

Projektrapport DAT290

Radiostyrd Bil, Grupp 07

*Anders Berggren Sjöblom, Johanna Gudmandsen,
Gustav Holst, Joakim Junttila, Henrik Klein Moberg,
Carl Lundgren, Stanisław Zwierzchowski*

DATUM

| | Namn | Datum |
|----------|------|-------|
| Granskad | NAMN | DATUM |
| Godkänd | NAMN | DATUM |

Innehåll

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Introduktion | 3 |
| 1.1 | Syfte | 3 |
| 1.2 | Mål | 3 |
| 1.3 | Arbetsmetod | 4 |
| 1.3.1 | Allmänt: Projektledning | 4 |
| 1.3.2 | Allmänt: Kodning | 4 |
| 1.3.3 | Delsystem: Konstruktion av mottagare | 4 |
| 1.3.4 | Delsystem: Konstruktion av sändare | 5 |
| 1.3.5 | Delsystem: Radiolänk mellan mottagare och sändare | 5 |
| 1.3.6 | Delsystem: Konstruktion av Androidapplikation | 6 |
| 1.3.7 | Delsystem: Konstruktion av kontrollapplikation | 6 |
| 2 | Teknisk beskrivning | 7 |
| 2.1 | Teknisk bakgrund | 7 |
| 2.1.1 | Styrsignaler | 7 |
| 2.2 | Systemöversikt | 7 |
| 2.2.1 | Styrning: Från MD407 till MD407 | 7 |
| 2.2.2 | Styrning: Från Androidapplikation till MD407 | 8 |
| 2.3 | Delsystem | 8 |
| 2.3.1 | Sändare: MD407 | 8 |
| 2.3.2 | Sändare: Androidapplikation | 9 |
| 2.3.3 | Kontrollapplikation | 9 |
| 2.3.4 | Radiolänk: Bluetooth-modul | 10 |
| 2.3.5 | Mottagare: MD407 | 10 |
| 2.3.6 | Styrsignaler | 10 |
| 3 | Resultat | 12 |
| 3.1 | Sändare: MD407 | 12 |
| 3.2 | Sändare: Androidapplikation | 12 |
| 3.3 | Kommunikationslänk | 12 |
| 3.4 | Mottagare: MD407 | 13 |
| 3.5 | Kontrollapplikation | 13 |
| 3.6 | Verifikation av projektplan | 13 |
| 4 | Diskussion och Slutsats | 14 |
| | Bibliografi | 16 |

Ordlista

ADC - Analog to digital converter, översätter analoga värden i enheten Volt till digitala värden [1].

Android - Ett operativsystem [2].

ARM - En processorarkitektur [3].

Avståndsmätare - Mäter avstånd från ett objekt med hjälp av ultraljud och dess eko [4]. Modul som används i detta projekt är HC-SR04.

Bluetooth-moduler - Är antingen sändare eller mottagare och möjliggör för radiofrekvensiell överföring genom parning mellan moduler [5]. Modul som används i detta projekt är HC-05.

GPIO - General-purpose input/output [3].

Oscilloskop - Instrument som används till att mäta elektriska signaler under en viss tid [6].

Potentiometer - En elektrisk komponent som med hjälp av ett variabelt motstånd kan begränsa spänning [7].

PWM-signaler - PWM eller Pulse Width Modulation är en moduleringsteknik som mest används för att styra mängden elektrisk ström som förs till exempelvis en motor [8].

RF-moduler - Radiofrekvensmoduler. Är antingen sändare eller mottagare och möjliggör för radiofrekvensiell överföring [9].

1 Introduktion

Radiostyrda bilar började produceras på mitten av 60-talet [10]. Dessa drevs då med hjälp av bensin och körde relativt långsamt. Ett drygt decennium senare ersattes motorerna med elektriska varianter och kort därefter började tävlingar anordnas. Detta ledde till en väldig popularitet för radiobilens som hobby. Utvecklingen kom då att fokusera på konstruktion av bilar som kunde uppnå högre hastigheter. Trots dessa mindre förändringar har den radiostyrda bilens uppbyggnad i det stora hela förblivit densamma.

1.1 Syfte

Syftet med detta projekt är att uppdatera den klassiska radiostyrda bilen genom att ersätta befintlig sändare samt mottagare i en radiostyrd bil med nya datorer och även möjliggöra styrning från en telefonapplikation. Avsikten är även att implementera en kontrollapplikation som ska kunna stoppa bilen från att kollidera. Följden av detta blir en produkt mer anpassad till aktuell teknik och det erhålls på så sätt en mer modern teknisk produkt.

1.2 Mål

Projektets övergripande syfte bryts upp i delmål som mer detaljerade är angivna nedan.

- Den befintliga sändaren samt mottagaren som finns i handkontrollen respektive bilens elektronik byts ut mot ARM-baserade system (se Figur 1). Dessa ska vid färdig produkt kontrolleras via Bluetooth.
- En kontrollapplikation implementeras. Med hjälp av en avståndsmätare är avsikten att bilen ska kunna köra rakt fram i högsta möjliga hastighet där bilen på ett avstånd av 1 cm från ett objekt självständigt kan bromsa in utan att kollidera. Kontrollapplikationen kan aktiveras från samtliga sändare.
- Utveckling av Androidapplikation som möjliggör att bilen kan manövreras trådlöst genom en Androidtelefon via Bluetooth.



Figur 1: *MD407, en ARM-dator.*

1.3 Arbetsmetod

I detta avsnitt finns en överblick av hur projektet utförts vid olika moment. Det börjar med ett avsnitt över projektets administration och följs av en beskrivning av varje komponent som konstrueras i systemet. Dessa är angivna i ordningen de utförs.

1.3.1 Allmänt: Projektledning

Dokumentation och kommunikation utförs enligt planen för projektet. Ett versionshanteringssystem, Git, används för att enkelt kunna lagra filer mellan olika datorer. Applikationen Slack utnyttjas för att möjliggöra för strukturerad kommunikation och utöver detta sker möten en gång i veckan för att varje projektgruppsmedlem ska få aktuell information. Veckovisa meddelanden för projektets fortskridande har givits till uppdragsgivaren, detta på grund av att det ska vara enkelt att följa utvecklingen. Projekgruppen delades upp i mindre grupper där de självständigt fokuserade på första och andra målet, tredje målet, och dokumentationen.

1.3.2 Allmänt: Kodning

Standarder för kodning är bestämd för underlätta implementation. Programkoder är för samtliga komponenter förutom Androidapplikationen skrivna i C med utvecklingsmiljön Codelite. För att kunna överföra kod till datorenheterna som ersätter mottagare och sändare utnyttjas programmet ETERM. En kompilerad kod exekveras då och genom direktkoppling till en port på respektive enhet kan koden sparas och senare användas. Hjälpfunktioner till all programkod har erhållits av uppdragsgivarens samt STMicroelectronics [11] kodbibliotek. Utvecklingen av applikationen skedde istället i Java genom Eclipse och importerades sedan till Android Studio, en miljö där stöd för att skapa Androidapplikationer finns.

1.3.3 Delsystem: Konstruktion av mottagare

Projektet inleds med att mäta upp befintliga styrsignaler. För att kunna återskapa signalerna som skickas från den ursprungliga mottagaren till bilens styrelektronik mättes signalerna upp med hjälp av ett oscilloskop. Det som möjliggjorde detta var ett tillhandahållit kretskort som kopplat till bilens kontrollenhet kunde separera signalerna. Bilens samtliga funktioner testades och utslagen blev de värden som användes till verifiering för korrekt replikering av styrsignaler. Signalerna är av typen PWM och både dess cykeltid och frekvens mättes upp i motorns och rattutslagens maximala lägen.

Den nya mottagaren återskapar dessa signaler. En MD407 ersätter den ursprungliga mottagaren och dess systemklocka utnyttjas för att skicka rätt styrsignaler till korrekt styrelektronik. Dessa värden testas utförtigt för att kunna säkerställa att de replikerande styrsignalerna är identiska i jämförelse med de ursprungliga.

1.3.4 Delsystem: Konstruktion av sändare

En datorenhet, MD407, ersätter sändaren. Reglage för styrning implementeras med hjälp av en potentiometer (se Figur 2), vilken kopplas till datorenheten. Värdena datorenheten erhåller från potentiometern översätts från analoga till digitala genom en integrerad ADC. Detta implementeras med hjälp av stödfunktioner från de tidigare nämnda kodbiblioteken.



Figur 2: En potentiometer.

1.3.5 Delsystem: Radiolänk mellan mottagare och sändare

Datorenheterna kommunicerar via en radiolänk. Primärt kopplas en RF-mottagare och en RF-sändare (se Figur 3) på respektive enhet för att möjliggöra för ett informationsflöde över 433MHz-bandet. När systemet fungerar med dessa ersätts de av Bluetooth-moduler (se Figur 3) som istället kommunicerar över en frekvens av 2.4GHz. Kommunikation över Bluetooth kräver initiering av roller till modulerna vilket görs genom AT-kommandon.



Figur 3: På övre raden ses en RF-mottagare samt RF-sändare (i angiven ordning) och på undre raden en Bluetooth-moduls framsida samt baksida (i angiven ordning)

Radiolänken verifieras kontinuerligt. Mottagar- och sändarmodul kopplas om vid varje tillfälle för att erhålla det konstanta flödet av verifiering. Utöver detta används ett oscilloskop för att kunna säkerställa hur kommunikationen mellan mottagar- och sändarmodul fungerar. Den kopplas då till sändaren respektive mottagaren för att testa att ett värde i sändarnoden motsvarar korrekt värde i mottagarnoden. Vid tillfällen då felökning genomförs på grund av felaktiga

signaler till mottagarmodulen har enheterna direktkopplats via en kabel för att kunna utesluta radiolänken som problem.

1.3.6 Delsystem: Konstruktion av Androidapplikation

Mobilapplikationen följer ett antal specifikationer. Den ska vara funktionell på en Androidtelefon och kopplas till den radiostyrda bilen via Bluetooth. Denna utökning av systemet har verifierats genom att testa att samtliga funktioner fungerar och att reglagen på applikationen ger rätt resultat hos bilens styrelektronik.

1.3.7 Delsystem: Konstruktion av kontrollapplikation

Kontrollapplikationen konfigureras i mottagaren. Applikationen som vid aktivering ska kunna undvika kollision möjliggörs med en avståndsmätare (se Figur 4) fastkopplad på bilen. Denna ger data till mottagaren som specificerar hur långt det är till närmsta hinder. Den känner endast av objekt maximalt 4 meter ifrån den och för att påbörja sin uppmätning behöver en puls skickas till dess Trig-port [4]. Detta genomförs med hjälp av en fördröjningsfunktion från de tillhandahållna biblioteken.



Figur 4: HC-SR04, avståndsmätaren i detta projekt.

Avståndsmätarens utdata fångas upp av en funktion. Denna konstrueras och kalibreras för att enligt målet bromsa in helt 1 cm från objektet. Kalibrering sker via testning av funktionen med olika inställningar där effektiviteten utvärderas. Utdatan från avståndsmätaren mäts även upp med hjälp av oscilloskop för att säkerställa att funktionen reagerar på rätt sätt vid olika värden.

Aktivering implementeras från två olika plattformar. Då både den sändande datorenheten och Androidapplikationen ska kunna initiera kontrollapplikationen konstrueras en möjlighet till detta på respektive system.

2 Teknisk beskrivning

I denna sektion förklaras den tekniska delen av projektet. En bakgrund beskriver hur systemet fungerade ursprungligen. Detta följs av en översiktlig text över det ersättande systemet samt en sektion med mer detaljerande beskrivning över de separata delsystemen.

2.1 Teknisk bakgrund

För att kunna kontrollera en radiobil används en RF-sändare och en RF-mottagare [12]. Radiosignaler skickas från RF-sändaren och avkodas av RF-mottagaren i radiobilen, de kommunicerar över 2.4GHz-bandet. Dessa omvandlas då till elektroniska signaler som antingen kontrollerar bilens hastighet eller riktning. Parallelt med detta styrs även bilens hastighet, framåt eller bakåt, av motorns kraftutslag, medan riktningen beror på hjulens gradförskjutning. Bilens styrenhet omvandlar radiosignaler som sedan kontrollerar bilens rörelse.

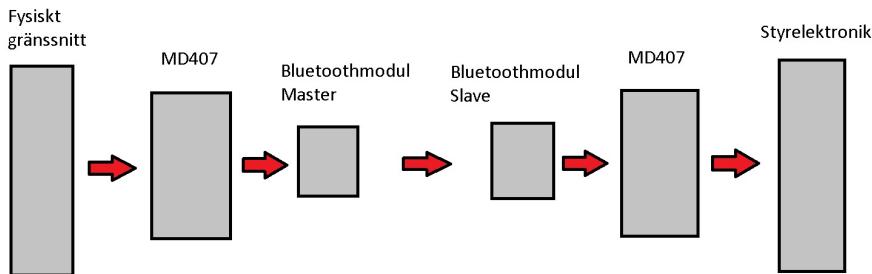
2.1.1 Styrsignaler

Bilens styrsignaler kontrolleras av en kontrollenhets, MRX-242 [13]. Enheten fungerar som radiomottagare och styrsignalsgenerator. Den genererar signaler till båda motorerna i bilen via tre kablar. I mening att replikera dessa finns även tillgång till ett ytterligare kopplingsblock.

2.2 Systemöversikt

Systemet har två huvuddelar, en MD407 samt en Androidapplikation som båda kan agera handkontroll, och en MD407 som genererar signaler till motorerna.

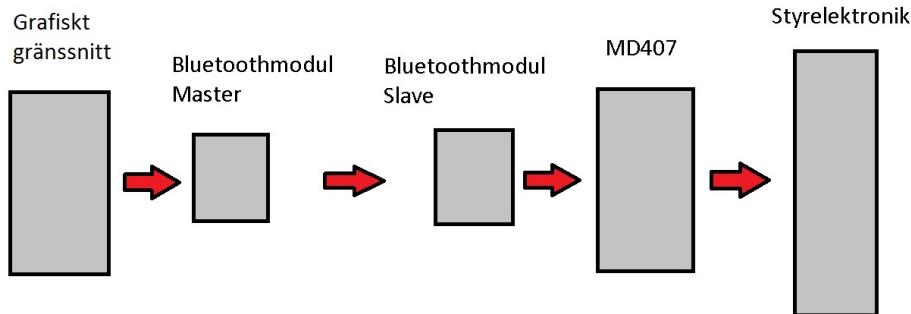
2.2.1 Styrning: Från MD407 till MD407



Figur 5: En översikt över systemet i blockformat med MD407 till MD407.
Pilarna indikerar flödet av information, analogt eller digitalt.

Enligt Figur 5 erhålls en överblick över hur systemet fungerar. Den sändande datorenheten MD407 får information från en potentiometer och skickar dessa värden via Bluetooth till den mottagande MD407 som tar emot värdena och överlämnar dessa till bilens styrellektronik som agerar efter dem.

2.2.2 Styrning: Från Androidapplikation till MD407



Figur 6: En översikt över systemet i blockformat med Androidapplikation till MD407. Pilarna indikerar flödet av information, analogt eller digitalt.

Figur 6 visar en sammanfattning över systemet med en applikation som sändare. Observera att skillnaden mellan den tidigare styrningen är att Androidapplikationen skickar bytes genom sin integrerade Bluetooth-modul till mottagarens inkopplade. På samma sätt som tidigare analyseras sedan värdena och skickas till elektroniken i bilen.

2.3 Delsystem

Denna del av texten beskriver detaljerat hur de separata systemen fungerar. Ordningen baseras på flödet av information från sändare till mottagare och fram till bilens styrellektronik.

2.3.1 Sändare: MD407

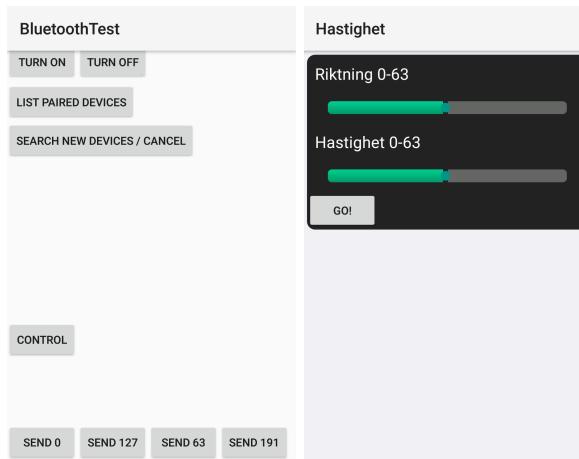
Den sändande datorenheten MD407 skickar värden från potentiometern till den mottagande enheten. Sändaren försörjer dess inkopplade potentiometer med ström och läser konstant av utmatningsportarna för denna. På datorenheten finns en integrerad ADC, vilken tar emot värdena från potentiometern och översätter dessa från analoga till digitala värden. Det 8-bitars värde som skickas mellan sändare och mottagare (se Figur 7) ställs in enligt specifikationer. Åndras exempelvis vridkontakten på potentiometern för motorn ska kommandot initieras till det värde där mottagaren i sin tur sänder informationen till motorns elektronik. De 6 minst signifika bitarna beror på värdet datorenheten erhåller från potentiometern och tillsammans med kommandot skickas det seriellt från sändarens Bluetooth-modul och avläses i mottagarens.



Figur 7: Specifikationer av byten som seriellt skickas från sändare till mottagare.

2.3.2 Sändare: Androidapplikation

Androidapplikationen agerar som handkontroll. Denna har på skärmen virtuella reglage (se Figur 8) som ska emulera ordinarie handkontrollens analoga funktion så att exempelvis hastighetsövergången är så jämn som möjligt. Applikationen har även en tilläggsknapp som aktiverar kontrollapplikationen. Bytes skickas sedan seriellt till mottagarens Bluetooth-modul. Detta följer likadant protokoll som tidigare nämnts där de 2 mest signifikanta bitarna i varje byte bestämmer vilken sorts signal som ska ändras och de resterande bitarna bestämmer vilket värde detta ska ske.



Figur 8: Applikationens Bluetooth-gränssnitt (vänster) samt dess virtuella reglage (höger).

2.3.3 Kontrollapplikation

Kontrollapplikationen kan aktiveras från en sändande enhet. Både MD407 som agerar sändare och Androidapplikationen har en möjlighet att starta denna.

En $10\mu s$ hög puls triggar igång avståndsmätaren. Då detta sker får porten för eko på avståndsmätaren värdet 1 och ultraljud skickas ut. Om ultraljudet återvänder sätts eko-porten till 0 och pulsens bredd används för att bestämma avståndet till objektet. Detta sker genom att funktionen för kontrollapplikationen ökar en variabel inkrementellt efter varje μs . Detta tal dividerat med 58 ger avståndet till hindret i cm [4]. Ifall inget hinder uppmäts sänks pinnens värde till 0 efter en stund, pulsens längd tydliggör då att inget hinder finns i närheten.

Funktionen som styr kontrollapplikationen implementeras i mottagaren. Vid aktivering skickas värdet 155 till motorn och bilen fortsätter köra i den hastigheten tills variabeln som mäter μs uppnår värdet 8000, alternativt ungefär 138 cm, då värdet till motorn sänks till 151. Denna hastighet pågår tills bilen befinner sig $1200\mu s$ ifrån hindret, då den påbörjar motorbromsning.

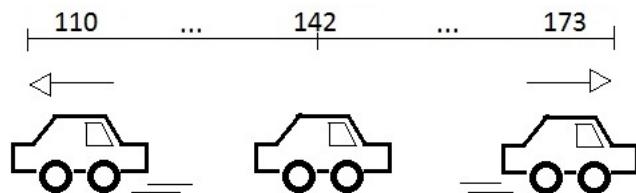
2.3.4 Radiolänk: Bluetooth-modul

Det som möjliggör kommunikation mellan sändare och mottagare är en Bluetooth-modul. Två likadana moduler kopplas till respektive datorenhet vilka då kan sända samt ta emot data från denna. Modulerna är antingen konfigurerade till att vara Master eller Slave. Master-modulen letar aktivt efter en Slave-modul i närheten och kommer vid upptäckt elektroniskt kopplas till den. Detta leder till att Master kan skicka data till Slave utan att riskera störningar från andra signaler.

2.3.5 Mottagare: MD407

Signalerna som sändaren skickar hanteras av mottagarens datorenhet. När programmet på denna dator påbörjas måste datorn initialt skicka PWM-signaler som motsvarar neutralt läge för drivmotorn i en kort stund innan övriga signaler kan sändas. Efter detta börjar mottagaren seriellt ta emot bytes från sändaren genom sin Bluetooth-mottagare. Enheten startar även PWM-signalsgenerering till bilens styrelektronik.

Varje mottagen byte analyseras i mening att skicka en PWM-signal till korrekt elektronik i bilen. Som tidigare nämnt indikerar de 2 mest signifikanta bitarna till vilken del i styrelektroniken de resterande 6 bitarnas värde ska till. De 6 minst signifikanta bitarna kommer ha ett värde mellan 0-63 när mottagaren får dem. Till detta adderas en offset på 110 vilket gör att värdet istället befinner sig i intervallet 110-173. Syftar kommandot exempelvis på motorn (se Figur 9) kommer bilen åka i högsta möjliga hastighet bakåt vid värdet 110. Farten minskar sen vid högre värden och bilen når neutralt läge vid 142. Värden över detta upp till 173 får bilen att öka farten. Detta skickas sedan som PWM-signal till bilens styrelektronik som agerar med korrekt funktionalitet. Uppfattar bilen värden utanför detta intervall kan en överbelastning av bilens elektronik ske.

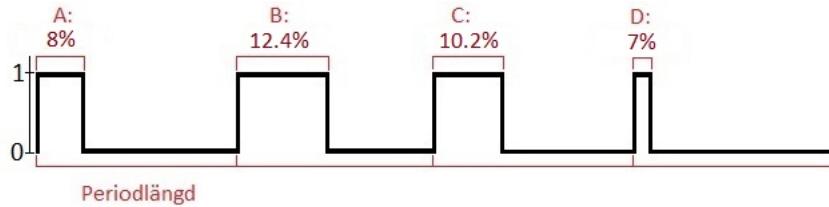


Figur 9: Illustrering av värdenas effekter på bilen.

2.3.6 Styrsignaler

Bilens styrelektronik erhåller PWM-signaler från mottagaren. Under en period av klockcykler skickas delvis maximal spänning och delvis ingen spänning alls. Det antal klockcykler som skickar maximal spänning motsvarar det värde mottagaren erhållit från sändaren. Det som styrelektroniken då svarar på är hur stor andel av perioden som hög spänning mäts upp (se exempel i Figur 10). Denna procentenhet motsvarar en medelspänning som bilens styrelektronik direkt

reagerar på. Intervallet som elektroniken i detta projekt svarar på är en andel på ungefär 8%-12.4%, alternativt en medelspänning på 269mV-423mV. Det förstnämnda värdet ger den maximala vänsterlutningen eller den högsta hastigheten bakåt beroende på vilket kommando som informationen från sändaren syftar på. Bilen kommer istället nå sin maximala högerlutning respektive högsta hastighet framåt om värdet är det sistnämnda. Intervallets mittersta värde ger ett neutralt läge i båda fallen.



Figur 10: Exempel på möjliga PWM-signaler. Om kommandot indikerar motorpåverkning kommer den i fall A och B köra i högsta fart baklänges respektive framåt. I fall C hamnar bilen i neutralt läge och står då stilla. Signalen i fall D tolkas ej korrekt av bilens styrellektronik då det ligger utanför dess avläsningsintervall.

3 Resultat

Den resulterande produkten har under projektets tid nått verifikationspunkter. Dessa finns beskrivna nedan och även om de uppnåtts eller ej. För att kunna fastställa hur bra det ersättande systemet fungerar jämförs signalerna till bilen kontinuerligt så att det hela tiden skickas identiska signaler som i det ursprungliga systemet. Efter detta anges resultatet av hur väl projektplanen följts.

3.1 Sändare: MD407

Den sändande datorenheten MD407 verifieras på följande punkter:

- MD407 kan generera kommandosignaler.
- Potentiometern ger rätt spänning till MD407.
- MD407 ADC ger digitala värden i korrekt intervall.
- Kontrollapplikationen startas och utförs när detta begärs.

Resultatet av detta är ett fullt fungerande system. Datorenheten får värden från potentiometern och dessa översätts korrekt till digitala värden som sedan kan skickas från sändaren.

3.2 Sändare: Androidapplikation

Följande punkter har verifierat att Androidapplikationen fungerar enligt specifikation:

- Det är möjligt att aktivera telefonens Bluetooth och upprätta en anslutning till bilens Bluetooth-modul.
- Kan skicka värden till den mottagande enheten som ger korrekt följd.
- Kontrollapplikationen startas och utförs när detta begärs.

Applikationen fungerar som förväntat. Den kan aktivera Bluetooth och på så sätt ansluta till mottagarens modul. Emellertid kopplar telefonens inbyggda Bluetooth betydligt snabbare än de tilläggsfunktioner som funnits tillgängliga. Rätt värden skickas och bilens agerande efter detta är korrekt. Även kontrolapplikationen aktiveras och utförs riktigt.

3.3 Kommunikationslänk

Informationsflödet mellan datorenheterna har testats i tre nivåer kontinuerligt under projektets gång:

- Kommunikation är möjligt via direktkopplad kabel.
- Information kan sända och mottas via RF-moduler.
- Sändaren kan skicka information till mottagare via Bluetooth.

Vid slutfört projekt kunde alla punkter uppfyllas. Bilens ersättande mottagare kan kommunicera med sändaren via en direktkopplad kabel, en RF-modul och till slut en Bluetooth-modul. Under projektet har alla dessa tre steg följts upp för att ständigt veta att de fortfarande fungerar korrekt. När något ej fungerat i flödet mellan sändare och respons på styrsignal har kommunikationen gått ner en nivå för att lättare kunna felsöka.

3.4 Mottagare: MD407

En mottagande MD407 har verifierats enligt följande punkter:

- Skickar rätt PWM-signal till styrellektronik.
- Kan ta emot värden från sändande enhet.
- Har den ursprungliga bilens funktionaliteter.

Resultatet är ett fungerande system. Värden tas emot till den mottagande enheten via inkopplad mottagar-modul. Enligt oscilloskop ses att värdena till bilens styrellektronik är korrekta. Samtliga funktioner i det systemet har testats och fungerar som ursprungligen. Det vill säga hastigheten framåt och bakåt samt rattutslagen åt vänster och höger har verifierats vara korrekta.

3.5 Kontrollapplikation

Nedanstående punkter användes för att testa kontrollapplikationen.

- Stannar enligt specifikationer maximalt 1 cm från ett hinder vid maximala hastighet.
- Fungerar från sändande MD407.
- Fungerar från sändande Androidapplikation.

3.6 Verifikation av projektplan

Mindre förändringar har under projektets gång skett. Då ersättandet av kontrollen samt mottagaren varit mer komplicerade än projektgruppen tidigare trott tog denna procedur 3 veckor längre tid än väntat. Detta problem har troligtvis försämrat kvalitén på kontrollapplikationen men ej Androidapplikationen då denna konstruerats parallellt med det nya systemet.

4 Diskussion och Slutsats

Projektet földe ej tidsmodellen som givits i planen. Ett antal fel i de tillhandahållna biblioteken ledde till extra verifikation för att kunna erhålla rätt hjälpfunktioner. Utöver detta gick bilens styr servo sönder på grund av felaktiga PWM-signaler som t systemet. Arbetet krävde därav lite mer tid när detta skedde. I det stora hela var implementationen av de ersättande mottagar- och sändarnoderna mer invecklade än vad som uppfattats vid början av projektet och detta ledde i sin tur till tid som gick till extra verifikation. Parallelt arbete utnyttjades dock, vilket gjorde att produkten trots allt blev färdig som planerat.

Projektgruppen vill belysa vidareutveckling av sändar- samt mottagarnod. Delsystemen är implementerade endast genom hårdvara, ett konsumentvänligt lager finns ej. Detta möjliggör för stor frihet i designen för en butiksfärdig produkt. Ett användarvänligt skal skulle kunna konstrueras för både den ersättande handkontrollen och bilen med den nya mottagaren.

Med Androidapplikationen ses stora möjligheter. 2013 ägdes en smartphone av ungefär 90% av Sveriges befolkning mellan 12-45 år [14]. Telefonapplikationen vänder sig till en väldigt stor andel av folket och projektgruppen ser därför positivt på att utveckla denna. Fokuset med Androidapplikationen har varit på en hårdvarunivå och utseendet är därför inte så tilltalande. Ur ett designperspektiv är till exempel inte de två reglage som applikationen använder sig av optimalt för styrning av bilen. En bättre lösning varit att ersätta reglagen med en joystick. Applikationen skulle även kunna bli mer användarvänlig genom att tydliggöra knapparnas funktion och på lämpligt sätt sammanställa styrningen och Bluetooth-gränssnittet i samma skärm. Dessutom då taktisk återkoppling är opraktiskt på en pekskärm skulle exempelvis audiell återkoppling eller vibration underlättat styrning. Utöver detta kan applikationen implementeras på ett flertal operativsystem och då vara tillgänglig för större andel användare. En konsument som innehar applikationen skulle kunna koppla sin telefon via Bluetooth till sin radiobil och handkontrollen blir då inte längre en extra komponent som behöver bäras med. Denna konsumenten skulle även kunna styra andra radiobilar, rent intuitivt, så länge denna bil har en mottagande Bluetooth-modul och likadana kommandofunktioner. Skulle detta möjliggöras kan det behövas att konstruera ett säkerhetslager så att oinbjudna parter ej kan ta kontroll över bilen.

Kontrollapplikationen kunde ej färdigställas efter givna mål. Enligt specifikationen skulle bilen stanna högst 1 cm från närmaste hinder, men detta kunde ej uppnås med den ålagda tiden för uppgiften. Det finns flera felkällor som bidragit till svårigheter i utvecklingen. För det första har avståndsmätaren varit mer opålitlig än förväntat vilket ledde till att inkonsekventa värden togs emot. För det andra är bilens egna bromssystem svagt och det är därför svårt att förutsäga bromssträckan. För det tredje påverkas avståndsmätaren av vibratiorer från bilens motor vilket försämrar noggrannhet av mätning ytterligare. Ett par faktorer hade kunnat förbättra kontrollapplikationen om mer tid funnits. En avläsningsalgoritm som bättre filtrerar värden och mäter hastighet hade kunnat implementeras och därmed givit större kontroll över bilen. Detta skulle bidra till noggrannare mätningar och beräkning av bilens hastighet som då skulle kunna användas till att bestämma rätt inbromsningsavstånd.

Sammanfattningsvis innehåller detta projekt en radiostyrd bil med modern teknik. Uppgradering med nya datorer reducerar utdaterad teknik och dess funktioner passar väl in med det som är aktuellt idag. Grunden för systemet är lagt och stora designmöjligheter finns hos sändar- samt mottagarnoden. Dessutom är potentialen för vidareutvecklingen av Androidapplikationen mycket god. Kort sagt öppnar detta projekt upp för en nyskapande radiostyrd bil där aktuell teknologi är implementerad.

Referenser

- [1] G. Torres. (2006) How analog-to-digital converter (adc) works. [Online]. Available: <http://www.hardwaresecrets.com/how-analog-to-digital-converter-adc-works/> [Hämtad 161007]
- [2] Android. (2014) För skärmar i alla storlekar. [Online]. Available: <https://www.android.com/> [Hämtad 161020]
- [3] F. Östman. (2014) Md407 - en arm-baserad laborationsdator för utbildning, examensarbete inom högskoleinjengörsprogrammet, institution för data- och informationsteknik, chalmers tekniska högskola, göteborg ,sverige. [Online]. Available: <http://www.cse.chalmers.se/edu/resources/mop/documents/MD407.beskrivning.pdf> [Hämtad 161008]
- [4] alselectro. (2013) Arduino - ultrasonic sensor for distance measurement. [Online]. Available: <https://alselectro.wordpress.com/2013/03/08/arduino-ultrasonic-sensor-for-distance-measurement/> [Hämtad 161007]
- [5] I. Bluetooth SIG. (2016) Bluetooth technology basics. [Online]. Available: <https://www.bluetooth.com/what-is-bluetooth-technology/bluetooth-technology-basics> [Hämtad 161007]
- [6] C. Woodford. (2016) Oscilloscopes. [Online]. Available: <http://www.explainthatstuff.com/howoscilloscopeswork.html> [Hämtad 161011]
- [7] D. C. Cooper. (2009) Potentiometers explored - construction & working principles. [Online]. Available: <http://www.brighthubengineering.com/commercial-electrical-applications/47625-potentiometers-explored-construction-and-working-principles/> [Hämtad 161007]
- [8] Avayan. (2009) Understanding pwm. [Online]. Available: <http://ebldc.com/?p=48> [Hämtad 161007]
- [9] T. Agarwal. (2013) Rf-module - transmitter & receiver. [Online]. Available: <https://www.elprocus.com/rf-module-transmitter-receiver/> [Hämtad 161007]
- [10] R. C. Tips. (2009) History and evolution of rc cars. [Online]. Available: <http://www.rccartips.com/rc-history.htm> [Hämtad 160921]
- [11] STMicroelectronics. (2016) Stsw-stm32065. [Online]. Available: http://www.st.com/content/st_com/en/products/embedded-software/mcus-embedded-software/stm32-embedded-software/stm32-standard-peripheral-libraries/stsw-stm32065.html [Hämtad 161020]
- [12] J. Tyson. (2000) How radio controlled toys work. [Online]. Available: <http://electronics.howstuffworks.com/rc-toy.htm> [Hämtad 160922]

- [13] D. of Computer Science and C. Engineering. (2016) Dat290 data-teknisk projekt projektdirektiv 2 radiostyrd bil. [Online]. Available: <https://pingpong.chalmers.se/courseId/6953/node.do?id=3156906&ts=1472211610029&u=1787919969> [Hämtad: 160922]
- [14] O. Findahl. (2013) Den mobila boomen. [Online]. Available: <http://www.soi2013.se/2-den-mobila-boomen/hur-manga-har-en-mobil-och-hur-manga-av-dem-har-en-smartmobil/> [Hämtad 161018]