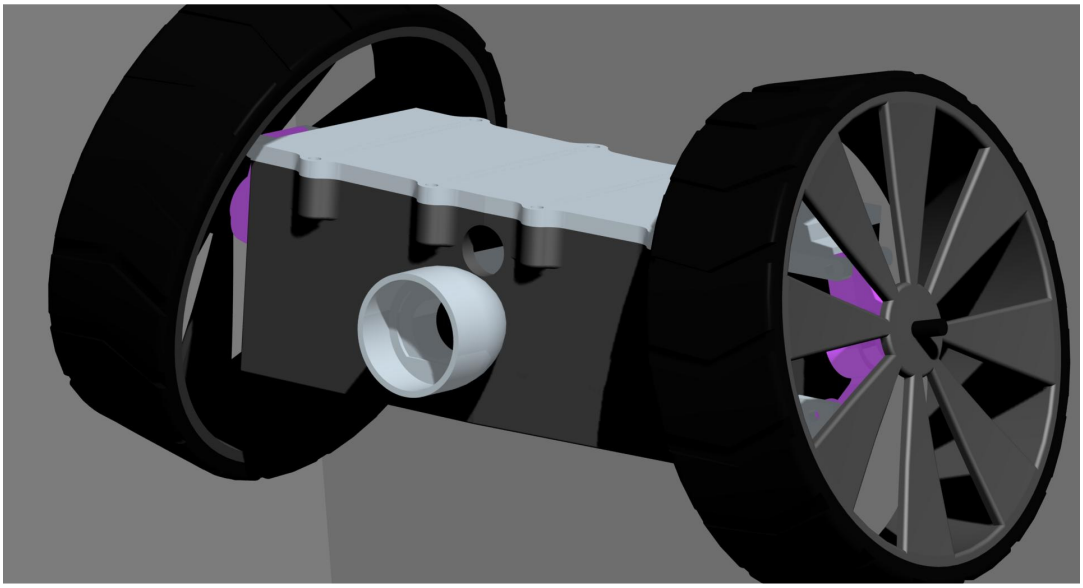
CHALMERS



Drivenhet till befintlig inspektionsutrustning

För en ökad säkerhet vid Ringhals kärnkraftverk

Drive unit for current inspection system

Master of Science Thesis in Mechatronics

MICHAEL ÖRDöG

Institutionen för material- och tillverkningsteknik
Avdelningen för Avancerad oförstörande provning
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2012
Report No. 67/2012

Innehållsförteckning

Sammanfattning I
Abstract I
1. Inledning 1
1.1 Bakgrund 1
1.2 Syfte 1
1.3 Avgränsningar 1
1.4 Precisering av frågeställning 1
2. Teoretisk referensram 2
2.1 Visuella inspektioner 2
2.2 Andra former av inspektioner 3
3. Metod 3
3.1 Konceptframtagningen 3
3.2 Fjärrstyrning 5
3.3 Höljet 5
4. Designval 8
4.1 Motorerna 8
4.2 Höljet 8
4.3 Fjärrkontrollen 9
4.4 Kretskortet 10
4.5 Styrningen 10
4.6 Hjulupphängningen 11
4.7 Sammanfogning med kamerasystemet 11
5. Slutsats 12
Bilaga 1 Programkod 1
Bilaga 2 Kretskort och kretsschema 1

Sammanfattning

Vid kärnkraftverket Ringhals AB utför det årliga kontroller av systemen för att säkerställa en säker drift. Dessa är i många fall visuella kontroller där videoprober, som manuellt skjuts in i rören och tankarna, används. Då systemen många gånger innefattar rörböjar och trånga utrymmen, har vissa delar av systemen inte varit åtkomliga med befintlig utrustning. Detta har föranlett det behov som renderat i detta examensarbete.

Kravspecifieringen av lösningen innefattade följande:

- Damm-, vatten- och strålskyddad
- Tåla vardagligt bruk
- Enkel att använda, enkel att ta av och sätta fast på befintlig utrustning vid behov
- Kompakt, för att kunna användas till så många applikationer som möjligt

En drivenhet till ett befintligt inspektionssystem togs fram. Drivenheten har två hjul som är utbytbara och har individuella motorer inuti ett dam- och vattentätt hus av aluminium. Enheten är förbunden med kabel till en fjärrkontroll. Fjärrkontrollen består av en joystick samt en PIC-processor för styrningen av de två motorerna där PIC-processorn står för beräkningen av rätt spänning till rätt motor beroende på joysticken's utslag.

Projektet innefattade också ett koncept på sladdvinda för drivenhetens kabel, men tillverkningen av denna kommer ske först när prototypen blivit godkänt för bruk vid Ringhals AB.

Abstract

At the annual inspections to ensure safety at the nuclear power plant, Ringhals AB uses a number of methods for inspecting the internal systems. The most common is basic visual inspection. These are usually performed with a camera which is manually pushed in to a pipe or a tank. Due to the many bends and tight spaces, the manual inspection system used today has not been able to reach all the way in. The consequence has been an inspection limitation with a number of blind spots within the systems. This is a problem that they want to resolve. The resulting machinery needed to have the following specifications:

- Dust, water and radiation proof
- Be resilient to daily ware and tear
- Simple to use, easy way of putting it on and taking it of the current inspection system
- Compact so that its application range can be as wide as the current systems

A push unit for the current inspection system was constructed and built. The unit has two wheels which are exchangeable for maximum usability. These two wheels are individually driven by two motors controlled from a remote. The remote, which is joystick based, has a PIC-processor as its brain which job is to give the right amount of power to the right engine depending on the joysticks position.

Because the system needed to be portable, a cable cart was also constructed but not built because the prototype push unit needs to be deemed safe to use inside of the power plant. There for it was decided that it could wait until this evaluation was concluded to begin to build it.

1. Inledning

Problemställningen, dess avgränsningar och syftet med rapporten kommer här att beskrivas. Dessutom ges en kortfattad bakgrund som sätter projektet i ett industriellt sammanhang.

1.1 Bakgrund

Dagens kärnkraftsindustri präglas av ett omfattande slitage på grund av extrema driftsförhållanden i kombination med omfattande säkerhetskrav. Underhåll är därför ett centralt verksamhetsområde inom branschen. För att minimera risken för skador på systemets interna delar, utförs renhetskontroller och inspektioner årligen. Dessa utförs rutinmässigt vid de årliga revisionerna men utförs också om det förekommer arbete på vissa system. Utrustningen som oftast används är en fiberoptisk kamera anpassad för rörprovning som skjuts in manuellt och sedan styrs med en fjärrkontroll för att visuellt kunna avsyna rörböjar och liknande komplicerade geometrier. Visuell avsyning är bara en bland många olika provningsmetoder som används vid Ringhals AB för att upprätthålla en god säkerhet.

1.2 Syfte

En mekaniserad enhet som ersätter det manuella handhavandet av den befintliga inspektionsutrustning som finns på Ringhals skall tas fram. Utrustning skall vara mobil och skall kunna hantera en mängd olika rör och tankar. Den skall också tåla de olika miljöerna (fukt, smuts och strålning)detta innefattar. Arbetet innefattar konceptframtagning till färdig prototyp med fjärrstyrning och kablage.

Drivenheten skall anpassas till den befintliga kamerautrustningen (Komet Syhna AB) som används vid den befintliga manuella inspektionen av Ringhals i nuläget.

1.3 Avgränsningar

Denna rapport kommer att beskriva processen från konceptidé till prototyp. Projektet innefattar inte framtagandet av ett nytt kamerasystem. Tillverkningsprocessen av de enskilda komponenterna återges inte men sammansättningens olika delmoment tas upp och beskrivs.

1.4 Precisering av frågeställning

Många olika idéer och frågor uppkom i början av utvecklingen av drivenheten:

- Val av drivsystem
- Fast axel eller styrning av enskilt hjul?
- Antal hjul och deras utformning?
- Val av styrsystem (radiovågor eller kabel)
- Sammanfogning med kamerasystemet.

- Vad kan återanvändas från befintligt system?
- Hur ser kravbilden ut när det gäller miljö (smuts-, stöt-, vattentålighet)
- Hantering av kringutrustning

Samtliga av dessa frågor kommer att besvaras i följande kapitel.

2. Teoretisk referensram

Inspektioner av olika system inom industrin är idag en viktig komponent för att säkerställa en säker och effektiv drift. Nedan följer en kortfattad beskrivning om hur detta arbeta ser ut idag, vilka utrustningar som finns samt hur och varför de används.

2.1 Visuella inspektioner

Idag finns det kommersiellt tillgänglig avancerad utrustning för inspektionen av olika sorters rörsystem, bland annat för kloaker och ångledningar. Denna typ av rörkamerasystem, även sådana med drivning på själva kameran, används inom en rad olika tillämpningar. Då de motordrivna kamerasystemen ofta tenderar att bli stora och otympliga, begränsar detta deras mobilitet och att det är svårt att ta sig runt tvära svängar inuti rör. Då detta förekommer mycket ofta i större anläggningar, har detta begränsat deras förekomst inom industrin. Dessa visuella inspektioner utförs vanligen med kameror monterade på små vagnar som skjuts in i rören manuellt.

Bilden kan antingen visuellt evalueras på plats av en expert eller spelas in för att senare granskas eller användas genom tillgängliga analysprogram som kan underlätta en överskådlighet genom att rendera en komplett panoramabild över det inspekterade systemet.

Syftet med dessa visuella inspektioner är att avsyna svetsskarvar och leta efter eventuella skador inuti system. Detta innefattar också förekomst av smuts, beläggningar eller eventuellt kvarglömda föremål.

Dessa inspektioner utförs på de flesta större industrier såsom raffinaderier och kärnkraftverk. Även i vatten och avloppssystem där det ofta handlar om sprickbildning i äldre delar av systemen.

Arbetet med att ta fram bättre och effektivare inspektionssystem pågår konstant. Utvecklingstakten beror till stor utsträckning på ökade krav på säkerhet samt lättare och bättre inspektioner inom samtliga industrier. Idag så finns det ett stort antal företag som levererar olika typer av inspektionsutrustningar. Komet Syhna AB är Sveriges största företag för just visuell inspektionsutrustning (*www.kometsyhna.se/exego.aspx?p_id=286, 2012-01-20*).

2.2 Andra former av inspektioner

Andra former av inspektioner som utförs på bland annat kärnkraftverk är laserskanningar av större delar av anläggningen för att säkerställa att ingenting har rört sig under påfrestningarna av drift och för att mäta upp befintliga delar av anläggningen då nya delar ska installeras, röntgen för att leta efter eventuella materialbrister så som sprickbildning eller deformationer vid bland annat svetsar och penetrantprovning för att leta efter ytliga deformationer och skador på bland annat rör eller tryckkärl.

De flesta av dessa prover och inspektioner utförs årligen som en del av de revisioner som utförs vid Ringhals AB. Vissa system har i sin specifikation att de endast behöver inspekteras vart tionde år.

De olika inspektionsformerna som finns är tillverkningskontroll som utförs då man byter ut delar av system men också på nya tankar och delar. Detta kan innefatta röntgen och visuell kontroll av svetsskarvar från både insidan och utsidan av ett utbytt rör, samt laserskanning för att se att röret ligger på rätt nivå i förhållande till omgivningen och specifikationerna av installationen. Sedan har man återkommande kontroll som utförs på de delar av systemet som är mest utsatta som till exempel högtrycksventilerna till turbinen som behöver årligt underhåll och kontroll för att säkerställa en säker drift.

3. Metod

Konceptframtagning, problemlösning, material- och komponentval. Denna metodbeskrivning kommer att innefatta hur man gick tillväga vid framtagandet av en drivenhet till det befintliga inspektionssystemet.

3.1 Konceptframtagningen

Designen och konceptframtagningen började med skisser med penna och papper för att bygga upp en idé kring hur man skulle kunna hantera problemställningen som att den skulle kunna vara bärbar, funktionell och samtidigt enkel att använda. Kravet på drivenheten har varit att den skall kunna ta sig fram inuti rör och runt böjar tillsammans med den befintliga kameran som är försedd med hjul. En möjlig lösning i form av att komplettera de befintliga hjulen med drivning blev alltför komplicerad och avslogs på ett tidigt stadium och man beslutade att ta fram ett koncept bestående av en drivande enhet bestående av endast två hjul. I och med att drivenheten endast har två hjul så kommer styrningen lättast att hanteras med individuell hastighetskontroll av hjulen vilket medför att två motorer som styr varsitt däck var den enklaste lösningen.

Då drivenheten kommer att vara avsedd för att gå i rör så finns risken för att den klättrar upp på väggen istället för att den ligger i botten och åker horisontellt. Därför så infördes en vinkel på hjulen så istället för att de ska gå parallellt med varandra så går de mot varandra. Detta kallas för en ”toe-in” ställning vilket betyder att bägge hjulen letar sig mot mitten av röret hela tiden. Detta kan man se beskrivet i denna bild som visar detta på en bil där det används för att få bättre stabilitet vid kurvtagning.

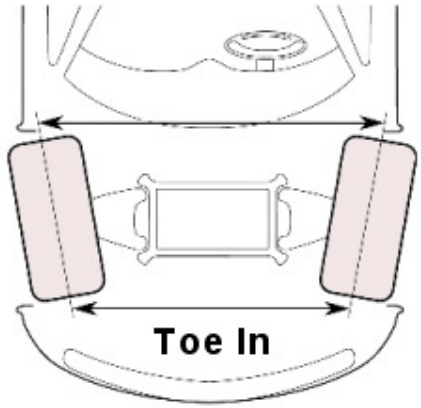
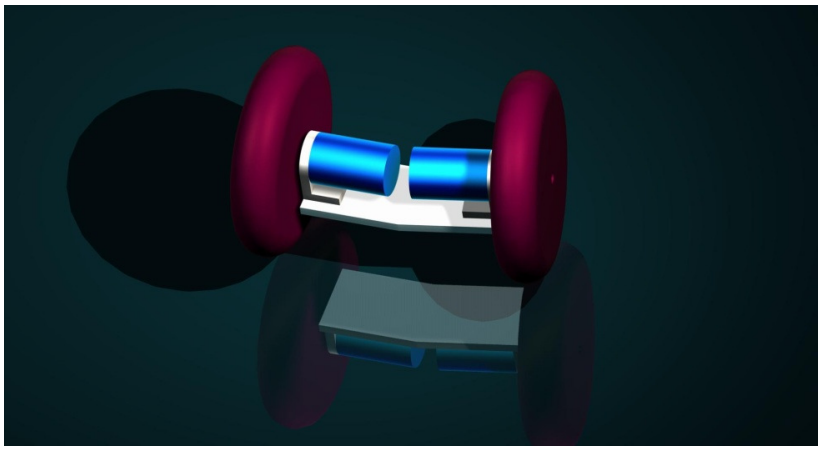
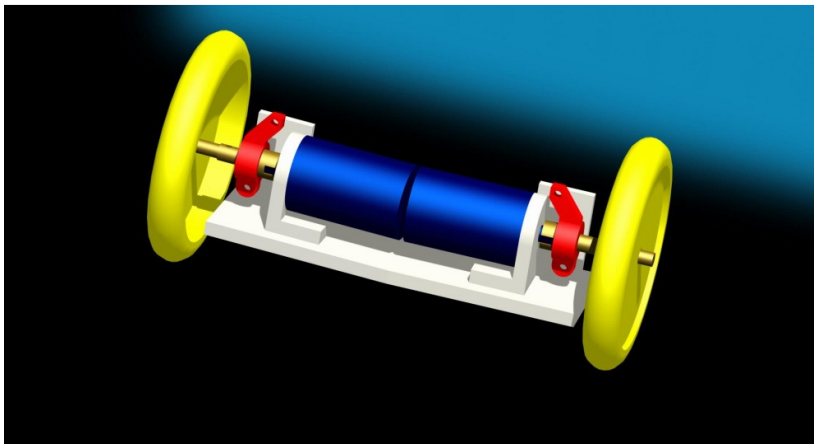


Bild hämtad från http://driftjapan.com/blog/wp-content/uploads/2007/11/toe-in-vs-toe-out.jpg (2011-01-24)

Efter att man tagit fram ett grundkoncept byggdes en CAD modell upp i Pro/Engineer för att få en bättre bild av konceptet sedd från olika vinklar. Härigenom kunde man identifiera vilka områden som skulle bli svårast att skapa och vilka begränsningar produkten kommer vara behäftad med. Relativt tidigt blev det uppenbart att rör mindre än 400 mm i diameter skulle utgöra en provningsbegränsning. Detta skulle till viss del kunna hanteras med hjälp av en så kallad snäckväxel som möjliggör att man placerar motorerna längs med och inte tvärgående. Tyvärr visade det sig att den förväntade utrymmesvinsten inte gäller generellt och i detta storleksområde blev lösningen med snäckväxel mer utrymmeskrävande än utan, varför denna lösning avskrevs. Det skulle även kunna lösas om man omkonfigurerade motorplaceringen inuti höljet, till exempel lade motorerna på varandra, och på så vis gjorde enheten smalare.



Första CAD-renderingen av konceptet med två tvärställda motorer



vidareutveckling med avlastning för motoraxeln med hjulupphängning

3.2 Fjärrstyrning

För att styra de två motorerna utvecklades en egen fjärrkontroll med joystick. Olika leverantörer och varianter av joystick och färdigutvecklade kort togs i beaktande men ingen visade sig kunna uppfylla den förelagda kravspecifikationen, varför ett eget anpassat kort färdigställdes inom projektet. Eftersom joysticken skulle vara kompakt, tålig och smutstät valde man en beprövad joystick som har sitt ursprung i en Playstationkontrolls analoga joystick. När huvudkomponenterna valts (joystick och PIC-processor) ritades ett flödesschema över funktionerna för kortet i syfte att ge en överblick som möjliggjorde programmeringen.

När man härigenom lagt grunden för programstrukturen, började själva utvecklingen av programmet. Till hjälp användes en labbplatta och ett befintligt testkort med samma PIC-processor monterad. Då man använder en PWM-signal för styrningen av transistorerna som styr motorerna, simulerades dessa av två LEDer . Simuleringen skedde på så sätt att varvtalet visades i ljusstyrkan som LED:erna gav ifrån sig. Detta implementerades senare på det skarpa kortet som en typ av debug-funktion. Joysticken simulerades med hjälp av två, på labbplattan, befintliga vridpotentiometrar. Själva programmet kan ses i sin helhet i bilaga 1.

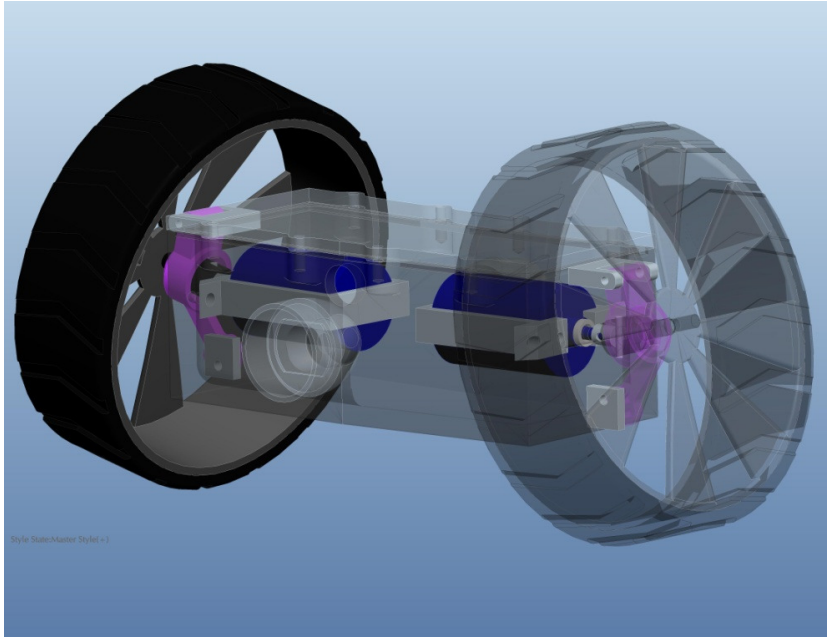
När då programmet fungerade på föreskrivet sätt påbörjades utvecklingen av kretskortet. Detta senare delmoment utfördes i EDWin som är ett elCAD-program som standardmässigt används av Ringhals AB. Efter att ritningen färdigställts beställdes detta av en tredjepart som tillverkade kretskortet. Kretsschema och elCAD återfinns i bilaga 2.

Det levererade kretskortet fick kompletteras med komponenter som sammanfogades för hand (lödning). Efter positivt funktionstest fortsatte utvecklandet av konceptet med färdigställandet av höljet.

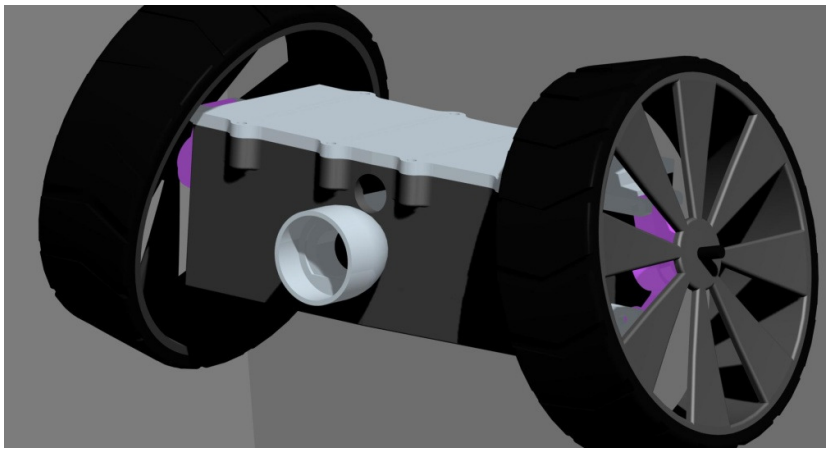
3.3 Höljet

När huvudparten av elektroniken var färdigställd började framtagningen av det bärande höljet. Detta skedde med hjälp av Pro/Engineer där all design anpassades efter befintliga delar. Hänsyn togs till att större och starkare motorer kan komma att användas i andra

tillämpningar vilket har bidragit till den lite större designen och de väl tilltagna måtten. Då den ska åka inuti rör, finns risken för att den välter eller på annat sätt klättrar upp på väggarna. Detta har motverkats genom att dels en cambervinkel har lagts på däcken, men även en så kallad ”toe-in” för att förhindra konstruktionen från att krypa upp och eventuellt välta. Cambervinkeln är anpassningsbar för ett antal rördiametrar vilket skall möjliggöra att den kan användas i fler än en applikation.



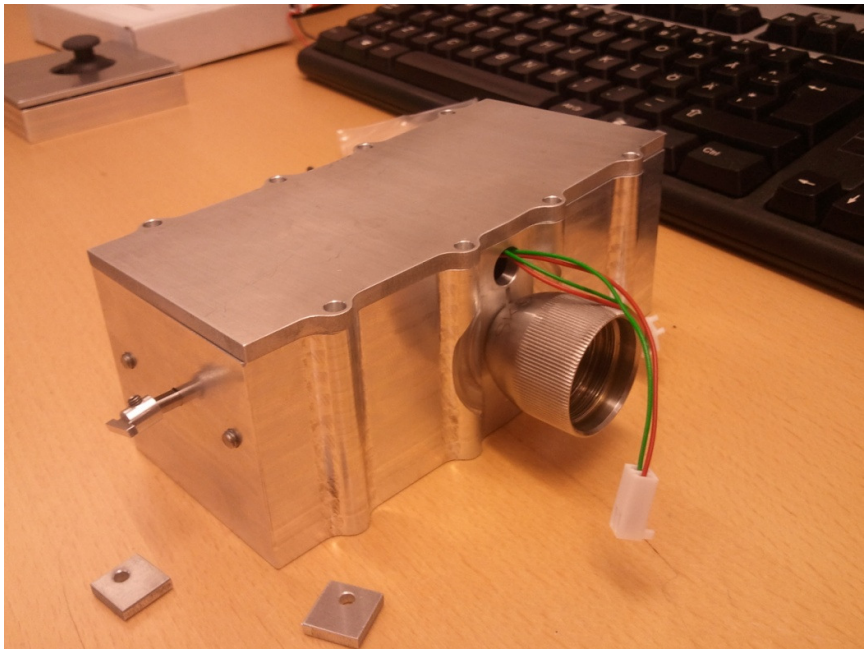
Slutgiltig CAD-assembly, hjulen är koncept, färdiga hjul användes för testning.



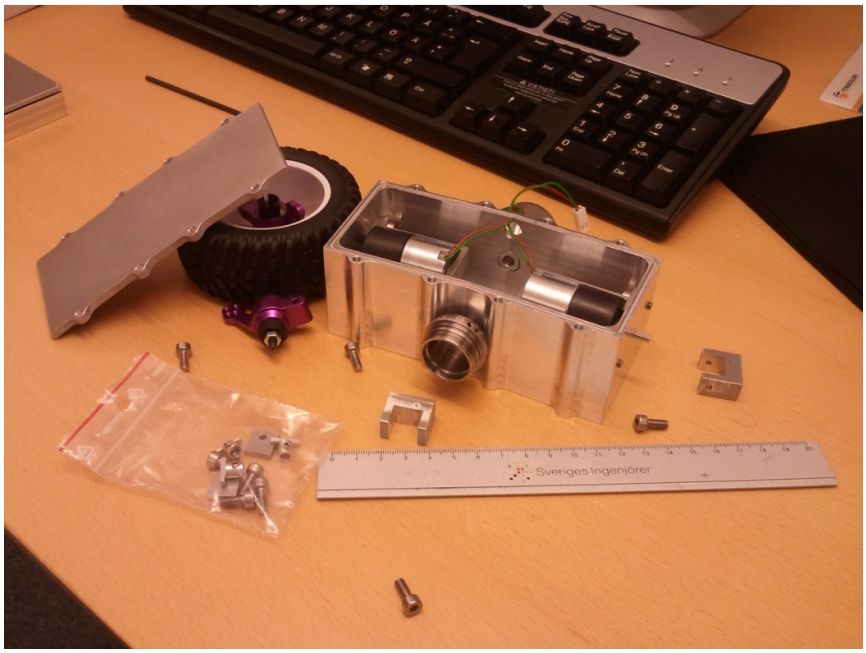
Slutgiltig rendering innan tillverkning, hjulen är endast koncept.

Prototyphöljet som tillverkades efter dessa ritningar har förenklats vid tillverkningen då man fick hjälp av experter på Bills Mekaniska. Det som var svårt vid tillverkningen var bland annat skruvhålen för motorupphängningen som gjordes genomgående, och notcharna till lockets skruvhål som endast skulle gå 20 mm ner, men som nu löper längs

hela sidan. Dessa saker har ingen inverkan på funktionen men var nödvändiga för att underlätta och göra det möjligt att tillverka.



Höljets baksida med monterade motorer, medbringare och kamerafästen



Överblicksbild med locket avtaget för att visa motorerna samt delarna för upphängning utlagda.

Vidare har ett koncept på en kabelvinda tagits fram och leverantörer har vidtalats. Detta då man behöver ha släpringar på kabelvindan för att den ska bli så användbar som möjligt. Det handlar om att kunna hantera den 50 meter långa kabel som behövs då den befintliga videoutrustningen är utrustad med lika mycket kabel.

4. Designval

Detta kapitel kommer att förklara varför man gjorde det man gjorde och lite om vilka komponenter som valdes och varför.

4.1 Motorerna

Motorerna valdes utifrån ett uppskattat värde på vridmomentet (annat fanns inte att tillgå) och den nuvarande utrustningen. Hänsyn togs också till att motorerna måste vara tillräckligt kompakta med avseende på applikationen (inuti rör). Vidare valdes en spänning på 12 volt för drivningen av motorerna vilket möjliggjorde både en användning av en batterieliminator men också ett vanligt batteri för driften av systemet. Motorerna i fråga beställdes från ELFA som är en återförsäljare av i stort sett allt som har med elektronik att göra och är ett välkänt företag i sammanhanget. Då motorerna med det högsta vridmomentet men minsta storlek valdes, kom dessa utrustade med en växellåda redan från början. Detta begränsade maxvarvtalet till 60 rpm eller varv per minut då den matas med 12 volt. Detta utgör ingen begränsning då tillämpningen utgörs av visuell kontroll under gång. Vidare så gav detta en hastighet av

$\frac{120*\pi*60}{1000} = 22{,}62\ m/min$, Där 120 är däckens ytterdiameter i millimeter

4.2 Höljet

Designen kring höljet har genomgått ett antal olika stadier under arbetets gång. Som konceptbilderna visar så var den första idén att man skulle ha ett fristående motorfäste samt att upphängningen skulle vara inuti höljet. Efter hand visade det sig vara bättre att lägga detta på utsidan eftersom hela drivenheten då skulle bli avsevärt mindre och smidigare att använda. Därefter gjordes ett motorfäste med U-form som visade sig var mycket smidigare än det i konceptet. Själva höljet har en inbyggd knäckning på 5 grader för att få toe-in effekten på däcken för att förhindra den från att klättra upp på sidan av rören.

Kravspecifikationen på drivenheten specificerade: smuts-, damm- och slagtålighet. Dessa krav komplicerade designen och den svåraste delen blev att säkerställa att axeltappen blev tät då denna är genomgående genom höljet och dessutom roterar. Efter att en marknadsundersökning genomförts för att hitta en lösning på problemet med axeltappens tätning, hittades till sist en nållagertätning tillverkad av SKF som skulle passa för detta ändamål.

I höljet har en skåra frästs ur för en standard o-ring för att säkerställa att även locket håller sig till kravspecifikationen. Resten av kablaget och motorfästets genomgående hål tätas med silikonmassa.

Slitsarna som syns på sidan av höljet är där för att materialtjockleken skulle hållas nere och för att skruvhålen behövde plats utanför o-ringsspåret för att skruva fast locket för att det inte skulle finnas några hål i locket innanför avtätningen.

4.3 Fjärrkontrollen

Styrningen har som allting annat genomgått en del konceptuella faser innan det stod klart hur den skulle utformas. I början så var tanken att den skulle vara helt analog, alltså utan en PIC-processor och endast med analoga komponenter som transistorer, motstånd, potentiometrar och switchar. Det fanns också ett val av styrning. Om man skulle använda sig av två separata joysticks så skulle man kunna styra motorerna mycket enkelt individuellt, dock så var man då tvungen att ha en tvåhandsfattning på joysticken vilket bidrog till sämre användbarhet. I slutändan så stod det klart att en joystick skulle vara det bästa valet och att en PIC-processor för styrningen skulle användas då detta skulle göra allting klart mycket lättare i slutändan och dessutom så skulle man mycket lättare kunna bestämma hur den skulle agera vid olika lägen på joysticken som till exempel att back-funktionen skulle vara mycket svår till omöjlig att implementera i en rent analog form.

När grundidén tagits fram till styrningen så följde frågan om den skulle bli trådlös eller trådbunden. Då den trådlösa idén skulle innebära att drivenheten skulle behöva ha sin egna strömkälla som ett batteri och signalerna till den skulle vara svåra att transportera inuti rör så var den bästa och enklaste lösningen trådbunden överföring. Detta var självklart inget hinder då kameran som den kopplas till redan är trådbunden så detta var ett ganska enkelt val, men ändå ett val som var tvunget att göras.

Innan konstruktionen av kretskortet som skulle användas så ville man skapa en fungerande programkod. Denna skapades med hjälp av MPLab som är ett gratis hjälpmedel vid programmering från PIC-processortillverkarens hemsida. För att testa programmet så använde man ett testkort från ett tidigare projekt vid Ringhals som hade den processor som skulle användas till detta projekt. Men eftersom det inte var anpassat för det som det skulle användas till i denna fjärrkontroll så behövde man modifiera kortet lite med egna kablar och ett labbräde för ytterligare komponenter så som två lysdioder och två potentiometrer för simulering av motorerna och joysticken. Utvecklingen av programmet skedde med hjälp av manualen för PIC18F4550, som var den PIC-processor som man använde sig av i fjärrkontrollen, samt från tidigare kunskaper från programmering A då all programmering skedde i C-språket som är det vanligaste programmeringsspråket för just mindre applikationer.

Då själva höljet till fjärrkontrollen inte skulle stå ut med lika mycket väta och smuts som själva drivenheten så har man inte skapat ett o-ringsspår i denna. Men en damask för joysticken kommer att utvecklas senare, dock så kommer det efter vidare testning av systemet.

4.4 Kretskortet

Själva utvecklingen av kretskortet skedde i EDWin vilket nog inte är det mest medgörliga programmet, men det gör det det ska. Standardkomponenter finns i en databas som följer med programmet. Men då Joysticken som användes inte anses vara en sådan så skapades denna manuellt för att sedan läggas till i databasen för att kunna användas till framtida projekt men även detta.

Då kretskortet var färdigt och tillverkat upptäcktes några fel med kopplingen på kortet som berodde på handhavandefel. Dessa korrigerades och ett nytt kort beställdes som visade sig fungera och var rätt draget.

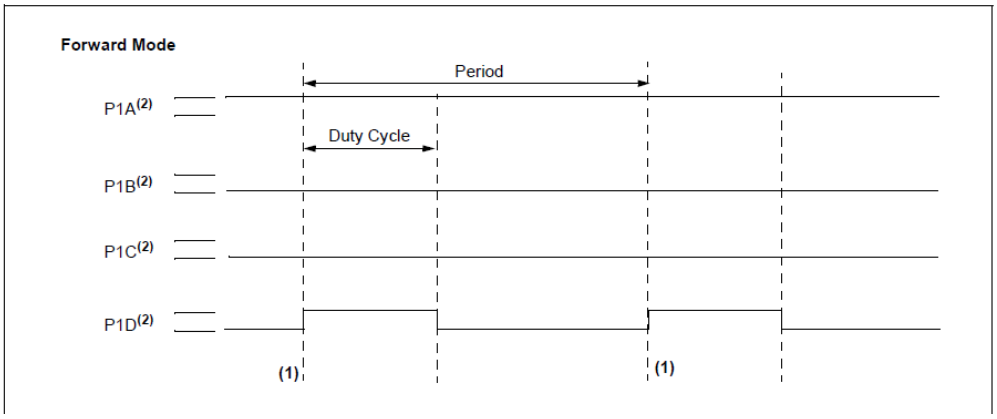
När allt var pålött och klart programmerades PIC-processorn och systemet var igång och fungerade som det skulle. Som matning till både motorer och kretskort så har man en 12 volts batterieliminator, men då PIC-processorn inte kan drivas med 12 volt så fick man montera en switch för omvandlingen av 12 till 5 volt på kortet för att PIC:en skulle få rätt ström.

För att förhindra spikar från både motorerna och från batterieliminatorn så har samtliga jordledningar även en kondensator på sig för att stoppa detta genom att de är ”strömtröga” vilket förhindrar att jorden blir ledande bakåt och potentiellt bränner någon komponent.

4.5 Styrningen

För att styra spänningen till motorerna, som påverkar deras varvtal då det är likspänningsmotorer, så har man använt sig av så kallad PWM-styrning som står för ”Pulse Width Modulation” eller pulsbreddsmodulering. Detta innebär att PIC:en skickar ut en signal som pendlar mellan 5 och 0 volt med väldigt hög frekvens. Då man styr hur lång Duty Cykeln ska vara under en period (d.v.s. hur länge som pulsen ska ligga ”på”) så får man en signal som får ett medelvärde på allt mellan 0-5 V beroende på hur lång denna Duty Cykeln är. Denna signal skickas sedan vidare till en transistor som översätter 0-5 voltssignalen till 0-12 volt istället för att kunna styra motorerna. Här kan man se hur PWM-signalen är uppbyggd då man kollar på P1D signalen

FIGURE 16-6: FULL-BRIDGE PWM OUTPUT



Som man kan se i bilden ovan så är Duty Cykeln ungefär en tredjedel av hela perioden vilket innebär att man får en utsignal på 5/3 = 1,67 V som sedan skickas ut till transistorn som översätter det och man får 12/3 = 4 V ut till vardera motor.

För att kunna styra dessa två motorer med joysticken utnyttjades att Joysticken har två stycken potentiometrar som matas med 5 V och som då ger ut 0-5 V till varsin port på PIC:en. Denna analoga signal omvandlas sedan i dess interna A/D-omvandlare som står för Analog-till-Digital-omvandlare. Dessa två värden läggs sedan in i en egen skapad jämförare i processorn som tar reda på hur joysticken står och på så vis ger rätt mängd spänning till rätt motor. Så om man vill svänga vänster och joysticken ligger på maxfart så strömbegränsas den vänstra motorn medan den högra fortfarande ligger på maxspänning så att den på så vis svänger åt vänster då den högra sidan åker snabbare än den vänstra.

För att lösa back-funktionen så monterades ett relä till vardera motor som polomvänder motorerna för att de ska kunna köras bakåt. Detta relä har en ingång som möjliggör den att styras från PIC:en som ger den en signal om att slå om när joysticken dras bakåt.

På detta vis har man skapat en styrning som är intuitiv och funkar som man förutsätter då man får en fjärrkontroll med endast en joystick på.

4.6 Hjulupphängningen

Hjulupphängningen och däcken som valdes kommer ursprungligen från en radiobil som heter HSP 1:10 och är en standardkomponent för den serien. Detta eftersom det är enkelt att hitta reservdelar om det skulle behövas till drivenheten och dessutom till ett rimligt pris. Denna upphängning är normalt gjord i plast, men då denna skulle tåla avsevärt mycket mera vikt och även påfrestning så valdes en specialvariant från deras serie som är helt gjord i aluminium vilket gör att den kommer att hantera de påfrestningarna mycket bättre. När det kommer till själva infästningen av upphängningen så har specialdesignade länkarmar och fästen skapats som sedan limmats på med ett speciellt lim man använder inom bilindustrin för att binda dessa till höljet och säkerställa rätt hållfasthet då svetsningen skulle göra att hela konstruktionen skulle slagit sig på grund av värmen och då förlorat dess form.

4.7 Sammanfogning med kamerasystemet

Sammanfogningen med kamerasystemet var ett stort frågetecken då det är en av de viktigaste delarna. De första koncepten jobbade med en enkel vagga som man lade kameran i och sedan klämdes den fast. Men då detta skulle innebära fler delar och mer komplicerat system för slutanvändaren så kom man fram till att man skulle fästa drivenheten mellan kameran och dess sladdpaket då den hade en bra inkoppling precis bakom kameran som kunde användas. Detta fäste är ett specialgjort fäste specifikt för den kameran som används så denna fick specialbeställas från tillverkaren (Komet Syhna

AB). Hela höljet fungerar således som en förlängning för kamerans egna kabel samt ger den drivning framåt.

5. Slutsats

Syftet som fastställdes i början av rapporten har således uppfyllts. Man har skapat en mekaniserad drivenhet som förenklar handhavandet av den befintliga utrustning på Ringhals. Den är även mobil och anpassningsbar för en mängd olika rör och tankar tack vare dess utbytbara hjul samt inställningsmöjligheter.

Vidare så har man även besvarat samtliga frågor som fanns:

- Drivningen består av två motorer som är trådbundna och individuellt styrbara
- Enheten är styrd via en fjärrkontroll med en joystick och PIC-processor
- Enheten har endast två hjul då den befintliga utrustningen redan har den stabiliteten som även vidareförs till drivenheten som behövdes för drift
- Drivenheten är damm-, smuts- och vattentålig samt robust nog att stå emot dagligt bruk
- Sammankopplingen med det befintliga kamerasystemet har förenklats genom att man har tagit dess egna kontakter och infört drivenheten som en förlängning av dess befintliga kablage
- En kabelvinda för att ta hand om kringgående kablage till själva drivenheten har konstruerats

Då den skapade drivenheten är en prototyp så har anpassade hjul till olika rör och tankar lämnats åt Ringhals för vidare utveckling, endast ett par ”universala” hjul har tagits fram under arbetets gång som dock inte är godkända för användning inuti de interna systemen på Ringhals. Detta då fälgarna består av en icke godkänd plast.

För den vidare utvecklingen och användningen av prototypen så bör det skapas ett par anpassade hjul som endast togs fram på konceptbasis till projektet på grund av tidsbrist. Även kablaget och kabelvindan behöver tillverkas då detta inte heller hanns med då det var tidsbrist.

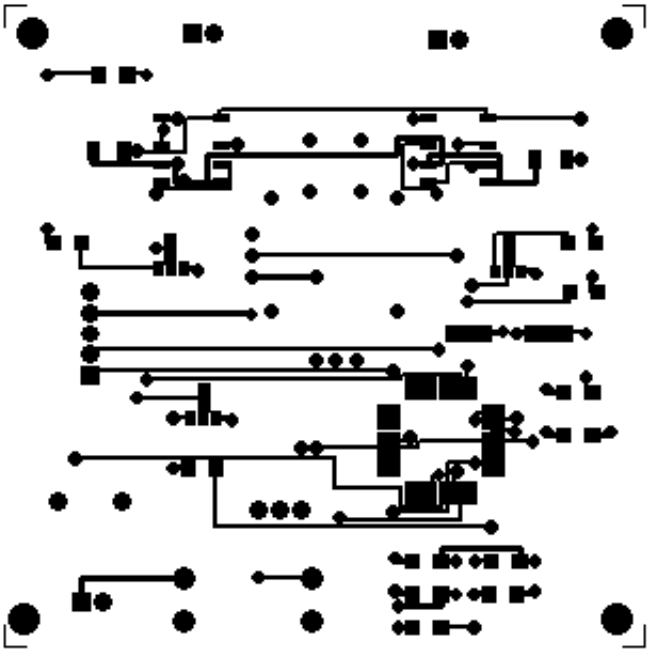
Bilaga 1 Programkod

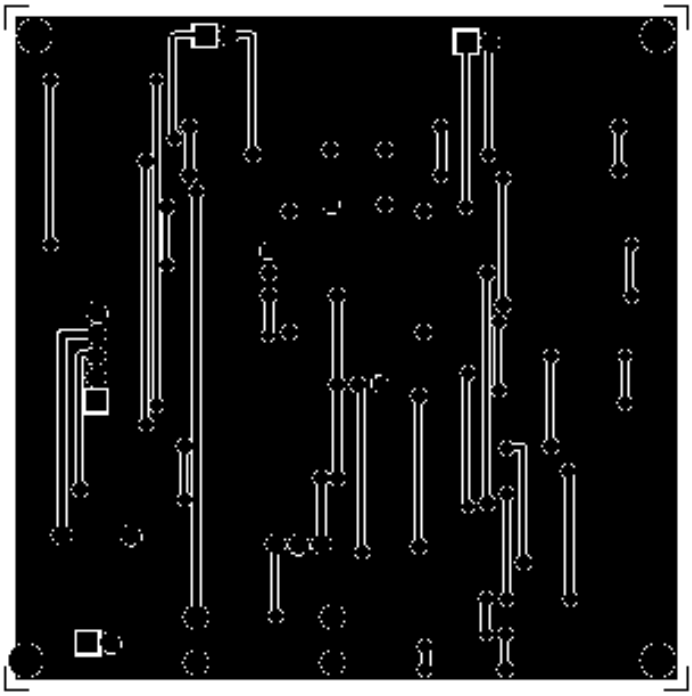
```
#include <p18f4550.h>
#include <timers.h>
#include <pcpwm.h>
#include <delays.h>
#pragma config PLLDIV = 5
#pragma config CPUDIV = OSC1_PLL2
#pragma config FOSC=HSPLL_HS, PWRT=ON
#pragma config FCMEN = OFF
//#pragma config IESC = ON
#pragma config VREGEN = OFF
#pragma config WDTPS = 4096
#pragma config WDT=OFF, LVP=OFF
#pragma config PBADEN = OFF

///// Globala variabler och funktioner//////
#define OFF 0
unsigned char duty_cycle;
unsigned char duty_cycle_2;
int backa;
unsigned char motor1;
unsigned char motor2;
void init(void);
void compare(void);
void compare2(void);

/////Huvudprogram///////
void main(void)
{
	init();
	while(1)
	{
	ADCON1=0b00000000;		// Använd yttre ström för referens, PORTAAN0-AN5 analog in
	ADCON0=0b00000001;		// A/D omvandlarmodulen på, vald kanal=0
	ADCON2=0b00100111;		// Vänster justerat, 8 Tad, Frc
	Delay1KTCYx (240);		// Vänta 50 ms
	ADCON0bits.GO_DONE =1;		// Starta A/D omvandling
	while(ADCON0bits.GO_DONE!=0);	// Vänta tills A/D är klar
	duty_cycle=ADRESH;		// Ansätt Konverterat värde till duty_cycle
	ADRESH=0;			// Nollställ A/D register
	ADRESL=0;			// nollställ A/D register
	Delay1KTCYx (100);		// Vänta på att återställning av A/D modul skall fullföljas
	ADCON1=0b00000000;		// Använd yttre ström för referens, PORTA AN0-AN5
analog in
	ADCON0=0b00000101;		// A/D omvandlaremodulen på, vald kanal=1
	ADCON2=0b00100111;		// Vänster justerat, 8 Tad, Frc
	Delay1KTCYx (240);		// Vänta 50 ms
	ADCON0bits.GO_DONE =1;		// Starta A/D omvandling
	while(ADCON0bits.GO_DONE!=0);	// Vänta på att A/D ska vara klar
	duty_cycle_2=ADRESH;		// Ansätt A/D omvandlat värde till duty_cycle2
	ADRESH=0;			// Nollställ A/D register
	ADRESL=0;			// nollställ A/D register
	Delay1KTCYx (100);		// Vänta på återställning av A/D modul
	compare();			// Kör jämförelsen för de två värdena för att bestämma
hastigheten på motorerna
	}
}

/////initiering/////
void init()
{	OSCCON=0x01;			// sätt oscilatorn till den externa
	PORTA=0x00;			// Nollställ portA
	LATA=0;				// nollställ Latchar på portA för att säkerställe noll
	LATC=0;				// nollställ latchar på portC
	LATE=0;				// nollställ latchar på portE (endast under test-fasen)
```

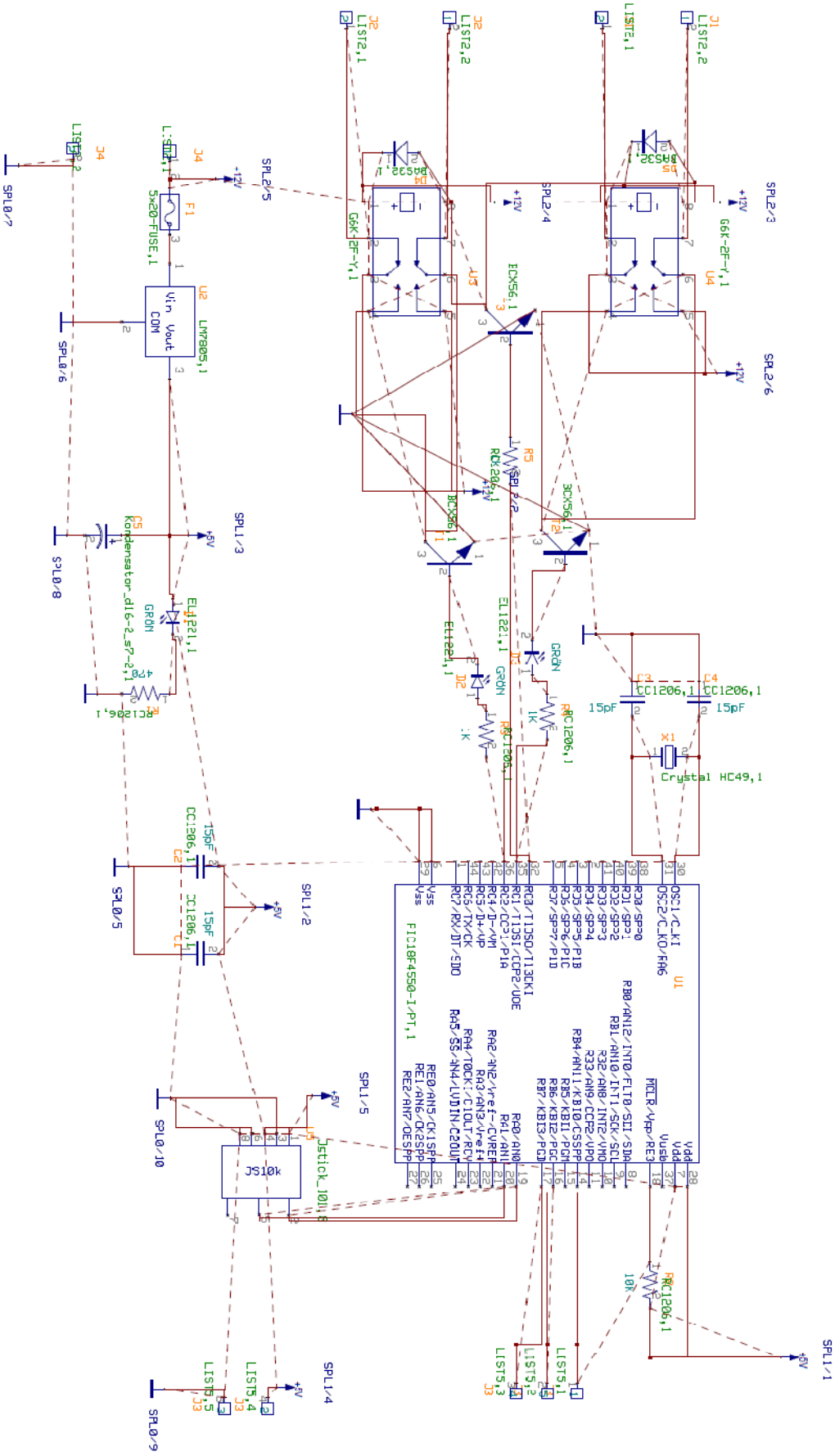
```
	PORTC=0xFF;		// ansätt en etta till alla utgångar på portC för att minska störningar
	TRISC=0b00000000;	// PortC = utgångar på samtliga
	TRISE=0b00000001;	// portE utgångar på samtliga utom bit0
	TRISA=0b11111111;	// PORTA ingångar
	PR2=0xFF;		// Ansätt periodtiden på PWM till register två
	CCP1CON=0b00001100;	// Sätt CCP1 modulen i PWM läge
	CCP2CON=0b00001100;	// sätt CCP2 modulen i PWM läge
	TMR2=0x01;		// ansätt prescale value
	T2CON=0x04;		// enable Timer2
	return;
}

/////Komparator och motorstyrning/////
void compare()
{
	if(0x7C < duty_cycle & duty_cycle < 0x82)		// Ligger spaken i nolläget?
	{
		motor1=0;		// Motor1 = 0 i hastighet
		motor2=0;
		backa=0;		// Motor2 = 0 i hastighet
	}
	if(duty_cycle >= 0x82 & 0x82 > duty_cycle_2 & duty_cycle_2 > 0x7C)// köra framåt och inte svänga?
	{
		motor1=(duty_cycle-0x80)*2;		// Motor1 och två samma fart framåt
		motor2=(duty_cycle-0x80)*2;
		backa=1;

	}
	else if(duty_cycle >= 0x82 & duty_cycle_2 >= 0x82)	// Köra framåt och svänga höger?
	{
		if (duty_cycle_2 > duty_cycle)		// är svänga större än framåt?
		{
			duty_cycle_2=duty_cycle;	// svänga = framåt
		}
		motor1=(duty_cycle-0x80)*2;		// motor1 = normal hastighet
		motor2=(duty_cycle-duty_cycle_2)*2;	// motor2 = begränsad i skala med svängning
		backa=1;
	}
	else if(duty_cycle >= 0x82 & duty_cycle_2 <= 0x7C)	// Köra framåt och svänga vänster
	{
		backa=1;
		motor2=(duty_cycle-0x80)*2;
	// motor2 = normal hastighet
		motor1=((duty_cycle-0x7F) - (0x7F - duty_cycle_2))*2;	// motor1 = begränsad i skala enligt
svängning
		if ((duty_cycle-0x7F) < (0x7F-duty_cycle_2))		// är svängningen större än framåt?
(begränsning för att den inte ska bli "minus")
		{
			motor1=0;		// motor1 = 0
		}
	}
	else if(duty_cycle <= 0x7C & 0x82 > duty_cycle_2 & duty_cycle_2 > 0x7C)	// Backa men inte svänga?
	{
		backa=0;		// aktivera backa för att vända polariteten till motorerna
		motor1=(0x7F-duty_cycle)*2;	// motor1 & motor2 samma fart framåt
		motor2=(0x7F-duty_cycle)*2;
		if (motor1 > 0xFF)
		{
			motor1=0xFF;	// Förhindra att något av värdena överstiger FF då bästa är
100 vilket ger 0 i utsignal
		}
		if (motor2 > 0xFF)
		{
			motor2=0xFF;
		}

	}
```

```
	else if(duty_cycle <= 0x7C & duty_cycle_2 >= 0x82)		// Backa och svänga höger?
	{
		backa=0;		// aktivera backa för att vända polariteten till motorerna
		motor1=(0x7F-duty_cycle)*2;		// motor1 = normal fart
		motor2=((0x7F-duty_cycle)-(duty_cycle_2-0x7F))*2;	// motor2 = begränsad enligt svänga
		if ((0x7F-duty_cycle)<(duty_cycle_2-0x7F))		// om svänga är större än backa
		{
			motor2=0;
	// motor1 = 0
		}
	}
	else if(duty_cycle <= 0x7C & duty_cycle_2 <= 0x7C)		// Backa och svänga vänster?
	{
		if (duty_cycle_2 < duty_cycle)		// om Svänga är större än backa
		{
			duty_cycle_2=duty_cycle;		// svänga = backa (för att förhindra
negativa värden)
		}
		backa=0;		// aktivera backa för att vända
polariteten till motorerna
		motor2=(0x7F-duty_cycle)*2;		// motor2 = normal fart
		motor1=(duty_cycle_2-duty_cycle)*2;		// motor1 = begränsad enligt svänga
	}
	CCPR1L=motor2;  // ansätt PWM "duty cycle" på första PWM-porten för att bestämma motor1 hastighet
	CCPR2L=motor1;  // ansätt PWM "duty cycle" på andra PWM-porten för att bestämma motor2 hastighet
	PORTCbits.RC0=backa;	// lägg ut Backa variabeln på portCbit.RC0 för att kontrollera relä
	return;
}
```

Bilaga 2 Kretskort och kretsschema






U1
PIC18F4550-I/PT,1
U2
LM7805,1
Vin
Vout
COM
U3
U4
G6K-2F-Y,1
J1
J2
J3
J4
J5
F1
5x20-FUSE,1
L:40µ,1
D1
D2
D3
D4
D5
BAS32,1
BAS32,1
EL1221,1
GRØN
R1
R2
R3
R4
R5
R6
RC1206,1
1k
10R
470,1
C1
C2
C3
C4
C5
CC1206,1
15pF
Kondensator_d16-2_s7-2,1
X1
Crystal HC49,1
ECX56,1
BCX56,1
Jstick_10k,1
JS10k
+12V
-12V
+5V
SPL0/5
SPL0/6
SPL0/7
SPL0/8
SPL0/9
SPL0/10
SPL1/1
SPL1/2
SPL1/3
SPL1/4
SPL1/5
SPL2/3
SPL2/4
SPL2/5
SPL2/6