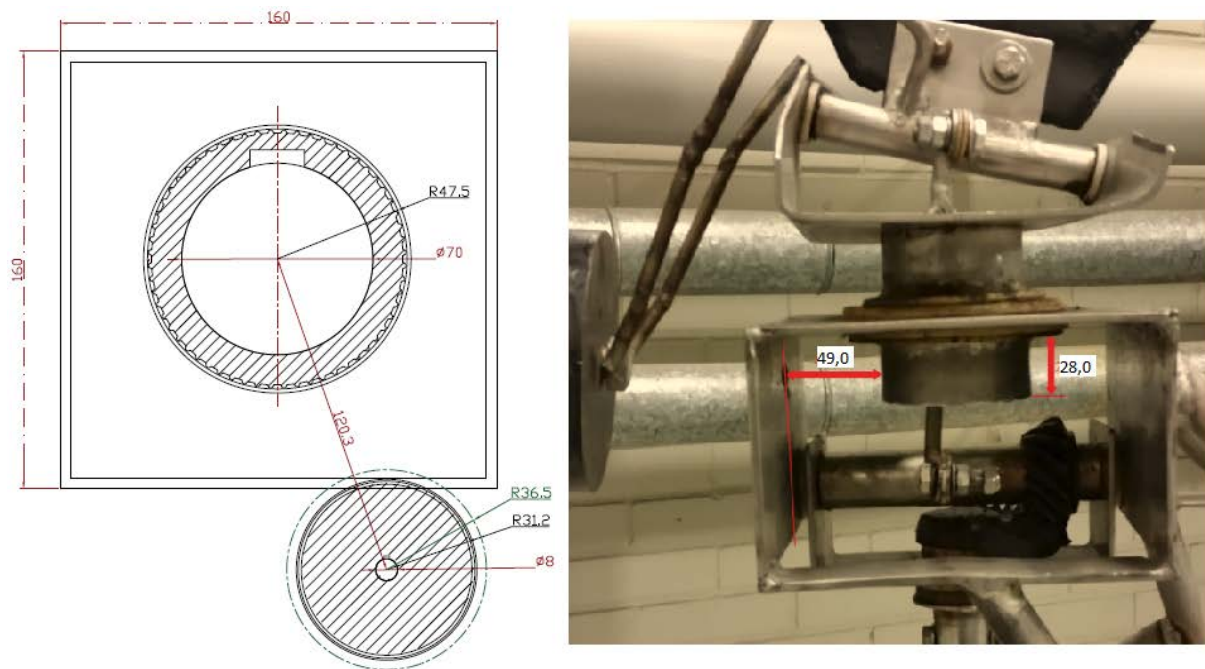
Motorstyrningen görs med Pololu JRK 12v12 motorkontroll. Styrningen av magnet-kopplingarna styrs av transistor (MOSFET) och Arduino Mega.

7. UTFÖRANDE

Här beskrivs utförandet av projektet, vad som gjordes, i kronologisk ordning.

7.1 Motorsystem till vindroder

Jag började med att gå igenom vindrodrets funktion med projekthandledaren, för att veta vilka kriterier som skulle uppfyllas. Därefter tog jag måtten och ritade upp en skiss i autoCAD för att få en överblick på tillgängligt utrymme för motor/växel, se Figur 9.



Figur 9: Måttat in vindrodret och dimensionerat kuggremshjulen, gröna streckade ringen är dimensionen som beräknades, men på grund av platsbrist blev kuggremshjulet nerdimensionerat till 31,2mm istället för 36,5mm (Se även figur 7).

När vridmomentet för vindrodret var känt började en lång tids sökande och jämförande mellan olika motorer, givare, motorstyrningar och transmissioner.

7.1.1 Montering av motor, givare och kuggremshjul

För att montera givaren blev jag tvungen att byta den befintliga axeln och konstruera en ny axel som skulle vara genomgående, se Figur 10. Denna axel ritades upp och skickades till en verkstad (Holmbergs AB) som svarvade till den nya axeln.



Figur 10: Motor och givare

Innan den nya axeln monterades smörjdes hela växeln invändigt med LE-3751 vattenbeständigt fett som minskar friktionen och ger ett ökat skydd för korrosion, se Figur 11.



Figur 11: Byte av axel

En vinkelprofil köptes in med färdiga fästen för motorn, som skruvades fast på vindrodret med två skruvar, se Figur 12.



Figur 12: Montering av motor och givare.

När motorn var på plats dimensionerades kuggremshjulen i autoCAD (se bilagor 4 och 5) och beräknade längden på remmen, som skickades till en leverantör inom transmissionstillverkning (Aratron) som tillverkade kuggremshjulen i rostfritt stål och tog fram en anpassad kuggrem, enligt önskat mått.

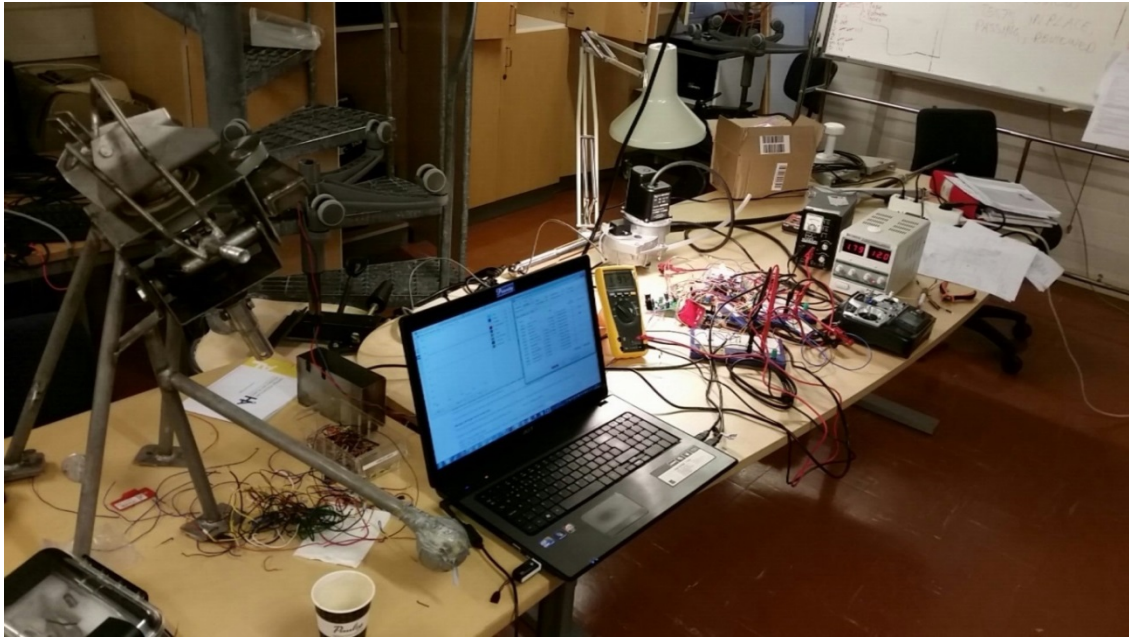
Kuggremshjulen monterades på axlarna och fästes med skruvar. För att ge mer skydd åt motorn och givare svetsades vinkelfästet om, så att en kåpa som tillverkades, kan fästas på vinkelfästet, se Figur 13. Vid testkörning upptäcktes att vindflöjeln roterade excentriskt vilket gjorde att remmen slirade och givaren fick då fel position från vindflöjeln. En remspännare tillverkades och svetsades på och givaren justerades om.



Figur 13: Montering av motor, givare, kuggremshjul och remspännare.

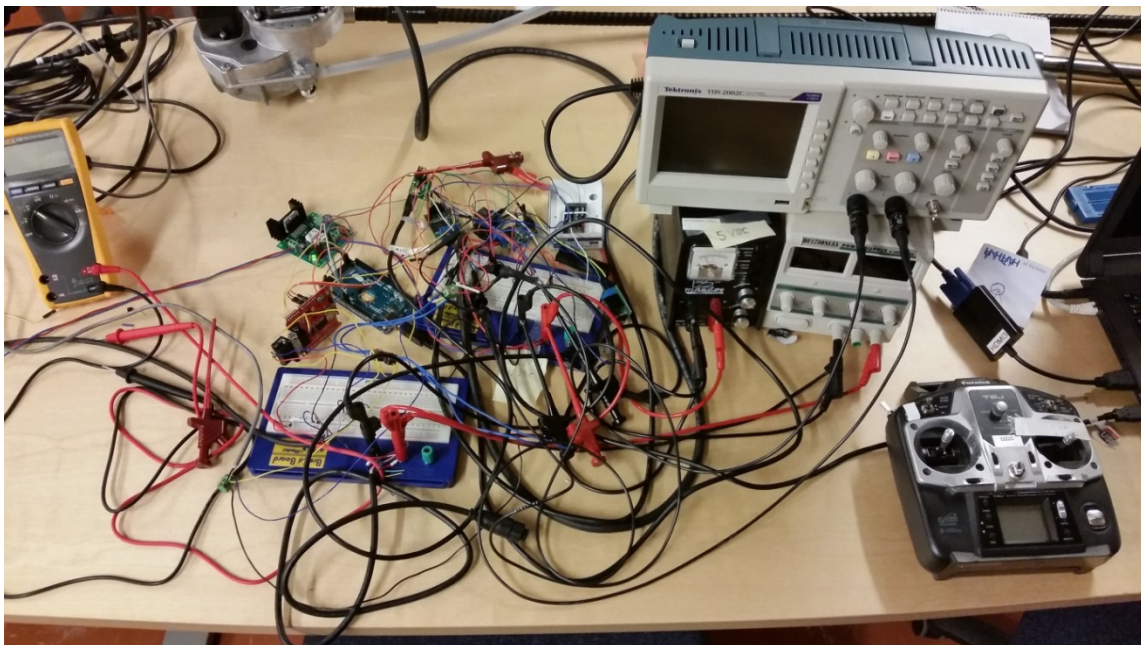
7.2 Systemintegration

När alla komponenter till motorsystemen är valda gjordes en elritning på hur allting skulle kopplas för att sedan koppla ihop systemet på en testbänk, se Figur 14.



Figur 14: Uppkoppling av alla tre motorsystemen.

Inkopplingen av alla kretskort gjordes enligt elschemat, se Figur 15 och Bilaga 11.



Figur 15: Inkoppling av kretskorten.

8. SLUTSATSER

Målet med examensarbetet var att designa och utveckla hårdvaran för motorsystem till en 4 meter lång segelrobot där man ska kunna använda två olika sätt att styra rodet på. Det svåraste med projektet var att hitta en lösning på hur man skulle gå till väga för att skifta mellan två olika styrsystem på ett roder.

Det finns en del att förbättra när det gäller vindrodet som t.ex.

- Förbättra vindflöjelns rotering genom att få bort excentriska funktionen.
- Minimera friktionen och minska vikten på enheten.
- Skapa en anordning som kan hissa upp vindrodet från vattnet när den är i urkopplat läge.
- Beräkna krafter som rodet utsätts för. Skälet till att göra dessa beräkningar är för att veta om det behövs göra några ändringar på vindrodrets dimensionering.

Största delen av examensarbetet har gått till att söka och jämföra olika motorer, givare, motorstyrningar och transmissioner. Projektet har varit intressant och givande. Man har fått forska mycket för att komma till relevanta lösningar på olika problem och metoder för att utveckla ett anpassat rodersystem till autonom segelrobot.

LITTERATURFÖRTECKNING

Arduino. (2016). *Introduction*. Hämtat från Arduino:

<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction> den 16 juni 2016

Axiomatic Technologies. (den 6 juli 2006). *What is CAN*. Hämtat från Axiomatic:

<http://www.axiomatic.com/whatiscan.pdf> den 10 oktober 2016

Compotech. (2014). *Motorstyrning*. Hämtat från Compotech:

<http://compotech.se/produkter/motorer/motorstyrning/> den 10 juni 2016

Dahlvig, G. (1988). *Konstruktionselement och maskinbyggnad*. Kristianstad: Liber AB.

Drivteknik. (2016). *Allmänt om Servoteknik*. Hämtat från Drivteknik:

<http://www.drivteknik.nu/skolan/servo/allmant-om-servoteknik> den 15 januari 2016

Electrokit. (2005). *DC motorstyrning dubbel H-brygga L298*. Hämtat från www.electrokit.com:

<https://www.electrokit.com/dc-motorstyrning-dubbel-hbrygga-l298.46156> den 4 januari 2016

Flotec Marin. (2010). *Saildrive RS*. Hämtat från Flotec Marin:

<http://www.flotecmarin.se/pdf/ManualSaildriveRSSweRev1.pdf> den 14 april 2016

G&L Beijers Electronics AB. (1999). *Positioneringshandboken*. Malmö: G&L Beijers Electronics AB.

Instructables. (2016). *Hall Effect Sensors 1 Position Control*. Hämtat från Instructables:

<http://www.instructables.com/id/Hall-Effect-Sensors-1-Position-Control/> den 17 juni 2016

Oemautomatic. (den 12 september 2015). *Generell teknik*. Hämtat från Oemautomatic:

http://www.oemautomatic.se/Produkter/Sensor/Vinkelgivare_och_Pulsgivare/Generell_teknik/262578306990. den 09 december 2015

Pololu. (december 2009). *Difference between motorcontrollers and drivers*. Hämtat från Pololu:

<https://forum.pololu.com/t/difference-between-motor-controllers-and-drivers/1676> den 20 januari 2016

Pololu Corporation. (2014). *Jrk Motor Controller*. Hämtat från Pololu:

https://www.pololu.com/docs/pdf/0J38/jrk_motor_controller.pdf den 17 juni 2016

Pololu Corporation. (2014). *Maestro*. Hämtat från Pololu:

<https://www.pololu.com/docs/pdf/0J40/maestro.pdf> den 29 juli 2016

Sandqvist, P.-E. L. (1996). *Mätgivare*. Lund: Studentlitteratur.

Sparkfun. (den 12 maj 2014). *SparkFun MOSFET Power Control Kit*. Hämtat från
www.sparkfun.com: <https://www.sparkfun.com/products/12959> den 20 november 2016

Sparkfun. (den 10 maj 2015). *Products/13262*. Hämtat från Sparkfun:
<https://www.sparkfun.com/products/13262> den 16 april 2016

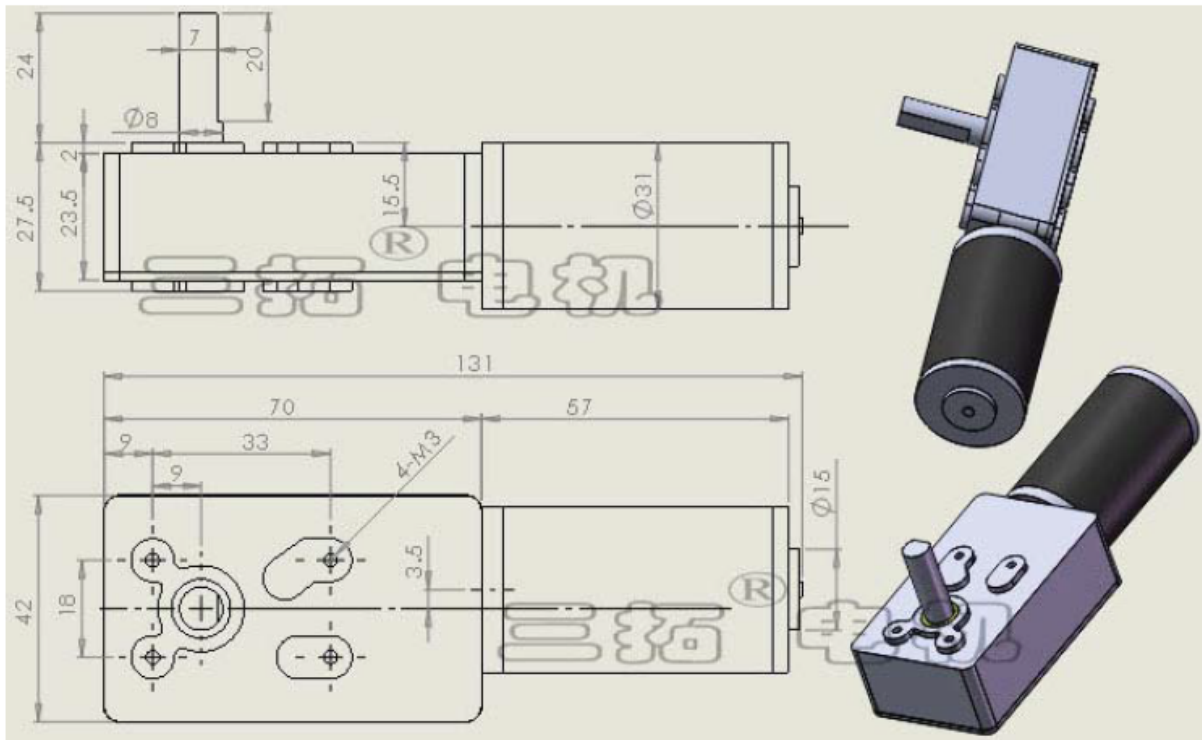
Åland Sailing Robots. (2016). *Marine Research Platform*. Hämtat från Åland Sailing Robots:
<http://sailingrobots.ax/marine-research-platform/> den 15 augusti 2016

BILAGA 1 – Elmotor till vindflöjel

5RPM DC 12V Worm Gear Reducer Electric motor 1.5A 500N*cm GW31CT DIY robot High torque DIY car tank model intelligent robot model

Specifics

Commutation	Brush
Torque	500N*cm
Continuous Current(A)	1.5 A
Model Number	GW31CT-5
Type	Gear Motor
Speed(RPM)	5 Rpm (No load)
Output Power	8W
Brand Name	Sumotor
is_customized	Yes
Construction	Permanent Magnet
Protect Feature	Drip-proof
Usage	Boat,Car,Electric Bicycle,Fan,Home Appliance,Other
Efficiency	IE 2
Voltage(V)	DC 12V
Certification	CCC,CE,ROHS
Loading Speed	4 RPM
Rating Torque	500 N*cm
Dimension	118*42*32 mm
Shaft Diameter	8 mm
Net Weight	0.38 Kg
Box Materials	Zinc alloy, zincification
Gear Materials	Metal
Worm Wheel Materials	POM
Worm Materials	Cu(Cuprum)
Place of Origin	Guangdong, China (Mainland)



This type is miniature Worm Gear DC Motor, which can change shaft rotation direction while the wiring positive and negative be changed.

It's also have addition two characteristics:

- 1 With self-locking, the output shaft can't rotation when switch off, that is self-locking.
- 2 Gearbox output shaft and motor shaft are come to be a rectangle, it's widely used in various of occasions that require special install size.

According to this characteristics, Worm Gear Motors are widely used in windows and doors opening and household electrical appliances, Car model, Boat model, Robot model, DIY engine, Industry application, house application, home automation ,mini winch and other occasions.

There are many other models of this series Worm Gear Motor in following specification list for your reference.

BILAGA 2 – Elmotor till in/ur-koppling av vindroder

		ANT-35 TECHNICAL DATA									
		12V/24V power supply, permanent magnet motor									
Max.load(N)	100	300	400	600	800	1200	1800	2300			
Gear ratio	5	14	27	27	27	71	71	139			
Speed(mm/s)	43	17	14	9	7	5	3	2.5			
The max current is 3.5A @12VDC; The max current is 1.5A @24VDC.											
		Standard stroke								Special stroke	
Stroke(mm)	50	100	150	200	250	300	350	400	Customized		
S Weight(kg)	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.6			
AL Weight(kg)	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1.4			
S/S Weight(kg)	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8			
ANT-35		L		Standard	Ha	Over current protection	Limit switch	hall & over current protection			
min. install dimension		[mm]									
Gear ratio(5, 14, 27)				178	200	200	-	-			
Gear ratio(71, 139)				188	208	208	-	-			
Standard means without any added functions(Over current protection, Hall, Limit switch)											
The min. installation size will be 20mm longer, when the stroke is longer than 400mm.											

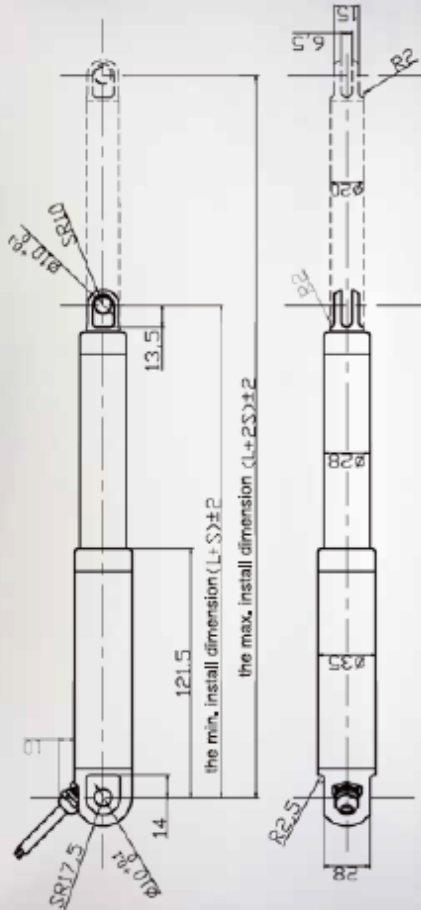
ANTUATOR SERIES





ANTUATOR SERIES

ANT-35 Dimensions (Unit:mm)

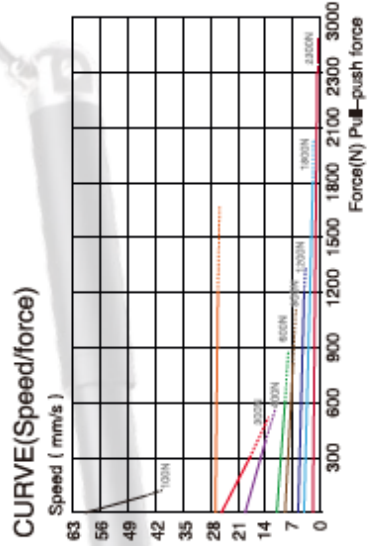
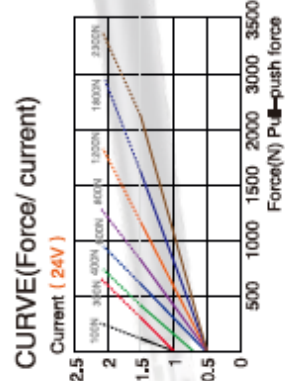
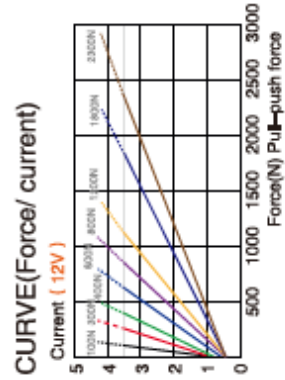


The untagged dimensional tolerance on the drawing follows the ISO2768-mk

ANT-35

- Voltage: 12/24VDC
- Self-locking force: 1.5-3 times of the pull-push force
- Environment temperature : 5 ~ 40°C
- Storage temperature: -40 ~ 70°C
- Protection grade: IP66
- Color: black, silver
- Unload noise: 45-48db

ANT-35 CURVE



Accuracy of speed or current : ± 10%, in general, applications in the dashed are not recommended.



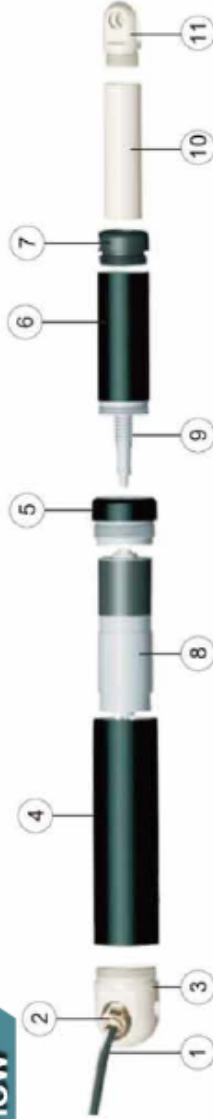
Ordering key

ANT-35S-B-12-300-17-100-B-H

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩

- | | |
|-----------------------|---|
| ① Brand | ANT=ANTUATOR |
| ② Diameter | 35=35mm |
| ③ Appearance Material | S=45# steel AL=T6061 aluminum S/S=304 stainless steel |
| ④ Type of inner motor | B=Brush motor |
| ⑤ Input voltage | 12=12VDC,24=24VDC |
| ⑥ Load capacity | X=N |
| ⑦ Load speed | X=mm/s |
| ⑧ Stroke | X=mm |
| ⑨ Color | B=Black, S=Sliver, C=Custommized |
| ⑩ Added function | C=Over current protection
H=Hall sensor
N=None |

Exploded View



Patent No.:ZL201020525178.5&ZL201030514981.4

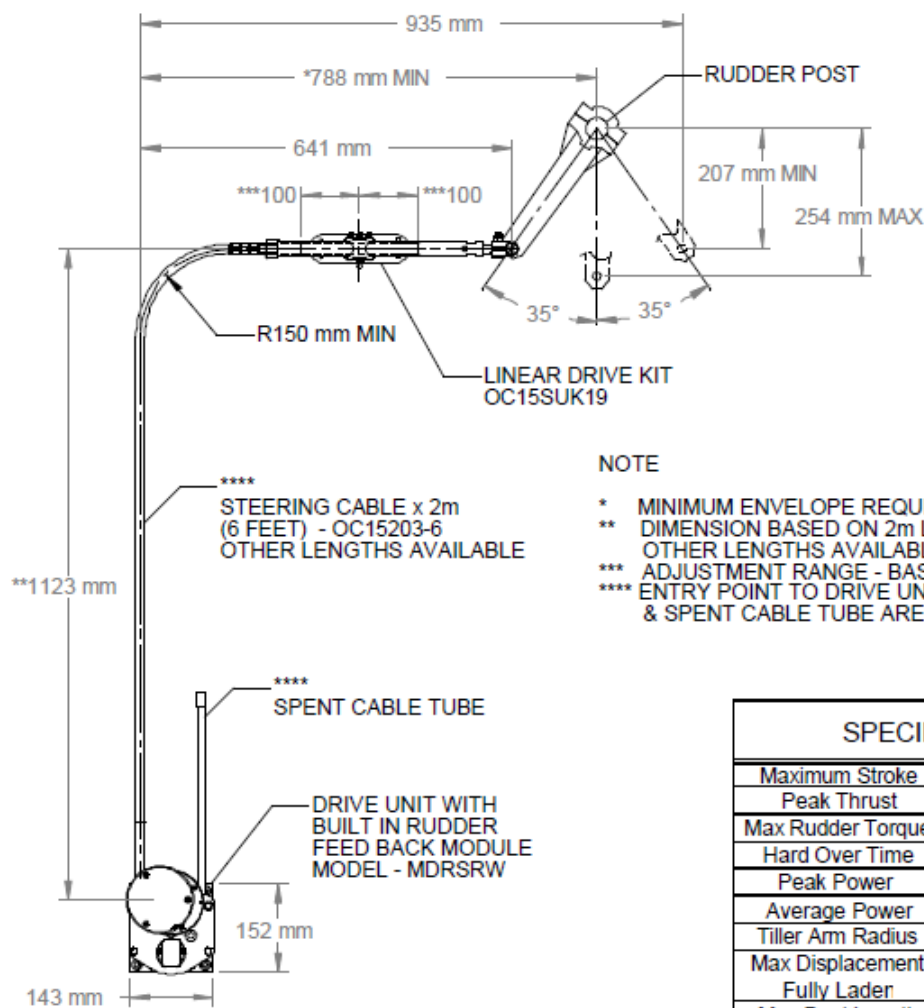
- | | | | | |
|--------------|-------------------------|----------|-----------------|--------------------|
| (1)Lead wire | (2)Waterproof connector | (3)End | (4)Motor casing | (5)connecting set |
| (6)Casing | (7)Locating piece | (8)Motor | (9)Lead screw | (10)Expansion tube |
| | | | | (11)Front |

BILAGA 3 – Elmotor till elektromekanisk kabelstyrning

TYPE RS - SAILBOAT DRIVE SYSTEM

The Octopus Remote Sailboat Drive System makes it easy and economical to install an automatic pilot on light displacement Sail Boats steered with mechanical cable or tiller. The drive is very responsive and has little feedback resistance when in 'Standby' Pilot mode making it very suitable for racing Yachts. Recommended for Yachts up to 37ft (11m) with a maximum displacement of 14300 lbs / 6500 kg.

1. The System includes a drive unit, a steering cable and a linear drive connection kit. The drive unit can be mounted either horizontal or vertically in any convenient location. The steering cable length is determined by the relative position of the drive unit to the linear drive connection kit.
2. The Rudder Feed Back module is built into the drive unit and can easily be configured to work with main stream Autopilots from all major manufacturers. Note that Simrad Autopilots require the addition of interface PCB part number OC15222.
3. The linear drive connection kit can be fitted into very small spaces which makes it very suitable for the smaller to mid sized modern yachts which have limited space to fit drive units.



NOTE

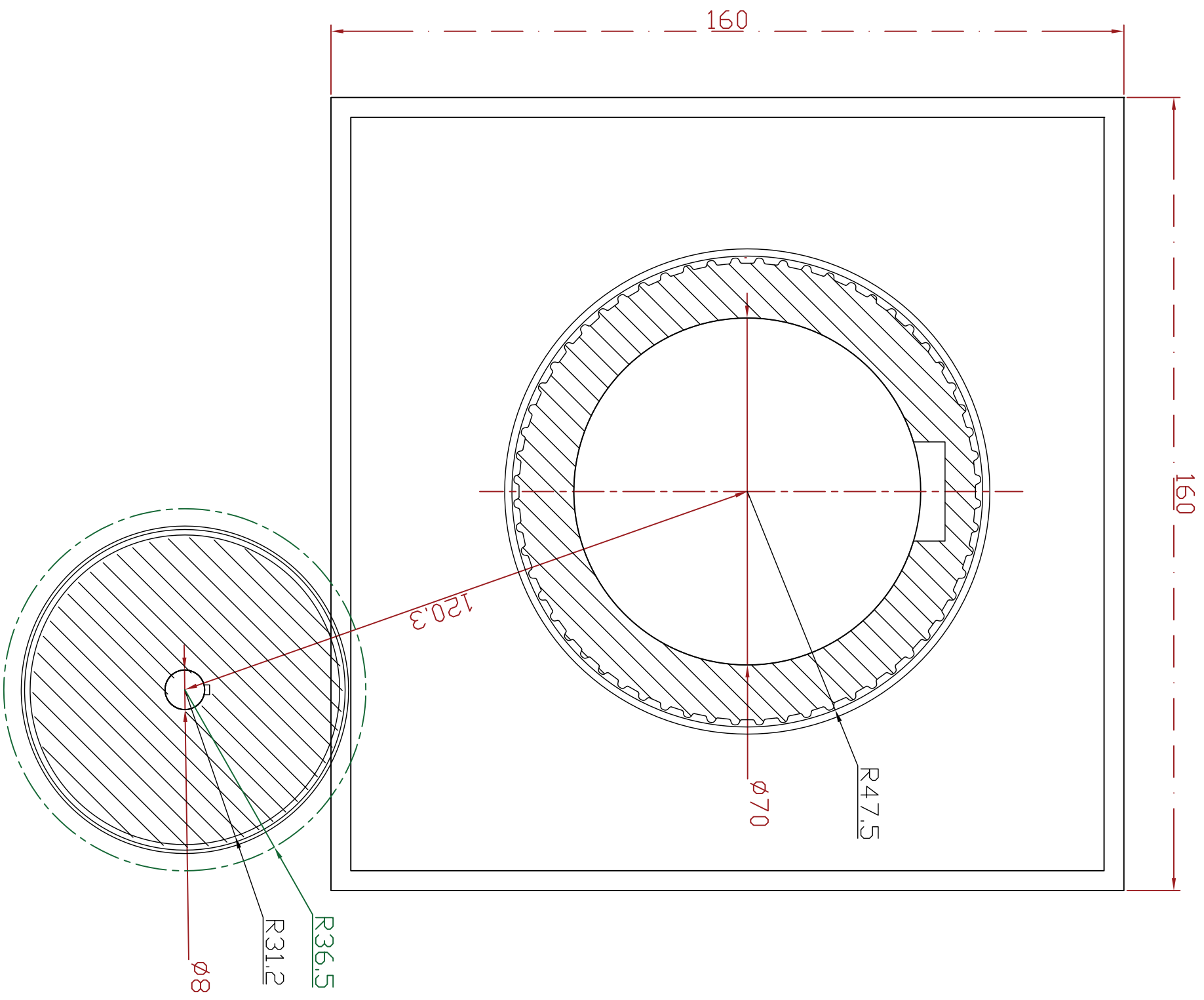
- * MINIMUM ENVELOPE REQUIRED
- ** DIMENSION BASED ON 2m LONG STEERING CABLE OTHER LENGTHS AVAILABLE
- *** ADJUSTMENT RANGE - BASE PLATE POSITION
- **** ENTRY POINT TO DRIVE UNIT OF STEERING CABLE & SPENT CABLE TUBE ARE REVERSIBLE

SPECIFICATION

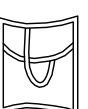
SPECIFICATION	
Maximum Stroke	305 mm / 12 inches
Peak Thrust	180 kg / 400 lbs
Max Rudder Torque	450 Nm / 333 lbft
Hard Over Time	12-15 Seconds
Peak Power	7 Amps
Average Power	2.5 Amps
Tiller Arm Radius	254 mm / 10 inches
Max Displacement Fully Lader	6500 Kg / 14300 lbs
Max Boat Length	11 m / 37 feet
Voltage	12 vdc
Clutch Circuit Power	850 milliamps

CANADA METAL (PACIFIC) LTD
www.octopusmarine.ca

OCTOPUS EUROPE
octopus.europe@wanadoo.es



Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference
Designed by	Checked by	Approved by - date	Material
Morgan.Frank			Rostfritt
Owner		Title/Name	Date
		Kuggremhjul	30.5.2016
	Drawing number		Scale
	1		1:1
		Edition	Sheet

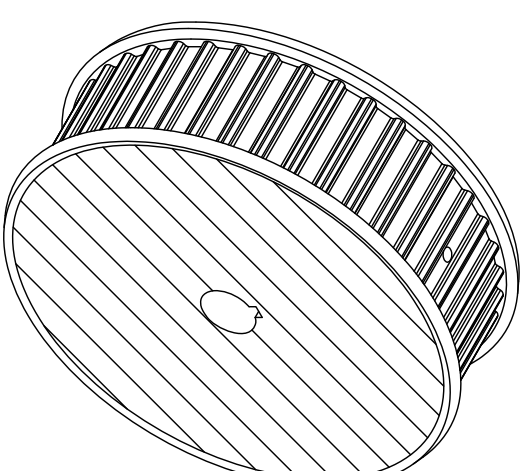
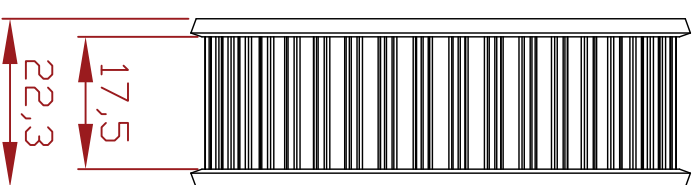
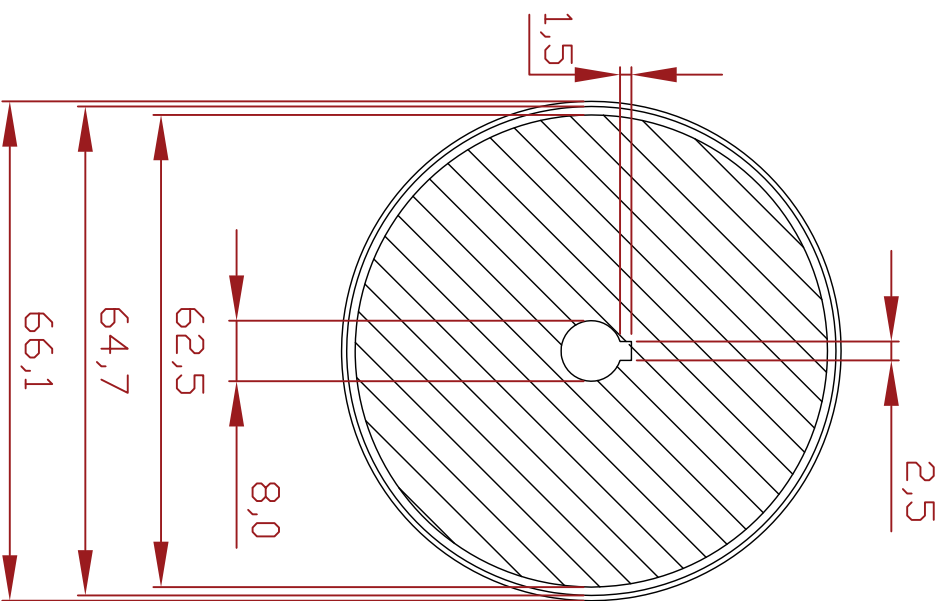
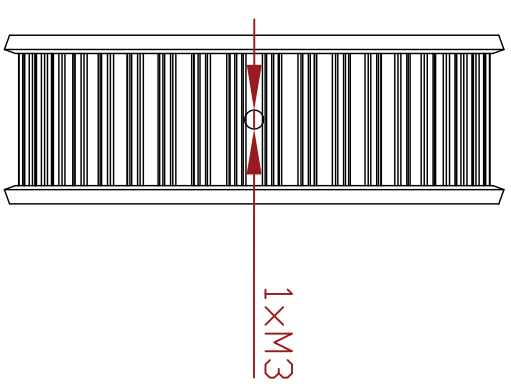
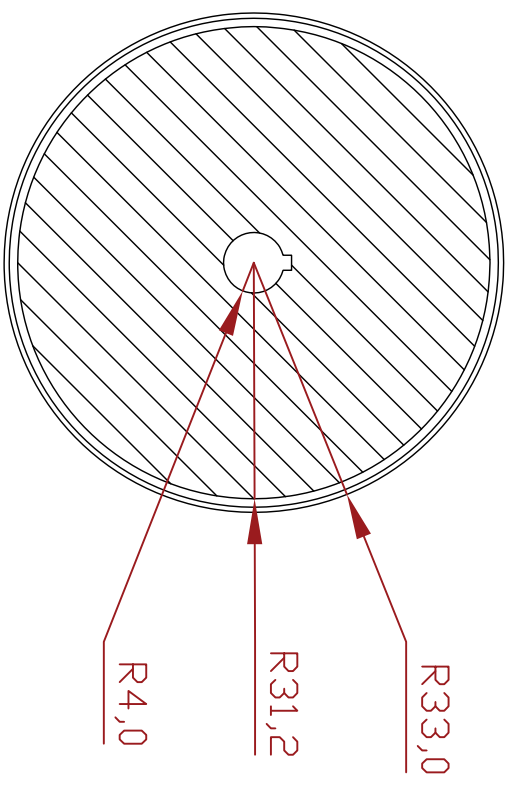


HÖGSKOLAN PÅ ÅLAND

RevNo Revision note

Date

Signature Checked



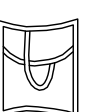
RevNo Revision note

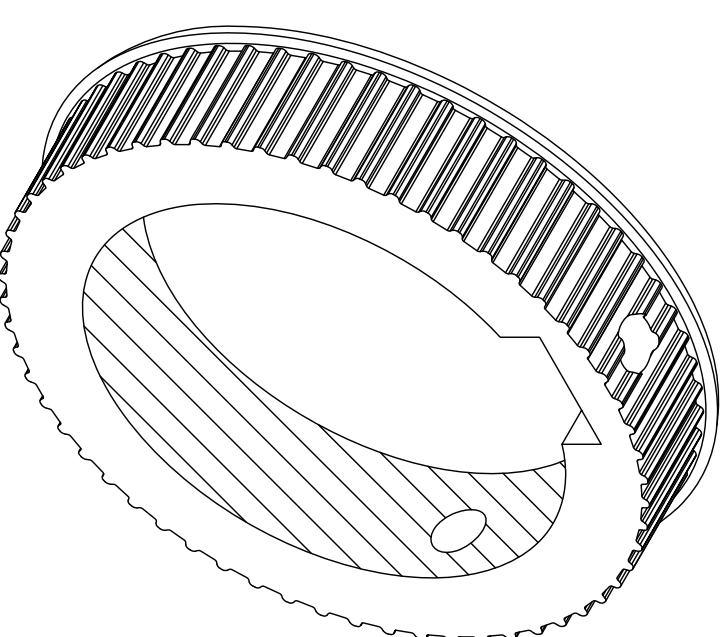
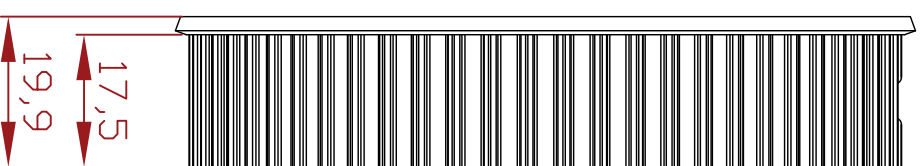
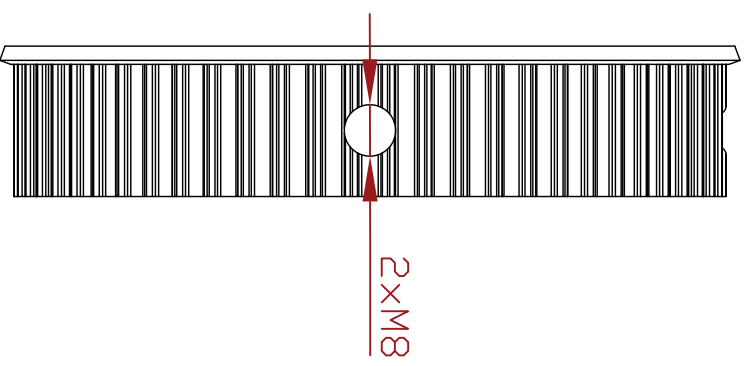
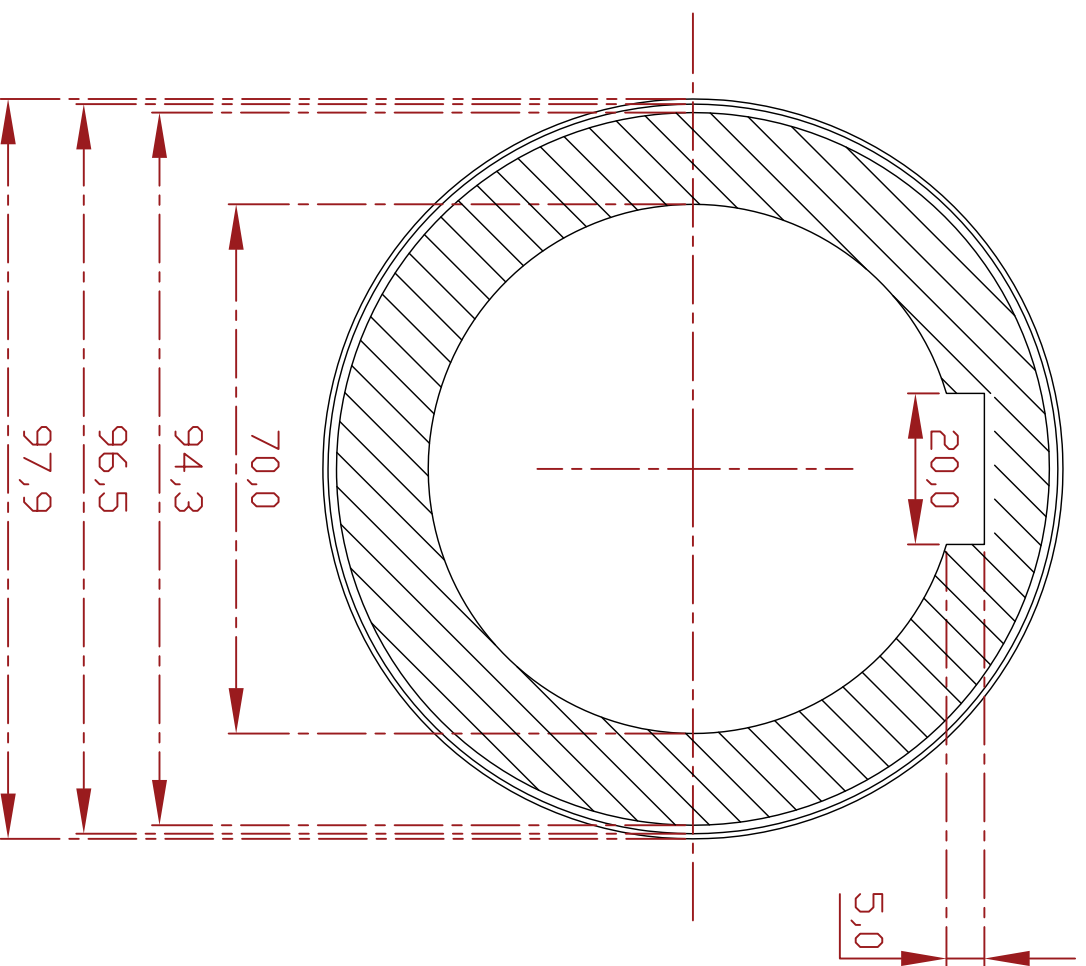
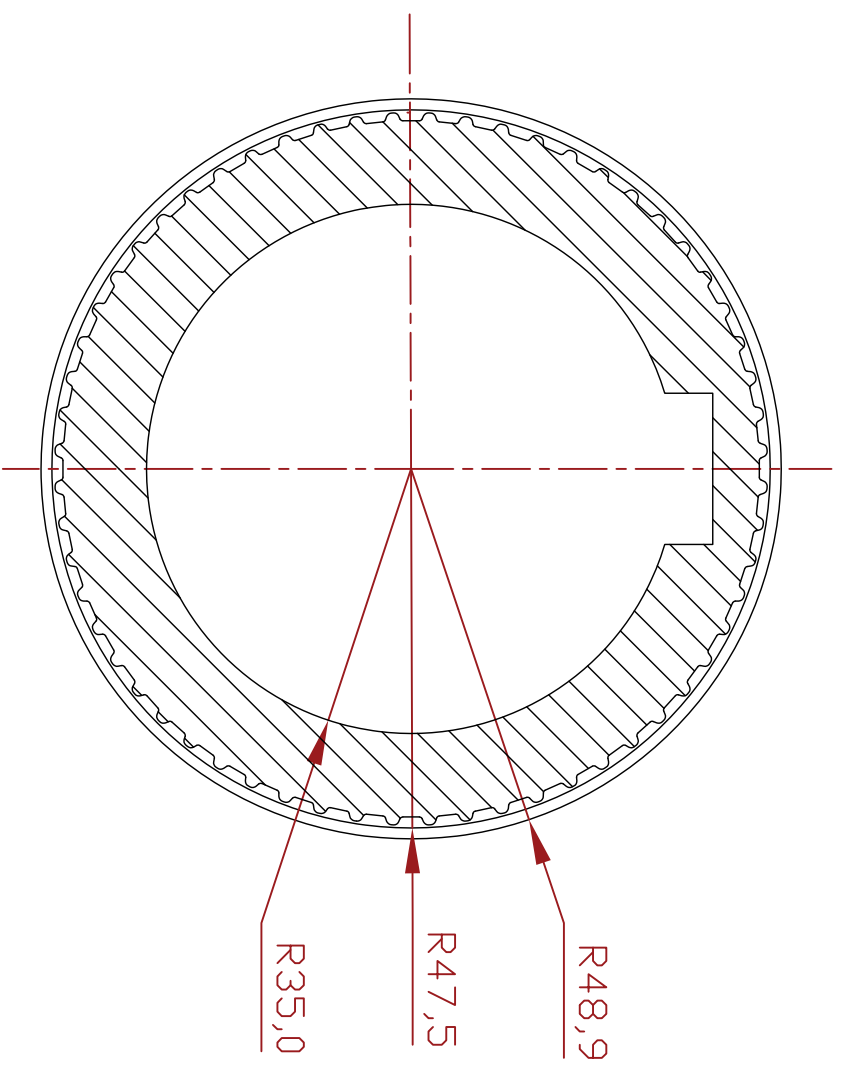
Date

Signature Checked

Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference
Designed by Morgan.Frank		Checked by	Approved by - date
Owner		Material Rostfritt	Date 30.5.2016
		Title/Name Kuggremhjul	Scale 1:1
		SSATS/40-2-Spec-Ara.tron	
		Drawing number 1	Edition
			Sheet

HÖGSKOLAN PÅ ÅLAND





RevNo Revision note

Date

Signature Checked

Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc		Article No./Reference
Designed by Morgan.Frank		Checked by	Approved by - date	Date 30.5.2016
Owner		Title/Name Kuggremhjul SSATS/60-1-Spec-Artition		Scale 1:1
HÖGSKOLAN PÅ ÅLAND		Drawing number 1	Edition	Sheet

Type > [AHS36A-BACC016384](#)
Part No. > [1066004](#)



Illustration may differ

At a glance

- Compact 36 mm absolute encoder with max. 26 bits (singleturn: 14 bits, multiturn: 12 bits)
- Face mount flange, servo flange, blind hollow shaft
- Rotatable M12 connector or rotatable cable outlet
- CANopen interface with programmable configuration
- Diagnostic functions: temperature, operating time, etc. (depending on the type)
- Protection class up to IP 67 (depending on the type)
- Operating temperature: -40 °C to +85 °C (depending on the type)

Your benefits

- Simple, time-saving mechanical installation due to a rotatable connector or rotatable cable outlet, various mounting hole patterns, and many different shafts
- Simple network installation with various configuration options
- Intelligent diagnostic functions evaluate maintenance intervals for the entire system, thereby increasing system reliability
- Customizable Easy setup for various applications allowing binary, non-binary, and non-integer resolutions with the round axis functionality (advanced version)
- Reliable operation in harsh environments thanks to the rugged, reliable, fully magnetic sensor system
- Space-efficient and cost-effective design that is suitable for applications where space is tight
- High performance at a cost-efficient price



Features

Special device: 0

Performance

Max. number of steps per revolution:	16,384
Max. number of revolutions:	1
Resolution power:	16,384 x 1
Error limits:	± 0.35 ° (at 20°C)
Repeatability (Ta not constant):	± 0.2 ° (at 20°C)
Measuring step:	± 0.022 ° (360 °/number of steps)
Initialization time:	2 s ¹⁾

¹⁾ Valid positional data can be read once this time has elapsed

Mechanical data

Mechanical interface:	Blind hollow shaft
Shaft diameter:	6 mm
Mass:	0.12 kg (for an encoder with connector outlet)
Start up torque:	1 Ncm (+20 °C) ¹⁾
Operating torque:	< 1 Ncm (+20 °C) ²⁾
Maximum operating speed:	6,000 /min ^{3) 4)}
Moment of inertia of the rotor:	15 gcm ²
Bearing lifetime:	2.0 x 10 ⁹ revolutions
Max. angular acceleration:	500,000 rad/s ²
Permissible movement axial static/dynamic:	± 0.3 mm, ± 0.1 mm
Permissible movement radial static/dynamic:	± 0.3 mm, ± 0.1 mm
Shaft material:	Stainless steel
Housing material:	Zinc

1) 2) 4) For Advanced type encoders, the shaft seal must be inspected regularly. ³⁾ Self warming of 5,5 K per 1000 revolutions/min when applying note working temperature range

Electrical data

Power consumption:	Without load
Operating voltage range:	10 V ... 30 V
MTTFd: mean time to dangerous failure:	270 a (EN ISO 13849-1) ¹⁾
Connection type:	Connector M12, 5-pin, universal
Reverse polarity protection:	1
Power consumption max. without load:	1.5 W

1) This product is a standard product and does not constitute a safety component as defined in the Machinery Directive. Calculation based on nominal load of components, average ambient temperature 40°C, frequency of use 8760 h/a. All electronic failures are considered hazardous. For more information, see document no. 8015532.

Interfaces

Electrical interface:	CANopen
Bus:	CANopen
Address setting:	0 ... 127, default: 5
Data transmission rate (baud rate):	20 kbit/s ... 1,000 kbit/s, default: 125 kbit/s
Status information:	CANopen status via status LED
Bus termination:	Via external termination resistance ¹⁾
Encoder profile:	CANopen CiA DS-301 V4.02, CiA DSP-305 LSS, Encoder Profile: - CiA DS-406, V3.2. - Class C2
Parameterising data:	Counting direction, samplingrate for speed monitoring, Number of revolutions, Unit for output of the speed value, Electronic cams(2 channels x 8 cams), PRESET, Round axis functionality (only Multiturn version), Number of steps per revolution, Counting direction
PDO data:	Speed, Position, Temperature
Available diagnostics data:	Operatinghours counter power-on/motion, Maximumspeed, Minimum and maximum operating voltage, Minimum and maximum temperature, Power-on counter, Counter of direction changes/number of movements cw/number of movements ccw

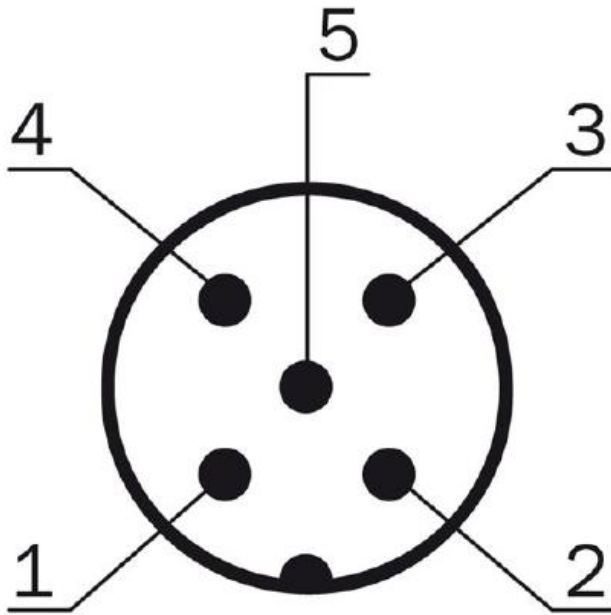
1) See accessories

Ambient data

EMC:	(according to EN 61000-6-2 and EN 61000-6-3)
Enclosure rating::	IP 66/IP 67 (according to IEC 60529), housing side, IP 66/IP 67 (according to IEC 60529), shaft side
Permissible relative humidity:	90 % (Condensation not permitted)
Working temperature range:	-40 °C ... +85 °C
Storage temperature range:	-40 °C ... +100 °C, without package
Resistance to shocks:	100 g, 6 ms (according to EN 60068-2-27)
Resistance to vibration:	20 g, 10 Hz ... 2,000 Hz (according to EN 60068-2-6)

¹⁾ With mating connector fitted ²⁾ For Advanced type encoders, the shaft seal must be inspected regularly.

PIN assignment



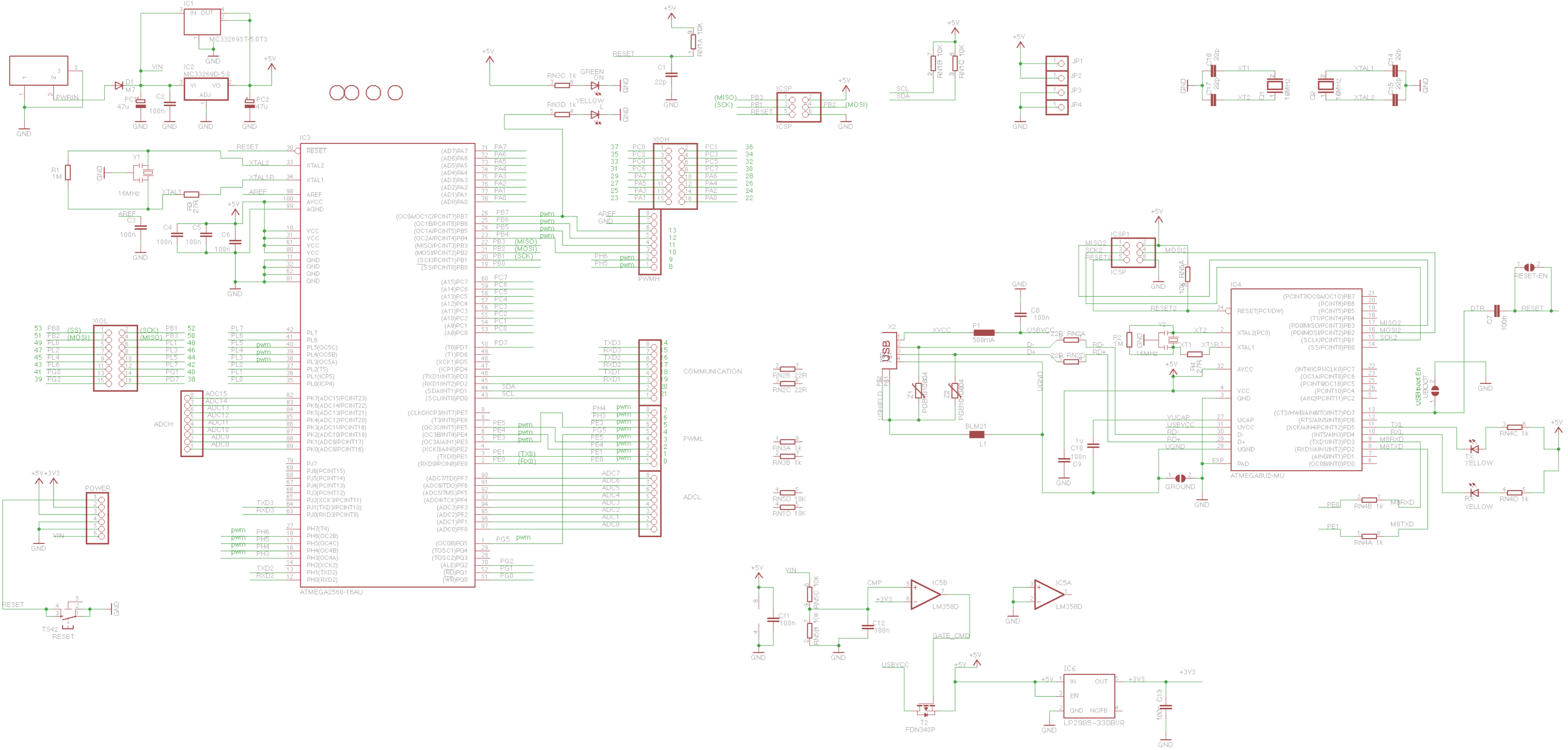
PIN and wire allocation

PIN	Signal	Wire color	Function
1	CAN shield	White	Screen
2	VDC	Red	Encoder supply voltage: 10 ... 30 V DC
3	GND/CAN GND	Blue	0 V (GND)
4	CAN high	Black	CAN signal
5	CAN low	Pink	CAN signal
Housing	-	-	Screen

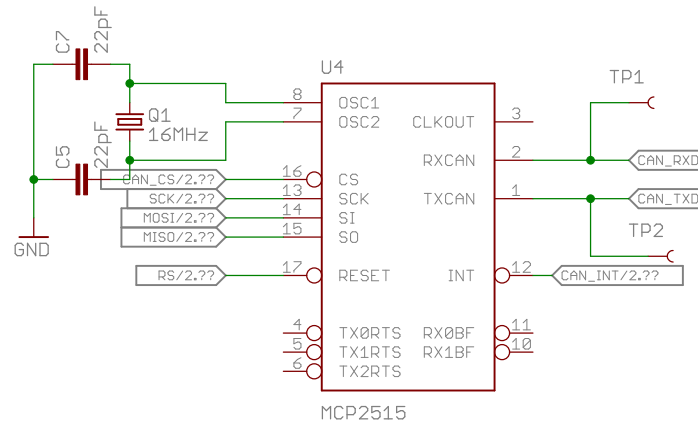
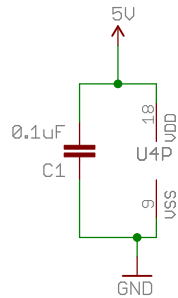
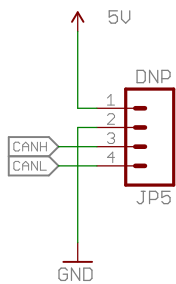
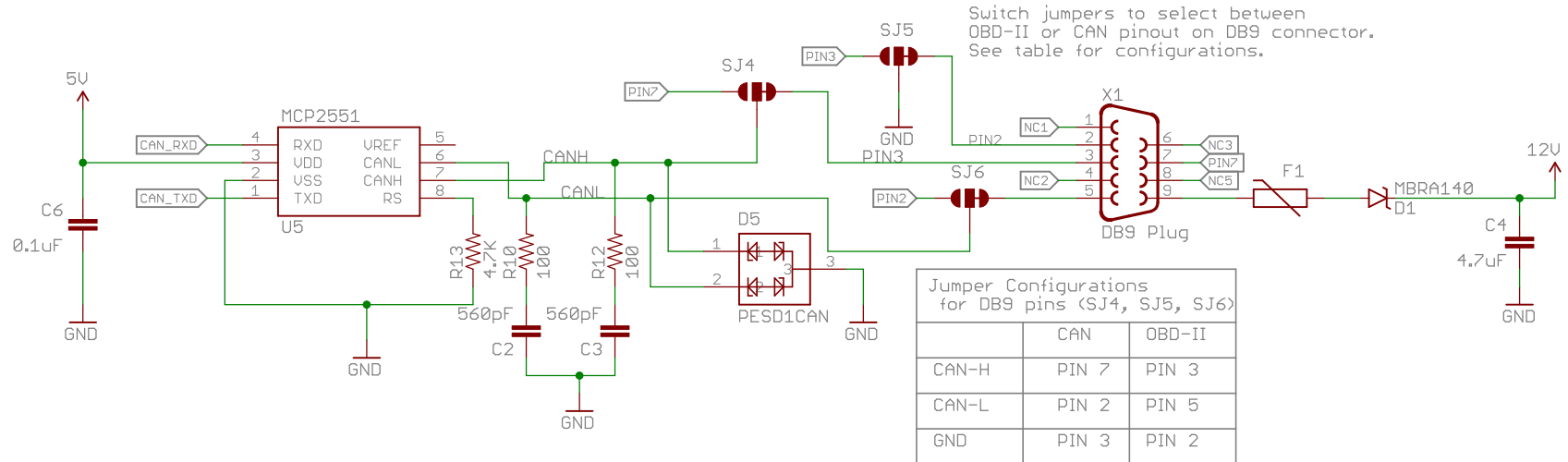
Arduino Mega 2560 Reference Design

Reference Designs ARE PROVIDED "AS IS" AND "WITH ALL FAULTS". Arduino DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, REGARDING PRODUCTS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO, ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE

Arduino may make changes to specifications and product descriptions at any time, without notice. The Customer must not rely on the absence or characteristics of any features or instructions marked "reserved" or "undefined." Arduino reserves these for future definition and shall have no responsibility whatsoever for conflicts or incompatibilities arising from future changes to them. The product information on the Web Site or Materials is subject to change without notice. Do not finalize a design with this information.



CAN Bus



www.skpang.co.uk

Released under the Creative Commons Attribution Share-Alike 4.0 License 
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/> 

TITLE: SparkFun_CAN-Bus_Shield

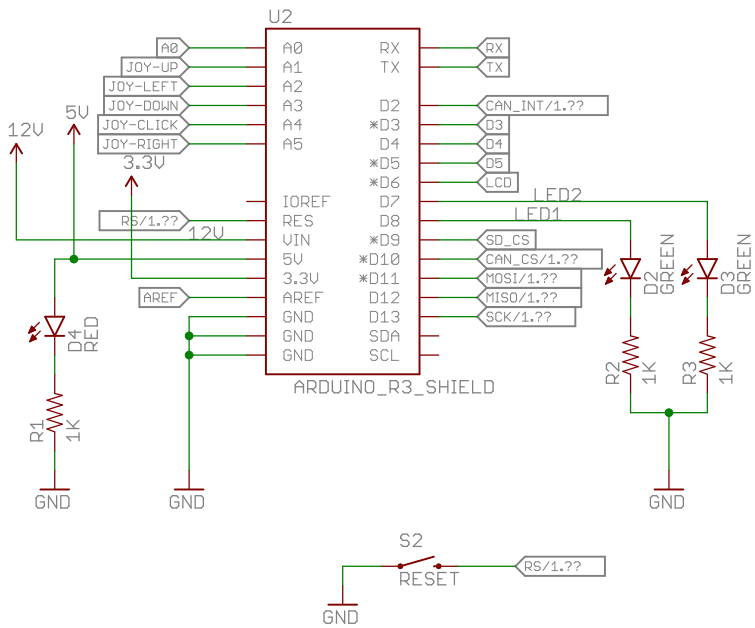
Design by: Sukkin Pang
 Revision By: Toni Klopfenstein

REV: v13

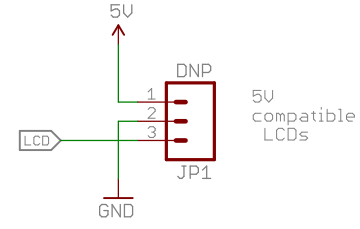
Date: 10/5/2015 12:45:20 PM Sheet: 1/2



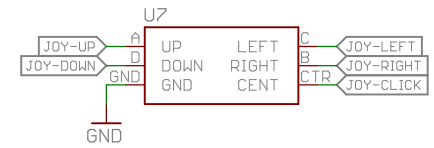
Arduino Connections



LCD

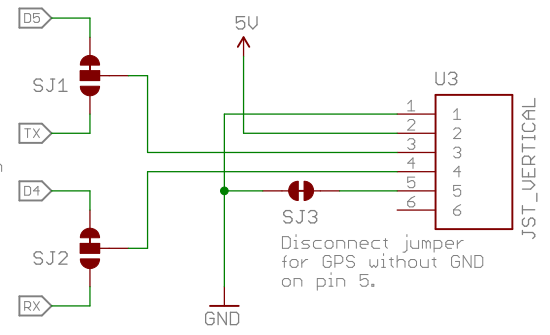


Joystick

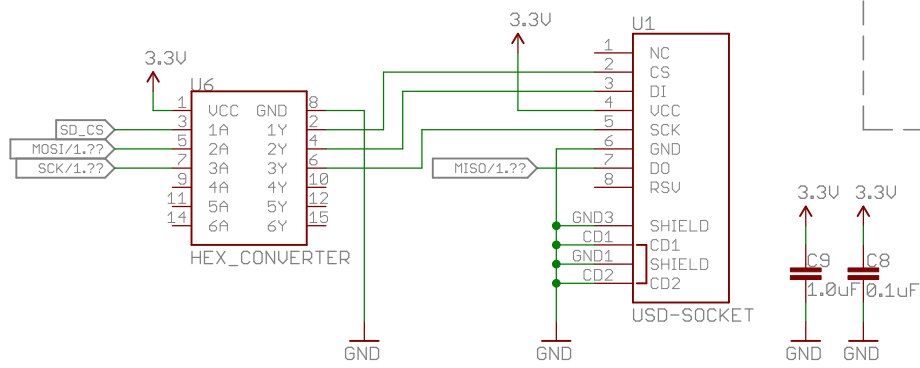


GPS

Change jumpers to select GPS communication on Software Serial or UART



microSD



Released under the Creative Commons Attribution Share-Alike 4.0 License
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

TITLE: SparkFun_CAN-Bus-Shield

Design by:
 Revision by: Toni Klopfenstein

REV:
 v13

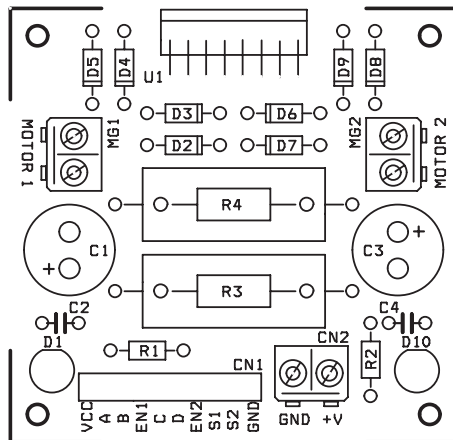
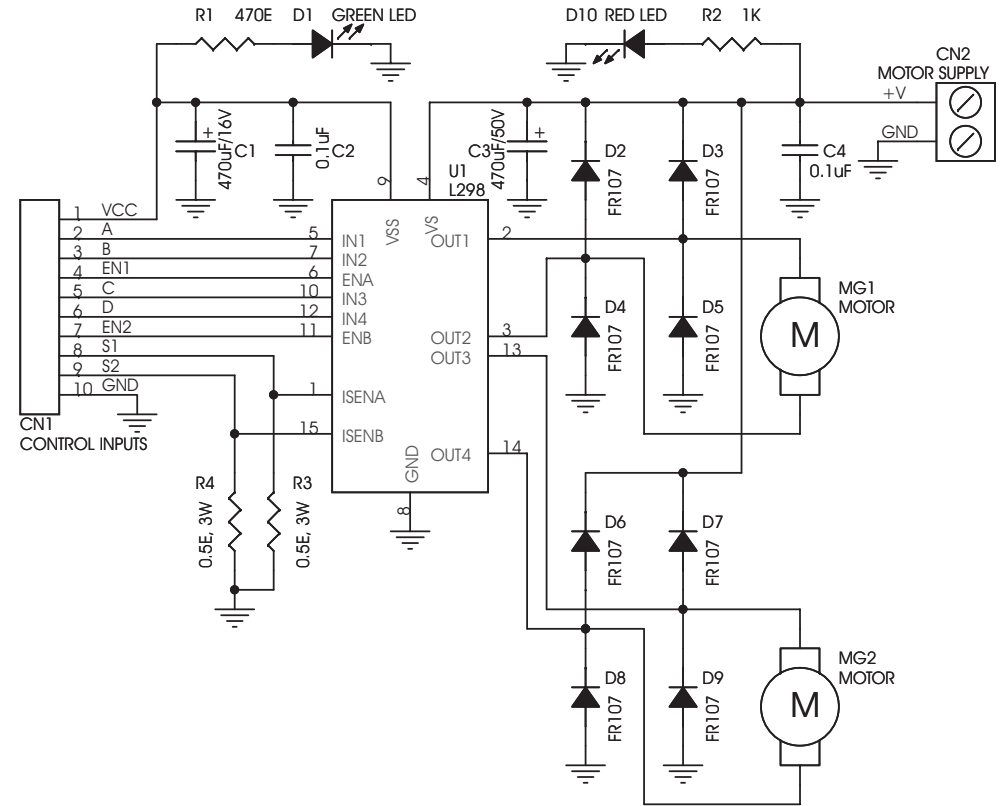
Date: 10/5/2015 12:45:20 PM

Sheet: 2/2

M007 DUAL MOTOR L298 H-BRIDGE CONTROL

Dual Motor L298 H-Bridge Control kit can control two DC motors connected to it. This kit uses the famous industry standard L298 H-Bridge IC.

- Motor supply : 7 to 46 VDC
- Control Logic Supply : Standard TTL logic level
- Output DC drive to motor : upto 2 A each
- Current Sense Output available
- Onboard resistor provided for current limit
- Enable and direction control pins available
- External diode bridge provided for output
- Heatsink for IC
- Power-On LED indicator
- Screw terminal connector for easy input supply (PWR) / output (Motor) connection
- Four mounting holes of 3.2 mm each
- PCB dimensions 61 mm x 63 mm



SR.	QTY.	REF.	DESCRIPTION
1	1	CN1	10 PIN BERG CONNECTOR
2	1	CN2	2 PIN SCREW TERMINAL CONNECTOR
3	1	C1	470uF/16V
4	2	C2,C4	0.1uF
5	1	C3	470uF/50V
6	1	D1	GREEN LED
7	8	D2 TO D9	FR107
8	1	D10	RED LED
9	2	MG1, MG2	2 PIN SCREW TERMINAL CONNECTOR
10	1	R1	470E
11	1	R2	1K
12	2	R3,R4	0.5E, 3W
13	1	U1	L298
14	1	HEATSINK	HS09045
15	1	SCREW	SC02909
16	1	NUT	NT02900

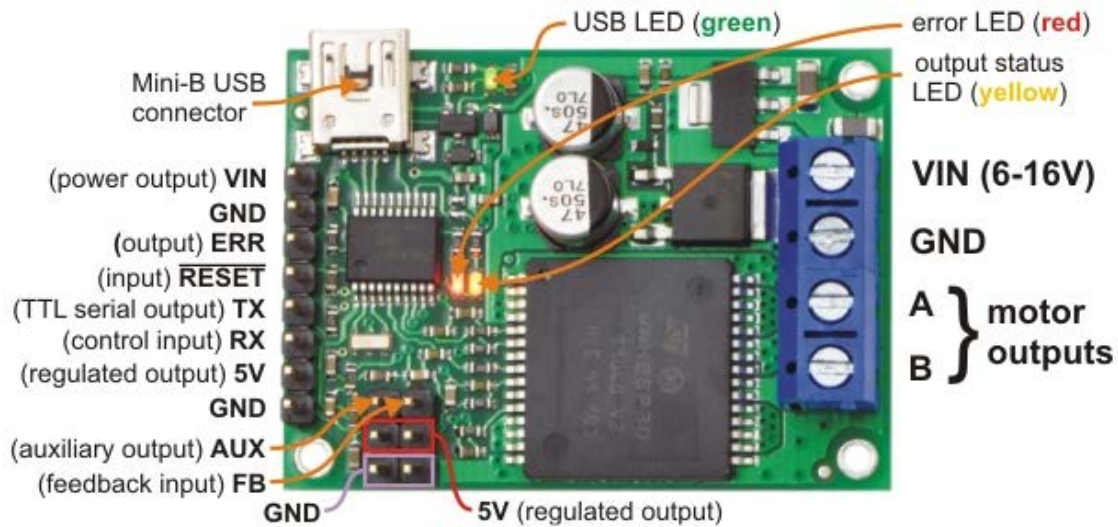
CN1 Connector : Control Signals and Logic Supply
 CN2 Connector : Motor Supply 7 to 46 VDC, 3 A Current
 MG1 Connector : DC Motor 1
 MG2 Connector : DC Motor 2
 D1 LED : Logic Supply Indication
 D10 LED : Motor Supply Indication

Controls :
 A, B : H-L Input MG1
 C, D : H-L Input MG2
 EN1 : Enable Motor 1
 EN2 : Enable Motor 2
 S1 : Current Sens Motor 1
 S2 : Current Sens Motor 2
 VCC : 5 VDC Logic Supply Input

H : Logic High
 L : Logic Low



BILAGA 10 – Motorkontroller: Pololu JRK 12v12



Dimensions

Size:	1.35" x 1.85"
Weight:	0.5 oz

General specifications

Motor driver:	VNH2SP30
Motor channels:	1
Control interface:	USB; non-inverted TTL serial; RC servo pulses; analog voltage ¹
Minimum operating voltage:	6 V
Maximum operating voltage:	16 V
Continuous output current per channel:	12 A
Peak output current per channel:	30 A
Current sense:	0.13 V/A ²
Maximum PWM frequency:	20 kHz
Minimum logic voltage:	4 V ³
Maximum logic voltage:	5 V
Reverse voltage protection?:	Y

Notes:

- ¹ Autodetects baud rates between 300 and 115,200 bps, or can be set to any fixed baud rate in this range.
- ² Current readings are converted to a digital number from 0-255.
- ³ In RC mode, the pulses can be as low as 2V.

